


Adaptación al español y evidencia de validez basada en el contenido del Mathematics and Technology Attitudes Scale (MTAS)

Spanish adaptation and evidence of content-based validity of the Mathematics and Technology Attitudes Scale (MTAS)

DOI <https://doi.org/10.17981/cultedusoc.16.2.2025.6653>

Recibido: 21-10-2025; Aceptado: 15-11-2025; Publicado: 19-11-2025

Laura-Isabel Rambal-Rivaldo 

Universidad Metropolitana. Barranquilla (Colombia)
lrambalr@unimetro.edu.co 

José-Hernando Ávila-Toscano 

Universidad del Atlántico. Barranquilla (Colombia)
joseavila@mail.uniatlantico.edu.co

David-Javier Fortich-Pérez 

Universidad Tecnológica de Bolívar. Cartagena (Colombia)
dfortich@utb.edu.co

Leonardo Vargas-Delgado 

Universidad del Atlántico. Barranquilla (Colombia)
ljvargas@mail.uniatlantico.edu.co

Para citar este artículo:

Rambal-Rivaldo, L.I., Ávila-Toscano, J.H., Fortich-Pérez, D.J., Vargas-Delgado, L. (2025). Adaptación al español y evidencia de validez basada en el contenido del Mathematics and Technology Attitudes Scale (MTAS). *Cultura Educación y Sociedad*, 16(2), e6653. <http://doi.org/10.17981/cultedusoc.16.2.2025.6653>

Resumen

Introducción: El aprendizaje de la matemática es un reto educativo que encuentra en la tecnología un mecanismo de mediación valioso en la formación escolar, pero ello demanda estudiar las reacciones del estudiantado hacia el aprendizaje de matemáticas con mediación tecnológica. Sin embargo, no es amplio el banco de pruebas en español que midan conjuntamente las actitudes estudiantiles hacia la tecnología y la matemática. **Objetivo:** Este estudio tuvo como propósito adaptar al español la escala Mathematics and Technology Attitudes Scale (MTAS), y obtener evidencias de validez basadas en el contenido para su uso con estudiantes de secundaria. **Metodología:** Se realizó una traducción del inglés al español y retro traducción del español al inglés del MTAS por dos traductores nativos en ambos idiomas, y se cumplió con la adecuación lingüística procurando librar los ítems de sesgos de género gracias a un grupo focal con cinco expertos, y un pilotaje de aplicación con estudiantes colombianos. El estudio incluyó análisis de legibilidad con múltiples índices, y la validez de contenido se obtuvo mediante evaluación de jueces expertos en matemática educativa. **Resultados:** Se presenta la versión adaptada al español con adecuación cultural y con contenidos actualizados para los ítems, respondiendo a una evidencia de alto nivel de validez de contenido acorde con el análisis de expertos, así como con un grado de perspicuidad aceptable para la población a la cual se dirige. **Conclusiones:** La versión en español del MTAS constituye una herramienta útil para la investigación sobre actitudes hacia el uso de tecnología para aprender matemáticas.

Palabras clave: Validación de escala; adaptación lingüística; tecnología; matemáticas; actitudes matemáticas.

Abstract

Introduction: The learning of mathematics is an educational challenge that finds in technology a valuable mediation mechanism in school education, but this requires an in-depth study of students' reactions to technology-mediated mathematics learning. However, there is not a large bank of tests in Spanish that jointly measure student attitudes towards technology and mathematics. This study aimed to adapt the Mathematics and Technology Attitudes Scale (MTAS) to Spanish, and to obtain evidence of content-based validity for use with high school students. **Methodology:** Through an instrumental study, English-Spanish translation and Spanish-English back-translation of the MTAS was carried out by two native translators in both languages, and linguistic adequacy was achieved by trying to free the items from gender bias thanks to a focus group with five experts and a pilot test with Colombian schoolchildren. The study included readability analysis with multiple indexes and evidence of content validity was obtained through evaluation by expert judges in educational mathematics. **Results:** The version adapted to Spanish is presented with cultural adequacy and updated content for the items, responding to evidence of a high level of content validity in accordance with the expert analysis, as well as with an acceptable degree of perspicuity for the target population. **Conclusions:** The Spanish version of the MTAS constitutes a useful tool for research on attitudes toward the use of technology to learn mathematics.

Keywords: Instrument validation; linguistic adaptation; technology; mathematics; attitudes towards math.



