

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN DE PANAMÁ: HACIA UNA TRANSFORMACIÓN DIGITAL CON EQUIDAD Y APRENDIZAJE

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PANAMA'S EDUCATION: TOWARD A DIGITAL TRANSFORMATION WITH EQUITY AND LEARNING

Rodolfo Sanjur Maylín

Universidad Euroamericana.

rsanjur07@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-2455-2617>

Cómo citar / How to cite: Sanjur, R. (2025). Inteligencia artificial en la educación de Panamá: hacia una transformación digital con equidad y aprendizaje. En Atagua-Díaz, Z. (Comp). *Transformación digital de la educación en Panamá. Perspectivas teóricas y estrategias*. High Rate Consulting. <https://doi.org/10.38202/transforma01>

RESUMEN

Este artículo analiza el potencial de la inteligencia artificial (IA) para transformar el sistema educativo de Panamá, con enfoque en la mejora del aprendizaje, la ampliación del acceso y la eficiencia administrativa. Desde un enfoque teórico basado en el marco del Banco Interamericano de Desarrollo, se examinan evidencias sobre intervenciones tecnológicas en América Latina y su aplicabilidad en contextos panameños, en especial en zonas rurales e indígenas. La metodología utilizada es cualitativa-documental, con revisión de literatura crítica y análisis temático. Los resultados indican que plataformas de retroalimentación automatizada, los sistemas predictivos de abandono escolar y tutores inteligentes pueden mejorar significativamente los resultados educativos, siempre que se acompañen de conectividad universal, formación docente contextualizada y gobernanza ética de datos. El análisis revela que, sin una política pública integral, la IA podría profundizar las brechas digitales. Se concluye que Panamá debe implementar un plan nacional de transformación digital en educación, estructurado en cuatro pilares: infraestructura equitativa, formación docente transformadora, herramientas contextualizadas y gobernanza ética. Se proponen acciones concretas, como pilotos en escuelas multigrado de comarcas indígenas y la creación de un sello de calidad ética para software educativo, para garantizar equidad, sostenibilidad y justicia algorítmica.

Palabras clave: inteligencia artificial-Panamá, transformación digital, formación docente, política educativa, gobernanza ética, brecha digital.

ABSTRACT

This article analyzes the potential of artificial intelligence (AI) to transform Panama's educational system, with an emphasis on improving learning, expanding access, and enhancing administrative efficiency. Based on the theoretical framework of the Inter-American Development Bank, it examines evidence of technological interventions in Latin America and their applicability in Panamanian contexts, particularly in rural and Indigenous areas. The methodology is qualitative and documentary, involving a critical literature review and thematic analysis. The findings indicate that automated feedback platforms, student dropout prediction systems, and intelligent tutors can significantly improve educational outcomes, provided they are supported by universal connectivity, context-sensitive teacher training, and ethical data governance. The analysis reveals that without a comprehensive public policy, AI could deepen digital divides. It concludes that Panama must implement a national digital transformation plan in education, structured around four pillars: equitable infrastructure, transformative teacher training, culturally contextualized tools, and ethical governance. Concrete actions are proposed, such as pilot programs in multigrade schools in Indigenous territories and the creation of an ethical quality seal for educational software, to ensure equity, sustainability, and algorithmic justice.

Keywords: artificial intelligence, digital transformation, educational equity, educational policy, ethical governance, teacher competencies.

INTRODUCCIÓN

La educación en Panamá enfrenta desafíos estructurales que, pese a avances en cobertura, continúan limitando su calidad, pertinencia y, sobre todo, su equidad. Según los resultados de PISA 2022, “la evaluación realizada a 4.544 estudiantes panameños de 15 años [...] en 215 escuelas reveló una puntuación de 357 en matemática, 392 en lectura y 388 en ciencias. El promedio de la OCDE es de 450” (Gordón Guerrel, 2023, párr. 2). Paralelamente, el abandono escolar en secundaria supera el 20 % a nivel nacional, pero se dispara hasta el 35 % en comunidades indígenas como Ngäbe-Buglé y Emberá-Wounaan (MEDUCA, 2022). Estas brechas no son meramente estadísticas; son reflejo de una crisis pedagógica, territorial y cultural que exige respuestas innovadoras, contextualizadas y profundamente humanas.

La gravedad de la situación panameña se manifiesta en la baja competencia de sus estudiantes, donde la diferencia con el promedio global es estructural. Según el informe PISA 2022, solo el 16 % de los estudiantes panameños alcanzó al menos el nivel 2 de competencia en matemáticas, un porcentaje definitivamente menor si se compara con el promedio de la OCDE (69 %). De manera similar, en lectura, solo cerca del 42 % de los estudiantes logró alcanzar el nivel 2 o superior (frente a la media de la OCDE del 74 %), y solo un 38 % alcanzó este nivel en ciencias (frente al 76 % de la OCDE) (Swissinfo, 2023).

Esta situación se agrava al considerar que, en matemáticas, casi ningún estudiante obtuvo un alto rendimiento (Nivel 5 o 6), una categoría que alcanza el 9 % en el promedio de la OCDE. Estos indicadores también reflejan las dificultades que rodearon la escolarización en 2022, incluyendo el cierre de las escuelas durante la pandemia, lo que provocó que el 39 % de los estudiantes reportara problemas para comprender las tareas escolares y el 35 % para obtener ayuda, superando los promedios de la OCDE en varios aspectos (Swissinfo, 2023). La diferencia de rendimiento, combinada con la crisis de abandono escolar en las zonas indígenas, establece la creación de un marco urgente para adoptar las herramientas de IA que puedan ofrecer tutorías personalizadas y sistemas de alerta temprana.

