

ARTÍCULO TEÓRICO

Educación matemática inclusiva e inteligencia artificial: Riesgos de sesgo y propuestas desde el modelo social

Inclusive mathematics education and artificial intelligence: Bias risks and proposals from the social model

Educação matemática inclusiva e inteligência artificial: Riscos de viés e propostas desde o modelo social

RESUMEN

Este artículo presenta una reflexión crítica de carácter teórico-documental sobre el uso de la Inteligencia Artificial (IA) en la Educación Matemática Inclusiva. Desde el modelo social de la discapacidad, se analizan los riesgos de incorporar tecnologías inteligentes sin criterios de equidad, accesibilidad y justicia algorítmica. Se examinan los principales sesgos presentes en los sistemas de IA —como los sesgos de datos, diseño e interacción— y sus efectos sobre estudiantes con discapacidad en entornos educativos mediados por tecnología. Dada la estructura visual y simbólica de la matemática escolar, se argumenta que muchos sistemas refuerzan exclusiones históricas al no considerar trayectorias no normativas. A partir de este análisis, se proponen seis líneas de acción: diseño inclusivo desde el origen, auditoría algorítmica con criterios de justicia, formación docente crítica, desarrollo de recursos accesibles, participación activa de personas con discapacidad en la creación tecnológica, y reconocimiento de la especificidad epistémica de la matemática. Se concluye que una IA verdaderamente inclusiva requiere mediación docente informada, participación activa de colectivos históricamente excluidos y una comprensión crítica de las desigualdades sociotécnicas que atraviesan los entornos escolares.

Palabras clave: Sesgo algorítmico; Inteligencia Artificial; Educación Matemática Inclusiva; Discapacidad; Diseño Universal para el Aprendizaje.

José Iván López-Flores

jlopez@uaz.edu.mx

 orcid.org/0000-0003-2350-2647

Universidad Autónoma de Zacatecas,
Zacatecas, México

Carolina Carrillo García

ccarrillo@uaz.edu.mx

 orcid.org/0000-0001-7259-4897

Universidad Autónoma de Zacatecas,
Zacatecas, México

Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática (REVIEM),
5(2), Ene.-Jun. 2025, pp. 1-16 – e202506

Asociación Aprender en Red

Asociación Venezolana de Educación Matemática

ISSN: 2739-039X

www.reviem.com.ve

Remita cualquier duda sobre esta obra a:
José Iván López-Flores

Recibido: 26/05/2025

Aceptado: 29/06/2025

Publicado: 30/06/2025

<https://doi.org/10.54541/reviem.v5i2.154>

ABSTRACT

This article presents a critical theoretical-documentary reflection on the use of Artificial Intelligence (AI) in Inclusive Mathematics Education. Grounded in the social model of disability, it analyzes the risks of incorporating intelligent technologies without criteria of equity, accessibility, and algorithmic justice. It examines key forms of bias in AI systems —such as data, design, and interaction biases— and their impact on students with disabilities in technologically mediated learning environments. Given the symbolic and visual structure of school mathematics, the article argues that many AI systems reinforce historical exclusions by failing to consider non-normative learning trajectories. Based on this analysis, six action lines are proposed: inclusive design from the outset, algorithmic auditing based on justice principles, critical teacher training, development of accessible resources, active participation of people with disabilities in technology development, and recognition of the epistemic specificity of mathematics. The article concludes that truly inclusive AI requires informed pedagogical mediation, the active involvement of historically marginalized communities, and a critical understanding of the sociotechnical inequalities embedded in educational environments.

Keywords: Algorithmic Bias; Artificial Intelligence; Inclusive Mathematics Education; Disability; Universal Design for Learning.

RESUMO

Este artigo apresenta uma reflexão crítica de caráter teórico-documental sobre o uso da Inteligência Artificial (IA) na Educação Matemática Inclusiva. Com base no modelo social da deficiência, analisa os riscos de incorporar tecnologias inteligentes sem critérios de equidade, acessibilidade e justiça algorítmica. São examinados os principais tipos de vieses presentes em sistemas de IA —como os vieses de dados, de projeto e de interação— e seus impactos sobre estudantes com deficiência em ambientes educacionais mediados por tecnologia. Dada a estrutura simbólica e visual da matemática escolar, argumenta-se que muitos sistemas reforçam exclusões históricas ao desconsiderar trajetórias de aprendizagem não normativas. Com base nessa análise, propõem-se seis linhas de ação: design inclusivo desde a origem, auditoria algorítmica com critérios de justiça, formação docente crítica, desenvolvimento de recursos acessíveis, participação ativa de pessoas com deficiência no desenvolvimento tecnológico e reconhecimento da especificidade epistêmica da matemática. Conclui-se que uma IA verdadeiramente inclusiva exige mediação pedagógica informada, participação ativa de grupos historicamente excluídos e compreensão crítica das desigualdades sociotécnicas nos contextos escolares.

Palavras-chave: Vies algorítmico; Inteligência Artificial; Educação Matemática Inclusiva; Deficiência; Desenho Universal para a Aprendizagem.

INTRODUCCIÓN

La irrupción de la Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito educativo ha generado un conjunto de expectativas en torno a su capacidad para personalizar el aprendizaje, automatizar tareas docentes y ampliar el acceso a contenidos. Desde plataformas adaptativas hasta asistentes conversacionales generativos, las tecnologías basadas en IA están redefiniendo la manera en que se diseñan, implementan y evalúan los procesos formativos en múltiples niveles del sistema educativo (Luckin, 2018; Salas-Pilco *et al.*, 2022).

No obstante, esta transformación no es neutra. Diversas investigaciones han advertido que los sistemas de IA pueden reproducir y amplificar desigualdades sociales, especialmente cuando son entrenados con datos que omiten o distorsionan la diversidad humana (Buolamwini & Gebru, 2018; Whittaker *et al.*, 2019). Entre los colectivos más afectados por esta exclusión se encuentran las personas con discapacidad, quienes históricamente han sido marginadas tanto de los procesos de innovación tecnológica como de las estructuras educativas convencionales.

