

INCLUSIÓN DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA MEDIANTE ESTÁNDARES DE REPRESENTACIÓN Y NOTACIONES MATEMÁTICAS ACCESIBLES

INCLUSION OF PEOPLE WITH VISUAL IMPAIRMENTS IN UNIVERSITY EDUCATION THROUGH REPRESENTATION STANDARDS AND ACCESSIBLE MATHEMATICAL NOTATIONS

Yusneyi Yasmira Carballo Barrera

Universidad Central de Venezuela. Caracas-Venezuela.

Email: yusneyiCarballo@gmail.com; ID ORCID: 0000-0003-3713-657X

Recibido: 24-03-2025

Aceptado: 30-05-2025

RESUMEN

El ensayo analiza los desafíos que enfrentan las personas con discapacidad visual en la educación universitaria, especialmente en áreas que requieren el uso de matemáticas. Resalta que, recursos educativos digitales convencionales como libros de texto universitario, guías de estudio, presentaciones y evaluaciones, suelen excluir a estudiantes con discapacidad visual, dificultando su participación independiente. Entre los problemas destacados están la falta de uniformidad en estándares, inconsistencias en formatos digitales, ausencia de adaptaciones y desconocimiento sobre herramientas accesibles. Buscando una alternativa, el ensayo tiene por objetivo explorar estándares, notaciones y herramientas que permiten crear expresiones matemáticas accesibles, enfatizando la importancia de diseñar materiales con pautas de accesibilidad desde el inicio o adaptar recursos para fomentar la inclusión y el éxito académico. El ensayo propone soluciones como el uso del Código Nemeth (Braille para notación matemática), lenguajes de marcado como MathML y LaTeX, y codificación UTF-8, combinados con software lector de pantalla. Además, subraya la necesidad de formación en diseño inclusivo y la adopción de estándares uniformes para eliminar barreras al acceso al conocimiento. Como estrategia, se recomienda diseñar recursos educativos digitales accesibles para promover la equidad en la educación universitaria e incentivar a las personas con discapacidad visual a elegir carreras científicas, ayudando a que avancen con éxito en su formación académica y posterior ejercicio profesional.

Palabras clave: Personas con discapacidad visual, Discapacidad visual, Inclusión educativa, Accesibilidad matemática, Notación matemática accesible, Tecnología de asistencia.

Yusneyi Yasmira Carballo Barrera: Doctora en Ciencias de la Computación, Escuela de Computación, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Maestrante en el Postgrado en Educación mención TIC, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad Central de Venezuela (UCV). Investigadora y Profesora, docente en pregrado y postgrado; Coordinadora de la Comisión de Currículo de la Escuela de Computación; Representante ante la Comisión de Currículo de la Facultad de Ciencias; Co-investigadora responsable en varios proyectos financiados por la Facultad de Ciencias UCV, el CDCH-UCV, el CONACIT, el Ministerio de Ciencias y Tecnologías, entre otros; Jefa del Centro de Investigación de Enseñanza Asistida por Computador (CENEAC). Escuela de Computación, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela (UCV), Avenida Los Ilustres, Los Chaguaramos, Distrito Capital, Venezuela. Correo electrónico: YusneyiCarballo@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3713-657X>, <https://www.researchgate.net/profile/Yusneyi-Carballo>. Teléfono: (+58) 414-1337378

INCLUSIÓN DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA MEDIANTE ESTÁNDARES DE REPRESENTACIÓN Y NOTACIONES MATEMÁTICAS ACCESIBLES

INCLUSION OF PEOPLE WITH VISUAL IMPAIRMENTS IN UNIVERSITY EDUCATION THROUGH REPRESENTATION STANDARDS AND ACCESSIBLE MATHEMATICAL NOTATIONS

Yusneyi Yasmira Carballo Barrera

Universidad Central de Venezuela. Caracas-Venezuela.