En este escenario, la transformación digital y específicamente la inteligencia artificial (IA), emerge no como una moda tecnológica, sino como una oportunidad estratégica para repensar el sistema educativo desde sus cimientos. La IA ofrece herramientas con potencial real para personalizar el aprendizaje, predecir y prevenir el abandono escolar, liberar tiempo docente de tareas administrativas y generar contenidos adaptados a contextos lingüísticos y culturales diversos. Sin embargo, como bien señala el Banco Interamericano de Desarrollo (Arias Ortiz et al., 2025), la tecnología por sí sola no transforma la educación. Su impacto depende de cómo se integra, para quién se diseña y bajo qué principios éticos se implementa. Muchas iniciativas anteriores

como la distribución masiva de tabletas sin conectividad ni formación docente fracasaron precisamente por ignorar estos factores críticos (Meza-Cordero, 2022).

Este artículo parte de una premisa fundamental, la equidad en educación digital no es un concepto monolítico, sino un constructo multidimensional que debe operacionalizarse para ser medido y garantizado. En el contexto de la IA, se debería desagregar la equidad en tres niveles interdependientes:

Como primer nivel se tendría la equidad de acceso, en la cual no basta con entregar dispositivos. En Panamá, esto implica garantizar conectividad significativa como un internet estable, suficiente ancho de banda, soporte técnico y cobertura en todas las aulas, especialmente en zonas rurales e indígenas, donde menos del 30 % de las escuelas cumplen este estándar (INEC, 2023). También incluye el acceso a interfaces y contenidos en lenguas originarias (ngäbere, emberá, etc.), pues un estudiante que no comprende el idioma de la herramienta está excluido desde el primer clic.

Aunque la referencia del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) es la Encuesta de hogares de propósitos múltiples de 2023, la última data desagregada y validada disponible públicamente para el acceso a conectividad en zonas rurales e indígenas, usada en este análisis, corresponde a la actualización del año 2007, lo que va destacando la necesidad de realizar una actualización de los indicadores de conectividad en el país por comarca. Sin embargo, el dato sirve en la actualidad como referente de la situación actual que explica este estudio.

En segundo nivel estaría la equidad de uso, que viene siendo la capacidad real de estudiantes y docentes para aprovechar las herramientas. Esto exige formación docente contextualizada, no genérica, que prepare a los educadores para integrar la IA en sus prácticas pedagógicas, superando brechas digitales y respetando saberes locales. También requiere acompañamiento pedagógico continuo y materiales que no impongan lógicas urbanas en contextos rurales o indígenas, los materiales deben ir acorde a las zonas donde se está implementando.

El tercer nivel es la equidad de resultados, este es el nivel más profundo y se pregunta lo siguiente ¿la IA está generando mejores aprendizajes para los grupos históricamente marginados? Para responderlo, los algoritmos deben ser auditados para evitar sesgos, por ejemplo, un sistema que prediga menor rendimiento en estudiantes indígenas basado en datos históricos de desinversión, y los indicadores de éxito deben medirse desagregadamente por género, etnia, ubicación y nivel socioeconómico.

Sin esta mirada tridimensional, cualquier política de IA en educación corre el riesgo de profundizar las desigualdades en lugar de reducirlas. Por ejemplo, un algoritmo de orientación vocacional que, entrenado con datos históricos del sistema educativo panameño, sugiera que se recomienden menos carreras STEM (aquellas disciplinas académicas

y profesionales centradas en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), a estudiantes mujeres porque históricamente han elegido otras áreas. O un sistema de evaluación automatizada que penaliza expresiones propias del español panameño o ignora respuestas válidas en ngäbere. Estos no son escenarios hipotéticos; son riesgos reales que ya se han documentado en otros contextos (Angwin et al., 2016) y que en Panamá podrían tener consecuencias devastadoras si no se previenen con gobernanza ética proactiva.

Además, la IA redefine el rol del docente mas no lo reemplaza, pero sí lo transforma. El nuevo perfil docente que Panamá necesita debe combinar competencias técnicas (manejo de plataformas, interpretación de datos), pedagógicas (rediseño de prácticas, personalización del aprendizaje), éticas (alfabetización algorítmica, detección de sesgos) e interculturales (adaptación de contenidos, validación de saberes locales). Sin esta formación integral, incluso las mejores herramientas de IA serán inútiles o, peor aún, perjudiciales.

El estado del arte en IA y educación en América Latina muestra avances prometedores, pero también vacíos críticos. Estudios como el de Araya et al. (2025) en Chile demuestran que plataformas de aprendizaje digitales integradas en el horario escolar mejoran el rendimiento en matemáticas con un efecto de +0.3 desviaciones estándar, lo que se considera un impacto pequeño a moderado, pero educativamente significativo, especialmente en contextos de políticas públicas a gran escala. En Brasil, Amorim et al. (2018) evaluaron un sistema de corrección automatizada de ensayos y encontraron mejoras significativas en la eficacia y objetividad de los modelos de calificación automática al minimizar el sesgo en los datos de entrenamiento. En Ghana, el chatbot tutor Rori mejoró el aprendizaje autónomo de estudiantes de primaria (Arias Ortiz et al., 2025). Sin embargo, la mayoría de estas experiencias se centran en contextos urbanos, homogéneos y con infraestructura robusta. No existen estudios sistemáticos que analicen cómo adaptar estos modelos a realidades como la panameña, con su diversidad lingüística, sus brechas de conectividad y su estructura de escuelas multigrado en zonas remotas.

Este artículo busca llenar ese vacío, orientada por la siguiente interrogante: ¿de qué manera la inteligencia artificial puede contribuir a mejorar el aprendizaje, ampliar el acceso y aumentar la eficiencia del sistema educativo panameño, mejorando al mismo tiempo la transformación digital con equidad? Su objetivo es analizar cómo la inteligencia artificial puede contribuir a mejorar el aprendizaje, ampliar el acceso y aumentar la eficiencia del sistema educativo panameño, proponiendo un marco de acción basado en evidencia regional pero profundamente contextualizado al territorio nacional. A diferencia de revisiones genéricas, este estudio integra desde su núcleo conceptual las tres dimensiones de la equidad, los riesgos éticos específicos del

contexto panameño y las competencias docentes necesarias para liderar un aula aumentada por IA.