En este contexto, la Educación Matemática es uno de los campos que es particularmente sensible. Su alto grado de formalización simbólica, la dependencia de representaciones visuales y la persistencia de enfoques estandarizados pueden dificultar la participación plena de estudiantes con trayectorias no normativas. Tal como lo ilustra el estudio de Acevedo *et al.* (2023), incluso con secuencias didácticas especialmente adaptadas, por ejemplo, la comprensión de contenidos matemáticos como el valor posicional sigue exigiendo materiales y mediaciones específicas que reconozcan los esquemas compensatorios de los estudiantes con discapacidad visual. De la misma forma, la introducción de tecnologías inteligentes en este terreno, si no está guiada por principios de equidad y accesibilidad, corre el riesgo de consolidar nuevas formas de exclusión bajo la apariencia de automatización eficiente.

Este artículo se inscribe en una línea de reflexión crítica sobre los riesgos que conllevan el uso de tecnologías basadas en IA en contextos educativos diversos, con especial énfasis en la Educación Matemática y la inclusión de estudiantes con discapacidad. Considerando el modelo social de la discapacidad, se analiza cómo ciertos sesgos algorítmicos pueden reforzar exclusiones históricas si no se integran principios de equidad y accesibilidad a partir del diseño. A través de una revisión argumentada de literatura especializada, se plantean criterios éticos y pedagógicos para una implementación crítica de la IA, apoyándose, de manera complementaria, en marcos como el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y el Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (Abreviado TPACK, por sus correspondiente traducción al inglés), no como fines en sí mismos, sino como medios para orientar la acción docente en escenarios de innovación inclusiva.

IA EN LA EDUCACIÓN: PROMESAS Y DESAFÍOS

La IA ha sido presentada como una tecnología con alto potencial para personalizar el aprendizaje, automatizar tareas y ampliar el acceso a recursos digitales. En el ámbito educativo, ha sido incorporada en sistemas adaptativos, asistentes generativos y plataformas de gestión, transformando la forma en que se planifican y experimentan las prácticas pedagógicas (Luckin, 2018; Salas-Pilco *et al.*, 2022). Sin embargo, esta promesa de innovación se ve tensionada por una realidad más compleja: las tecnologías de IA no son neutrales. Las decisiones sobre qué herramientas desarrollar, qué datos utilizar y qué modelos se entrenarán mediante técnicas de aprendizaje automático están mediadas por supuestos sobre el aprendizaje, la normalidad y la participación legítima (Knox *et al.*, 2019; Whittaker *et al.*, 2019).

En contextos inclusivos, estas tensiones se intensifican. Si bien la IA podría facilitar adaptaciones, su diseño raramente contempla la diversidad funcional desde el inicio. Como advierten Buolamwini y Gebru (2018), los sistemas suelen funcionar mejor con perfiles dominantes —normovisuales, sin discapacidad motriz, sin particularidades lingüísticas— debido a la baja representación de otros grupos en los datos de entrenamiento. Esto produce fallas concretas: sistemas que no reconocen acentos, que dependen de interfaces visuales o que sugieren rutas de aprendizaje inapropiadas para estudiantes con Necesidades Educativas Específicas (NEE).

Además, la incorporación de IA en la educación suele estar guiada por criterios de eficiencia, escalabilidad y rendimiento, sin tomar en cuenta los principios de equidad. Esta lógica tecnocéntrica, unida a un discurso de “optimismo tecnológico” (Rice & Dunn, 2023), tiende a idealizar la IA como solución objetiva y automática, invisibilizando sus limitaciones y riesgos. En consecuencia, se debilita la noción de que su uso debe estar mediado por criterios éticos, pedagógicos y sociales (Holstein & Doroudi, 2021).

Es necesario, entonces, analizar la IA no solo como herramienta funcional, sino como construcción sociotécnica que refleja decisiones políticas y normativas. Su aplicación en el ámbito educativo requiere una lectura crítica que articule dimensiones técnicas con principios de justicia social. Este enfoque resulta especialmente relevante en el caso de la Educación Matemática, donde la alta formalización simbólica y visual de la disciplina puede amplificar las exclusiones si no se diseñan sistemas verdaderamente inclusivos.

SESGOS ALGORÍTMICOS EN SISTEMAS DE IA

La expansión de la IA en el ámbito educativo ha venido acompañada de un creciente reconocimiento sobre los riesgos asociados a los sesgos algorítmicos. Estos sesgos constituyen desviaciones sistemáticas que pueden producir resultados discriminatorios o inequitativos, especialmente cuando afectan a poblaciones históricamente marginadas. En contextos educativos, esta preocupación es crítica: decisiones automatizadas sobre trayectorias de aprendizaje, generación de contenidos o diagnósticos personalizados, pueden perpetuar exclusiones si no están fundamentadas en datos representativos, o guiadas por marcos éticos adecuados. Estos sesgos pueden clasificarse en al menos tres tipos principales: sesgo de datos, sesgo de diseño y sesgo de interacción.

El **sesgo de datos** se encuentra ampliamente documentado y emerge cuando los conjuntos de entrenamiento reflejan desigualdades estructurales preexistentes. Por ejemplo, se ha demostrado que los sistemas de reconocimiento facial presentan tasas significativamente más altas de error al identificar a personas de piel oscura o con rasgos no occidentales (Buolamwini & Gebru, 2018), debido a la subrepresentación de estos grupos en los datos de entrenamiento. Esta lógica se traslada fácilmente a entornos educativos, si los algoritmos se diseñan sobre muestras homogéneas en términos de idioma, condición sensorial o estilos de aprendizaje. Como advierten González-Sendino *et al.* (2024), esta falta de representación afecta especialmente a personas con discapacidad, cuya diversidad funcional rara vez se contempla en los modelos predominantes.