Email: yusneyiCarballo@gmail.com; ID ORCID: 0000-0003-3713-657X

Recibido: 24-03-2025

Aceptado: 30-05-2025

ABSTRACT

The essay analyses the challenges faced by people with visual impairments in higher education, especially in areas that require the use of mathematics. It emphasizes that conventional digital educational resources -such as university textbooks, study guides, presentations, and assessments- visually impaired students, hindering their independent participation. Key issues identified include inconsistent accessibility standards, variability in digital formatting, absence or insufficient of adequate adaptations, and limited awareness of assistive tools. Seeking an alternative, the essay aims to explore standards, notations, and tools that allow for the creation of accessible mathematical expressions, emphasizing the importance of designing materials with accessibility guidelines integrated from the outset or retrofitting existing resources to promote inclusivity and academic success. Proposed solutions include leveraging the Nemeth Code (a Braille system for mathematical notation), markup languages like MathML and LaTeX, UTF-8 encoding, and compatibility with screen reader software. Additionally, it underscores the need for comprehensive training in inclusive design principles and the adoption of uniform accessibility standards to dismantle knowledge-access barriers. As a strategic intervention, it recommends developing accessible digital educational resources to advance equity in higher education. This approach seeks to empower individuals with visual impairments to pursue scientific careers, ensuring their academic progression and professional fulfillment.

Key words: People with Visual Impairments; Visual disability; Educational inclusion; Mathematical accessibility; Accessible mathematical notation; Assistive technology.

Yusneyi Yasmira Carballo Barrera: Doctora en Ciencias de la Computación, Escuela de Computación, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Maestrante en del Postgrado en Educación mención TIC, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad Central de Venezuela (UCV). Investigadora y Profesora, docente en pregrado y postgrado; Coordinadora de la Comisión de Currículo de la Escuela de Computación; Representante ante la Comisión de Currículo de la Facultad de Ciencias; Co-investigadora responsable en varios proyectos financiados por la Facultad de Ciencias UCV, el CDCH-UCV, el CONACIT, el Ministerio de Ciencias y Tecnologías, entre otros; Jefa del Centro de Investigación de Enseñanza Asistida por Computador (CENEAC). Escuela de Computación, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela (UCV), Avenida Los Ilustres, Los Chaguaramos, Distrito Capital, Venezuela. Correo electrónico: YusneyiCarballo@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3713-657X>, <https://www.researchgate.net/profile/Yusneyi-Carballo>. Teléfono: (+58) 414-1337378

Introducción

La educación universitaria enfrenta desafíos para incluir a todo el estudiantado, especialmente a las personas con discapacidad visual, en carreras de ciencias básicas, ingeniería, computación, técnicas o en cualquier otra área. Docentes y estudiantes requieren referentes teóricos y prácticos en matemáticas puras (lógica, álgebra, geometría, trigonometría, teoría de números, conjuntos, cálculo, análisis, estadística, topología) y en matemáticas aplicadas (cálculo diferencial e integral, estadística inferencial, probabilidad, modelado, simulación, optimización, métodos matemáticos, teoría de juegos, mecánica de fluidos, dosificación médica, análisis de datos, matemática computacional, algoritmos avanzados).

La variedad de las áreas identificadas anteriormente resalta cómo la matemática representa un componente imprescindible de la formación en todos los niveles educativos.

Sin embargo, a pesar de los avances en pedagogía, andragogía y tecnología, las representaciones matemáticas siguen siendo una parte del contenido donde docentes y estudiantes con discapacidad visual encuentran dificultades significativas.

Parte de estas dificultades residen en el hecho de que en el diseño de recursos educativos digitales (entre otros, libros, guías, presentaciones, ejercicios, problemas o talleres), así como en el diseño de las evaluaciones, se emplean notaciones convencionales que excluyen a las personas con discapacidad visual, limitando o impidiendo su participación independiente en el aprendizaje matemático y también en su enseñanza.

Buscando aportar alternativas, este ensayo identifica estándares, notaciones y herramientas para crear expresiones matemáticas accesibles que puedan ser correctamente interpretadas por tecnologías de asistencia. El ensayo también centra la atención en la importancia del diseño inicial o de la adaptación de recursos

digitales inclusivos a fin de promover la inclusión y apoyar la prosecución estudiantil universitaria.

Desarrollo

Para incluir a personas con discapacidad visual en la educación universitaria, debemos diseñar recursos educativos que prioricen la accesibilidad en la presentación y el acceso a los contenidos.

Los estándares de representación y las notaciones matemáticas accesibles brindan una estructura semántica que permite a tecnologías de apoyo, como los lectores de pantalla, interpretar expresiones correctamente y facilitar la comprensión de las personas con discapacidad visual.

Los estándares de codificación permiten que docentes y estudiantes usen tecnologías de comandos de voz para dictar contenidos textuales, sin necesidad de escribir directamente. Lo anterior facilita la participación activa de personas con discapacidad visual o motriz en los procesos educativos.

