



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA POLITÉCNICO GRANCOLOMBIANO
FACULTAD DE SOCIEDAD, CULTURA Y CREATIVIDAD
ESCUELA DE PSICOLOGÍA, TALENTO HUMANO Y SOCIEDAD
PROGRAMA DE PSICOLOGÍA VIRTUAL
SEMILLERO HUMANOIDES

GESTIÓN EDUCATIVA, POLÍTICAS PÚBLICAS E INCLUSIÓN SOCIAL

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO APOYO EN EL APRENDIZAJE DE
ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD VISUAL

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO MODALIDAD PRESENCIAL

PRESENTA:

KAROL DANIELA CAMPOS MOLINA 100294019

JESSICA LORENA PINTO TALERO 1001059197

ASESOR:

SONIA LÓPEZ RENDÓN. MGS.

BOGOTÁ, AGOSTO Y NOVIEMBRE 2025

Tabla de Contenidos

Resumen.	4
Capítulo 1.	
Introducción.	5
Descripción del contexto general del tema.	6
Planteamiento del problema	7
Pregunta de investigación.	8
Objetivo general.	8
Objetivos específicos.	8
Justificación.	8
Capítulo 2.	
Marco de referencia.	11
Marco teórico.	14
Marco Empírico.	17
Capítulo 3.	
Metodología.	18
Tipo y diseño de investigación.	18
Estrategia del análisis de datos.	19
Consideraciones éticas.	20
Capítulo 4.	
Resultados.	21
Discusión.	25
Conclusiones.	28
Recomendaciones.	31
Referencias bibliográficas	32

Lista de figuras

Figura 1. Diagrama de flujo de la selección de artículos.	20
---	----

Resumen.

La discapacidad visual representa uno de los desafíos más significativos en el ámbito educativo contemporáneo, especialmente en Colombia donde cerca de dos millones de personas presentan esta condición. La inteligencia artificial ha surgido como tecnología transformadora, con gran potencial para transformar radicalmente la educación inclusiva. El objetivo de esta investigación caracteriza fueron las aplicaciones de inteligencia artificial en los procesos de enseñanza-aprendizaje de estudiantes con discapacidad visual. Se realizó una revisión sistemática de la literatura conforme a 16 artículos publicados entre 2020 y 2025 en español e inglés de manera equitativa, consultados en bases de datos académicos como Google Scholar, Springer, Redalyc, Scielo y ScienceDirect. Los hallazgos más sobresalientes identifican cinco tipos principales de aplicaciones: sistemas tutores inteligentes comandados por voz, plataformas de aprendizaje interactivo basadas en IA, asistentes digitales con reconocimiento de voz, herramientas de conversión de texto-voz y descripción inteligente de imágenes y tecnologías de generación instantánea de materiales táctiles. Las aplicaciones de IA constituyen un contexto tecnológico plural en donde se promueven principios de inclusión y autonomía de la práctica incorporando como diversas sub-disciplinas para dar respuesta al conjunto de necesidades de formación, sirviendo de base para desarrollar interfaces multimodales que compensan los límites visuales de una gran mayoría de los escolares con discapacidades, a través de la estimulación educativa auditiva, la estimulación táctil y la estimulación verbal.

Palabras clave: Discapacidad visual, inteligencia artificial, enseñanza - aprendizaje.

Capítulo 1.

Introducción.

La discapacidad visual presenta uno de los retos más significativos en una educación que a la que apuntamos en el presente texto. En Colombia, son alarmantes las cifras que evidencian la magnitud del problema. Según el Sistema Nacional de Discapacidad, en Colombia hay 3.134.036 personas con discapacidad, conversión en que se encontraban cerca de dos millones de personas con discapacidad visual y que corresponden al 62,17% de toda la población (Instituto Nacional para Ciegos, 2020). El surgimiento de la inteligencia artificial (IA) como una revolución tecnológica, tiene potencial limitante para transformar la educación inclusiva y, en especial, la educación de los estudiantes con discapacidad visual. La investigación ha puesto de manifiesto que el uso adecuado de la IA constituye una buena ayuda en la enseñanza a los estudiantes con necesidades especiales, como son aquellas personas con discapacidad visual (Tsouktakou et al., 2024). Las aplicaciones de la IA en los entornos educativos inclusivos han experimentado un notable aumento, sobre todo, en la etapa post - pandémica, con un incremento importante en la producción científica relacionada con la IA y la educación inclusiva (Melo-López et al., 2025).

El panorama actual muestra resultados interesantes en el avance de herramientas especializadas. Un estudio que ofrece una revisión de 181 investigaciones acerca de la IA utilizada como asistencia a personas con discapacidad visual encuentra que la IA puede ayudar a construir sistemas de lectura asistida y evitación de obstáculos (Wanget al., 2023). Aun tomando en cuenta el contexto en que la discapacidad visual afecta significativamente la vida humana, los artículos sobre la IA enfatizan el potencial que tiene la IA en el desarrollo de futuras tecnologías de asistencia (Lavric et al., 2024). Las tecnologías de IA han demostrado ser que pueden ayudar a generar experiencias de aprendizaje más accesibles, equitativas e inclusivas para estudiantes con discapacidades (Gibson, 2024). Ya han comenzado a examinarse sistemáticamente los impactos de las tecnologías de asistencia potenciadas por IA en el éxito académico de estudiantes universitarios con discapacidades visuales, particularmente considerando que los entornos de aprendizaje digital son cada vez más frecuentes en las instituciones de educación superior (Elshaer et al., 2025).

Sin embargo, la implementación de estas tecnologías también enfrenta desafíos significativos. Una encuesta de 2023 sobre usuarios de tecnología de asistencia encontró que menos del 7% de los encuestados creen que hay una representación adecuada de su comunidad en el desarrollo de productos de IA, aunque el 87% estaría dispuesto a proporcionar retroalimentación como usuarios finales a los desarrolladores (Gibson, 2024).

La literatura reciente ha comenzado a organizar la evidencia sobre estas tecnologías emergentes. Una revisión sistemática de 139 estudios que analizan la integración de la IA, la realidad virtual y los modelos de lenguaje grandes en la educación especial ha puesto de manifiesto temas clave y desafíos, con el fin de sintetizar el estado actual del conocimiento y sugerir direcciones para futuras investigaciones (Voultsiou y Moussiades, 2025). Esta organización del conocimiento es crucial para guiar las próximas implementaciones y políticas educativas inclusivas.

Descripción del contexto general del tema.

La discapacidad visual representa uno de los mayores retos del quehacer educativo contemporáneo. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, para el año 2050 podríamos tener alrededor de 703 millones de individuos con ceguera o discapacidad visual moderada a severa (Ackland et al., 2018). En Colombia, cerca de dos millones de personas presentan esta condición, lo que da cuenta de la magnitud del problema y la necesidad de proponer estrategias inclusivas (INCI, 2020).

Las limitaciones visuales constituyen barreras para el acceso a los contenidos académicos. Paradójicamente, las áreas del conocimiento con más recursos gráficos y visuales, a menudo científicas, son las que más capacidad de exclusión educativa generan, seguimiento de un menor nivel de escolaridad y perpetuación de ciclos de pobreza y exclusión social (Hill & Huang, 2025).

En este sentido, la IA se presenta como una herramienta que puede transformar la educación inclusiva. Las aplicaciones que integran IA, tales como sistemas tutores inteligentes, asistentes digitales, herramientas de conversión texto-voz y programas de detección e inclusión de textos en objetos táctiles, presentan alternativas que permiten compensar las limitaciones

sensoriales y contribuir al desarrollo de la autonomía del estudiante (Naayini et al., 2025; Lavric et al., 2024).

Planteamiento del problema

En el contexto escolar colombiano, todavía persisten barreras insoslayables para la correcta inclusión escolar, provocadas por referentes de acceso en los planos educativos y la aparición de algunas de las diferentes maneras en que se puede experimentar una discapacidad visual, lo que suma a las dificultades para poder entender su realidad en la educación. Las cifras que ofrece el Instituto Nacional para Ciegos (INCI) son preocupantes con la descripción de qué hay alrededor de dos millones de personas con discapacidad visual, lo que nos plantea el reto de buscar el lugar que les corresponde en la vida escolar y no sólo en las aulas, como una cuestión de derechos, sino también como una oportunidad de intervención y cambio a través de su formación. Se estima que para el año 2050, habrá 703 millones de personas ciegas o con deficiencia visual moderada a severa (Ackland et al., 2018), lo que escucha la preocupación por la materialidad del problema.

Actualmente los currículos escolares o universitarios se sustentan en los contenidos visuales y hay unas asignaturas que abogan por esta información, como las ciencias, matemáticas, etc., es decir, que parece que el resultado de la aplicación de estos currículos defina el restrinjo de lo que aprueban estas personas y el registro que hacen de esos contenidos se hace normalmente sin saber que esto puede entorpecer su rendimiento académico (Hayes & Proulx, 2024). Sabemos que a pesar del avance en las políticas educativas no podemos esperar que los estudiantes con discapacidad visual reciban de forma sistemática los ajustes razonables ni que puedan contar con las herramientas tecnológicas que les permitan mantener su autonomía y aprender de una forma significativa, es decir, que estos resultados de aprendizaje de las persona con discapacidad visual no son del todo ese plus añadido que consideraríamos como positivo para una inclusión tal como es la que entendemos.