El **sesgo de diseño algorítmico** surge de las decisiones tomadas durante la programación y modelado de los sistemas. Estas decisiones pueden priorizar criterios de eficiencia, escalabilidad o rendimiento sin incorporar salvaguardas éticas. A menudo se asumen perfiles de usuario estándar que excluyen a quienes se desvían de la norma. Como advierte O’Neil (2017), los algoritmos no son neutrales, codifican decisiones humanas que pueden reproducir desigualdades si no se diseñan desde una lógica explícita de justicia.

El **sesgo de interacción**, por su parte, aparece como resultado del aprendizaje continuo que realizan los sistemas a partir de las respuestas y comportamientos de los usuarios. Un ejemplo paradigmático fue el caso del chatbot Tay de Microsoft, que comenzó a emitir discursos discriminatorios tras ser entrenado con interacciones hostiles en redes sociales. En el ámbito educativo, este tipo de sesgo puede manifestarse si los sistemas refuerzan estereotipos o patrones excluyentes a partir de interacciones previas que no han sido evaluadas críticamente.

Cuando estas formas de sesgo se incorporan a tecnologías aplicadas a la **Educación Matemática**, los efectos pueden ser especialmente problemáticos. Algoritmos que analizan el desempeño o proponen actividades pueden fallar sistemáticamente al interpretar procesos de aprendizaje no lineal o asociado a estudiantes con discapacidad. Del mismo modo, sistemas que personalizan rutas de aprendizaje tienden a omitir a quienes no encajan en los modelos de predicción predominantes, dejando sin soporte a quienes más lo requieren. Incluso sistemas destinados a moderar contenido o analizar emociones han clasificado como “negativos” o “tóxicos” textos que mencionan la discapacidad (Whittaker *et al.*, 2019), lo que evidencia la falta de validación inclusiva y de controles éticos adecuados.

Frente a este panorama, autores como Binns (2018) y Mitchell *et al.* (2019) proponen estrategias como auditorías algorítmicas, revisión de conjuntos de datos con criterios de equidad y, participación activa de comunidades vulnerables en el diseño de sistemas inteligentes. Tomando en consideración una perspectiva educativa inclusiva, resulta indispensable reconocer que el sesgo algorítmico no es una falla técnica menor, sino una expresión de las condiciones sociopolíticas que estructuran la tecnología. Por ello, cualquier incorporación de IA en la educación —y especialmente en la Educación Matemática— debe estar guiada por principios de justicia algorítmica, accesibilidad y atención consciente a la diversidad.

SESGOS ALGORÍTMICOS EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA INCLUSIVA

La intersección entre IA, Educación Matemática y discapacidad sigue siendo un campo prácticamente inexplorado en la literatura académica. A pesar del crecimiento exponencial de investigaciones sobre sesgo algorítmico en educación, la discapacidad permanece notablemente ausente. Como advierten Baker y Hawn (2022), son muy pocos los estudios en minería de datos educativos que consideran explícitamente el estatus de discapacidad de los estudiantes, lo que perpetúa su invisibilidad tanto en el diseño como en la evaluación de sistemas inteligentes.

Esta ausencia no solo limita la comprensión crítica de cómo los sistemas inteligentes afectan los procesos de aprendizaje en esta disciplina, sino que también invisibiliza las necesidades de quienes aprenden desde trayectorias diversas. Esta laguna investigativa es especialmente preocupante si se considera que los desarrollos en IA educativa están avanzando rápidamente, sin contar con marcos epistémicos sólidos que guíen su aplicación en contextos inclusivos.

En el caso de la Educación Matemática, los sesgos algorítmicos adquieren formas particulares debido a la fuerte estructura simbólica, secuencial y visual que caracteriza a esta disciplina. Muchos sistemas de IA diseñados para apoyar el aprendizaje —como plataformas adaptativas o asistentes de resolución de problemas— operan bajo supuestos normativos sobre qué significa “resolver bien”, priorizando caminos únicos y respuestas estandarizadas. Estas exclusiones no derivan solo de los datos con los que se entrenan los modelos, sino también de las concepciones pedagógicas tradicionales que privilegian la respuesta correcta, la ejecución procedimental y las representaciones visuales como indicadores exclusivos de comprensión. Estas lógicas, heredadas de enfoques transmisivos y ampliamente criticadas por la didáctica contemporánea, coinciden con la arquitectura de muchos sistemas inteligentes que tienden a invisibilizar procesos legítimos de

aprendizaje no lineal, táctil, verbal o sensorial (Baker & Hawn, 2022; Holstein & Doroudi, 2021). En consecuencia, se refuerzan trayectorias normativas que excluyen a quienes aprenden desde otras formas de representación o razonamiento.

Como advierten Whittaker *et al.* (2019), muchas discapacidades no son visibles y, al no estar representadas en los datos con los que se entrenan los algoritmos, se tornan invisibles para los sistemas inteligentes, lo que agrava su exclusión en contextos educativos mediados por IA. Al respecto, Rice y Dunn (2023) complementan esta crítica al señalar que la IA educativa es frecuentemente presentada como una solución neutral e infalible, sin considerar sus límites, sesgos y efectos excluyentes. Por su parte, Guo *et al.* (2020) denominan este fenómeno como la “larga cola” de la discapacidad, con lo cual al no ajustarse a los patrones más frecuentes presentes en los datos de entrenamiento, muchas condiciones de discapacidad son ignoradas por los modelos algorítmicos, lo que plantea desafíos técnicos y éticos profundos. En Educación Matemática, donde las formas de representar, resolver o expresar pueden variar ampliamente, esta omisión se traduce en exclusiones sistemáticas.

A ello se suma una desconexión epistémica más trascendental. Por un lado, los desarrollos en IA educativa rara vez dialogan con los aportes construidos desde la Educación Matemática sobre cómo se genera y transforma el conocimiento disciplinar. Por otro lado, incluso si ese diálogo ocurriera, muchas de las teorías educativas más influyentes en matemáticas —como el modelo APOS (Dubinsky & McDonald, 2001), los niveles de Van Hiele (1986), o incluso marcos más recientes como la Socioepistemología (Cantoral, 2013)— fueron desarrolladas en contextos históricos donde la atención a la diversidad estaba subordinada a una visión médico-asistencial. En dichos contextos, las personas con discapacidad eran concebidas como excepciones al modelo estándar de aprendizaje y, en muchos casos, se encontraban fuera del sistema escolar común. Como consecuencia, estas teorías, aunque valiosas, no incorporan en su estructura epistémica ni en sus modelos didácticos, la experiencia de aprender matemáticas siendo una persona ciega, sorda o neurodivergente.