Ahora bien, para lograr una inclusión real en los estudios universitarios, se necesitan modificaciones en la práctica educativa, con cambios o adaptaciones que incluyan:

a) **Un desarrollo curricular inclusivo** que se anticipe a posibles barreras, donde los departamentos, grupos docentes, especialistas y usuarios trabajen con enfoques proactivos y colaborativos basados en principios de equidad, colaboración y flexibilidad. Crear un diseño curricular inclusivo desde la planificación inicial de unidades curriculares, materiales y recursos para la educación superior favorece tanto a estudiantes como a docentes.¹

b) **El acceso al uso de tecnologías de asistencia**, las cuales tienen el potencial de facilitar la PARTICIPACIÓN académica, mejorar el aprendizaje, promover el rendimiento, la comunicación y la socialización de estudiantes y docentes (con o sin discapacidad), tanto dentro como fuera de los espacios educativos.²

c) **Una evaluación continua y comprensiva del proceso educativo**, como actividad necesaria para medir la efectividad de los recursos diseñados o adaptados, de las estrategias implementadas y de la tecnología utilizada. Es una adaptación que incorpora las evaluaciones formativas, sumativas y co-formativas (co-escolares o complementarias al tronco central del programa de estudios).³

Inconsistencia, Falta de Uniformidad y Desconocimiento: Problemas que Afectan a la Inclusión Educativa

La falta de uniformidad en los estándares y normas para la representación matemática accesible genera confusiones y malentendidos entre el personal docente, de investigación y estudiantes. Esta falta de uniformidad se manifiesta en cuatro problemas:

1. **Las variaciones en la implementación del Braille** o en su adaptación a diferentes contextos educativos dificultan la transición entre materiales e instituciones.

2. **Las inconsistencias en los formatos digitales** afectan su accesibilidad, ya que algunos no son compatibles con los lectores de pantalla o requieren configuraciones específicas desconocidas.⁴

3. **La ausencia de adaptaciones adecuadas** en materiales educativos, asignaciones o evaluaciones impide su uso por parte de personas con discapacidad visual. Esto puede resultar en evaluaciones que no reflejan el conocimiento, las capacidades o las habilidades reales de la persona que la realiza, afectando la motivación, el rendimiento académico en el caso de estudiantes o el desempeño profesional en el caso de docentes.⁵

4. **El desconocimiento sobre herramientas y estándares de notación** para crear, adaptar o utilizar materiales accesibles. Esta falta de formación o información presente en docentes, diseñadores(as), estudiantes o familiares genera barreras en el acceso a la información, lo cual influye en una enseñanza inadecuada y limita la participación plena en las experiencias educativas, perpetuando la

exclusión de estudiantes con discapacidad visual, tanto de los espacios formativos presenciales como de los mediados por tecnología.

Para mitigar estos problemas, debemos proporcionar formación adecuada sobre el diseño de materiales educativos accesibles. Esto ayuda a que el estudiantado con discapacidad visual tenga acceso a materiales adaptados y se evita que, como indica Cardona Rendón,⁵ “estén en desventaja con respecto al conocimiento que adquieren del objeto matemático” las personas videntes.⁵

También es imprescindible adoptar estándares claros y uniformes para la representación matemática accesible, promoviendo la equidad en la educación universitaria. Varios de estos estándares, lenguajes de marcado y notaciones se describen en la próxima sección.

Estándares y Normas Actuales Para Una Representación Matemática Accesible

Tradicionalmente, las instituciones educativas han utilizado textos, presentaciones, recursos educativos y evaluaciones diseñadas para la población vidente. Sin embargo, las personas con baja visión, discapacidad visual o ceguera presentan alteraciones en la agudeza visual, el campo visual, la motilidad ocular, la visión de colores o la percepción de profundidad, lo que determina una deficiencia visual clasificada en distintos grados.⁶

Para favorecer la igualdad de oportunidades en la educación universitaria, debemos desarrollar procesos de diseño universal de programas educativos, materiales y entornos de formación. Esto permite que todas las personas los utilicen, en lugar de perpetuar barreras o situaciones de discriminación por motivos de discapacidad.⁷

Las instituciones educativas deben adecuar, ajustar o mejorar sus servicios y recursos para favorecer la integración, la participación, la convivencia y el éxito de estudiantes, personal docente y de investigación. Para abordar la inequidad en el acceso,

uso y generación de contenidos con representaciones matemáticas, necesitamos analizar y promover estándares, notaciones y herramientas accesibles.