INTRODUCCIÓN

La matemática es la asignatura que propone mayores retos en su enseñanza durante la educación escolar. Su didáctica demanda aplicar diversas y variadas estrategias que resulten atractivas para los estudiantes, y que permitan superar las preconcepciones negativas hacia esta disciplina (Fritz et al., 2019). Entre las estrategias mayormente empleadas, el mantenimiento de un ambiente de aprendizaje atractivo, con dinamismo y novedoso es clave para invitar a construir conocimiento (Vahos et al., 2019). Así es como la introducción al uso creciente de la tecnología se ha entendido como una necesidad en la enseñanza y una oportunidad para proporcionar experiencias novedosas al estudiante (Kaput et al., 2007). Diversas investigaciones exponen cómo la tecnología aporta a la mejora del aprendizaje matemático (Demitriadou et al., 2020; Higgins et al., 2019), es útil en procesos de evaluación y comunicación (McCulloch et al., 2018), y soporta la comprensión del papel de factores afectivos como las actitudes que el estudiante expresa hacia ella (Erbas et al., 2015).

Las actitudes estudiantiles hacia la tecnología pueden incidir en la respuesta mostrada hacia el proceso de aprendizaje (Fabian et al., 2018), lo cual varía en función de la naturaleza de la intervención educativa mediada con tecnología (Hilton, 2018). El estudio de las actitudes estudiantiles hacia el aprendizaje matemático con mediación tecnológica es un campo de mucho desarrollo en la literatura internacional (Higgins et al., 2019), sin embargo, estos avances han sido mayoritarios en países anglosajones, mientras que en naciones de habla hispana la evaluación afronta la escasez de instrumentos de medida ajustados a los contextos culturales.

Atendiendo a esa necesidad, este estudio propone adaptar al español el Mathematics and Technology Attitudes Scale (MTAS) desarrollado por Pierce et al. (2007). Los autores definieron cinco dimensiones como el canal afectivo para el uso de tecnología enfocada en mejorar el aprendizaje matemático: a) Actitud hacia el uso de la tecnología para aprender matemáticas, b) Confianza en las matemáticas, c) Confianza en el uso de la tecnología, d) Compromiso conductual y e) Compromiso afectivo. Las interacciones entre estas dimensiones se sustentan en la idea de que la tecnología en el aula proporciona una mejor resolución de problemas del mundo real, convirtiendo las matemáticas en una herramienta de mayor relevancia para los estudiantes, lo cual genera un mayor compromiso afectivo (Pierce et al., 2007).

El MTAS puede utilizarse en instituciones educativas interesadas en evaluar los cambios actitudinales de los estudiantes en su aprendizaje de las matemáticas como respuesta a la modificación del entorno de aprendizaje, analizando así la mejor manera de aplicar la tecnología (Pierce et al., 2007). Este instrumento ha tomado reconocimiento internacional debido a que actualmente son pocos los que integran la medición de las actitudes hacia la tecnología y las actitudes hacia las matemáticas. Sin embargo, los estudios internacionales que lo han aplicado exitosamente se han enfocado en identificar sus propiedades psicométricas, sin abordar el proceso de adaptación y validación lingüística y cultural del instrumento (Bwalya, 2019; Liburd y Jen, 2021; Mendezabal y Tindowen, 2018; Navarro-Ibarra et al. 2021; Tabuk, 2018).

La Comisión Internacional de Test (ITC, en inglés) enfatiza sobre la necesidad de garantizar la adaptación cultural de pruebas mediante procesos de traducción, desarrollo, confirmación, retrotraducción, aplicación, interpretación y documentación (Muñiz, 2018; Muñiz et al., 2013). Adaptar un instrumento al español implica un proceso iterativo de traducción y ajuste lingüístico para que su uso sea efectivo y contextualizado, conducente a garantizar validez y confiabilidad en las mediciones realizadas con la población de interés. En esta empresa es crucial recabar evidencia de validez basada en el contenido a través de procedimientos que demuestren que los ítems son relevantes y apropiados para medir el constructo bajo inspección (Elosua et al., 2014). Las recomendaciones psicométricas actuales hacen hincapié en la necesidad de que tales evidencias incluyan pruebas de legibilidad que informen sobre la comprensión de los contenidos de los instrumentos (Jebb et al., 2021), lo cual ha sido hasta ahora, una práctica poco frecuente en estudios instrumentales en español.