Este vacío no es accidental, responde a una lógica institucional heredada de la escuela moderna, cuya organización tomó forma en el contexto de la Revolución Industrial bajo una metáfora productivista. En este modelo el sistema educativo funcionaba como una cadena de ensamblaje, donde los estudiantes eran tratados como productos homogéneos que debían avanzar por etapas estandarizadas (Ainscow, 2020; Echeita, 2006). La diversidad funcional, al desbordar esa norma implícita, quedaba fuera del alcance de los marcos pedagógicos tradicionales.

Frente a este panorama, Baker y Hawn (2022) proponen la tarea urgente de avanzar del desconocimiento hacia la documentación explícita de los sesgos algorítmicos. Este paso es imprescindible para diseñar estrategias éticas de mitigación y construir sistemas verdaderamente inclusivos. En el ámbito de la Educación Matemática, esto implica reconocer que muchas exclusiones que se producen en la práctica no son fallos técnicos menores, sino síntomas de decisiones estructurales que han operado históricamente desde la homogeneidad. Documentar estos sesgos, analizar sus causas y visibilizar sus efectos no solo permite mejorar técnicamente los sistemas, sino también cuestionar qué modelos de conocimiento, participación y competencia han sido considerados legítimos en los entornos educativos mediados por IA.

DISCAPACIDAD E INVISIBILIZACIÓN ALGORÍTMICA

La discapacidad ha sido tradicionalmente abordada desde una perspectiva biomédica que la define como una deficiencia individual, susceptible de corrección, compensación o intervención. En contraposición, el modelo social de la discapacidad —reconocido por la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (ONU, 2006)— sostiene que las limitaciones no se

originan en las condiciones corporales o cognitivas del sujeto, sino en las barreras estructurales y actitudinales del entorno que impiden su participación plena. Este enfoque plantea que la exclusión educativa no es producto inevitable de una diferencia funcional, sino de un diseño institucional y pedagógico que no contempla a la diversidad.

Trasladado al campo de la IA, este modelo permite entender que los sesgos algorítmicos no solo invisibilizan a las personas con discapacidad, sino que refuerzan una matriz de exclusión en los sistemas tecnopedagógicos actuales. Como ha sido documentado, muchas herramientas de IA, desde asistentes virtuales hasta plataformas de análisis de desempeño, han sido entrenadas con conjuntos de datos que omiten deliberadamente a personas con discapacidad, o que las representan de forma insuficiente o estigmatizante (Whittaker *et al.*, 2019).

La exclusión algorítmica puede tomar múltiples formas. En ese sentido, Guo *et al.* (2020) distinguen al menos cuatro tipos de daño que la IA puede infligir a personas con discapacidad: (1) daño por asignación (por ejemplo, acceso desigual a recursos educativos), (2) daño por calidad de servicio (errores sistemáticos de reconocimiento), (3) daño por representación (invisibilidad o estereotipación), y (4) daño por denigración (cuando el sistema ridiculiza o invalida inputs considerados atípicos). Bajo esta tipología es posible analizar con mayor detenimiento los efectos nocivos de los sistemas inteligentes en entornos escolares.

Esta invisibilidad algorítmica tiene consecuencias directas: tecnologías que no reconocen usuarios en silla de ruedas, que fallan al identificar voces no normativas, o que no contemplan formatos alternativos de comunicación, como los sistemas aumentativos. El caso de Herzberg —una mujer atropellada por un vehículo autónomo de Uber que no logró clasificarla correctamente por la presencia simultánea de una bicicleta— ejemplifica con crudeza cómo la ausencia de representaciones diversas en los datos puede traducirse en fallos letales (Buolamwini & Gebru, 2018).

En el campo educativo, esta omisión adquiere una dimensión crítica. Si los sistemas de IA que gestionan entornos de aprendizaje no reconocen a estudiantes con diversidad funcional, sus recomendaciones, adaptaciones y evaluaciones serán sistemáticamente inadecuadas. Por ejemplo, un sistema que asigna lecturas sin considerar el formato accesible o un asistente de voz que no se integra con tecnologías de apoyo, puede convertirse en una barrera más, en lugar de una solución.

Más grave aún es la constatación de que algunas tecnologías clasifican negativamente las menciones a la discapacidad. Investigaciones recientes han mostrado que modelos de moderación de contenido o análisis de sentimientos tienden a etiquetar como “tóxicos” o “negativos” los textos que contienen referencias a la discapacidad, revelando un sesgo profundamente arraigado en los procesos de entrenamiento algorítmico (Whittaker *et al.*, 2019). Esta tendencia no es solo técnica sino política, en tanto reproduce una cultura que asocia la discapacidad con la anomalía, la queja o el conflicto, desplazando su reconocimiento como forma legítima de existencia y ciudadanía.

Consecuente con la perspectiva del modelo social, esta situación exige una transformación en la forma en que se conceptualiza la IA educativa. No se trata únicamente de corregir errores técnicos, sino de replantear los supuestos desde los cuales se diseñan, entrenan y evalúan estas tecnologías. Ello implica reconocer la discapacidad como una categoría política y epistemológica que interpela el diseño universal, la representación justa y la participación efectiva en los procesos educativos mediados por tecnología.

La Educación Matemática —frecuentemente estructurada en torno a estándares rígidos de desempeño y lenguaje simbólico abstracto— representa un campo donde estas tensiones se agudizan. La ausencia de diseño accesible, tanto en el contenido como en los entornos, limita la participación

de estudiantes con discapacidad y restringe la posibilidad de construir trayectorias matemáticas significativas. Si a esto se añade la mediación de sistemas inteligentes que no han sido desarrollados con criterios inclusivos, el riesgo de exclusión se multiplica.