En este ensayo, nos centraremos en analizar dos posibles opciones: el Braille para notación matemática (Código Nemeth), y luego, los lenguajes de marcado y las codificaciones de caracteres que permiten generar notación científica accesible.

I. Código Nemeth o Braille para Notación Matemática y Científica

Abraham Nemeth desarrolló el Código Nemeth en 1946, una adaptación del sistema Braille que permite representar símbolos y expresiones matemáticas de manera táctil mediante una celda Braille de 6 puntos. La Braille Authority of North America (BANA) adoptó este código como estándar de notación para matemáticas y ciencias en 1952.^{8,9}

El Código Nemeth proporciona un sistema de notación que permite a personas con discapacidad visual acceder directamente a contenidos matemáticos. La versión de 1972 incluía 11 capítulos: ocho para la educación de 1º a 8º grado y tres para álgebra, geometría y matemáticas avanzadas.

A nivel universitario, el Código Nemeth aporta notación matemática en Braille para expresar contenidos de:⁹

1. Álgebra: notaciones y operaciones de conjunto, razones y proporciones, matrices, factoriales (capítulo 9).

2. Geometría: signos de comparación, conjunción, disyunción, condicionales y bicondicionales (capítulo 10).

3. Matemáticas avanzadas: subíndices, identificación de funciones, vectores, círculos y arcos, formas adicionales, radicales complejos, notación Sigma, límites, integrales, lógica y teoría de conjuntos, derivada parcial, operadores lógicos, letras griegas, marcas de conteo, etc.

BANA¹⁰ actualizó el código en "The

Nemeth Braille Code for Mathematics and Science Notation 2022" con el objetivo de modernizarlo y aclarar la aplicación de reglas preexistentes y nuevas para la transcripción de matemáticas y ciencias.¹⁰

La actualización utilizó guías de transcripción en el contexto del Braille Unificado en Inglés (Unified English Braille o UEB), actualizaciones de 2007-2015 y erratas de la revisión de 1972. La actualización del 2022 presenta un documento integral con 26 reglas y 4 apéndices, en lugar de múltiples revisiones en documentos separados.¹⁰

II. Notación Matemática Accesible Mediante Lectores de Pantalla, Lenguajes de Marcado y Codificación de Símbolos

La creación o la adaptación de recursos educativos digitales para personas con discapacidad visual requiere que se utilicen formatos accesibles que permitan la posibilidad de convertir texto y símbolos a voz. Los lectores de pantalla (Screen readers) son aplicaciones de software que realizan esta conversión utilizando algoritmos y sintetizadores de voz que interpretan símbolos y expresiones, incluso en notación matemática, y los convierten a distintos idiomas.

Los lectores de pantalla se consideran parte de la tecnología educativa adaptativa, tecnología de apoyo o tecnología de asistencia (en idioma inglés, assistive technology o AT), donde también se incluyen modificadores de características de visualización en pantalla (Display modes) y magnificadores de pantalla (Screen magnifiers).^{2,11}

La WebAIM¹² consultó la preferencia de personas que usan lectores de pantalla en un estudio realizado entre diciembre de 2023 y enero de 2024, el cual forma parte del seguimiento de nueve encuestas previas realizadas entre 2009 y 2021.

Los cuatro lectores de pantalla para computador de escritorio o para portátil más usados son según el estudio: NVDA (Non-Visual Desktop Access),¹³ JAWS (Job Access With Speech),¹⁴ VoiceOver¹⁵ y el Narrator

Tabla 1. Software lector de pantalla (screen reader) más utilizados en computador de escritorio o en portátil.

Aplicación	Número de respuestas sobre el total de encuestas válidas (1539)	% de respuesta
NVDA	1009	65,6%
JAWS	931	60,5%
VoiceOver	675	43,9%
Narrator	574	37,3%
Orca	127	8,3%
ZoomText/Fusion	115	7,5%
Dolphin SuperNova	83	5,4%
ChromeVox	59	3,8%
System Access or System Access to Go	28	1,8%
Window-Eyes	18	1,2%
Otros	79	5,1%

Fuente: Screen Reader User Survey #10 Results de WebAIM.¹²

Screen Reader.¹⁶

En la Tabla 1 se observan los porcentajes de uso común de lectores de pantalla sobre un total de 1539 respuestas válidas a la encuesta, mientras que en la Figura 1 se muestra la tendencia en la preferencia de uso de lectores de pantalla entre 2009 y 2024.