Por otro lado, la IA ha emergido como una tecnología con potencial transformador de la educación inclusiva a partir de la oferta de distintas soluciones como sistemas tutores inteligentes, asistentes digitales o herramientas de conversión de texto en voz. Pese a que el uso

de estas soluciones en entornos educativos es incipiente y no sistematizado, presentan incertidumbre a la hora de determinar su eficacia, accesibilidad y capacidad de responder a las necesidades reales del alumnado.

La situación ideal sería disponer de entornos educativos que incorporen tecnologías de IA para responder a las limitaciones visuales de los estudiantes mediante el fomento de sus instancias de autonomía, participación y equidad en el aprendizaje. La distancia que existe entre esta situación ideal y la situación real hace necesario caracterizar cómo se están usando las aplicaciones de IA en la educación de los estudiantes con discapacidad visual mediante el conocimiento de éstas, su tipología, su funcionalidad, así como ventajas o limitaciones que presentan.

Pregunta de investigación.

¿De qué forma se hace uso de las aplicaciones de IA en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje para el alumno con discapacidad visual?

Objetivo general.

Caracterizar el modo en que se hace uso de las aplicaciones de IA en la educación del alumnado con discapacidad visual.

Objetivos específicos.

1. Identificar los diferentes tipos de aplicaciones de IA que existen en ámbitos educativos para el alumnado con discapacidad visual a las que puede acceder este alumnado.
2. Describir las funciones que permiten a las aplicaciones de IA lograr que el alumno con discapacidad visual pueda ir alcanzando mayor autonomía.
3. Reconocer las ventajas, así como las desventajas de la IA como un apoyo hacia el alumno con discapacidad visual.

Justificación.

La labor de explorar la IA aplicada a la educación inclusiva para estudiantes con discapacidad visual es una línea de investigación clave, ya que consiste en organizar los

conocimientos existentes respecto a los beneficios que las tecnologías emergentes otorgan a la forma de entender los procesos educativos para esta población. En el ámbito de la educación especial, las características necesarias para facilitar el acceso de las personas con discapacidad pueden requerir ajustes en los programas educativos y en las aplicaciones tecnológicas, con el fin de mejorar la independencia y la participación social de estos individuos (Tsouktakou et al., 2024).

Desde la perspectiva de la psicología educativa, el análisis de la IA como mediadora del aprendizaje en el aula para estudiantes con discapacidad visual contribuye a entender los procesos cognitivos adaptativos y las estrategias de compensación sensorial. La IA constituye un instrumento que resulta esencial tanto en la educación inclusiva como en el hecho de que va a suponer una manera para fomentar la experiencia dentro de la accesibilidad que las personas con discapacidades pueden recibir, lo que es igualmente lo que implica el propio proceso de la mejora de la educación en ese sentido (Melo-López et al., 2025). La revisión sistemática de investigaciones en este campo da continuidad y hace visible el papel de las interfaces inteligentes a la hora de facilitar tanto la participación como el aprendizaje multimodal, cuando va a compensar el uso visual o auditivo de personas con alguna limitación sensorial a partir de la estimulación de otros tipos de recursos perceptivos.

La magnitud del problema educativo que enfrentan las personas con discapacidad visual justifica ampliamente la necesidad de esta investigación. A nivel global, puede haber unos 703 millones de personas que sean ciegas o tengan discapacidad visual moderada a severa para el año 2050 (Ackland et al., 2018). Aproximadamente 50.18 millones de adultos estadounidenses reportaron dificultades para ver, incluso cuando usan gafas o lentes de contacto (American Foundation for the Blind, 2024). Las consecuencias de la exclusión educativa trascienden el ámbito académico: con conceptos complejos y visuales predominando en los currículos de ciencias y matemáticas, estas materias son frecuentemente inaccesibles para estudiantes con discapacidades visuales (Hayes y Proulx, 2024), y la pobreza y el menor nivel educativo se correlacionan con mayor riesgo de ceguera, perpetuando ciclos de exclusión social y económica (Hill y Huang, 2025).

La IA presenta oportunidades sin precedentes para transformar esta realidad, revolucionando las tecnologías de asistencia con avances que incluyen reconocimiento de objetos, descripción de escenas, y sistemas de procesamiento de lenguaje natural que impulsan herramientas de texto a voz para acceder a información digital (Naayini et al., 2025). La acelerada adopción de tecnologías de IA en educación post pandemia ha creado un escenario sin precedentes que requiere sistematización del conocimiento científico sobre su impacto en poblaciones específicas (Lavric et al., 2024).

La presente revisión sistemática sirve para dar una mejor cuenta del nivel actual de conocimiento respecto de la forma en la que la inteligencia artificial impacta sobre la educación inclusiva. La investigación se caracteriza por las diferentes aplicaciones analizadas, las funcionalidades que promueven la autonomía del alumnado, así como las ventajas y limitaciones que se han descrito en la literatura científica más reciente.

Los resultados de esta investigación pueden resultar de gran utilidad para profesores y líderes educativos que se encuentren interesados en implementar inteligencia artificial, así como para los diseñadores de tecnología educativa por la información que le brinden respecto de las necesidades específicas de los usuarios con discapacidad visual, y para una mejor comprensión del campo, que da pie a discutir la accesibilidad y los estándares de calidad de las herramientas de IA utilizadas en entornos educativos. La sistematización de la evidencia presentada permite aportar importantes conocimientos para comprender el potencial de la inteligencia artificial como herramienta para democratizar el conocimiento, matizando tanto las oportunidades que se presentan para eliminar barreras históricas, como los desafíos en términos de estructuras que deben ser superados para lograr su implementación.

Capítulo 2. Marco de referencia.

Marco conceptual

Inteligencia Artificial en Educación

La IA es un campo fascinante que combina diferentes áreas de conocimiento e investigación, con el objetivo de comprender cómo funciona la mente humana y cómo podemos aplicar esos mismos principios en el diseño de tecnología (Zawacki-Richter et al, 2019). La IA se define como un término que se refiere a máquinas que imitan el comportamiento que los humanos inteligentes desean, formando así una disciplina interdisciplinaria que busca entender la mente humana y su aplicación en el diseño tecnológico (Walter, 2024). Dentro de la educación, la inclusión de la IA en educación implica un cambio significativo con relación a los métodos educativos tradicionales, que facilitan un aprendizaje más adaptado y pueden ayudar a diferentes necesidades educativas, entre ellas a los estudiantes con requerimientos especiales (Crompton y Burke, 2023).

El desarrollo de la IA en educación ha alimentado la literatura y su discusión, considerándose de hecho un área de estudio consistente (Wang et al., 2024). Aunque el campo de la IA en educación tiene una historia sustancial como dominio de investigación, frente a la rápida evolución de las aplicaciones de IA en educación (Bond et al., 2024). Esta rápida expansión se evidencia en el crecimiento exponencial de publicaciones académicas, donde los estudios muestran que en 2021 y 2022, las publicaciones aumentaron entre dos y tres veces el número de años anteriores (Crompton y Burke, 2023).

Las aplicaciones de IA en el ámbito educativo han demostrado tener habilidades únicas para ofrecer experiencias de aprendizaje que son más accesibles, justas e inclusivas, especialmente para aquellos estudiantes que enfrentan discapacidades (Gibson, 2024). La IA puede presentar las características del profesor y del alumno en la enseñanza de la lengua y el aprendizaje del lenguaje, y por tanto también es la versatilidad de esta IA de forma contextualizada en sus funciones de enseñanza y aprendizaje de idiomas (Walter, 2024). No obstante, a pesar del consenso en el sentido de que la IA puede contribuir a un cambio

fundamental en el ámbito educativo, hay voces en el sentido de equilibrar el énfasis en algunos aspectos menos discutidos sobre si la IAI tiene un papel en la educación (Bond et al., 2024).

Discapacidad Visual en el Contexto Educativo

La discapacidad visual en el contexto educativo es relevante ya que se refiere a la pérdida total o parcial de la visión. De este modo la pérdida puede variar desde no ver nada (ceguera) hasta diversos grados de baja visión severa, en el que no es posible corregirla de ninguna manera, ya sea con gafas, fármacos o cirugía (Freire et al., 2025). Tal y como la clasifica la Organización Mundial de la Salud, la discapacidad visual va de severa (baja visión severa) hasta ceguera, afectando alrededor de 285 millones de personas en el mundo (Le Fanu et al., 2022). En la vida cotidiana de los centros educativos, no únicamente es habitual encontrarse con las limitaciones propias de las deficiencias visuales, puesto que también son evidentes las numerosas barreras que las personas con discapacidades tienen que levantar cuando pretenden acceder a un currículo general y plenamente funcionar en la escuela (Miyauchi, 2020).

Esta circunstancia afecta clásicamente a los estilos de enseñanza con adaptaciones que hacen necesario que todos accedan igualmente a la educación (Miyauchi, 2020). El número de alumnos con discapacidad visual escolarizados en la educación general continúa aumentando en todo el mundo, lo que también favorece el crecimiento de la investigación que se interesa por la relación entre educación y educación especial (Miyauchi, 2020).

Esta tendencia hacia la inclusión ha generado un importante cuerpo de investigación, como indica la publicación de 472 artículos que abordan “inclusión” y “discapacidad visual” desde 1980 hasta 2018 (Miyauchi, 2020). Los estudiantes con discapacidad visual presentan dificultades específicas para acceder a los contenidos académicos, siendo cuatro los desafíos principales que se presentan en las universidades: desafíos administrativos, académicos, ambientales y sociales (Amin, 2021).