En este contexto, urge adoptar un enfoque de justicia algorítmica que contemple la diversidad funcional como principio de diseño, no como variable residual. Esto implica incluir datos representativos, generar mecanismos de validación ética y, sobre todo, asegurar la participación activa de personas con discapacidad en el desarrollo, prueba y evaluación de tecnologías educativas. Solo así será posible transitar hacia una IA verdaderamente inclusiva, capaz de ampliar derechos y no de consolidar nuevas formas de exclusión.

Como advierten Paquette *et al.* (2020), la ausencia de información sobre discapacidad en los conjuntos de datos limita radicalmente la posibilidad de validar la equidad de los modelos educativos basados en IA. En la práctica, esto implica que estudiantes con discapacidad son tratados como casos atípicos, sin evidencia que garantice que los sistemas funcionan para ellos. Lejos de representar neutralidad, esta omisión equivale a una forma de experimentación no reconocida, donde se implementan tecnologías no validadas en poblaciones históricamente marginadas, lo que contradice los principios básicos de la justicia educativa.

Un ejemplo reciente de esta invisibilización algorítmica se evidenció al aplicar, de forma posterior y externa al desarrollo de aula, un sistema automático de análisis emocional basado en reconocimiento facial sobre el registro en video de una actividad matemática accesible. La actividad, realizada en el marco de un taller lúdico de matemáticas para niñas y niños en un contexto extraescolar, fue diseñada como parte de una tesis de maestría, la cual consistía en interactuar con un software construido con la metáfora de la caja negra para representar funciones. A través de un entorno completamente auditivo y operado mediante teclado, la niña participante —con discapacidad visual— debía ingresar valores numéricos y escuchar las salidas correspondientes, con el objetivo de identificar la regla de la función. La dinámica se desarrolló como un juego o competencia amistosa, y tanto en la observación directa como en el testimonio de las instructoras del taller, la estudiante se mantuvo alegre, sonriendo, bromeando e involucrada activamente en la actividad.

No obstante, al procesar el video con el sistema de análisis emocional, sus expresiones fueron clasificadas como “neutrales” durante la mayor parte del tiempo, en aparente contradicción con su estado emocional real. A diferencia de otros casos en los que el sesgo se debe a la baja visibilidad del rostro, aquí la estudiante permaneció de frente a la cámara durante casi toda la sesión, aunque con una ligera inclinación de la cabeza hacia abajo —una postura común entre personas ciegas durante actividades auditivas o táctiles—, tal desajuste bastó para que el sistema no reconociera sus emociones, al no corresponderse con los patrones normativos sobre los que fue entrenado.

El caso ilustrado muestra con claridad las implicaciones de un sesgo algorítmico por omisión. Muchos sistemas de IA educativa comienzan a incorporar análisis de emociones, voz, texto y postura corporal para adaptar su funcionamiento, ofrecer retroalimentación personalizada o ajustar la dificultad de las tareas. Sin embargo, si no se entrenan con datos que representen adecuadamente la diversidad corporal, expresiva y sensorial del estudiantado —incluyendo a personas con discapacidad—, sus respuestas pueden ser no solo ineficaces, sino también profundamente excluyentes. En lugar de apoyar el aprendizaje, estos sistemas pueden interpretar erróneamente la participación o desatender necesidades reales. Bajo la perspectiva del modelo social de la discapacidad, esta omisión no constituye un simple error técnico, sino una forma de exclusión epistémica que invisibiliza corporalidades divergentes. Asegurar que estos sistemas se entrenen con datos diversos —que incluyan voces, rostros, gestos y posturas no normativas— es indispensable para construir tecnologías verdaderamente

inclusivas, capaces de reconocer todas las formas legítimas de estar y participar en el aula.

La situación descrita pone de manifiesto limitaciones estructurales en los sistemas de IA educativa actuales, especialmente frente a corporalidades no normativas. A continuación, se exploran una serie de principios orientadores que permiten avanzar hacia una Educación Matemática Inclusiva mediada por tecnologías más justas.

EDUCACIÓN MATEMÁTICA INCLUSIVA Y PRINCIPIOS ORIENTADORES

La Educación Matemática enfrenta desafíos particulares cuando se trata de avanzar hacia enfoques inclusivos mediados por tecnología. Su tradición académica, centrada en el razonamiento formal, el uso intensivo de notación simbólica y la fuerte dependencia de representaciones visuales, puede constituir una barrera adicional para estudiantes con discapacidad. En este contexto, la incorporación de herramientas basadas en IA demanda una atención específica a los marcos pedagógicos que orientan su implementación.

Uno de los enfoques más robustos para guiar la planificación inclusiva en entornos educativos es el DUA. Este modelo promueve la creación de ambientes flexibles que ofrezcan múltiples formas de representación de la información, múltiples medios para la expresión del aprendizaje y, diversas formas de implicar y motivar al estudiantado (Meyer *et al.*, 2014). En el ámbito de la Educación Matemática, aplicar el DUA implica, por ejemplo, permitir que los conceptos sean explorados mediante diferentes lenguajes (visual, auditivo, táctil), que las tareas puedan resolverse y comunicarse a través de diversos formatos, y que se reconozca la diversidad de trayectorias cognitivas como parte legítima del proceso de aprendizaje.

La IA, en este sentido, tiene el potencial de *amplificar los principios del DUA*, siempre que esté orientada por una intención pedagógica clara. Puede facilitar ajustes automáticos, ofrecer rutas de aprendizaje diferenciadas y generar materiales accesibles en tiempo real. No obstante, este potencial no se activa por sí solo, requiere de una mediación docente crítica, capaz de decidir cuándo, cómo y con qué propósito utilizar estas herramientas.