En los últimos años, la investigación latinoamericana ha mostrado un creciente interés por comprender las actitudes hacia las matemáticas y el uso de tecnología en el aprendizaje; sin embargo, los estudios existentes evidencian un panorama fragmentado y basado en instrumentos diversos. En México, Butto Zarzar, Leiva Márquez y García (2024) encontraron actitudes favorables hacia las matemáticas mediadas por tecnología, pero señalaron la ausencia de escalas integrales que articulen simultáneamente dimensiones matemáticas y tecnológicas. De forma complementaria, Schmitt-Cerna et al. (2024) validaron instrumentos en Perú para evaluar las actitudes matemáticas en el contexto de enseñanza virtual, aunque su alcance se limita a experiencias derivadas de la pandemia y no consideran la integración de la tecnología en escenarios presenciales.

A nivel local, Rosero-Calderón (2022) exploró como la robótica educativa fortalece el vínculo entre estudiantes y matemáticas, y González-Escorcía et al. (2018) implementaron TIC como herramienta para enseñar matemáticas en Colombia, evidenciando mejoras en motivación y rendimiento. Más recientemente Ávila-Toscano et al. (2025) analizaron en Colombia las propiedades psicométricas del MTAS destacando la necesidad de avanzar en su adaptación cultural y en la obtención de validez más robusta.

Los antecedentes evidencian vacíos en el ámbito nacional y regional claro, adaptar el MTAS constituye un aporte para la investigación aplicada en campos como psicología educativa, educación matemática y pedagogía, con el interés en evaluar el papel de la tecnología en el aprendizaje de la matemática y la forma como los alumnos asumen este proceso de mediación didáctica. El objetivo del presente estudio se basa en realizar la adaptación al español de la escala MTAS y obtener evidencias de validez basadas en el contenido para su uso con estudiantes de secundaria.

METODOLOGÍA

Diseño

Se desarrolló un estudio instrumental (Ato et al., 2013) enfocado en traducir al español el MTAS, adecuar su contenido al nivel cultural de la población escolar colombiana y recabar evidencia relacionada con la validez de contenido. Para ello, se llevó a cabo un

proceso de adaptación lingüística mediante traducción directa e inversa, seguido de la evaluación por jueces expertos para garantizar la pertinencia, claridad y equivalencia semántica de los ítems. Asimismo, se analizaron los comentarios y sugerencias respecto a la adecuación cultural y se realizaron los ajustes necesarios antes de su aplicación piloto.

Instrumento

El MTAS fue desarrollado con estudiantes de nivel medio académico en Australia. Consta de 20 ítems tipo Likert de cinco puntos, los primeros cuatro ítems emplean las opciones 1= hardly ever a 5 = nearly always, y los ítems restantes emplean las opciones 1 = strongly disagree a 5 = strongly agree.

Los reactivos se organizan en cinco dimensiones factoriales identificadas mediante Análisis de Componentes Principales que explican 65% de la varianza. Las dimensiones se denominan originalmente en inglés como Mathematics confidence ($\alpha = .87$), Confidence with technology ($\alpha = .79$), Attitude to learning mathematics with technology ($\alpha = .89$), Affective engagement ($\alpha = .65$) y Behavioural engagement ($\alpha = .72$).

Procedimiento

Antes de iniciar la investigación se atendieron los lineamientos éticos de consentimiento informado y autorización para el uso y adaptación lingüística de la escala por parte de la autora original Dra. Robyn Pierce¹. Posteriormente, el proceso de adaptación se cumplió en las siguientes fases:

Fase 1. Traducción y retrotraducción

En esta fase participaron los siguientes actores:

- Un traductor experto que realizó traducción tradicional inglés-español.
- Un equipo de cinco expertos compuesto por dos docentes de matemáticas en ejercicio y tres investigadores, incluyendo un doctor en ciencias humanas y sociales integrante de un grupo de investigación en educación matemática, un doctor en ciencias pedagógicas que lidera la línea de psicología educativa de un grupo de investigación, un licenciado en matemáticas con maestría en educación que también integra un grupo de investigación de este campo.
- Un traductor experto que evaluó la traducción tradicional y realizó la retrotraducción.

El MTAS fue traducido al español por un traductor nativo en la lengua (Traductor 1) con experticia en idioma inglés, esta versión fue revisada por el equipo de tres expertos investigadores y dos docentes de matemáticas mediante un grupo focal. Ellos, con la

¹ La Dra. Robyn Pierce es investigadora principal en la University of Melbourne (Australia), especializada en educación matemática. Sus líneas de investigación se centran en el desarrollo del razonamiento algebraico, el uso del lenguaje y de los símbolos matemáticos, así como en la integración de tecnologías educativas para optimizar el aprendizaje en matemáticas. La Dra Pierce fue contactada por correo electrónico y a través de éste autorizó la realización del presente trabajo, aceptó el uso de la información de su escala con fines académicos y de investigación para ser adaptada a un entorno sociocultural hispanoparlante.

participación del traductor propusieron ajustes idiomáticos según la edad de la población, el entorno cultural y el objetivo del uso del instrumento.