Estos problemas también se agravan por el hecho de que muchos estudios sugieren que los estudiantes con discapacidad visual, en entornos inclusivos, no están recibiendo la instrucción

adecuada en el área del Currículo Básico Ampliado, que incluye la enseñanza de habilidades para interacciones sociales y vida independiente (Hassen, 2015).

La educación inclusiva para estudiantes con discapacidad visual requiere considerar ciertas consideraciones referidas al entorno físico y pedagógico. El desarrollo de pautas y recomendaciones sobre configuraciones de aula que den respuesta a los requisitos visuales para el estudiante con discapacidad visual es clave para garantizar que la participación y el rendimiento académico de estos estudiantes no se vean obstaculizados por contextos subóptimos (Ahmad Najmee et al., 2024). La investigación sistemática ha documentado que las actitudes de los docentes de educación general hacia la inclusión de estudiantes con discapacidad visual fueron tanto positivas como negativas y fueron influenciadas por factores relacionados con el docente, el estudiante y el entorno (Le Fanu et al., 2022).

Procesos de Enseñanza-Aprendizaje en Educación Inclusiva

Los procesos de enseñanza-aprendizaje en contextos de educación inclusiva para estudiantes con discapacidad visual requieren aproximaciones pedagógicas especializadas que consideren las particularidades sensoriales y cognitivas de esta población. Los principales elementos para la mejora de la accesibilidad en las materias son: maestros de educación general con un conjunto genérico de estrategias pedagógicas, herramientas de enseñanza-aprendizaje adecuadas y externas (Granda et al., 2024).

La propuesta integral contempla que no solo la destreza del profesorado de educación general determine la adecuación del funcionamiento del proceso educativo, sino los recursos tecnológicos, pero también los sistemas de apoyo institucionales que se activan en función de la accesibilidad dibujada en las respectivas materias (Hassen, 2015). La personalización del aprendizaje se manifiesta como uno de los elementos fundamentales de los procesos de enseñanza - aprendizaje inclusivos. La IA otorga capacidades únicas para personalizar contenidos y métodos de acuerdo con lo que cada estudiante requiere y necesita, siendo este elemento especialmente importante para las personas con discapacidad visual que encuentran la forma de acceder a la información a partir de formas alternativas de acceder a la información (Gibson, 2024).

Dicha personalización, sin embargo, también está implicada en la construcción de experiencias de aprendizaje que atienden, entre otras características, los estilos de aprendizaje, formas de aprender y los intereses del propio alumno o alumna (Walter, 2024). El concepto de autonomía del alumno adquiere una aceptación muy concreta en relación con el estudiante con discapacidad visual, donde las aplicaciones o herramientas de IA pueden ser un lugar en donde se intermedia de modo tecnológico el acceso independiente al conocimiento de la forma que se quiera. La educación inclusiva en el aula necesita de motivaciones habituales y de la interacción correcta, por lo cual debe ser un diseño que permita no sólo el acceso a los contenidos, sino que, además, proporcione una manera de ayudar a la participación y a la colaboración en la construcción del conocimiento (Le Fanu et al., 2022).

Aplicaciones de Inteligencia Artificial para Estudiantes con Discapacidad Visual

Las herramientas de navegación espacial impulsadas por IA, han surgido como soluciones innovadoras que facilitan la movilidad independiente de los estudiantes con discapacidad visual en entornos educativos (Gibson, 2024). Estas aplicaciones utilizan combinaciones de reconocimiento de objetos, mapeo espacial y guía de audio para proporcionar orientación en tiempo real (Bond et al., 2024). La capacidad de estas herramientas para aprender y adaptarse a rutas específicas y preferencias individuales las convierte en recursos valiosos para promover la autonomía estudiantil (Walter, 2024).

Las plataformas de aprendizaje adaptativo representan quizás la aplicación más sofisticada de IA en educación para estudiantes con discapacidad visual. Estos sistemas tienen la capacidad de analizar los patrones de aprendizaje de cada estudiante, identificar las áreas donde enfrentan dificultades y ajustar automáticamente cómo presentan el contenido, la secuencia de actividades y los métodos de evaluación (Wang et al., 2024). Además, al integrar múltiples fuentes de datos, estas plataformas pueden ofrecer experiencias de aprendizaje realmente personalizadas y seguir adaptándose a las necesidades cambiantes de cada estudiante (Crompton y Burke, 2023).

Marco teórico.

La Teoría Sociocultural de Lev Vygotsky

La Teoría Sociocultural de Lev Vygotsky nos dice que el desarrollo cognitivo es, sin duda, un proceso que está profundamente influenciado por la sociedad y la cultura. Esto ocurre a través de la interacción con personas que tienen más habilidades y mediante el uso de herramientas culturales (Vygotsky, 1978). Un concepto importante en este texto es la zona de desarrollo próximo (ZDP), la cual viene a designar el espacio que hay entre aquello que puede hacer, por sí mismo, un estudiante y lo que puede hacer con la ayuda de personas que dominan algo más que él (McLeod, 2025).

La ZPD es precisamente el lugar óptimo para el aprendizaje en donde el estudiante recibe apoyo (andamiaje), que es inestable y varía de acuerdo con cómo avanza el aprendiz (Shabani et al., 2010). Para Vygotsky el desarrollo psicológico de un aprendizaje mediado por herramientas materiales es posible de realizarlo gracias a la intervención de instrumentos psicológicos, como mediadores entre el sujeto y el entorno. De este modo, las tecnologías de IA actúan como herramientas mediadoras que compensan las limitaciones sensoriales en contextos de discapacidad visual mediante la alternativa de aportar material que los convierta en modos (auditivos, táctiles y verbales), de objetos visuales a objetos procesables (Fernández-Batanero et al., 2022). Las aplicaciones de IA serán así "mediadores sociales artificiales" que proporcionan andamiaje para poder hacer la zona de desarrollo próximo gracias a elementos como: la retroalimentación instantánea, niveles de dificultad, y representaciones múltiples que favorezcan una construcción activa del conocimiento (Gruszczynska et al., 2025).

La Teoría Sociocultural de Albert Bandura

También recibe la denominación de Teoría Cognitivo-Social y, por lo tanto, nos permite explicar de una forma muy interesante cómo los jóvenes con discapacidad visual pueden adquirir autonomía y autorregulación mediante el uso de la IA. Uno de los conceptos fundamentales de esta óptica es el determinismo recíproco triádico que, en síntesis, establece que el comportamiento humano es el resultado de la interacción recíproca de los factores personales (creencias, autoeficacia), de los factores de tipo comportamental (actuaciones que hacemos) y de los factores ambientales (el medio en el que estamos) (Bandura, 1986). Un aspecto de interés es el de la autoeficacia, la cual se asocia con las creencias que mantenemos sobre nuestras capacidades para organizar y ejecutar las acciones que son necesarias para afrontar con éxito

múltiples situaciones (Bandura, 1997). La autoeficacia proviene de la experiencia obtenida a partir de cuatro fuentes: experiencia de dominio (éxitos previos), experiencia vicaria (observar a los otros), persuasión social (retroalimentación expresada verbalmente) y estados emocionales (Schunk & DiBenedetto, 2020).

Para los estudiantes con discapacidad visual, las aplicaciones de IA pueden ser una gran ayuda para fortalecer su autoeficacia, ya que pueden ofrecer experiencias de dominio (como logros académicos con materiales adaptados), retroalimentación positiva inmediata y ayudar a reducir la ansiedad que sienten al depender de otros (Zimmerman & Schunk, 2011).

Bandura (2001) llevó su teoría a un nuevo nivel con la perspectiva agéntica, subrayando que los seres humanos son proactivos en sus propias vidas. Esto se refleja en cuatro características clave: intencionalidad, previsión, autorreactividad y autorreflexividad. Las tecnologías de IA que permiten ajustar el ritmo de aprendizaje, seleccionar diferentes modalidades de acceso y monitorear el progreso, fomentan estas cualidades de agencia humana, facilitando la transición de una dependencia hacia una autonomía educativa (Panadero, 2017).

Teoría del Procesamiento de la Información

La teoría del procesamiento de la información nos presenta la mente humana como un sistema que maneja símbolos, donde la información se desplaza a través de estructuras cognitivas (Atkinson & Shiffrin, 1968). Según el modelo de multialmacén, hay diferentes tipos de memoria que se organizan en tres sistemas: la memoria sensorial (que retiene brevemente la información que percibimos), la memoria de trabajo (que se encarga de manipular esa información de manera temporal) y la memoria a largo plazo (que se ocupa del almacenamiento permanente) (Baddeley, 2012).

Las tecnologías de IA que convierten información visual en modalidades auditivas o táctiles permitiendo que la información ingrese a través de canales sensoriales alternativos, compensando la limitación visual (Cowan, 2014). Sin embargo, cada modalidad sensorial tiene características propias; con respecto a la información auditiva, esta es secuencial y temporal, pero la información visual tiene una característica espacial y simultánea. Por lo tanto, las

tecnologías de IA deben poder diseñarse teniendo en cuenta estas diferencias para mejorar codificación y almacenamiento (Baddeley, 2021).