El modelo TPACK aporta un marco valioso para pensar esta mediación, al integrar los saberes disciplinares, pedagógicos y tecnológicos en la toma de decisiones docentes. En el caso de tecnologías emergentes como la IA, este modelo debe ampliarse para incluir una dimensión contextual —lo que algunos autores denominan XK— que considere las condiciones institucionales, normativas y socioculturales que atraviesan cada aula (Mishra *et al.*, 2023). De tal manera, el conocimiento profesional docente no se limita a operar herramientas, sino que implica una lectura situada de sus implicaciones para la equidad y la participación.

En el caso específico de la Educación Matemática, esta mediación crítica se vuelve aún más relevante. La IA puede, por ejemplo, generar problemas personalizados, sugerir explicaciones alternativas o analizar patrones de error en tiempo real. Pero también puede reproducir modelos de enseñanza centrados en la respuesta correcta, invisibilizar procesos de argumentación no normativos o reforzar trayectorias de exclusión, si no se considera la diversidad del estudiantado desde el inicio.

Por ello, los principios orientadores en la implementación de IA en Educación Matemática Inclusiva deben incluir:

- *Flexibilidad en los modos de representación y acceso a los contenidos* (por ejemplo, explicaciones en lenguaje claro, gráficos sonoros, descripciones verbales).

- *Diversidad en las formas de expresión del conocimiento matemático* (desde la argumentación oral hasta representaciones físicas o digitales).
- *Reconocimiento activo de las diferencias como recurso didáctico, no como obstáculo.*

Solo en un marco pedagógico que articule tecnología, equidad e inclusión, la IA puede contribuir a transformar la enseñanza de las matemáticas en una experiencia accesible, significativa y justa para todos los estudiantes.

PROPUESTAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN

A partir del análisis realizado, se identifican seis líneas de acción para orientar la incorporación ética e inclusiva de la IA en la Educación Matemática, acordes con el modelo social de la discapacidad. Ellas quedan sustentadas por la literatura reciente que advierte sobre los riesgos de exclusión algorítmica y plantea alternativas pedagógicas, técnicas y políticas para abordarlos. Con base en lo anterior, proponemos las siguientes seis líneas estratégicas:

1. *Incorporar la diversidad desde el diseño de los sistemas.* La falta de representación de personas con discapacidad en los datos de entrenamiento de sistemas de IA ha sido ampliamente documentada, lo que conduce a resultados excluyentes en contextos educativos (Buolamwini & Gebu, 2018; Whittaker *et al.*, 2019). Esta omisión técnica reproduce barreras históricas y limita la participación de quienes no se ajustan al perfil normativo previsto por los algoritmos. Como plantean Knox *et al.* (2019), la diversidad funcional debe considerarse desde el inicio del diseño tecnológico, no como una adaptación posterior; lo cual implica modificar no solo las interfaces, sino también los modelos de aprendizaje automático que sustentan los sistemas educativos inteligentes.

2. *Establecer mecanismos de validación ética y auditoría algorítmica.* El uso de IA en entornos escolares requiere marcos de evaluación que no se limiten al desempeño técnico, sino que incluyan criterios de justicia, transparencia y control social. Mitchell *et al.* (2019) proponen herramientas como las modelcards para documentar las decisiones técnicas y sus implicaciones sociales. A su vez, Binns (2018) enfatiza la necesidad de pensar la equidad algorítmica desde la filosofía política, reconociendo que no basta con corregir errores, sino que es preciso disputar los fines de estos sistemas. En el plano institucional, la UNESCO (2022) ha llamado a establecer principios éticos claros para el desarrollo de IA educativa, con participación activa de las comunidades escolares y de las poblaciones vulnerables.

3. *Fortalecer la formación docente en tecnología e inclusión.* La mediación docente es clave para evitar que la IA se implemente de manera acrítica. No obstante, como señalan Pagliara *et al.* (2024), muchos docentes carecen de herramientas conceptuales y metodológicas para integrar la IA bajo un enfoque inclusivo. El modelo TPACK (Mishra & Koehler, 2006), ampliado por Mishra *et al.* (2023) con la dimensión contextual (XK), ofrece un marco adecuado para entender la complejidad del saber docente en escenarios tecnológicamente mediados. Vera *et al.* (2024) subrayan que esta formación debe incluir tanto el dominio técnico como la capacidad crítica para evaluar riesgos y adaptar recursos. Solo así, es posible que el profesorado asuma un rol activo en la construcción de prácticas inclusivas con IA.

4. *Promover el desarrollo de recursos y materiales accesibles.* La integración de IA con los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje permite generar entornos flexibles, adaptables y multimodales. Como proponen Meyer *et al.* (2014), el DUA orienta el diseño de objetivos, métodos y materiales que respondan a la diversidad desde el inicio. Asimismo, Salas-Pilco *et al.* (2022) destacan que los entornos digitales deben ser sensibles a las necesidades sensoriales, cognitivas y lingüísticas del estudiantado, lo que implica desarrollar recursos en múltiples formatos. Finalmente, Anchundia *et al.* (2024) advierten que la falta de criterios pedagógicos claros puede hacer que, incluso tecnologías

avanzadas, refuercen las brechas existentes si no se diseñan con accesibilidad incorporada.

5. *Promover tecnologías de IA accesibles mediante la participación activa de personas con discapacidad.* Una IA verdaderamente inclusiva no puede construirse sin la participación directa de quienes han sido históricamente excluidos. El desarrollo de herramientas basadas en IA para la educación inclusiva no debe centrarse únicamente en la eficiencia técnica, sino que debe incorporar una perspectiva pedagógica y ética que garantice accesibilidad desde el diseño. Esto implica aplicar marcos como el DUA (Meyer *et al.*, 2014) y asegurar que las personas con discapacidad participen activamente en la creación, prueba y evaluación de los sistemas inteligentes (Guo *et al.*, 2020). Como advierten Rice y Dunn (2023), su exclusión de estos procesos refuerza visiones deficitarias y soluciones poco pertinentes. De forma complementaria, la UNESCO (2022) y Whittaker *et al.* (2019) advierten que, sin la integración de estas voces, la IA corre el riesgo de reproducir inequidades. En concordancia, Trujillo (2024) propone avanzar hacia una ética de la IA donde las decisiones tecnológicas sean compartidas y sensibles a la diversidad humana.