Los hallazgos presentados no son solo académicos; son herramientas para la acción. Están dirigidos a tomadores de decisión en MEDUCA, planificadores educativos, directores de escuela y formadores docentes. Ofrecen recomendaciones concretas, medibles y viables, desde la creación de un sello de calidad ética para software educativo hasta el lanzamiento de pilotos en escuelas multigrado de comarcas indígenas, pasando por la reformulación de los programas de formación docente inicial y continua.

En un mundo donde la IA avanza a pasos agigantados, Panamá tiene una oportunidad histórica de adoptar la tecnología con justicia, con sabiduría y con respeto por su diversidad. Este artículo es una contribución a ese propósito.

Revisión de la literatura

La integración de tecnologías digitales en la educación no garantiza mejoras automáticas en el aprendizaje. Según el Banco Interamericano de Desarrollo (Arias Ortiz et al., 2025), el impacto depende de tres factores que son el diseño pedagógico, formación docente y gobernanza del sistema. Bates et al. (2020), examinando el impacto potencial y real de la inteligencia artificial en la enseñanza y el aprendizaje, habían encontrado que, hasta la fecha de su investigación, no se había observado una influencia significativa en los resultados de aprendizaje o cambios pedagógicos radicales, señalando una diferencia importante entre las promesas y la realidad de la IA en la educación.

En el mismo año, Chen et al. (2020) también evaluaron el uso de la IA en educación, centrándose en la administración, la instrucción y el aprendizaje, concluyendo su eficacia en la revisión y calificación de tareas, así como en la personalización del currículo según las necesidades de los estudiantes, fomentando la participación y retención, por lo que se concluye que la tecnología debe ser un medio, no un fin. A este respecto, Arias Ortiz et al. (2025) propusieron como medio un marco conceptual para la transformación digital en educación en América Latina, centrado en tres objetivos estratégicos que son maximizar el aprendizaje en el aula, ampliar el acceso y completar las trayectorias educativas, y aumentar la eficiencia del servicio educativo.

Dobles Camargo (2025) señala las vulnerabilidades únicas de esta región para el desarrollo y uso de la IA, centrándose en el enfoque inclusivo en contextos institucionales, regulatorios y sociopolíticos, mostrando las debilidades en las zonas rurales, señalando la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial de Costa Rica (ENIA 2024-2027) como un ejemplo de compromiso que se centra en la inclusión, la equidad, la educación y la infraestructura, para garantizar un uso y desarrollo responsables. Es decir, se hace patente que la introducción de la IA no es sinónimo de equidad, ya que sin una guía específica se puede aumentar la disparidad digital y social preexistente, por lo que es necesario

centrarse en acciones concretas, definiendo qué significa equidad en la práctica educativa con IA.

Hacia una equidad operacionalizada en entornos de IA

Un aporte crítico de este estudio es la operacionalización del concepto de equidad en el contexto de la IA educativa. No basta con mencionar equidad como un valor abstracto; debe desglosarse en dimensiones medibles y accionables. Siguiendo a van Dijk (citado por Reynolds, 2020) y adaptando el modelo al contexto educativo con IA, se propone un enfoque tridimensional (Figura 1).

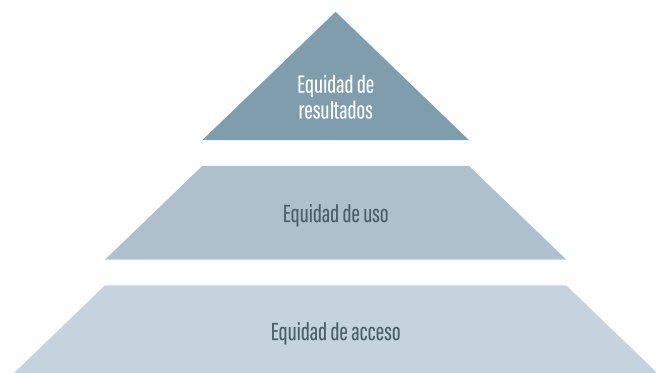


Figura 1.
Pirámide de equidad en IA educativa

La equidad de acceso (en la base de la pirámide) se refiere a la disponibilidad material y técnica para interactuar con herramientas de IA. En Panamá, esto implica dotar de dispositivos y garantizar conectividad significativa (Arias Ortiz et al., 2025) es decir, internet estable, suficiente ancho de banda, soporte técnico y distribución equitativa en todas las aulas, especialmente en comarcas indígenas donde menos del 30 % de las escuelas cumplen este estándar (INEC, 2023). Además, incluye el acceso a contenidos en lenguas originarias (ngäbere, emberá, etc.), pues un estudiante que no comprende el idioma de la interfaz está excluido de facto.

Por el contrario, la equidad de uso va más allá del acceso físico y se enfoca en la capacidad de aprovechar las herramientas. Esto requiere formación docente contextualizada, no genérica, que prepare a los educadores de zonas rurales e indígenas para integrar la IA en sus prácticas pedagógicas, superando brechas digitales y culturales. También implica acompañamiento pedagógico continuo y diseño de materiales que respeten saberes locales, evitando imposiciones tecnológicas desvinculadas del contexto.

En tercer lugar, se encuentra la equidad de resultados, que es el nivel más alto y se refiere a que las herramientas de IA estén disponibles y se usen, y que generen impactos positivos medibles en los aprendizajes de los grupos

históricamente marginados. Para lograrlo, los algoritmos deben ser auditados para evitar sesgos (por ejemplo, que un sistema prediga menor rendimiento en estudiantes indígenas basándose en datos históricos de desinversión), y los indicadores de éxito deben medirse desagregadamente por género, etnia, ubicación geográfica y nivel socioeconómico. Solo así se puede garantizar que la IA no profundice las brechas, sino que las cierre.