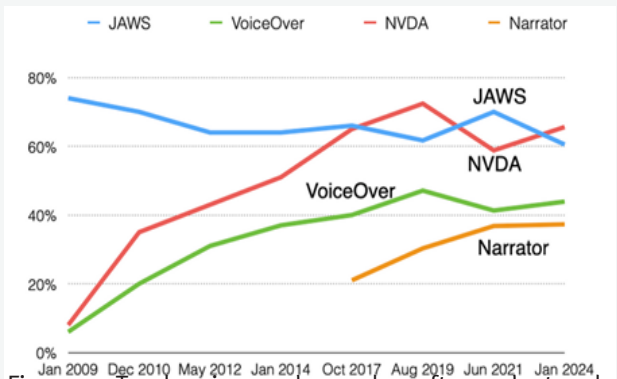


Figura 1. Tendencia en el uso de software lector de pantalla (Screen reader) entre 01-2009 y 01-2024.

Fuente: Screen Reader User Survey #10 Results de WebAIM.¹²

Ahora bien, la conversión de texto a voz utilizando lectores de pantalla requiere que se utilicen lenguajes de marcado, notaciones matemáticas y codificaciones particulares para caracteres y símbolos.

Esta combinación de medios disminuye las barreras cognitivas y tecnológicas, a la vez que genera oportunidades de acceso

a fuentes de información y a recursos educativos en un currículo inclusivo que fomenta el aprendizaje, la participación y amplía las oportunidades de colaboración, retroalimentación, accesibilidad y equidad.^{1,17}

Estudiantes, docentes, investigadoras e investigadores tienen la capacidad de generar expresiones matemáticas accesibles que contribuyan a mejorar las experiencias de enseñanza, aprendizaje o evaluación utilizando los siguientes lenguajes de marcado, notaciones matemáticas o estándares de codificación:

1. MathML (Mathematical Markup Language): el W3C propuso este estándar de lenguaje de marcado en 1998 con la finalidad de integrar notación matemática en documentos web, siendo ahora parte del lenguaje de marcado HTML 5.¹⁸

MathML permite representar símbolos y expresiones matemáticas en documentos web de manera estructurada y accesible, facilitando su interpretación por lectores de pantalla. Quienes lo utilicen deben verificar su compatibilidad con navegadores web y otras aplicaciones a fin de seleccionar las herramientas que pueden interpretarlo correctamente. En algunos casos es necesaria la instalación de complementos como MathJax.^{19,20}

2. LaTeX: Leslie Lamport creó en 1984 este

lenguaje de marcado como un sistema de preparación de documentos con alta calidad tipográfica. LaTeX²¹ se considera una norma de facto para la comunicación y publicación de documentos técnicos y científicos (artículos, libros, informes técnicos, presentaciones) estando disponible como un proyecto en software libre.

Aunque LaTeX no ha sido diseñado específicamente para la accesibilidad digital, quienes lo utilizan pueden emplearlo para representar fórmulas matemáticas complejas usando el paquete amsmath.

Los complementos como el motor de visualización MathJax permiten interpretar LaTeX a fin de renderizar expresiones matemáticas. Así se obtienen símbolos o fórmulas que luego son accesibles tanto de forma visual como auditiva directamente en una página web o en una aplicación de autor para aprendizaje en línea.²¹⁻²³

En disciplinas que requieren notación matemática compleja (matemáticas, física, ciencias de la computación) es el estándar dominante debido a su garantía de uniformidad tipográfica. LaTeX es el lenguaje de marcado requerido por parte de organizaciones como IEEE o Springer para la preparación de manuscritos como artículos o libros, disponiendo de plantillas prediseñadas.²⁴⁻²⁷

3. UTF-8: este formato representa caracteres lingüísticos y textuales de casi todos los idiomas bajo el estándar internacional Unicode (Universal Coded Character Set) y para ello utiliza una cadena de 8-bits que puede leerse como un número binario. Sus siglas son la abreviatura de 8-bit Unicode Transformation Format y fue presentado como un estándar de Internet bajo el RFC 3629 de The Internet Society en 2003.²⁸

Es la codificación de caracteres que se utiliza comúnmente en el correo electrónico y en la World Wide Web. Más del 98,5% de los sitios web codifican sus caracteres utilizando UTF-829, siendo un formato que también está disponible para la codificación en editores de texto.