Baddeley y Hitch (1974) propusieron el modelo de memoria de trabajo (WMM por sus siglas en inglés), que es un sistema estructurado, cómo un componente como el ejecutivo central o gestor de la atención, un bucle fonológico el cual procesa la información visual, y un buffer episódico. Para los estudiantes con discapacidades visuales, el bucle fonológico se vuelve especialmente importante ya que la información mediada por IA se presenta en un formato auditivo. Las tecnologías que descomponen la información en unidades manejables proporcionan pausas y permiten la repetición, son particularmente eficaces para optimizar el uso de la memoria de trabajo (WM) limitada (Paas y Sweller, 2011).

Los especialistas resaltan el valor de los procesos de control (o bien las estrategias cognitivas) como la atención selectiva, el ensayo, la elaboración, la organización y la recuperación. La metamemoria (o bien la metacognición, es decir, la toma de conciencia y el control de los propios procesos cognitivos) es de gran importancia. Las tecnologías que permiten dar feedback sobre las estrategias de aprendizaje y que permiten autoevaluarse también permiten las habilidades de metamemoria, que son cruciales para el aprendizaje autorregulado (Flavell, 1979; Schraw y Moshman, 1995).

También hay cabida para la teoría de la carga cognitiva (Sweller, 1988), que establece la distinción entre carga intrínseca (la dificultad del material), carga ajena (la dificultad que impone el formato de presentación del material) y carga pertinente (el procesamiento que se realiza para construir esquemas) y que las tecnologías bien diseñadas de IA permiten las cargas ajenas mediante interfaces intuitivas y las cargas pertinentes mediante textos o actividades que favorecen la integración de conocimientos (Sweller et al., 2011).

Marco Empírico.

La muestra de la revisión sistemática fue elaborada con un total de 16 artículos, publicados en los años 2020 a 2025, cumpliendo por tanto con el criterio de temporalidad que establece un límite de 10 años de antigüedad para las fuentes consultadas. La distribución de los artículos fue equilibrada, con 8 artículos en español (50%) y 8 en inglés (50%), lo que asegura

una perspectiva multicultural y una variedad de contextos geográficos de análisis. Las búsquedas se realizaron en diferentes bases de datos académicas, como Poli CREA (la base institucional del Politécnico Grancolombiano); Google Scholar; Doaj; Journals; Springer; Redalyc; Scielo; Dialnet; y ScienceDirect. La estrategia de búsqueda en diferentes plataformas permitió ampliar la perspectiva de la literatura científica relevante y minimizar el riesgo de sesgo de publicación (Boland et al., 2017).

Las palabras clave utilizadas para las búsquedas fueron: inteligencia artificial/ discapacidad visual/enseñanza-aprendizaje/educación inclusiva/ aplicaciones educativas/ tecnología educativa/ accesibilidad/ y autonomía. Las combinaciones de búsqueda utilizando operadores booleanos (AND, OR) para maximizar la recuperación de artículos relevantes.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: artículos científicos formales, publicados entre 2020 y 2025; enfoque específico sobre la IA en la educación; población de estudio compuesta por estudiantes con discapacidad visual (en la forma de ceguera o baja visión); contexto educativo claro (relacionado con los procesos de enseñanza-aprendizaje); artículos que fuesen en español o en inglés; documentos de los cuales se dispuso de acceso completo; documentos que correspondan a estudios empíricos y revisiones sistemáticas, o que fuesen estudios con evidencia verificable; y una definición puntual sobre las aplicaciones, funcionalidades o efectos de la IA en la educación. Por otro lado, los criterios de exclusión que se aplicaron: artículos anteriores a 2020; tecnologías que no incorporan componentes de IA; artículos que no están contextualizados en términos educativos (enfocados únicamente en aspectos técnicos o médicos); artículos de opinión o editoriales, así como resúmenes de conferencias; duplicaciones; artículos que no son accesibles o aquellos que no tienen texto completo; artículos escritos en lenguas distintas al inglés o español.

Capítulo 3.

Metodología.

Tipo y diseño de investigación.

La investigación se materializó en una revisión sistemática de literatura, un enfoque que permite identificar, evaluar y sintetizar de forma crítica y exhaustiva la historia del conocimiento

acerca de un tema concreto (Sánchez-Meca & Botella, 2010). A diferencia de las revisiones narrativas, la revisión sistemática sigue un protocolo estricto y claro que reduce los sesgos y permite que el proceso de búsqueda y selección de estudios sea replicable (Kitchenham & Charters, 2007).

Este tipo de investigación resulta particularmente útil para el presente estudio, ya que permite caracterizar el estado actual del conocimiento sobre las aplicaciones de IA en los procesos de enseñanza-aprendizaje de estudiantes con discapacidad visual, identificando tanto las tendencias emergentes como las brechas existentes en la literatura científica (Grant & Booth, 2009).

Estrategia del análisis de datos.

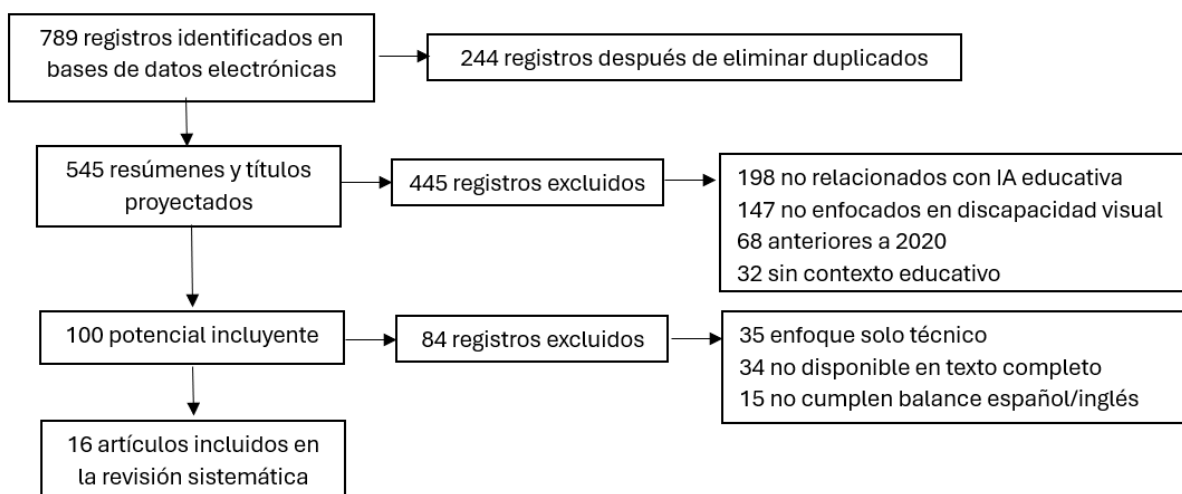
Este se realizó a través del proceso sistemático en tres etapas siguiendo las sugerencias metodológicas de Braun y Clarke (2006) para el análisis temático, adaptadas al contexto de la revisión de la literatura.

Primera etapa: Lectura y codificación inicial. Se realizó un exhaustivo proceso de lectura de los 16 artículos seleccionados extrayendo información de cada uno de ellos a partir de una matriz informativa que recogía: autor/es, año de publicación, resumen, objetivos del estudio, metodología utilizada, principales hallazgos y limitaciones o barreras identificadas. Esta forma de codificar de manera sistemática, permitía organizar la información para poder conseguir la comparación entre estudios (Miles et al., 2014).

Segunda etapa: Categorización temáticas. Partiendo de la primera codificación y teniendo presente los objetivos específicos de la investigación, se definieron 3 categorías analíticas: (1) tipos de aplicaciones de IA en la educación para personas con discapacidad visual; (2) funcionalidades que favorecen la autonomía estudiantil; y (3) ventajas y limitaciones de las aplicaciones de IA. En este sentido, cada artículo fue colocado entre una o más categorías atendiendo a su contenido específico, generando, de este modo, información que permitió poner de manifiesto patrones y pautas, así como perfeccionar el análisis sobre las relaciones entre las diferentes dimensiones del fenómeno estudiado.

Tercera etapa: Se promovió un análisis comparado de los resultados de los diferentes estudios, obteniendo las similitudes y diferencias, complementariedades y vacíos en la literatura. La síntesis interpretativa no solo tuvo la intención de describir lo que se presentó en cada estudio, sino también la de construir una interpretación integral que respondiera a la pregunta de investigación y a los objetivos planteados.

Figura 1. Diagrama de flujo de la selección de artículos.



Nota: Elaboración propia.

Consideraciones éticas.

El estudio se alinea con los principios éticos que dicta la normativa colombiana, de manera que protegiendo los derechos de las personas que participan y el manejo responsable de la información obtenida. En virtud de la Resolución 8430 de 2003, la investigación se clasifica como de mínimo riesgo, ya que la misma no involucra intervención sobre personas y sólo se conduce en base a una revisión documental.

Capítulo 4.

Resultados.

Categoría 1: Tipos de aplicaciones de IA utilizadas en contextos educativos para estudiantes con discapacidad visual - Total de artículos clasificados en esta categoría: 16 (100%).