Este modelo tridimensional permite evaluar cualquier intervención de IA por su eficacia técnica y por su impacto en la justicia social. Un sistema que mejora el promedio nacional, pero agrava la brecha entre estudiantes urbanos y rurales no es exitoso desde una perspectiva de equidad.

Riesgos éticos y gobernanza: más allá de la advertencia

La literatura también alerta sobre los riesgos éticos de la IA en educación. Como señala el BID (Arias Ortiz et al., 2025), sin comprensión básica de cómo funcionan los algoritmos, los docentes y estudiantes pueden asumir que los resultados son neutrales, cuando en realidad pueden reproducir sesgos. Por ejemplo, en EE.UU., los algoritmos de justicia penal etiquetaron incorrectamente a personas afroamericanas como más propensas a reincidir (Angwin et al., 2016). En educación, un sistema que prediga bajo rendimiento en estudiantes indígenas podría crear profecías autocumplidas, limitando sus oportunidades desde el inicio.

En el contexto panameño, estos riesgos son concretos:

1. Un algoritmo de orientación vocacional podría recomendar menos carreras STEM a estudiantes mujeres, replicando patrones históricos de género.
2. Un sistema de evaluación automatizada podría penalizar expresiones lingüísticas propias del español panameño o ignorar respuestas válidas en lenguas originarias.
3. La recolección masiva de datos de comportamiento (tiempo en plataforma, errores, emociones) sin consentimiento informado podría violar la privacidad de menores.

Por ello, la gobernanza ética no puede ser un apéndice, sino un pilar fundacional. Aránguiz Villagrán (2022) es uno de los autores que propone auditorías algorítmicas periódicas, transparencia en el diseño de modelos y participación ciudadana en la toma de decisiones. Este estudio adopta ese enfoque y lo adapta al contexto nacional.

Pedagogía, personalización y contextualización

Un marco teórico adicional que sustenta este estudio es el de la pedagogía de la personalización, donde autores como Luckin (2018) y Holmes et al. (2019) destacan que la IA puede adaptar el ritmo, estilo y contenido del aprendizaje a cada estudiante, lo que es especialmente útil en aulas multigrado comunes en zonas rurales de Panamá. Además, la teoría del aprendizaje situado (Lave & Wenger, 1991) sugiere que el conocimiento se construye en contextos socia-

les y culturales específicos, lo que implica que cualquier herramienta de IA debe estar contextualizada lingüística y culturalmente para ser efectiva. Por ejemplo, un chatbot que enseña matemáticas en ngäbere, con ejemplos de la vida cotidiana de la comarca, tendrá mayor impacto que uno en español con ejemplos urbanos.

METODOLOGÍA

Este estudio adopta una metodología cualitativa basada en revisión documental crítica y análisis de literatura, con enfoque interpretativo. La unidad de análisis son las políticas, informes técnicos y estudios de caso sobre inteligencia artificial en educación en América Latina, con énfasis en el contexto panameño.

Las fuentes documentales incluyen informes del Banco Interamericano de Desarrollo (Arias Ortiz et al., 2025), publicaciones de la UNESCO, INEC y MEDUCA, artículos científicos entre 2019 y 2025, y políticas nacionales como la Agenda Digital Panamá 2030 y el Plan Nacional de Educación 2020–2030.

Los criterios de selección fueron las publicaciones en español o inglés, año de publicación entre 2018 y 2025, con un enfoque en inteligencia artificial, transformación digital o equidad educativa, y relevancia para contextos de bajos y medianos ingresos. Fuera de este rango solo se incluyeron el clásico de Lave & Wenger de 1991 y el estudio de riesgo de Angwin et al. de 2016, por su importancia para contextualizar.

Las técnicas de análisis incluyen análisis de contenido temático, triangulación de fuentes y síntesis crítica de hallazgos. La validez del estudio se basa en la transparencia metodológica y la cita de fuentes confiables. La confiabilidad se fortalece a través de la triangulación de fuentes al contrastar informes de organismos internacionales, datos gubernamentales y hallazgos de investigaciones académicas para construir una visión más consistente del tema.

RESULTADOS

Los hallazgos se organizan según los tres objetivos estratégicos del marco del BID (Arias Ortiz et al., 2025), integrando el análisis de equidad, gobernanza y perfil docente.

El primer resultado se centra en la maximización del aprendizaje, para contar con la IA como aliada. Las plataformas de retroalimentación automática en el país son promotoras, donde “8 de cada 10 estudiantes tienen problemas de escritura” (Samaniego, 2022, párr. 1). Un ejemplo de su potencial proviene de Brasil, donde Amorim et al. (2018) evaluaron un sistema de corrección automatizada de ensayos y encontraron mejoras en la eficacia y objetividad de los modelos de calificación automática al mitigar el sesgo en los datos de entrenamiento.

El estudio brasileño de Calificación Automatizada de Ensayos (AES) desarrollado por Amorim et al. (2018), se

centró en el riesgo de que los modelos de IA hereden el sesgo del calificador (raterbias) presente en las calificaciones humanas. Los autores crearon un corpus anotado de 1,840 ensayos escritos en portugués por estudiantes de secundaria en un examen nacional; utilizando comentarios de los calificadores y lexicones de subjetividad para cuantificar el sesgo, propusieron una metodología para rectificar el conjunto de entrenamiento eliminando los ensayos asociados con calificaciones potencialmente sesgadas.