Aunque el estándar UTF-8 no fue creado con la intención directa de ser una notación matemática accesible -tal es el caso del Código Nemeth, MathML o el paquete amsmath de LaTeX- su codificación asegura que los textos sean legibles, independientemente del idioma en que se exprese. Esta versatilidad se debe a la capacidad de UTF-8 para representar una amplia gama de caracteres internacionales, incluidos operadores, símbolos y signos especiales utilizados en la notación científica.

A manera de ejemplo, UTF-8 incluye tablas con codificaciones para caracteres del alfabeto griego, fracciones, Braille y operadores matemáticos. Es una codificación que garantiza la compatibilidad de contenidos con estándares anteriores como el ASCII. También apoya la universalidad del contenido porque puede representar hasta 1.114.112 códigos posibles, cuando en la actualidad están en uso un aproximado de 143.859 caracteres para soportar todos los idiomas utilizados en los contenidos digitales.³⁰

Por las razones anteriores, UTF-8 se posiciona como una codificación fundamental para garantizar la correcta visualización e intercambio internacional del contenido digital, incluyendo la notación matemática en documentos digitales y en páginas web.

Editores de Ecuaciones y Conversores de Texto a Audio

Para crear expresiones y fórmulas en notación científica accesible se utilizan editores de ecuaciones y software de conversión de formatos. Los editores de ecuaciones permiten incluir caracteres y símbolos matemáticos simples, pero también crear ecuaciones complejas utilizando una interfaz gráfica. Las aplicaciones de conversión digitalizan un texto impreso o reconocen un contenido que ya está en formato digital para luego transformarlo a un formato editable con expresiones matemáticas en notación accesible.

Estos son algunos ejemplos de herramientas para edición de ecuaciones:

☉ Editor de Ecuaciones de Microsoft: este editor crea expresiones matemáticas que se insertan en los documentos, presentaciones u hojas de cálculo utilizando codificación UnicodeMath o en LaTeX, tanto en formato lineal como profesional. El complemento MathType sustituyó al Editor Microsoft Equation 3.0 en las versiones Office 2021 y Microsoft 365.^{31,32}

☉ MathML: con esta herramienta representamos fórmulas matemáticas en formatos Web accesibles utilizando lenguaje de marcado matemático y HTML.³³

☉ Editor Math del paquete LibreOffice: crea ecuaciones usando una sintaxis similar a

LaTeX y se integra con otras herramientas de asistencia si se configura adecuadamente.³⁴

☉ InftyReader: esta herramienta reconoce texto escaneado o en documentos portables (PDF) e interpreta el contenido expresándolo como fórmulas matemáticas cuando es necesario. Exporta el texto y el contenido matemático a formatos editables como LaTeX o MathML lo cual facilita su conversión posterior a voz mediante lectores de pantalla.³⁵

Conclusiones

Incluir a estudiantes con discapacidad visual en la educación universitaria, particularmente en disciplinas STEM donde las matemáticas son relevantes, exige un compromiso firme con la accesibilidad, la flexibilidad y la equidad. Podemos alcanzar este objetivo mediante la implementación de estándares y notaciones matemáticas accesibles en el diseño de documentos educativos digitales, entre otros, libros, guías, presentaciones, investigaciones, problemarios, evaluaciones, artículos o páginas web con contenido matemático.

Respecto a los estándares, los lenguajes de marcado y las codificaciones de caracteres para la notación científica, se concluye que el Código Nemeth sigue siendo valioso para la notación matemática en Braille, pero la era digital demanda la adopción de lenguajes de marcado como MathML y LaTeX. Estos estándares y lenguajes, combinados con lectores de pantalla y la codificación UTF-8, permiten la creación de recursos educativos accesibles.

Este ensayo también destaca que la incorporación de tecnología de asistencia por sí sola no es suficiente. Se hace necesario abordar la falta de uniformidad en el uso de estándares, el desconocimiento de herramientas y la necesidad de adaptar los programas curriculares y los recursos educativos. La implementación efectiva de herramientas y estrategias de inclusión para personas con discapacidad visual requiere de una formación integral para docentes, diseñadores, estudiantes y sus círculos de apoyo.