Posteriormente, un segundo experto con dominio bilingüe (Traductor 2) realizó la evaluación de la versión traducida empleando un formato que se basaba en ponderar el desempeño de cada ítem en tres categorías:

- *Claridad*: verifica que el lenguaje empleado se ajuste a la población a la cual se dirige.
- *Sintaxis*: evalúa la organización y estructura de las oraciones y el cumplimiento de su función comunicativa.
- *Coherencia*: evalúa la pertinencia de la pregunta, si responde a la dimensión propuesta por el instrumento, así como su articulación con las demás preguntas de esa dimensión.

En la evaluación, el Traductor 2 otorgaba una calificación cuantitativa a cada ítem empleando una escala Likert de cinco puntos (1= Inaceptable, 2= Deficiente, 3= Regular, 4= Bueno, 5=Excelente). Se definió un valor mínimo de 4 para considerar apropiado cada ítem traducido. La calificación se acompañaba de una evaluación cualitativa en la que el Traductor 2 expresaba comentarios sobre la estructura del ítem y definía si podía tener una mejor redacción, proponiéndola.

Esta versión fue revisada nuevamente por el equipo de expertos, quienes valoraron cualitativamente las apreciaciones surgidas de la evaluación de la traducción, además, se incluyó un grupo de diez estudiantes (cinco de cada género) que participaron del grupo focal con el fin de aplicar con ellos el instrumento y recibir su retroalimentación. Con la versión traducida revisada y las apreciaciones de los estudiantes, esta vez se valoró el uso de lenguaje no sexista garantizando el carácter genérico de las expresiones (sin sesgos masculinos). Esta última versión fue retrotraducida (español-inglés) con el objetivo de comprobar si la versión ajustada correspondía con la redacción y significados expresados en el instrumento original.

Fase 2. Evaluación de legibilidad

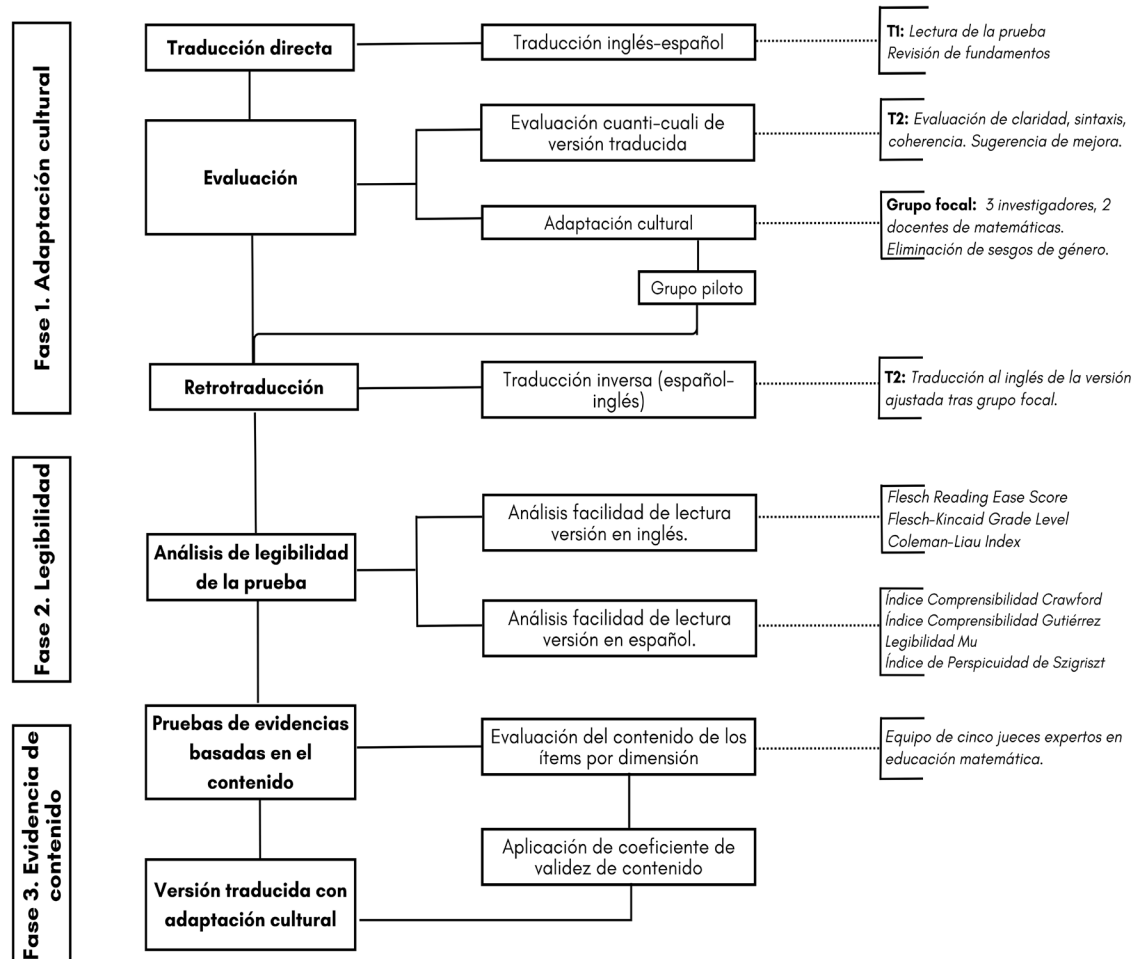
Se analizó el nivel de lectura del cuestionario evaluando la facilidad para leerlo, este proceso se cumplió con todas las versiones del MTAS. Las versiones en inglés (original y retrotraducida) se evaluaron con índices diseñados para ese idioma, como el Flesch Reading Ease Score (FRES), el cual es una fórmula que comprende varios elementos (longitud de palabras y oraciones, forma de las palabras, sílabas, etc.) para evaluar la dificultad para comprender la lectura (Barrio-Cantalejo, 2008; Eleyan et al., 2020). También se calculó el Flesch-Kincaid Grade Level (FKGL) de metodología similar, pero ponderó los resultados para definir el nivel educativo necesario para comprender un texto. Finalmente, se calculó el Coleman Liau Index (CLI, Coleman y Liau, 1975) que no emplea conteo de sílabas sino la longitud de palabras según el número de letras, definiendo el grado requerido para comprender un texto.