Sus hallazgos empíricos demostraron que la detección y remoción de estas calificaciones sesgadas condujo a mejoras en la efectividad del sistema AES. Esta eficacia se evaluó utilizando un conjunto de 50 ensayos con calificaciones libres de sesgo y se midió mediante el coeficiente kappa cuadrático ponderado (k). Al eliminar los datos potencialmente sesgados, el modelo MLP (Multi-Layer Perceptron) resultó ser estadísticamente superior a otros modelos. Esto es un indicio de que el potencial de las plataformas de retroalimentación automática para Panamá, más allá de la automatización, está en la capacidad de ofrecer una retroalimentación más objetiva e imparcial que la evaluación exclusivamente humana. Asimismo, tutores inteligentes como Rori en Ghana, que operan vía WhatsApp, podrían adaptarse al currículo nacional y aprovechar la alta penetración de los teléfonos inteligentes (78 % en hogares urbanos).

La promesa de la IA, como se analiza en el informe de la Unesco (Pedró et al., 2019), es promover la personalización y mejorar los resultados de aprendizaje. Las tecnologías de la IA se utilizan para garantizar el acceso equitativo e inclusivo a la educación, proporcionando oportunidades de aprendizaje a personas marginadas, con discapacidades, refugiados y aquellos que viven en comunidades aisladas. La IA facilita esto ayudando a trazar el plan de aprendizaje individual, las fortalezas y debilidades de cada estudiante, adaptándose a sus preferencias y actividades. Además, la IA puede apoyar el aprendizaje colaborativo, por ejemplo, en grupos de discusión asíncronos en línea, utilizando técnicas de machine learning para monitorear las discusiones y apoyar la participación y el aprendizaje de los estudiantes.

En cuanto al nuevo perfil docente y las competencias para el aula aumentada, hay que entender que la IA no reemplaza al docente; lo redefine. Como señalan Louis & ElAzab (2023), “los docentes son la pieza clave del sistema educativo” (p. 9) y, para que la tecnología cumpla su promesa transformadora, Panamá necesita desarrollar un nuevo perfil docente, con competencias específicas que le permitan liderar un entorno educativo aumentado:

1. Competencias técnicas con el manejo básico de plataformas de IA educativa, interpretación de reportes de aprendizaje generados por algoritmos, y capacidad para seleccionar herramientas alineadas con objetivos pedagógicos (Pita-Briones et al., 2025).
2. Competencias pedagógicas centrándose en el rediseño de la práctica docente para aprovechar el

tiempo liberado por la automatización (ejemplo: usar datos de IA para agrupar estudiantes por necesidades, no por edad; dedicar tiempo a tutorías personalizadas o trabajo socioemocional) (Lázaro Guillermo et al., 2024).

3. Competencias éticas y críticas hacia la alfabetización algorítmica para cuestionar los resultados de la IA, identificar posibles sesgos y tomar decisiones humanas que corrijan o complementen las sugerencias automatizadas. El docente debe ser el filtro humano que garantiza la justicia (Román Gil et al., 2024).
4. Competencias interculturales y contextuales, especialmente en zonas indígenas, el docente debe saber adaptar, contextualizar y validar los contenidos generados por IA, asegurando que respeten cosmovisiones locales y se expresen en lenguas originarias (Realpe et al., 2024).

La formación inicial y continua debe integrar estos ejes, con programas específicos para docentes de contextos vulnerables, donde el acompañamiento pedagógico y el soporte técnico deben ser más intensivos.

En cuanto a la ampliación del acceso, se debe hacer énfasis en que se debe pasar de la conectividad en sí a la pertinencia cultural. Un sistema de alerta temprana basado en IA podría identificar estudiantes en riesgo de abandono con hasta 85 % de precisión (Adelman et al., 2018), beneficiando a más de 20,000 estudiantes al año en Panamá. La generación de contenidos en ngäbere, wayuunaiki y emberá mediante IA podría fortalecer la educación intercultural y reducir la deserción en las comunidades indígenas. La Tabla 1 revela una brecha digital estructural que debe abordarse antes de implementar IA a gran escala.

Tabla 1.
Acceso a tecnología educativa por tipo de zona en Panamá (2023)

Acceso a tecnología educativa por tipo de zona en Panamá (2023)			
Indicador	Área urbana	Área rural	Comarcas indígenas
Escuela con acceso a internet	85 %	45 %	28 %
Conectividad de calidad (≥10 Mbps)	65 %	20 %	10 %
Dispositivos por estudiante (1:x)	1:2	1:5	1:10
Uso regular de plataformas digitales	70 %	30 %	15 %
Docentes capacitados en TIC	60 %	35 %	20 %
Escuelas con salones de clase digitales	55 %	25 %	10 %

Nota 1. Brecha digital estructural que debe abordarse antes de implementar IA a gran escala.

Nota 2. Elaboración propia con base en Arias Ortiz et al. (2025) y MEDUCA (2022).

La diferencia que muestra la Tabla 1 ejemplifica el segundo desafío identificado por la Unesco (Pedró et al., 2019) de garantizar la inclusión y equidad en la IA en la educación. La organización advierte que los países menos desarrollados están en riesgo de sufrir nuevas divisiones tecnológicas, económicas y sociales con el desarrollo de la IA. Para que Panamá la pueda aprovechar, deben superarse obstáculos como la disponibilidad de hardware de TIC, la confiabilidad de internet y los costos de los datos. La falta de infraestructuras básicas crea una nueva barrera digital en el uso del conocimiento basado en datos para la toma de decisiones inteligentes, lo que hace que la inversión en infraestructura sea un imperativo ético.

El dato más alarmante es que solo el 28 % de las escuelas en comarcas cumplen con el estándar de conectividad del BID (Arias Ortiz et al., 2025), frente al 85% en zonas urbanas. Este contraste evidencia una brecha técnica y de equidad de acceso estructural. Sin intervención estatal focalizada, cualquier política de IA en educación exacerbará esta desigualdad, dejando a las poblaciones indígenas aún más rezagadas. Por tanto, la inversión en infraestructura no es un requisito técnico, sino un imperativo ético y de justicia educativa.