El análisis de los 16 artículos permitió detectar cinco tipos distintos de aplicaciones de IA en el contexto educativo para estudiantes con discapacidad visual. Cruz (2020) desarrolló un sistema de tutoría inteligente con control de voz para educación básica, demostrando que la interacción por lenguaje natural hace innecesario dominar la complejidad de las interfaces visuales y fomenta la equidad e inclusión educativa. Shoaib et al. (2023a) propusieron una plataforma innovadora para el aprendizaje interactivo de matemáticas que combina tecnología de conversión de texto a voz con retroalimentación vibrotáctil y auditiva. Este enfoque mejoró significativamente la comprensión matemática y los errores de resolución de problemas entre cuatro participantes que fueron evaluados.

Mientras tanto, Martínez y Lagunes (2022) examinaron asistentes digitales con reconocimiento de voz para plataformas de aprendizaje electrónico, y señalaron que, después de la pandemia, las plataformas educativas aún no están adecuadamente equipadas para satisfacer las necesidades de acceso equitativo. En el trabajo realizado por Avilés (2025), se investiga el funcionamiento integrado de tres herramientas: una herramienta de texto a voz (TTS), una de reconocimiento automático de voz (ASR) y una de descripción inteligente de imágenes, a partir de la cual se crean actividades educativas que permiten mejorar el acceso no únicamente a la información textual, sino también a la gráfica.

En el trabajo realizado por Kawulok et al. (2025), se presentaron herramientas semiautomatizadas que se basan en el aprendizaje profundo para elaborar materiales gráficos educativos personalizados y se mostró, con la participación de nueve docentes, que esto permite disminuir la gran carga de trabajo que la adaptación de recursos supone. Por último, Wu et al. (2025) desarrolló "TaleVision", un producto que utiliza modelos de lenguaje para generar

instantáneamente imágenes táctiles y efectos de sonido, recibiendo altos índices de satisfacción por 5 niños videntes y 14 con discapacidades visuales congénitas.

Alvarado-Salazar e Izquierdo (2022) presentan un marco conceptual que clasifica 33 artículos en cuatro categorías: aprendizaje automático, redes neuronales artificiales, procesamiento del lenguaje natural y visión artificial. Muestran claramente que las aplicaciones educativas de la IA se nutren de múltiples disciplinas. Fitas (2025) proporciona una descripción general completa de cómo la IA no solo facilita la inclusión de estudiantes con necesidades especiales, sino que también aborda barreras lingüísticas claras para los estudiantes mediante el uso de herramientas de traducción en tiempo real.

Categoría 2: Funcionalidades de las aplicaciones de IA que favorecen la autonomía de estudiantes con discapacidad visual - Total de artículos clasificados en esta categoría: 14 (87.5%).

Las funcionalidades identificadas que promueven la autonomía de los estudiantes son características que reducen la dependencia de los estudiantes con discapacidad visual con intermediarios humanos para acceder a la información y para monitorizar su evolución. Vera y Gámez (2024) evidencian que la existencia de lectores de pantallas y dispositivos de braille digital permiten a los estudiantes de la Educación Básica Superior acceder a textos que antes requerían la asistencia de un adulto, resaltando el impacto positivo en su rendimiento académico. Pero también hacen hincapié en la urgente necesidad de paliar el acceso reducido a los recursos y la formación docente.

Rodríguez y Velázquez (2022) compartieron la historia de un estudiante universitario con discapacidad visual que pudo graduarse con mucho éxito gracias a tecnologías que le permitieron ajustar la velocidad y modo de aprendizaje. Lo que expresa que el control de variables como la velocidad del audio y la secuenciación de los contenidos puede contribuir positivamente al aprendizaje significativo. Por su parte, Shoaib et al. (2023a) constataron que la retroalimentación multimodal incluye estímulos auditivos, vibrotáctiles y verbales, no solo mejora la comprensión matemática, sino que también contribuye a desarrollar la ciencia de la acción, de forma que los

estudiantes pueden hacer el detenido seguimiento de su progreso, sin necesidad de que un tercero intervenga.

Arias (2024) reportó que las interfaces de voz permiten llevar a cabo tareas en contenidos digitales o ejecutar comandos sin necesidad de apoyo visual. En entrevistas realizadas a 13 docentes, se comprobó que, a pesar de tener un dominio limitado, mostraban un gran deseo de implementar herramientas de AI. García (2024) destacó el papel de las tecnologías de asistencia, que incluyen tiflotecnología, para la potenciación de habilidades en la educación superior, y que todavía se va limitando el acceso a estas tecnologías en los centros educativos.

Finalmente, Naayini et al. (2025) hacen una revisión sobre el presente y el futuro de la visión por computadora, el procesamiento del lenguaje natural y los dispositivos wearables, poniendo de manifiesto que la fusión del aprendizaje profundo y de las interfaces multimodales han cambiado las funcionalidades y la usabilidad de las herramientas de asistencia, fomentando la inclusión y la empoderación en educación, el trabajo y en el ámbito de la vida social.

Categoría 3: Ventajas y limitaciones de la IA como apoyo a estudiantes con discapacidad visual - Total de artículos clasificados en esta categoría: 16 (100%).

Ventajas Identificadas

Las ventajas registradas exponen el impacto múltiple de las aplicaciones de IA en aprendizajes relacionados con estudiantes con discapacidad visual. Shoaib et al. (2023a) y Vera y Gámez (2024) por su parte evidenciaron mejoría en el rendimiento académico y comprensión de contenidos, particularmente en matemáticas, donde los participantes demostraron avances en resoluciones de problemas y el dominio de las habilidades cognitivas de orden superior. Alvarado-Salazar e Izquierdo (2022) reportan que, mediante técnicas de IA como el procesamiento de lenguaje natural y la visión artificial, el trabajo académico ha visto reducidas de manera drástica las barreras que históricamente han dado sentido al acceso de los estudiantes a los contenidos académicos.

Cruz (2020) y Arias (2024) destacaron que las aplicaciones de IA proponen un enfoque que aboga por la equidad y la inclusión no solo en el marco educativo, sino también en el digital,

social y laboral mediante la creación de un canal de acceso que permite que todos los estudiantes puedan participar de forma proactiva en la educación. Kawulok et al. (2025) demostraron que las herramientas semiautomatizadas reducían drásticamente la cantidad de tiempo que los profesores necesitaban para crear materiales accesibles, incrementando así el tiempo y la atención que pueden dedicar al diseño de una enseñanza adecuada. Shoaib et al. (2023b) indicaron que las soluciones basadas en el uso de teléfonos inteligentes son más convenientes y accesibles que en las computadoras de escritorio, lo que abre la puerta a una mayor democratización del acceso en contextos limitados en recursos.

Limitaciones Identificadas

Las limitaciones que se han identificado ponen de manifiesto desafíos estructurales importantes. Según Vera y Gámez (2024) y García (2024), el acceso restringido a recursos tecnológicos e infraestructuras se presenta como una barrera crucial, especialmente en contextos socioeconómicos muy delimitados, donde tanto las familias como las escuelas carecen de los medios necesarios para adquirir dispositivos o conectividad. Por otro lado, Arias (2024) y Avilés (2025) reportaron falta de capacitación docente adecuada, con diagnósticos revelando baja familiaridad con aplicaciones de IA a pesar de alta disposición a participar en iniciativas innovadoras.

Alvarado-Salazar e Izquierdo (2022) evidenciaron limitaciones técnicas incluyendo problemas de precisión en reconocimiento de voz, errores en descripción automática de imágenes complejas y dificultades con estructuras documentales complejas. Avilés (2025) ha señalado la conveniencia de adecuar las herramientas a contextos concretos, afirmando que el funcionamiento de las herramientas diseñadas para un contexto no es el mismo en otro contexto si no se realiza la debida adaptación. Por otro lado, Martínez y Lagunes (2022) han manifestado su preocupación por la dependencia de plataformas privadas y por la viabilidad a largo plazo de estas soluciones.

También Avilés (2025) y Fitas (2025) indican la conveniencia de introducir normas éticas y de privacidad en estas aplicaciones, puesto que recogen datos sensibles sobre los rendimientos académicos que se deben proteger y utilizar de forma responsable. Martínez y Lagunes (2022)

evidenciaron que plataformas educativas comerciales aún no están preparadas para necesidades de acceso equitativo, representando limitación estructural que requiere intervención regulatoria.

Discusión.

Los hallazgos de la presente revisión sistemática muestran convergencias significativas con las tres teorías psicológicas del marco teórico. En relación con la Teoría Sociocultural de Vygotsky, los cinco tipos de aplicaciones de IA identificados materializan el concepto de herramientas mediadoras culturales. Cruz (2020) documentó que los sistemas tutores inteligentes comandados por voz permiten la comunicación directa mediante el lenguaje natural, funcionando como instrumentos psicológicos que median entre el estudiante con discapacidad visual y el contenido educativo, coherente con el planteamiento vygotskyano sobre las herramientas culturales como mediadoras de desarrollo cognitivo (Vygotsky, 1978; Papalaskari et al., 2025).

Las funcionalidades de retroalimentación inmediata y ajuste automático de niveles de dificultad reportadas por Shoaib et al. (2023a) y Tsouktakou et al. (2024) ejemplifican el concepto de andamiaje (scaffolding), proporcionando apoyo temporal y ajustable que permite a los estudiantes transitar su Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) hacia niveles superiores de competencia independiente (McLeod, 2024; Shabani et al., 2010). Esta convergencia valida empíricamente que las tecnologías de IA pueden funcionar como "mediadores sociales artificiales" que facilitan el aprendizaje en la ZDP. Sin embargo, emerge una contradicción importante: mientras la teoría vygotskyana enfatiza la naturaleza social del aprendizaje y la importancia de la interacción humana, Arias (2024) y Avilés (2025) reportan falta de capacitación docente para mediar pedagógicamente el uso de IA, sugiriendo que la tecnología por sí sola, sin mediación humana apropiada, puede resultar insuficiente para facilitar el desarrollo cognitivo óptimo.