La versión en español fue evaluada con los índices de Comprensibilidad de Crawford (Crawford, 1989) y de Gutiérrez (1972), además, se calculó el índice de Legibilidad $M\mu$ (Muñoz, 2006) y el Índice de Perspicuidad de Szigriszt (1993), que es una adaptación del FRES para idioma español. En los resultados se describen con mayor amplitud las características de cada índice.

Fase 3. Evidencia de validez basada en el contenido

Se seleccionó un grupo de expertos para evaluar la calidad del contenido en la versión del MTAS traducida y ajustada. A partir del resultado se calculó el Coeficiente de Validez de Contenido (CVC) propuesto por Hernández-Nieto (2002). La evaluación debe cumplirse por un panel que integren de tres a cinco expertos (Balbinotti et al., 2007; Pedrosa et al. 2013), en este estudio se seleccionó el número máximo. Los jueces eran expertos en educación matemática, vinculados a grupos de investigación clasificados por el Ministerio Nacional de Ciencia y Tecnología de Colombia, con publicaciones científicas en los últimos dos años en revistas especializadas en educación matemática. Todos los panelistas eran licenciados en matemáticas, todos tenían estudios de maestría, cuatro eran candidatos a doctores en educación matemática y uno era doctor titulado en matemática educativa. La Figura 1 describe esquemáticamente el proceso de traducción y validación cultural del MTAS.

Figura 1. Organización del proceso de traducción y adaptación cultural del MTAS.



RESULTADOS

Adaptación lingüística y cultural

Se tradujo al español la versión original de la escala concebida por [Pierce et al. \(2007\)](#), previa revisión de la estructura conceptual que la ampara y de la organización lingüística. Esta revisión identificó algunas diferencias en relación con las ideas expresadas que podrían no ajustarse al momento actual ni a la concepción sociocultural de la población objetivo. Ejemplo de ello es el uso de la expresión “Graphics calculators” que emplean los ítems 17 al 20. Considerando que la evaluación apunta hacia el papel de la tecnología como medio de enseñanza y estudio de la matemática, y que el instrumento evalúa herramientas físicas (p. e.: computadores, cámaras, celulares) y software, se optó por reemplazar dicha expresión por una más amplia y abarcadora como lo fue “dispositivos tecnológicos”. La expresión “mobile phones” se cambió por “celulares”.