Eficiencia administrativa y gobernanza ética, el pilar olvidado. Herramientas como uPlanner podrían ahorrar hasta 10 horas mensuales a directores escolares, tiempo que podría destinarse a supervisión pedagógica. La calificación automatizada de exámenes tipo test y respuestas breves liberará a docentes para enfocarse en retroalimentación cualitativa. La IA no debe verse como un sustituto del docente, sino como un aliado que libera tiempo para actividades de mayor valor pedagógico, como la retroalimentación personalizada, el acompañamiento socioemocional y la gestión del aula. En este sentido, el caso de Chile con uPlanner y el de Brasil con Plu demuestran que la automatización de tareas administrativas puede aumentar la eficiencia sin deshumanizar la educación.

La necesidad de la gobernanza ética proactiva significa un riesgo y un desafío de política pública. La Unesco (Pedró et al., 2019) establece que la ética y la transparencia en la recolección, uso y diseminación de datos es el sexto desafío clave para la IA en la educación. La recolección masiva de datos plantea preocupaciones éticas en torno a la concentración de datos personales, la responsabilidad (liability), el impacto en el trabajo docente y la privacidad de los datos. Sin una comprensión básica de cómo funcionan los algoritmos, existe el riesgo de que docentes y estudiantes asuman que los resultados de la IA son neutrales, cuando en realidad pueden producir sesgos ya documentados. Por lo tanto, “el uso de los datos individuales, incluso para mejorar el aprendizaje, “deben basarse siempre en el consentimiento expreso e informado, la transparencia, la equidad y la justicia” (p. 34).

Gobernanza ética y su propuesta concreta para Panamá

La recolección masiva de datos de estudiantes plantea graves riesgos. Del análisis de la literatura sobre gober-

nanza ética se desprende la necesidad de crear un modelo para Panamá estructurado en tres componentes: auditorías algorítmicas, comités de ética y una certificación nacional. En primer lugar, están las auditorías algorítmicas obligatorias para todas las herramientas de IA implementadas en el sistema público, con enfoque en detección de sesgos por género, etnia y región.

Posteriormente se atiende al desarrollo de comités de ética educativa en IA, con participación de docentes, padres, estudiantes indígenas y expertos en derechos digitales, que supervisen el diseño e implementación de las herramientas, para culminar con una certificación ética nacional que permita crear un sello de calidad ética para software educativo en Panamá, que exija una transparencia algorítmica (explicabilidad de decisiones). La explicabilidad algorítmica significa que un sistema de IA debe ser capaz de ofrecer razones comprensibles sobre sus decisiones, especialmente en contextos educativos donde esas decisiones afectan las trayectorias de aprendizaje. Por ejemplo, si una plataforma recomienda que un estudiante repita un nivel, debe poder justificarlo con criterios claros (como “no logré resolver el 70 % de los ejercicios”), no con una respuesta donde se asuma que el algoritmo lo decidió. Esta transparencia es un requisito ético y pedagógico, no un detalle técnico (Barredo Arrieta et al., 2020).

En este proceso, la minimización de datos debe aplicarse para recoger solo lo estrictamente necesario, porque es un principio ético y legal que establece que solo se deben recopilar los estrictamente necesarios para cumplir un propósito educativo legítimo. En el contexto de la IA en las escuelas, esto significa que una plataforma no debería recolectar información sensible como la ubicación geográfica exacta del estudiante, su historial de navegación fuera del aula, o datos biométricos si no son esenciales para la actividad de aprendizaje. Este principio protege la privacidad de los estudiantes y reduce el riesgo de uso indebido o filtraciones. Como señala la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2025), la minimización de datos es fundamental en entornos educativos, donde los sujetos son menores de edad y especialmente vulnerables.

Se debe presentar siempre un consentimiento informado adaptado a los contextos indígenas y rurales, con traducción a lenguas originarias, algo que en entornos educativos con IA significa que los estudiantes, sus familias y comunidades deben comprender claramente qué datos se recopilan, con qué propósito, quién los usa y cómo se protegen, antes de autorizar su uso. En contextos indígenas y rurales de Panamá, este consentimiento no puede realizarse solo en español ni con lenguaje técnico. Debe estar traducido a lenguas originarias (ngäbere, emberá, etc.) y presentado en formatos accesibles (oral, visual, comunitario), respetando los modos de toma de decisiones colectivos propios de cada pueblo. Como señala la Unesco (2022) en su Guía de ética para la IA en la educación, el consentimiento informado

debe ser culturalmente pertinente, lingüísticamente apropiado y adaptado a la edad y contexto de los estudiantes.

En cuanto al derecho a la explicación y a la apelación de decisiones automatizadas, significa que estudiantes, docentes y familias deben poder entender por qué un sistema de IA tomó una decisión que les afecta (como recomendar repetir un curso, clasificar a un estudiante en un nivel bajo o excluirlo de una oportunidad educativa) y, además, tener la posibilidad de cuestionarla o apelarla ante una autoridad humana. Este derecho es esencial para evitar que algoritmos opacos tomen decisiones con consecuencias (sobre todo) para la vida de los menores. Como señala el BID (Arias Ortiz et al., 2025), en contextos educativos, las decisiones automatizadas deben ser revisables por un docente o director, garantizando que la última palabra siempre la tenga un ser humano, no una máquina.

La inteligencia artificial tiene un potencial transformador para la educación en Panamá, pero su implementación debe ser estratégica, equitativa y basada en evidencia. A diferencia de iniciativas tecnológicas pasadas que fracasaron por enfocarse en la dotación de dispositivos sin fines pedagógicos claros, la IA ofrece la posibilidad de resolver desafíos específicos del sistema educativo si se integra dentro de un marco de gobernanza sólida.