6. *Reconocer la especificidad epistémica de la Educación Matemática en el diseño de sistemas de IA.* La enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas presentan características disciplinares particulares que deben ser consideradas explícitamente en el desarrollo de tecnologías inteligentes. A diferencia de otras áreas del conocimiento escolar, las matemáticas se construyen mediante una densa red de representaciones y significados que no pueden reducirse a respuestas correctas ni a trayectorias lineales de desempeño. Diversas perspectivas teóricas en Educación Matemática han mostrado que el pensamiento matemático implica procesos complejos, formas múltiples de representación y, estructuras cognitivas y sociales que varían entre estudiantes. Sin embargo, muchos sistemas de IA educativa operan con una lógica reduccionista, basada en patrones de corrección, eficiencia y predicción, que invisibiliza esta diversidad epistémica.

Esta simplificación es especialmente problemática en contextos inclusivos, donde estudiantes con discapacidad pueden construir significados matemáticos mediante trayectorias sensoriales, cognitivas o expresivas que se alejan de los modelos predominantes. Si la IA educativa no reconoce esta pluralidad, corre el riesgo de reforzar un modelo restringido de competencia matemática que excluye formas legítimas de aprender y enseñar. Por tanto, una agenda ética e inclusiva en Educación Matemática debe promover tecnologías que reconozcan la especificidad de la disciplina y las múltiples formas de hacer y comprender las matemáticas.

Estas propuestas no pretenden ofrecer un recetario cerrado, sino delimitar una agenda ética y política para la construcción de entornos de aprendizaje matemático que reconozcan la diversidad y promuevan la equidad. La IA, lejos de ser un agente neutral, opera como mediación sociotécnica que puede ampliar o restringir el derecho a aprender. Por ello, cada decisión sobre su diseño, implementación y evaluación debe estar informada por marcos de justicia educativa y participación efectiva.

CONSIDERACIONES FINALES

La incorporación de la IA en la educación representa una transformación profunda del ecosistema escolar, con implicaciones que involucran dimensiones éticas, pedagógicas y políticas, más allá de lo meramente técnico. Si bien la IA ha sido promovida como herramienta para personalizar el aprendizaje y ampliar el acceso al conocimiento, este potencial solo puede materializarse para todos los estudiantes si se reconocen y enfrentan críticamente los sesgos estructurales que atraviesan su diseño e implementación.

Tomando como base el modelo social de la discapacidad, se ha argumentado en este artículo que los sistemas de IA no son neutrales, ya que incorporan supuestos sobre el aprendizaje, el desempeño y la normalidad que pueden excluir a estudiantes con trayectorias no normativas. La Educación Matemática, por su orientación tradicional hacia el rigor simbólico y la evaluación estandarizada, requiere una atención especial para evitar que las tecnologías emergentes reproduzcan o profundicen dinámicas de exclusión.

En este marco, el DUA y el modelo TPACK —ampliado con una mirada contextual— ofrecen principios robustos para orientar la acción docente y el desarrollo de tecnologías inclusivas, pero su eficacia depende de decisiones institucionales y políticas que reconozcan el derecho de todos los estudiantes a participar plenamente en los procesos educativos, sin depender de ajustes excepcionales o soluciones compensatorias.

Se ha planteado, además, que una IA verdaderamente inclusiva no puede reducirse a funcionalidades técnicas, pues requiere: una gobernanza ética, marcos normativos claros y la participación activa de las propias personas con discapacidad en el diseño y validación de las herramientas. Sin estos elementos, la automatización educativa corre el riesgo de consolidar nuevas formas de desigualdad bajo el manto de la innovación.

Las propuestas presentadas —incorporar la diversidad desde el diseño, establecer auditorías éticas, fortalecer la formación docente, promover recursos accesibles e incluir voces históricamente marginadas— no son prescripciones cerradas, sino principios orientadores para construir una agenda crítica y situada sobre IA en educación. Desde la perspectiva aquí adoptada, el desafío no es solo desarrollar tecnologías educativas más potentes, sino más justas, más abiertas a la pluralidad de experiencias humanas y, más conscientes de su responsabilidad en la producción de futuros educativos posibles, lo cual exige una transformación profunda en los marcos de diseño, implementación y evaluación de dichas tecnologías.

En línea con lo planteado por Rice y Dunn (2023), proponemos que la innovación educativa basada en IA no debe orientarse únicamente a superar el desempeño humano, sino también a *empoderar y servir a quienes históricamente han sido desatendidos o marginados en los sistemas educativos*. Esta orientación ética es indispensable para que la IA se convierta en una herramienta al servicio de la equidad y no en una nueva forma de exclusión tecnificada.

Cabe señalar que el presente trabajo no pretende agotar todas las formas de exclusión asociadas al uso de tecnologías inteligentes. Existen otros fenómenos relevantes —como la autoexclusión o la desvinculación por desconfianza tecnológica— que, si bien exceden el foco de este análisis, merecen ser considerados en futuras investigaciones sobre IA, educación inclusiva y Educación Matemática.

ACLARATORIAS

Los autores declaran que no existe conflicto de interés alguno. Para la realización de este artículo no se contó con alguna fuente de financiación.