Las instituciones educativas deben adoptar enfoques inclusivos que reconozcan y respondan a las necesidades específicas de las personas con discapacidad, sea esta visual, motora, cognitiva, etc. Al hacerlo, promovemos una educación equitativa y enriquecemos las experiencias educativas con una participación independiente, activa y colaborativa.

Para avanzar hacia una educación superior inclusiva, las instituciones deben priorizar el diseño universal, adaptar los currículos y evaluar continuamente la efectividad de las estrategias. Al hacerlo, se ayuda a eliminar barreras y enriquecemos el entorno de enseñanza, aprendizaje y evaluación para el estudiantado, independientemente de su capacidad visual. La inclusión no es solo un imperativo ético, sino también una oportunidad para fomentar la innovación y la excelencia académica.

Referencias

- 1.- Morgan, H., & Houghton, A-M., 2011, Equity Toolkit: Inclusive Teaching and Learning. Inclusive curriculum design in higher education. Considerations for effective practice across and within subject area. Colorado Department of Higher Education, USA. Disponible en <https://cdhe.colorado.gov/sites/highered/files/documents/Inclusive-Curriculum-Design-in-Higher-Education.pdf>
- 2.- McNicholl, A., Casey, H., Desmond, D., & Gallagher, P., 2019, The impact of assistive technology use for students with disabilities in higher education: a systematic review. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 16(2), 130-143. <https://doi.org/10.1080/17483107.2019.1642395>
- 3.- Clark, R., 2025, Continuous & Comprehensive Evaluation | Definition & Importance, Study.com. Disponible en <https://study.com/academy/lesson/continuous-comprehensive-evaluation-definition-requirement.html#section---WhatIsContinuousAndComprehensiveEvaluationCCE>
- 4.- Ordóñez Gutiérrez, G., Rojas Torres, L., y García Artavia, E., 2022, Elementos para adaptar una prueba de contenido matemático a personas usuarias del lector de pantalla. *Revista Educación*, vol. 46, núm. 1, Universidad de Costa Rica, Costa Rica, DOI: <https://doi.org/10.15517/revedu.v46i1.44773>. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/440/44068165007/44068165007.pdf>
- 5.- Cardona Rendón, M., 2021, Adaptación de tareas para detectar el talento matemático en personas con discapacidad visual basada en el análisis del sentido espacial y la generalización, Trabajo de Maestría en Didáctica de la Matemática, Dirigido por D. Rafael Ramírez Uclés y Dña. María C. Cañadas Santiago, Departamento de Didáctica de la Matemática, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Granada, España. Disponible en: https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/68034/2021_Cardona.pdf?sequence=1
- 6.- Conadis, 2023, Glosario de Términos sobre Discapacidad, Comisión de Política Gubernamental en Materia de Derechos Humanos, Consejo Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad, México. Disponible en: https://www.semear.gob.mx/derechos_humanos/glosario_terminos_discapacidad.pdf
- 7.- MinSalud, 2020, Glosario de Términos sobre Discapacidad, Oficina de Promoción Social Grupo Gestión en Discapacidad, Ministerio de Salud, Colombia. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/glosario-discapacidad-2020.pdf>
- 8.- BANA, s.f., Braille Authority of North America, (Nemeth Code, Unified English Braille). Disponible en: <https://www.brailleauthority.org/>
- 9.- Paths To Literacy, 2025, Nemeth Tutorial from APH. Disponible en: <https://www.pathstoliteracy.org/>
- 10.- BANA, 2022, The Nemeth Braille Code for Mathematics and Science Notation 2022. Disponible en: https://www.brailleauthority.org/sites/default/files/2025-01/Nemeth_2022_3.pdf
- 11.- Assistiv Labs, 2025, Assistive technology (Screen readers, Display modes, and Screen magnifiers). Disponible en: <https://assistivlabs.com/>