Otro aspecto crítico es la necesidad de contextualización cultural y lingüística. Panamá es un país plurilingüe, con seis lenguas oficiales en las comarcas indígenas. Implementar IA en español sin adaptarla a ngäbere, wayunaiki o emberá podría reproducir exclusión. Sin embargo, el BID (Arias Ortiz et al., 2025) destaca que la IA puede ser una herramienta poderosa para traducir y generar contenidos en lenguas minoritarias, siempre que se cuente con datos de entrenamiento suficientes. Esto requiere una inversión inicial en la digitalización de materiales educativos en lenguas originarias, pero a largo plazo puede reducir la deserción escolar en comunidades indígenas, donde el abandono supera el 30% en secundaria (MEDUCA, 2022).

CONCLUSIONES

La inteligencia artificial tiene un potencial transformador para la educación en Panamá, pero solo si se implementa de forma estratégica, equitativa y centrada en las personas. Este estudio confirma que la tecnología por sí sola no mejora el aprendizaje; su impacto depende de condiciones esenciales como conectividad universal, formación docente contextualizada y una gobernanza ética robusta. Los resultados indican que Panamá puede aprovechar la IA para mejorar el rendimiento en áreas críticas como matemáticas y lectura, reducir el abandono escolar mediante sistemas predictivos y aumentar la eficiencia administrativa, liberando tiempo valioso para que estos se enfoquen en lo pedagógico y lo humano.

Sin embargo, sin una política nacional clara y proactiva, existe un riesgo real de que la IA profundice las desigual-

dades existentes. Por ello, se presenta un marco de acción nacional para la implementación ética y equitativa de la IA en la educación panameña, articulado en cuatro pilares interdependientes. Primero, una infraestructura de acceso equitativo que incluya inversión urgente en conectividad significativa basada en internet en todas las aulas, soporte técnico y energía estable, especialmente en escuelas rurales, multigrado y de comarcas indígenas, con la meta de alcanzar el 100 % de cobertura según el estándar del BID para 2027, y garantizando acceso a contenidos en lenguas originarias como parte del estándar mínimo.

Segundo, una formación docente transformadora mediante un programa nacional que desarrolla competencias digitales, pedagogía con IA y ética algorítmica, con enfoque diferenciado para contextos vulnerables, integrada tanto en la formación inicial como continua, y apoyada por redes de docentes innovadores que actúan como mentores regionales. Tercero, el desarrollo de herramientas contextualizadas como plataformas de IA que operen en ngäbere, emberá y otras lenguas originarias, con contenidos culturalmente relevantes, creados en alianza con universidades y comunidades indígenas, y priorizando soluciones de código abierto

para asegurar transparencia y adaptabilidad. Cuarto, una gobernanza ética y de datos que incluye la creación de una unidad de ética en IA en el MEDUCA, auditorías algorítmicas obligatorias, un sello de calidad ética para software educativo y una legislación específica que protege los datos de los estudiantes.

Para concretar este marco, se recomienda lanzar en 2026 tres pilotos nacionales en escuelas multigrado de las comarcas Ngäbe-Buglé, Emberá-Wounaan y Guna Yala, evaluando su impacto en equidad de acceso, uso y resultados; establecer alianzas público-privadas para financiar conectividad en zonas de difícil acceso; incluir la alfabetización en IA y el pensamiento crítico digital como competencias obligatorias en el currículo nacional desde primaria; y presentar ante la Asamblea Nacional, también en 2026, un proyecto de ley de protección de datos educativos y gobernanza algorítmica. Panamá tiene la oportunidad de liderar la transformación digital en educación en la región, pero debe actuar con prudencia, equidad y visión de largo plazo. La IA no es el futuro de la educación, pero puede ser una herramienta poderosa para construirlo siempre que ese futuro sea justo, inclusivo y humano.

REFERENCIAS

- Adelman, M., Haimovich, F., Ham, A., & Vázquez, E. (2018). Predicting school dropout with administrative data: New evidence from Guatemala and Honduras. *Education Economics Review*, 26(4), 356–372. <https://doi.org/10.1080/09645292.2018.1433127>
- Amorim, E., Cançado, M., & Veloso, A. (2018). *Automated essay scoring in the presence of biased ratings*. In Proceedings of the 2018 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, 1 (Long Papers) (229–237). <https://aclanthology.org/N18-1021.pdf>
- Angwin, J., Larson, J., Mattu, S., Kirchner, L. & ProPublica (2016). *Machine bias: There's Software Used across the Country to Predict Future Criminals*. And It's Biased against Blacks. <https://www.propublica.org/article/machine-bias-risk-assessments-in-criminal-sentencing>
- Aránguiz Villagrán, M. (2022). *Auditoria algorítmica para sistemas de toma de decisiones o de apoyo a la toma de decisiones* (Algorithmic Audit for Decision Making or Decision Support Systems). Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0004154>
- Araya, R., Arias Ortiz, E., Bottan, N.L., & Cristia, J.P. (2025). Integrating learning platforms within regular school time: experimental evidence from Chilean primary schools. *Economics of Education Review*, 106, 102647. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2025.102647>
- Arias Ortiz, E., Castro, N., Forero, T., Gambi, G., Giambruno, C., Pérez Alfaro, M., & Rodríguez Segura, D. (2025). *AI and Education: Building the Future Through Digital Transformation*. (IDB Technical Note 3122). Inter-American Development Bank. <http://dx.doi.org/10.18235/0013500>
- Barredo Arrieta, A. B., Díaz-Rodríguez, N., Del Ser, J., Benetot, A., Tabik, S., Barbado, A., García, S., Gil-López, S., Molina, D., Benjamins, R., Chatila, R. & Herrera, F. (2020). Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. *Information Fusion*, 58, 82–115. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2019.12.012>
- Bates, T., Cobo, C., Mariño, O., & Wheeler, S. (2020). Can artificial intelligence transform higher education? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(42), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00218-x>
- Chen, L., Chen, P. & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Dobles Camargo, C. (2025). *Critical Vulnerabilities of AI in Latin America*. [Master dissertation, Massachusetts Institute of Technology]. <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/162299/doblescamargo-claudia-sm-dusp-2025-thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gordón Guerrel, I. (6 de diciembre de 2023). *Panamá no alcanza los niveles exigidos por la OCDE en prueba PISA*. La Estrella de Panamá. <https://www.laestrella.com.pa/panama/nacional/panama-alcanza-niveles-exigidos-ocde-prueba-pisa-BMLE503121>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Center for Curriculum Redesign. https://www.researchgate.net/publication/332180327_Artificial_Intelligence_in_Education_Promise_and_Implications_for_Teaching_and_Learning

- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo) (2023). *Estadísticas del Trabajo - Volumen I - Encuesta Continua de Hogares* (Work Statistics – Volume I – Continuous Household Survey). https://www.inec.gob.pa/publicaciones/Default2.aspx?ID_CATEGORIA=5&ID_SUBCATEGORIA=38
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511815355>
- Lázaro Guillermo, J.C., Vega Huerta, H.F., Pantoja Collantes, J.S., Gil Calvo, R.A., López Castillo, A.C. & Ponce Bar-
dales, Z.E. (2024). *Inteligencia artificial: Praxis y empoderamiento docente* (Artificial Intelligence: Praxis and Teacher
Empowerment). Editorial Mar Caribe.
- Louis, M., & ElAzab, M. (2023). Will AI replaceteacher? *International Journal of Internet Education*, 22(2), 9-21. https://ijie.journals.ekb.eg/article_312491_7f0cfc50b71cd283ec2d34d2126ed52f.pdf
- Luckin, R. (2018). *Machine Learning and Human Intelligence: The future of education for the 21st century*. UCL
Institute of Education Press. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10178695/1/Machine%20Learning%20and%20Human%20Intelligence.pdf>
- MEDUCA (2022). *Informe de Rendición de Cuentas 2022* (Accountability Report 2022). Ministerio de Educación de
Panamá. [https://www.meduca.gob.pa/wp-content/uploads/2025/05/INFORME_DE_RENDICION_DE_CUEN-
TA_2021-2022.pdf](https://www.meduca.gob.pa/wp-content/uploads/2025/05/INFORME_DE_RENDICION_DE_CUEN-
TA_2021-2022.pdf)
- Meza-Cordero, J.A. (2022). Digital Literacy and Long-Term Labor Outcomes: Impacts from the One Laptop per
Child Program in Costa Rica. *The Journal of Community Informatics*, 18(2), 27-47. <https://openjournals.uwaterloo.ca/index.php/JoCI/article/download/4828/5597>
- OCDE. (15 de mayo de 2025). *La OCDE propone un enfoque ambicioso para proteger y empoderar a los niños en In-
ternet* (The OECD proposes an ambitious approach to protect and empower children on the Internet). [https://www.oecd.org/es/about/news/press-releases/2025/05/oecd-calls-for-an-ambitious-approach-to-protect-and-
empower-children-online.html](https://www.oecd.org/es/about/news/press-releases/2025/05/oecd-calls-for-an-ambitious-approach-to-protect-and-
empower-children-online.html)
- Pedró, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P. (2019). *Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for
sustainable development*. [Working papers on education policy] Unesco. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/
pf0000366994](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/
pf0000366994)
- Pita-Briones, K.M., Jiménez-Pin, K.E., Saldarriaga-Alvarado, I.P., & Meneses-López, S.G. (2025). Competencias digi-
tales docentes frente a la inteligencia artificial educativa (Digital Teaching Competencies in the Face of Educa-
tional Artificial Intelligence). *593 Digital Publisher CEIT*, 10(5), 900-916. <https://doi.org/10.33386/593dp.2025.5.3569>
- Realpe, L., López, D., Gallón, E. & Solís, A. (2024). *Raíces del conocimiento. Integración de saberes ancestrales en la
educación* (Roots of Knowledge: Integrating Ancestral Wisdom in Education). InBlueditorial.
- Reynolds, R. (2020). Jan van Dijk. (2020). The digital divide. *Journal of the Association for Information Science and
Technology*, 72(1), 136-138. <https://doi.org/10.1002/asi.24355>
- Román Gil, C.A., Gamarra Vilela, J.O.M., Vallejo Martínez, M.V., Pisfil Llontop, F. & Alegria Bernal, C.M. (2024).
Epistemología, ética, educación e inteligencia artificial (Epistemology, Ethics, Education, and Artificial Intelligence).
Editorial Internacional Alema.
- Samaniego, A. (24 de marzo de 2022). *8 de cada 10 estudiantes tienen problemas de escritura* (8 out of 10 students have
writing problems). La Prensa. [https://www.prensa.com/impres/panorama/8-de-cada-10-ninos-tienen-prob-
lemas-de-escritura/](https://www.prensa.com/impres/panorama/8-de-cada-10-ninos-tienen-prob-
lemas-de-escritura/)
- Swissinfo (5 de diciembre de 2023). *Panamá, con puntuaciones inferiores a la media de los países de la OCDE en
la prueba PISA* (Panama, with scores below the OECD average in the PISA test). [https://www.swissinfo.ch/spa/
panam%C3%A1-con-puntuaciones-inferiores-a-la-media-de-los-pa%C3%ADses-de-la-ocde-en-la-prueba-pi-
sa/49032170](https://www.swissinfo.ch/spa/
panam%C3%A1-con-puntuaciones-inferiores-a-la-media-de-los-pa%C3%ADses-de-la-ocde-en-la-prueba-pi-
sa/49032170)
- Unesco (2022). *Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*. [Documento de programa o de reunión].
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137>