Respecto a la Teoría Cognitivo-Social de Bandura, los hallazgos sobre promoción de autonomía muestran coherencia sustancial con los conceptos de autoeficacia y agencia personal. El caso documentado por Rodríguez y Velázquez (2022) sobre un estudiante con discapacidad visual que logró la graduación universitaria exitosa mediante las tecnologías que personalizan el ritmo del aprendizaje, ejemplifica cómo experiencias de dominio (una de las cuatro fuentes de autoeficacia según Bandura, 1997) fortalecen creencias sobre capacidades propias. Vera y

Gámez (2024) confirmaron que el acceso independiente a materiales mediante lectores de pantalla impacta positivamente la autoestima académica, coherente con planteamientos de Schunk y DiBenedetto (2020) sobre la relación entre autoeficacia y logros académicos.

Las funciones de retroalimentación multimodal inmediata que presentan Shoaib et al. (2023) añaden un toque de persuasión social, que es la segunda fuente de autoeficacia. Por otro lado, la reducción de la dependencia de terceros, como se ha documentado en varios estudios, genera estados emocionales positivos, lo que representa la cuarta fuente de autoeficacia. Esto valida de manera empírica el modelo tetrafactorial que Bandura propuso sobre la construcción de la autoeficacia (Usher & Schunk, 2018). Las cuatro características de la agencia humana que Bandura (2001) identificó intencionalidad, previsión, autorreactividad y autorreflexividad se hacen evidentes cuando los estudiantes tienen el control sobre su ritmo de aprendizaje, ya sea de manera fácil o rápida, eligen cómo acceder a la información y monitorean su progreso con el apoyo de la inteligencia artificial.

Sin embargo, hay un debate en torno al aprendizaje observacional: mientras que Bandura argumenta que el modelado puede suceder a través de descripciones verbales analizadas, Kawulok et al. (2025) y Wu et al. (2025) muestran que convertir la información visual a otros formatos alternativos todavía presenta limitaciones en términos de sutileza y precisión, lo que podría afectar la efectividad del modelado a través de descripciones auditivas o táctiles.

Los aplicativos que se relacionan con la Teoría del Procesamiento de la Información muestran cómo se puede compensar el canal visual utilizando otros canales alternativos. Esto concuerda con el modelo multialmacén de Atkinson y Shiffrin (1968) y con la concepción de múltiples componentes de la memoria de trabajo que sostiene Baddeley (2012, 2021). La conversión de texto a voz y la descripción de imágenes como nos indica Avilés (2025) hacen efectivamente que la información llegue a la memoria sensorial por el canal auditivo en el caso de que no esté disponible el canal visual. Por otro lado, la segmentación de la información y las pausas para poder procesar la rapidez de la presentación son estrategias que ayudan a manejar la limitación de la memoria de trabajo (Cowan, 2014).

Las plataformas de aprendizaje adaptativo, las cuales son presentadas en Shoaib et al. (2023a), modifican la velocidad, la secuencia y la repetición de los contenidos, de acuerdo con los principios de carga cognitiva de Sweller (1988). A fin de reducir la carga extrínseca, permiten interfaces intuitivas y, con ello, optimizar la carga pertinente con la práctica de actividades que integran el conocimiento (Paas & Sweller, 2012; Sweller et al., 2011). A su vez, las funciones de retroalimentación individual de las estrategias de aprendizaje y la autoevaluación de esos procesos también les facilitan activar la metacognición que, según Flavell (1979) y Schraw y Moshman (1995), es un proceso básico en la autorregulación.

No obstante, existe un punto contradictorio muy importante que tenemos que considerar, algo que a pesar de estar en la teoría de que la información auditiva se exhibe de manera sucesiva y de forma temporal, es decir, que no pueden ser procesados de manera simultánea, Alvarado-Salazar e Izquierdo (2022) y Martí nez y Lagunes (2022) nos presentan aplicaciones actuales que no maximizan la posibilidad de una presentación secuencial, lo que provoca, en última instancia, una sobrecarga cognitiva que, a su vez tiende a interferir con la codificación en la memoria a largo plazo.

Por otra parte, hay una contradicción que atraviesa las tres teorías citadas, y es la que se establece entre el crecimiento muy rápido de la investigación científica, que se concentra en 16 artículos en el año 2023-2025, frente a unas acciones institucionales relativamente limitadas. García (2024) y Vera y Gámez (2024), por su parte, retratan que la tecnología tiene un muy limitado acceso a los estudiantes de las instituciones educativas, en especial en aquellos contextos socialmente menos favorecidos. Esta contradicción indica que el conocimiento científico puesto en circulación sobre principios de mediación cultural, de autoeficacia o de la cognición no se ve como el que se adopta siguiendo los criterios del mundo práctico, lo que amplía las barreras estructurales que van más allá de las dimensiones tecnológicas.

Los hallazgos acerca de las consideraciones éticas y de privacidad (Avilés, 2025; Fitas 2025) exponen preocupaciones teóricas sobre la recolección de datos sensibles, que pueden poner en peligro la autodeterminación y la agencia personal; son conceptos claves en el desarrollo teórico de Bandura. Por otro lado, la insuficiente preparación comercial de las plataformas, tal como comentan Martínez y Lagunes (2022), atenta contra las bases de

accesibilidad universal de las tres teorías. Estas teorías asumen que el diseño de las herramientas debe contemplar desde el principio la diversidad de modalidades sensoriales y cognitivas

Conclusiones.

La revisión permite caracterizar las aplicaciones de inteligencia artificial en los procesos de enseñanza y aprendizaje de estudiantes con discapacidad visual. Este es un campo tecnológico que está en constante evolución y que materializa principios de inclusión educativa y personalización del aprendizaje, además de fomentar la autonomía de los estudiantes. Las aplicaciones que se identificaron incluyen diferentes subdisciplinas de la IA (aprendizaje automático, procesamiento de lenguaje natural, visión artificial y modelos de lenguaje a gran escala) para abordar necesidades a través de la estimulación auditiva, táctil y oral, compensando las limitaciones visuales. Lo que representa un ecosistema tecnológico capaz de ir de herramientas concretas a sistemas que muestran la capacidad de ofrecer una experiencia de aprendizaje accesible para todos.

De ahí las necesidades que se desprenden para alcanzar los objetivos específicos del estudio. El análisis de los artículos permitió identificar 5 tipos de aplicaciones de IA considerando los sistemas de tutoría inteligente por voz proporcionando la interacción directa por medio del lenguaje natural, las plataformas de aprendizaje interactivo apoyadas en IA orientadas a contenido particular (como las matemáticas), los asistentes digitales apoyados en reconocimiento de voz para plataformas e-learning, las herramientas integradas que convierten texto en voz y describen las imágenes de forma inteligente, y las tecnologías que generan materiales táctiles instantáneamente a partir de modelos de lenguaje. Estas categorías evidencian la versatilidad de la IA para responder a diferentes necesidades de accesibilidad y aprendizaje, al mismo tiempo que demuestran avances en el reconocimiento de voz, visión artificial y procesamiento del lenguaje natural.

De igual forma, se reconocieron las funcionalidades de estas aplicaciones que favorecen la autonomía estudiantil, tales como el acceso independiente a contenidos textuales sin intermediarios humanos, personalización de ritmo y modalidad de aprendizaje según preferencias individuales, retroalimentación multimodal inmediata que permite autorregulación,

navegación autónoma en entornos digitales mediante interfaces conversacionales, conversión automática de gráficos y diagramas a formatos accesibles, y generación instantánea de materiales táctiles bajo demanda. Es claro que estas características refuerzan la autoeficacia, la confianza y la participación del estudiante, además de fomentar su independencia en las actividades académicas diarias.

Se pueden observar múltiples beneficios, como mejoras en el rendimiento académico y en la comprensión de los contenidos, la reducción de las barreras históricas para acceder a los materiales educativos, la promoción de enfoques inclusivos tanto en la educación como en la sociedad, y la optimización del trabajo docente, ya que se automatiza la preparación de materiales. También se generan habilidades de autonomía e independencia que son transferibles a otros contextos, y se democratiza el acceso a través de soluciones fáciles de usar en teléfonos inteligentes.

Sin embargo, también se pueden notar limitaciones estructurales, como el acceso restringido a recursos tecnológicos e infraestructura digital en contextos socioeconómicamente desfavorecidos, la falta de capacitación especializada en enseñanza con IA para los docentes, las limitaciones técnicas en la precisión del reconocimiento de voz y en la descripción automática de imágenes completas, la necesidad de adaptar las herramientas a las características culturales y curriculares del contexto local, la dependencia de plataformas propietarias que puede generar vulnerabilidad a largo plazo, así como las consideraciones éticas y de privacidad relacionadas con la recopilación de datos sensibles, y la preparación de plataformas educativas comerciales para cumplir con los estándares de accesibilidad universal.

Limitaciones.

El presente estudio está sujeto a varias restricciones metodológicas que conviene indicar para entender apropiadamente los hallazgos.