Otro ajuste contextual y cultural correspondió al ítem 18 “Using graphics calculators in mathematics is worth the extra effort”, cuya estructura parece sugerir al evaluado que necesita realizar actividades adicionales a la asignatura, lo cual podría generar confusión. Se optó por ajustar el ítem con una expresión genérica y simple eliminando el enunciado “extra effort” de manera que la traducción final fue “El uso de dispositivos tecnológicos en matemáticas vale la pena”.

Cumplida esta fase, el segundo traductor experto (Traductor 2) evaluó la versión en español considerando los criterios de claridad, organización y coherencia. La traducción inicial y el resultado de la evaluación se describen en la [Tabla 1](#), donde se aprecia una valoración general favorable de los ítems traducidos. Sin embargo, la puntuación de los ítems y las observaciones formuladas sobre ellos condujo a considerar nuevas correcciones, estas incluyeron reemplazar verbos y expresiones puntuales para otorgarle mayor perspicuidad a los ítems.

Por ejemplo, los reactivos 5 y 6 emplean la expresión “I am good at” que se tradujo inicialmente como “se me da bien”, la cual fue corregida por el segundo traductor proponiendo la expresión “Soy bueno”, que resulta más simple, directa y de fácil comprensión. También en el ítem 6 se actualizó su contenido, pues la versión en inglés describe VCR, DVD, MP3, dispositivos que ya no son de uso común por su obsolescencia, en su lugar se empleó videograbadoras, cámaras, computadores, celulares.

El ítem 18 nuevamente planteó necesidad de revisión producto de su organización sintáctica, la cual derivó en el uso de voz pasiva al emplear la expresión “vale la pena” al final de la oración y no al inicio. El ajuste propuesto fue invertir el orden de la oración. El equipo experto sugirió cambiar el verbo “hacer” por “resolver” en el ítem 4, y también reemplazar el verbo “arreglar” por “solucionar” en el séptimo reactivo.

ADAPTACIÓN AL ESPAÑOL Y EVIDENCIA DE VALIDEZ BASADA EN EL CONTENIDO DEL MATHEMATICS AND TECHNOLOGY ATTITUDES SCALE (MTAS)

Tabla 1. Traducción, ajuste cultural y evaluación de ítems.

<i>Dimensión 1: Behavioural engagement / Compromiso conductual</i>						
<i>Traducción tradicional T1</i>		<i>Evaluación T2</i>				<i>T2 + EE</i>
Ítem original	Ítem traducido	C	S	Co	M	Observaciones
1. I concentrate hard in mathematics	1. Me concentro mucho en las matemáticas	5	5	5	5	Claro, legible
2. I try to answer questions the teacher asks	2. Intento responder a las preguntas que hace el profesor	5	5	5	5	Claro, legible
3. If I make mistakes, I work until I have corrected them.	3. Si cometo errores, trabajo hasta corregirlos.	5	5	5	5	Claro, legible
4. If I cant do a problem, I keep trying different ideas.	4. Si no puedo hacer un problema, sigo probando diferentes ideas	4	4	4	4	Reemplazar "hacer" por "resolver"
<i>Dimensión 2: Confidence with technology / Confianza en el uso de la tecnología</i>						
<i>Traducción tradicional T1</i>		<i>Evaluación T2</i>				<i>T2 y EE</i>
<i>Original</i>	<i>Traducido</i>	C	S	Co	M	Observaciones
5. I am good at using computers	5. Se me da bien utilizar los computadores	5	4	4	4.3	Modificar "se me da bien" por una expresión más simple
6. I am good at using things like VCRs, DVDs, MP3s and mobile phones	6. Se me da bien usar cosas como videograbadoras, cámaras, computadores, celulares	5	5	5	5	
7. I can fix a lot of computer problems	7. Puedo arreglar muchos problemas informáticos	5	5	5	5	Reemplazar "arreglar" por "solucionar"
8. I can master any computer program needed for school	8. Puedo dominar cualquier programa informático necesario para la escuela	5	5	5	5	Claro, legible
<i>Dimensión 3: Mathematics confidence / Confianza en las matemáticas</i>						
<i>Traducción tradicional T1</i>		<i>Evaluación T2</i>				<i>T2 y EE</i>
<i>Original</i>	<i>Traducido</i>	C	S	Co	M	Observaciones
9. I have a mathematical mind	9. Tengo una mente matemática	5	4	5	4.6	Reemplazar "tener" por "poseer"
10. I can get good results in mathematics	10. Puedo obtener buenos resultados en matemáticas	5	5	5	5	Claro, legible
11. I know I can handle difficulties in mathematics	11. Sé que puedo manejar las dificultades en matemáticas	5	5	5	5	Claro, legible
12. I am confident with mathematics	12. Tengo confianza en las matemáticas	5	5	5	5	Claro, legible
<i>Dimensión 4: Affective engagement / Compromiso afectivo</i>						
<i>Traducción tradicional T1</i>		<i>Evaluación T2</i>				<i>T2 y EE</i>
<i>Original</i>	<i>Traducido</i>	C	S	Co	M	Observaciones
13. I am interested to learn new things in mathematics	13. Me interesa aprender cosas nuevas en matemáticas	5	4	5	4.6	Ajustar sintaxis
14. In mathematics you get rewards for your effort	14. En las matemáticas obtienes recompensas por tu esfuerzo	5	5	5	5	Claro, legible
15. Learning mathematics is enjoyable	15. Aprender matemáticas es agradable	5	5	5	5	Claro, legible
16. I get a sense of satisfaction when I solve mathematics problems	16. Tengo una sensación de satisfacción cuando resuelvo problemas de matemáticas	5	5	5	5	Claro, legible
<i>Dimensión 5: Attitude to learning mathematics with technology / Actitud hacia el uso de la tecnología para aprender matemáticas</i>						
<i>Traducción tradicional T1</i>		<i>Evaluación T2</i>				<i>T2 y EE</i>
<i>Original</i>	<i>Traducido</i>	C	S	Co	M	Observaciones
17. I like using graphics calculators for mathematics	17. Me gusta utilizar dispositivos tecnológicos para las matemáticas	5	5	5	5	Claro, legible
18. Using graphics calculators in mathematics is worth the extra effort	18. El uso de dispositivos tecnológicos en matemáticas vale la pena	4	4	4	4	Corregir voz pasiva
19. Mathematics is more interesting when using graphics calculators	19. Las matemáticas son más interesantes cuando se utilizan dispositivos tecnológicos	5	5	5	5	Claro, legible
20. Graphics calculators help me learn mathematics better	20. Los dispositivos tecnológicos me ayudan a aprender mejor matemáticas	5	5	5	5	Claro, legible