REFERENCIAS

- Acevedo, J. G., Carrillo García, C., & López-Flores, J. I. (2023). Secuencias de enseñanza para valor posicional y operaciones aritméticas, adaptadas para estudiantes con discapacidad visual. *Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática (REVIEM)*, 3(2), e202302. <https://doi.org/10.54541/reviem.v3i2.62>
- Ainscow, M. (2020). Promoting inclusion and equity in education: Lessons from international experiences. *Nordic Journal of Studies in Educational Policy*, 6(1), 7–16. <https://doi.org/10.1080/20020317.2020.1729587>
- Anchundia, M., Quishpe, A., Quishpe, G., Mendoza, L., & Paredes, D. (2024). Beneficios y riesgos de la inteligencia artificial para estudiantes con necesidades educativas especiales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 5239–5258. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9856
- Baker, R. S., & Hawn, A. (2022). Algorithmic bias in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(3), 562–588. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00285-9>
- Binns, R. (2018). Fairness in machine learning: Lessons from political philosophy. In S. A. Friedler, & C. Wilson (Eds.), *Proceedings of the 1st Conference on fairness, accountability and transparency* (pp. 149–159). PMLR. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1712.03586>
- Buolamwini, J., & Gebru, T. (2018). Gender shades: Intersectional accuracy disparities in commercial gender classification. In S. A. Friedler, & C. Wilson (Eds.), *Proceedings of the 1st Conference on fairness, accountability and transparency* (pp. 77–91). PMLR. <https://proceedings.mlr.press/v81/buolamwini18a.html>
- Cantoral, R. (2013). *Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa: Estudios sobre construcción social del conocimiento*. Gedisa.
- Dubinsky, E., & McDonald, M. A. (2001). APOS: A constructivist theory of learning in undergraduate mathematics education research. In D. Holton, M. Artigue, U. Kirchgräber, J. Hillel, M. Niss, & A. Shoenfeld (Eds.), *The Teaching and Learning of Mathematics at University Level* (pp. 275–282). Springer. https://doi.org/10.1007/0-306-47231-7_25
- Echeita, G. (2006). *Educación para la Inclusión o Educación sin Exclusiones*. Narcea.
- González-Sendino, R., Serrano, E., Bajo, J., & Novais, P. (2024). A review of bias and fairness in artificial intelligence. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 9(1), 5–17. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2023.11.001>
- Guo, A., Kamar, E., Vaughan, J. W., Wallach, H., & Morris, M. R. (2020). Toward fairness in AI for people with disabilities: A research roadmap. *Communications of the ACM*, 64(6), 64–72. <https://doi.org/10.1145/3386296.3386298>

- Holstein, K., & Doroudi, S. (2021). Equity and artificial intelligence in education: Will “AIED” amplify or alleviate inequities in education? In M. Schneider (Ed.), *The COVID-19 pandemic’s impact on education* (pp. 87–101). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429329067-9>
- Knox, J., Wang, Y., & Gallagher, M. (Eds.). (2019). *Artificial Intelligence and Inclusive Education: Speculative Futures and Emerging Practices*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-8161-4>
- Luckin, R. (2018). *Machine learning and human intelligence: The future of education for the 21st century*. UCL Institute of Education Press.
- Meyer, A., Rose, D., & Gordon, D. (2014). *Universal design for learning: Theory and practice*. CAST.
- 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>
- Mishra, P., Warr, M., & Islam, I. (2023). TPACK in the age of ChatGPT and Generative AI. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 39(4), 235–251. <https://doi.org/10.1080/21532974.2023.2247480>
- Mitchell, M., Wu, S., Zaldivar, A., Barnes, P., Vasserman, L., Hutchinson, B., Spitzer, E., & Gebru, T. (2019). Model cards for model reporting. In *FAT* 2019 — Proceedings of the conference on fairness, accountability, and transparency* (pp. 220–229). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3287560.3287596>
- O’Neil, C. (2017). *Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy*. Crown Publishing Group.
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2006). *Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad*. ONU. <https://www.un.org/esa/socdev/enable/documents/tccconvs.pdf>
- Pagliara, S. M., Bonavolontà, G., Pia, M., Falchi, S., Zurru, A. L., Fenu, G., & Mura, A. (2024). The integration of artificial intelligence in inclusive education: A scoping review. *Information*, 15(12), 774. <https://doi.org/10.3390/info15120774>
- Paquette, L., Li, Z., Ocumpaugh, J., Andres, A., & Baker, R. S. (2020). Who’s learning? Using demographics in EDM research. *Journal of Educational Data Mining*, 12(3), 1–30. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4143612>
- Rice, M. F., & Dunn, S. (2023). The use of artificial intelligence with students with identified disabilities: A systematic review with critique. *Computers in the Schools*, 40(4), 370–390. <https://doi.org/10.1080/07380569.2023.2244935>
- Salas-Pilco, S. Z., Xiao, K., & Oshima, J. (2022). Artificial intelligence and new technologies in inclusive education for minority students: A systematic review. *Sustainability*, 14(20), 13572. <https://doi.org/10.3390/su142013572>

- Trujillo, J. (2024). Inteligencia artificial y la promesa de una educación inclusiva. *Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales*, 20(1), 1–4. <https://doi.org/10.18004/riics.2024.junio.1>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO]. (2022). *Inteligencia artificial y educación inclusiva: Recomendaciones para políticas educativas*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380922>
- Van Hiele, P. M. (1986). *Structure and insight: A theory of mathematics education*. Academic Press.
- Vera, L., Aguirre, R., Castro, J., Cedeño, P., & Seis, L. (2024). Implementación de inteligencia artificial para promover la inclusión de estudiantes con necesidades educativas especiales en la Educación Superior. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(5), 881–893. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i5.2654>
- Whittaker, M., Alper, M., Bennett, C., Hendren, S., Kaziunas, E., Mills, M., Ringel, M., Lisi, J., Rogers, E., Salas, M., & Myers, S. (2019). *Disability, bias, and AI*. AI Now Institute. <https://ainowinstitute.org/wp-content/uploads/2023/04/disabilitybiasai-2019.pdf>

Cómo citar este artículo:

López-Flores, J. I., & Carrillo García, C. (2025). Educación matemática inclusiva e inteligencia artificial: Riesgos de sesgo y propuestas desde el modelo social. *Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática (REVIEM)*, 5(2), e202506. <https://doi.org/10.54541/reviem.v5i2.154>



Copyright © 2025. José Iván López-Flores, Carolina Carrillo García. Esta obra está protegida por una licencia [Creative Commons 4.0. International \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)