Limitaciones metodológicas de la muestra

La muestra considerada, de 16 artículos, conforme a la temporalidad considerada (2020-2025) es una debilidad vista la amplitud del ámbito de la investigación en IA educativa. Esta

restricción cuantitativa puede no captar la totalidad de desarrollos de nuevas tecnologías, a su vez, la búsqueda se restringió únicamente a artículos en inglés y español, pudiendo dejar de lado investigaciones llevadas a cabo en otros idiomas y propiciando así un sesgo geográfico y cultural.

Limitaciones en la representatividad de los estudios

Los mismos exhiben una heterogeneidad importante en diseños metodológicos y en el tamaño de las muestras. La mayoría de ellos presentan una muestra muy pequeña y no representativa: Shoaib et al. (2023a) presenta una muestra de cuatro personas, Wu et al. (2025) una muestra de diecinueve niños o Kawulok et al. (2025) con una muestra de nueve docentes. Esta limitación afecta la capacidad de realizar generalizaciones. Por otra parte, la mayoría de ellos no utilizaron instrumentos estandarizados para evaluar el impacto de las tecnologías, perjudicando la comparabilidad en las investigaciones.

Limitaciones de tiempo y contexto

Dada la rapidez del avance de la IA en este campo, las aplicaciones metodológicas descritas en artículos más antiguos (2020-2022), pueden haberse vuelto incluso obsoletas. Los estudios proceden sobre todo de contextos universitarios o países con un mayor desarrollo tecnológico, limitando su aplicabilidad a contextos rurales o con pocos recursos, algo a reseñar especialmente en el caso colombiano.

Los límites a las evaluaciones longitudinales

La gran mayoría de los estudios informan de implementaciones a corto plazo, sin evaluaciones longitudinales que indiquen el efecto sostenido en el desarrollo académico y en la autonomía de los estudiantes con discapacidad visual. Hay además la posibilidad de sesgo de publicación hacia resultados positivos, lo que podría hacer que la efectividad real de las tecnologías esté sobreestimada.

Estas limitaciones no invalidan lo encontrado, pero hacen necesario ser cautelosos en su interpretación y hacen también necesario futuras investigaciones con diseños a largo plazo, versiones más representativas de las muestras o instrumentos estandarizados.

Recomendaciones.

A partir de los hallazgos, se plantean las siguientes acciones desde la psicología educativa que favorezcan la inclusión de estudiantes con discapacidad visual a partir de la IA:

- 1. Formación docente en tecnologías inclusivas:** Es imprescindible que se desarrollen formaciones en el contexto de la psicología educativa y de las competencias tecnológicas que sean de formación permanente. Estas formaciones tienen que incluir funciones de autorregulación del aprendizaje que sirvan para fomentar la autoeficacia a partir de la teoría sociocognitiva de Bandura (1997), y que también servirán para habilitar la autonomía de los estudiantes (Schunk & DiBenedetto, 2020).
- 2. Diseño de las prótesis y los entornos de aprendizaje:** Se sugiere que las plataformas educativas incorporen elementos del andamiaje (Vygotsky, 1978), dando la retroalimentación inmediata de respuesta y un ajuste dinámico a partir de las tareas. Además, se deben ofrecer interfaces multimodales (auditivas, táctiles y verbales) que compensen las limitaciones visuales y ayuden a personalizar el aprendizaje (Walter, 2024; Gibson, 2024).
- 3. Intervenciones emocionales para la autonomía y el bienestar:** Es necesario buscar maneras de ayudar a los estudiantes en la autoeficacia académica, a partir de las experiencias de éxito y de la retroalimentación periódica respecto al uso de la tecnología (Bandura, 1997). También se recomienda instaurar unos programas de acompañamiento emocional para así conseguir disminuir la ansiedad vinculada a las nuevas tecnologías y también para ayudar a que aumente la motivación intrínseca (Zimmerman & Schunk, 2011).
- 4. Políticas institucionales y éticas:** Se deben instaurar protocolos claros de protección de datos ajenos al cumplimiento de la ley de los datos personales, el Habeas Data, para

garantizar la privacidad y la seguridad de la información (Bond et al., 2024). Igualmente, es necesario promover políticas que sean inclusivas y que permitan la igualdad de acceso a dispositivos y conectividad en los contextos socioeconómicamente vulnerables (Avilés, 2025).

- 5. Investigación y desarrollo:** Igualmente se necesita incentivar estudios longitudinales en los que se analice el impacto emocional del uso de IA en la educación inclusiva contemplando variables como el rendimiento académico, la autonomía o el bienestar emocional (Melo-López et al., 2025) así como también para crear aplicaciones que se basen en los modelos de la psicología que integren estrategias para el aprendizaje autorregulado y la metacognición (Flavell, 1979; Schraw & Moshman, 1995).

Referencias bibliográficas

- Ackland, P., Resnikoff, S., & Bourne, R. (2018). World blindness and visual impairment: despite many successes, the problem is growing. *Community eye health*, 30(100), 71.
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5820628/>
- Ahmad Najmee, N. A., Mohammed, Z., Rahman, M. H. A., Fadzil, N. M., & Ludin, A. F. M. (2024). Optimizing classroom environments for visually impaired school children a

- scoping review protocol. *PLoS One*, 19(10), e0308149.
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11486386/>
- Alvarado-Salazar, R., & Izquierdo, J. L. (2022). Revisión de la literatura sobre el uso de Inteligencia Artificial enfocada a la atención de la discapacidad visual. *InGenio Journal: La revista de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la UTEQ*, 5(1), 10-21.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8377711>
- American Foundation for the Blind. (2024). *Statistical snapshots from the American Foundation for the Blind*. <https://www.afb.org/research-and-initiatives/statistics>
- Amin, A. S. (2021). Main Challenges of Students with Visual Impairment at Higher Education Institutions, 738-739. Retrieved October, 9, 2021.
https://www.researchgate.net/publication/351433527_Main_Challenges_of_Students_with_Visual_Impairment_at_Higher_Education_Institutions
- Arias, E. (2024). Inteligencia Artificial como medio de inclusión para personas con discapacidad en nivel primario [Trabajo Final Integrador, Universidad de Flores].
<https://repositorio.uflo.edu.ar/server/api/core/bitstreams/7faae09f-bbe0-4829-a7b2-2b666e433f4e/content>
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. *Psychology of Learning and Motivation*, 2, 89-195.
[https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60422-3](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60422-3)
- Avilés, C. (2025). Inteligencia artificial (IA) para la inclusión educativa de estudiantes con discapacidad visual. *Prosperus*, 2(2), 738-765.
<https://prosperus.com/index.php/files/article/view/71>
- Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- Baddeley, A. (2021). Developing the concept of working memory: The role of neuropsychology. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 36(6), 861-873.
<https://doi.org/10.1093/arclin/acab060>
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation*, 8, 47-89. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)

- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall.
- Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. *W.H. Freeman*.
- Bandura, A. (2001). Social cognitive theory: An agentic perspective. *Annual Review of Psychology*, 52(1), 1-26. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.1>
- Bond, M., Khosravi, H., De Laat, M., Bergdahl, N., Negrea, V., Oxley, E., ... & Siemens, G. (2024). A meta systematic review of artificial intelligence in higher education: A call for increased ethics, collaboration, and rigour. *International journal of educational technology in higher education*, 21(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00436-z>
- Boland, A., Cherry, M. G., & Dickson, R. (2017). *Doing a systematic review: A student's guide* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Cowan, N. (2014). Working memory underpins cognitive development, learning, and education. *Educational Psychology Review*, 26(2), 197-223. <https://doi.org/10.1007/s10648-013-9246-y>
- Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: the state of the field. *International journal of educational technology in higher education*, 20(1), 22. <https://link.springer.com/article/10.1186/S41239-023-00392-8>
- Cruz, E. (2020). *Implementación de un asistente basado en inteligencia artificial para ambientes de aprendizaje de niños con discapacidad visual* (Doctoral dissertation, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)). <https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/867383f6-5f9e-4e0c-9a30-eeac384f6966>
- Elshaer, I. A., AlNajdi, S. M., & Salem, M. A. (2025). Sustainable AI Solutions for Empowering Visually Impaired Students: The Role of Assistive Technologies in Academic Success. *Sustainability*, 17(12), 5609. <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/12/5609>
- Fernández-Batanero, J. M., Montenegro-Rueda, M., Fernández-Cerero, J., & García-Martínez, I. (2022). Assistive technology for the inclusion of students with disabilities: A systematic review. *Education Sciences*, 14(3), 322. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11423-022-10127-7>

- Filipova, E. (2025). Enhancing Educational Accessibility for Visually Impaired Individuals through Artificial Intelligence: Challenges and Opportunities. *International Journal of Computer Applications*, 975, 8887.
<https://www.ijcaonline.org/archives/volume186/number67/enhancing-educational-accessibility-for-visually-impaired-individuals-through-artificial-intelligence-challenges-and-opportunities/>
- Fitas, R. (2025). Inclusive Education with AI: Supporting Special Needs and Tackling Language Barriers. *arXiv preprint arXiv:2504.14120*. <https://doi.org/10.1007/s43681-025-00824-3>
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.
<https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- Freire, M. E. A., Gamboa, J. C. M., & Arboleda, J. V. M. (2025). Impacto de la discapacidad visual en el ecuador. *Ciencia & Turismo*, 4(1), 45-61.
<https://cienciayturismo.org/index.php/cienciayturismo/article/view/58/138>
- Gadiraju, V., Doyle, O., & Kane, S. (2021). Exploring technology design for students with vision impairment in the classroom and remotely. In *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-13).
<https://doi.org/10.1145/3411764.3445755>
- García, E. (2024). Tecnologías de asistencia para la accesibilidad académica de personas con ceguera en el nivel superior. *Revista latinoamericana ogmios*, 4(9), 79-92.
<https://idicap.com/ojs/index.php/ogmios/article/view/290>
- Giansanti, D., & Pirrera, A. (2025). Integrating AI and assistive technologies in healthcare: Insights from a narrative review of reviews. In *Healthcare* (Vol. 13, No. 5, p. 556).
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11898476/>
- Gibson, R. (10 de septiembre de 2024). The impact of AI in advancing accessibility for learners with disabilities. *EDUCAUSE Review*. <https://er.educause.edu/articles/2024/9/the-impact-of-ai-in-advancing-accessibility-for-learners-with-disabilities>
- Granda, S. A. C., Jumbo, F. C. E., Zapata, J. A. E., & Jimenez, M. M. P. (2024). Estrategias didácticas para la inserción de la tecnología en la educación. *Revista Social Fronteriza*,

4(3), e43286-e43286.