C= Claridad, S = Sintaxis, Co = Coherencia, M = Evaluación promedio, T1 = Traductor 1, T2 = Traductor 2, EE = equipo de expertos.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

La versión traducida y ajustada fue revisada por el grupo focal (equipo de expertos) con la participación de diez estudiantes de secundaria, a quienes se les entregó el cuestionario para que lo diligenciaran. Posteriormente compartieron sus apreciaciones sobre la dificultad o facilidad para responder, sobresaliendo la percepción general de que el cuestionario era entendible y claro, sin embargo, las estudiantes sí manifestaron que en algunos ítems no se identificaban como mujeres.

Esto condujo a revisar las propiedades lingüísticas para considerar el uso de un lenguaje inclusivo. El resultado fue la modificación del ítem 2, cuya traducción expresaba “Intento responder a las preguntas del profesor”. Para evitar sesgos de género se propuso “Intento responder a las preguntas de mi docente”, que incluye a profesores hombres y mujeres librando al ítem del uso exclusivo del masculino. Para el caso de los ítems 5 y 6 que inician con la expresión “Soy bueno”, se optó por emplear una expresión alternativa que no implica el género, en este caso fue “me va bien”. Ambas propuestas recibieron el visto bueno de los estudiantes. Tras aplicar los ajustes sugeridos se redactó la versión definitiva en español, que posteriormente se sometió a retrotraducción y cuyo resultado fue consistente con la versión original (Tabla 2).

Tabla 2. Versión corregida de los ítems traducidos al español y su respectiva retrotraducción.