- 12.- WebAIM, 2024, Screen Reader User Survey #10 Results, Web Accessibility in Mind. Disponible en: <https://webaim.org/projects/screenreadersurvey10/>
- 13.- NV Access, 2025, About NVDA. Disponible en: <https://www.nvaccess.org/about-nvda/>
- 14.- Freedom Scientific, s.f., JAWS®. Disponible en: <https://webaim.org/projects/screenreadersurvey9/#primary>
- 15.- Apple Accessibility, 2025, Vision. Disponible en: <https://www.apple.com/accessibility/vision/>
- 16.- Microsoft Support, 2025, Complete guide to Narrator. Disponible en: <https://support.microsoft.com/en-us/windows/complete-guide-to-narrator-e4397a0d-ef4f-b386-d8ae-c172f109bdb1>
- 17.- Basantes-Andrade, A., Guerra Reyes, F. Naranjo Toro, M., e Ibadango, D., 2018, Los Lectores de Pantalla: Herramientas Tecnológicas para la Inclusión Educativa de Personas no Videntes. Información tecnológica, Vol. 29 (5), pp. 81-90. DOI: 10.4067/S0718-07642018000500081. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/328247772_Los_Lectores_de_Pantalla_Herramientas_Tecnologicas_para_la_Inclusion_Educativa_de_Personas_no_Videntes/citations
- 18.- W3C, 2014, Mathematical Markup Language (MathML) Version 3.0 2nd Edition, W3C Recommendation 10 April 2014. Disponible en: <https://www.w3.org/TR/MathML/mathml.pdf>
- 19.- Chacón, J., 2024, Escribir matemáticas en la Web de forma accesible con MathML, Programar a ciegas. Disponible en: <https://programaraciegas.net/?p=1201>
- 20.- MathJax.org, s.f., Beautiful and accessible math in all browsers. Disponible en: <https://www.mathjax.org/>
- 21.- LaTeX Project, s.f., LaTeX – A document preparation system. Disponible en: <https://www.latex-project.org/>
- 22.- American Mathematical Society - LaTeX Project, 2020, User's Guide for the amsmath Package (Version 2.1). Disponible en: <https://www.latex-project.org/help/documentation/amslatex.pdf>
- 23.- Almonte, M, 2022, Expresiones matemáticas accesibles en eLearning con Storyline, Aprendizaje en Red. Disponible en: <https://aprendizajeenred.es/expresiones-matematicas-accesibles-storyline-elearning/>
- 24.- IEEE.org, 2025, IEEE Template Selector. Disponible en <https://template-selector.ieee.org/secure/templateSelector/publicationType>
- 25.- arXiv.org, 2024, How to Use the IEEEtran LaTeX Templates. Disponible en <https://arxiv.org/html/2404.03595v1#S10>
- 26.- Springer Nature, 2023, Information for Authors of Springer Computer Science Proceedings. Disponible en <https://www.springer.com/gp/computer-science/lncs/conference-proceedings-guidelines>

- 27.- {Tex} Stack Exchange, 2024, Equation Misalignment with Springer Nature LaTeX Template Using [iicol] Option. Disponible en <https://tex.stackexchange.com/questions/722349/equation-misalignment-with-springer-nature-latex-template-using-iicol-option>
- 28.- Yergeau, F, 2003, UTF-8, a transformation format of ISO 10646, The Internet Society. Disponible en: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc3629>
- 29.- W3Techs, 2024, Historical trends in the usage statistics of character encodings for websites. Disponible en: https://w3techs.com/technologies/history_overview/character_encoding
- 30.- W3Schools, 2024, HTML UTF-8 Mathematical Operators. Disponible en: https://www.w3schools.com/charsets/ref_utf_math.asp
- 31.- Microsoft, s.f., Editor de Ecuaciones. Disponible en: <https://support.microsoft.com/es-es/office/editor-de-ecuaciones-6eac7d71-3c74-437b-80d3-c7dea24fdf3f>
- 32.- Wiris, 2025, MathType. Disponible en: <https://www.wiris.com/en/mathtype>
- 33.- Kleinfeld, S., 2025, HTML5 for Publishers - Chapter 4, MathML for Publishers, O'Reilly. Disponible en: <https://www.oreilly.com/library/view/html5-for-publishers/9781449320065/cho4.html>
- 34.- LibreOffice Documentation Team, 2021, Guía de Math 7.0. Disponible en: <https://documentation.libreoffice.org/assets/Uploads/Documentation/es/MG70/PDF/MG70-GuiaMath.pdf>
- 35.- Infty Project, 2023, Research Project on Mathematical Information Processing, Mathematical Document Recognition and Analysis, User Interface, Accessibility of Scientific Documents. Disponible en: <https://www.inftyproject.org/en/index.html>