<https://www.revistasocialfronteriza.com/ojs/index.php/rev/article/view/286>

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information & Libraries Journal*, 26(2), 91-108.

<https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>

Gruszczynska, A., Nahorski, Z., & Saeed, K. (2025). A method and semi-automated AI tool supporting tutors in preparing audio-tactile exercises for blind students. *Lecture Notes in Computer Science*, 14885, 119-128. https://doi.org/10.1007/978-3-031-98281-1_9

Hassen, A. (2015). Teaching students with visual impairments in inclusive classrooms. *Academia.edu*.

https://www.academia.edu/29841393/Teaching_Students_with_Visual_Impairments_in_Inclusive_Classrooms

Hayes, C., & Proulx, M. J. (2024). Turning a blind eye? Removing barriers to science and mathematics education for students with visual impairments. *British Journal of Visual Impairment*, 42(2), 544-556.

<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/02646196221149561>

Hill, A., & Huang, M. (27 de marzo de 2025). *Blindness statistics 2025*. Vision Center.

<https://www.visioncenter.org/resources/blindness-facts/>

Instituto Nacional para Ciegos. (2020). *Los ciegos en el Censo 2018*. INCI.

<https://www.inci.gov.co/blog/los-ciegos-en-el-censo-2018>

Kawulok, M., Maćkowski, M., & Rosiak, M. (2025). A Method and Semi-automated AI Tool Supporting Tutors in Preparing Audio-Tactile Exercises for Blind Students. In *International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (pp. 116-130). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-98281-1_9

Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering* (Technical Report EBSE-2007-01).

https://legacyfileshare.elsevier.com/promis_misc/525444systematicreviewsguide.pdf

Lavric, A., Beguni, C., Zadobrischi, E., Căilean, A. M., & Avătămăniței, S. A. (2024). A comprehensive survey on emerging assistive technologies for visually impaired persons:

- Lighting the path with visible light communications and artificial intelligence innovations. *Sensors*, 24(15), 4834. <https://www.mdpi.com/1424-8220/24/15/4834>
- Le Fanu, G., Schmidt, E., & Virendrakumar, B. (2022). Inclusive education for children with visual impairments in sub-Saharan Africa: Realising the promise of the Convention on the Rights of Persons with Disabilities. *International Journal of Educational Development*, 91, 102574. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0738059322000244>
- Loh, L., Prem-Senthil, M., & Constable, P. A. (2023). A systematic review of the impact of childhood vision impairment on reading and literacy in education. *Journal of optometry*, 17(2), 100495. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10641537/>
- Martínez, M., & Lagunes, V. (2022). Asistentes Digitales: Hacia la accesibilidad de personas con discapacidad visual en plataformas educativas. https://www.researchgate.net/publication/377805538_Asistentes_Digitales_Hacia_la_accesibilidad_de_personas_con_discapacidad_visual_en_plataformas_educativas
- McLeod, S. (2025). Zone of proximal development and scaffolding. *Simply Psychology*. <https://www.simplypsychology.org/zone-of-proximal-development.html>
- Melo-López, V. A., Basantes-Andrade, A., Gudiño-Mejía, C. B., & Hernández-Martínez, E. (2025). The Impact of Artificial Intelligence on Inclusive Education: A Systematic Review. *Education Sciences*, 15(5), 539. <https://www.mdpi.com/2227-7102/15/5/539>
- Milbergs, K. (11 de agosto de 2023). *30 key web accessibility statistics*. Accessibly. <https://accessiblyapp.com/blog/web-accessibility-statistics/>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications. <https://www.metodos.work/wp-content/uploads/2024/01/Qualitative-Data-Analysis.pdf>
- Ministerio de Salud. (1993). *Resolución 8430 de 1993. Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/lists/bibliotecadigital/ride/de/dij/resolucion-8430-de-1993.pdf>
- Miyauchi, H. (2020). A systematic review on inclusive education of students with visual impairment. *Education sciences*, 10(11), 346. <https://doi.org/10.3390/educsci10110346>

- Naayini, P., Myakala, P. K., Bura, C., Jonnalagadda, A. K., & Kamatala, S. (2025). Ai-powered assistive technologies for visual impairment. *arXiv preprint arXiv:2503.15494*.
<https://arxiv.org/abs/2503.15494>
- Paas, F., & Sweller, J. (2011). An evolutionary upgrade of cognitive load theory: Using the human motor system and collaboration to support the learning of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review*, 24(1), 27-45. <https://doi.org/10.1007/s10648-011-9179-2>
- Panadero, E. (2017). A review of self-regulated learning: Six models and four directions for research. *Frontiers in Psychology*, 8, 422. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422>
- Rodríguez, A., & Velázquez, F. (2022). Impulsando la inclusión y la innovación en la educación: un enfoque personalizado para el aprendizaje de estudiantes con discapacidad visual. *Revista UNAH INNOV@*, (11), 35-39.
<https://camjol.info/index.php/UNAHINNOV/article/view/17517>
- Sánchez-Meca, J., & Botella, J. (2010). Revisiones sistemáticas y meta-análisis: Herramientas para la práctica profesional. *Papeles del Psicólogo*, 31(1), 7-17.
- Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational Psychology Review*, 7(4), 351-371. <https://doi.org/10.1007/BF02212307>
- Schunk, D. H., & DiBenedetto, M. K. (2020). Motivation and social cognitive theory. *Contemporary Educational Psychology*, 60, 101832.
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101832>
- Shabani, K., Khatib, M., & Ebadi, S. (2010). Vygotsky's zone of proximal development: Instructional implications and teachers' professional development. *English Language Teaching*, 3(4), 237-248. <https://doi.org/10.5539/elt.v3n4p237>
- Shoaib, M., Jiang, S., Jin, L., Fitzpatrick, D., & Pitt, I. (2023). An artificial intelligence-based interactive learning platform to assist visually impaired children in learning mathematics. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 366-373). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35992-7_51
- Shoaib, M., Fitzpatrick, D., & Pitt, I. (2023). Assistive technology-based solutions in learning mathematics for visually-impaired people: exploring issues, challenges and opportunities.

- Multimedia Tools and Applications*, 82(29), 46153-46184.
<https://doi.org/10.1007/s11042-023-17409-z>
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4>
- Tsouktakou, A., Hamouroudis, A., & Horti, A. (2024). The use of artificial intelligence in the education of people with visual impairment. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, 13(1), 734-744.
https://www.researchgate.net/publication/384898608_The_use_of_artificial_intelligence_in_the_education_of_people_with_visual_impairment
- Vera, G., & Gámez, M. (2024). Tecnología adaptativa y personalización del aprendizaje para personas con discapacidad visual de la básica superior: Adaptive technology and personalization of learning for the visually impaired in the basic high School. *Boletín Científico Ideas y Voces*, 4(3), ág-204.
<https://ciciap.org/ideasvoces/index.php/BCIV/article/view/170>
- Voultsiou, E., & Moussiades, L. (2025). A systematic review of AI, VR, and LLM applications in special education: Opportunities, challenges, and future directions. *Education and Information Technologies*, 1-41. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-025-13550-4#citeas>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Walter, Y. (2024). Embracing the future of Artificial Intelligence in the classroom: the relevance of AI literacy, prompt engineering, and critical thinking in modern education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), 15.
<https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-024-00448-3>
- Wang, J., Wang, S., & Zhang, Y. (2023). Artificial intelligence for visually impaired. *Displays*, 77, 102391. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141938223000240>

- Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tran, T., & Du, Z. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Expert Systems with Applications*, 252, 124167. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417424010339>
- Wu, H., Yang, H., Chang, F., Zhu, D., & Liu, Z. (2025). AI-generated tactile graphics for visually impaired children: A usability study of a multimodal educational product. *International Journal of Human-Computer Studies*, 103525. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1071581925000825>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators?. *International journal of educational technology in higher education*, 16(1), 1-27. <https://link.springer.com/article/10.1186/S41239-019-0171-0>
- Zimmerman, B. J., & Schunk, D. H. (2011). Handbook of self-regulation of learning and performance. *Routledge*. <https://psycnet.apa.org/record/2011-12365-000>