<i>Dimensión 1: Compromiso conductual</i>		
Ítem original	Ítem traducido ajustado	Retrotraducción
1. I concentrate hard in mathematics	1. Me concentro mucho en las matemáticas	1. I focus a lot in mathematics
2. I try to answer questions the teacher asks	2. Intento responder a las preguntas que me hace mi docente de matemáticas	2. I try to answer the questions that my maths teacher asks me.
3. If I make mistakes, I work until I have corrected them.	3. Si cometo errores, trabajo hasta corregirlos.	3. If I make mistakes, I work until I correct them.
4. If I cant do a problem, I keep trying different ideas.	4. Si no puedo resolver un problema, sigo probando diferentes ideas	4. If I can't do a problem, I keep on trying different ideas
<i>Dimensión 2: Confianza en el uso de la tecnología</i>		
Ítem original	Ítem traducido ajustado	Retrotraducción
5. I am good at using computers	5. Me va bien utilizando computadores	5. I can easily use computers
6. I am good at using things like VCRs, DVDs, MP3s, and mobile phones	6. Me va bien utilizando cosas como videograbadoras, cámaras, computadores, celulares	6. I can easily use things like: videorecorders, camaras, computers, phones
7. I can fix a lot of computer problems	7. Puedo solucionar muchos problemas informáticos	7. I can fix many informatical issues
8. I can master any computer program needed for school	8. Puedo dominar cualquier programa informático necesario para la escuela	8. I can master any informatical program needed for the school
<i>Dimensión 3: Confianza en las matemáticas</i>		
Ítem original	Ítem traducido ajustado	Retrotraducción
9. I have a mathematical mind	9. Tengo una mente matemática	9. I have a mathematical mind
10. I can get good results in mathematics	10. Puedo obtener buenos resultados en matemáticas	10. I can get good results in math
11. I know I can handle difficulties in mathematics	11. Sé que puedo manejar las dificultades en matemáticas	11. I know I can handle the difficulties in math
12. I am confident with mathematics	12. Tengo confianza en las matemáticas	12. I am confidence in math
<i>Dimensión 4: Compromiso afectivo</i>		
Ítem original	Ítem traducido ajustado	Retrotraducción

ADAPTACIÓN AL ESPAÑOL Y EVIDENCIA DE VALIDEZ BASADA EN EL CONTENIDO DEL MATHEMATICS AND TECHNOLOGY ATTITUDES SCALE (MTAS)

13. I am interested to learn new things in mathematics	13. Me interesa aprender cosas nuevas en matemáticas	13. I am interested in learning new things in math
14. In mathematics you get rewards for your effort	14. En las matemáticas obtienes recompensas por tu esfuerzo	14. In math you get rewards for your effort
15. Learning mathematics is enjoyable	15. Aprender matemáticas es agradable	15. Learning math is nice
16. I get a sense of satisfaction when I solve mathematics problems	16. Tengo una sensación de satisfacción cuando resuelvo problemas de matemáticas	16. I have a satisfying feeling when I solve math problems
<i>Dimensión 5: Actitud hacia el uso de la tecnología para aprender matemáticas</i>		
Ítem original	Ítem traducido ajustado	Retrotraducción
17. I like using graphics calculators for mathematics	17. Me gusta utilizar dispositivos tecnológicos para las matemáticas	17. I like using technological devices for math
18. Using graphics calculators in mathematics is worth the extra effort	18. Vale la pena usar dispositivos tecnológicos en matemáticas	18. The use of technological devices in math is worth it
19. Mathematics is more interesting when using graphics calculators	19. Las matemáticas son más interesantes cuando se utilizan dispositivos tecnológicos	19. Math is more interesting when you use technological devices
20. Graphics calculators help me learn mathematics better	20. Los dispositivos tecnológicos me ayudan a aprender mejor matemáticas	20. Technological devices help me learn better math

Análisis de legibilidad

La **Tabla 3** contiene los índices considerados para las versiones en inglés y español del MTAS. El uso de varios índices resulta complementario y ofrece un análisis completo de las propiedades relacionadas con la posibilidad de lectura del instrumento.

Tabla 3. Descripción de índices de legibilidad para las versiones en inglés y español del MTAS.

Prueba de legibilidad		Algoritmo	Interpretación
Flesch Reading Ease (FRES)	Score	Eq. 1. $FRES = 206.835 - 1.015 \times (\text{Total palabras} / \text{Total frases}) - 84.6 \times (\text{Total sílabas} / \text{Total palabras})$	Valores de 0 a 100. Mayor puntaje indica mejor legibilidad, el rango 70-80 indica fácil lectura para individuo promedio.
Flesch-Kincaid (FKGL)	Grade Level	Eq. 2. $FKGL = 0.39 \times (\text{Total palabras} / \text{Total frases}) + 11.8 \times (\text{Total sílabas} / \text{Total palabra}) - 15.59$	La puntuación obtenida indica el grado de educación en EE.UU. para comprender un texto.
Coleman-Liau Index (CLI)		Eq. 3. $CLI = 0.0588L - 0.296S - 15.8$ <p>L = Número medio de letras por cada 100 palabras S = Número medio de frases por cada 100 palabras</p>	Emplea tabla de conversión con valores que oscilan entre ≤ 5 a ≥ 17 . Señala nivel de comprensión y grado escolar requerido (Coleman y Liau, 1975).
Comprensibilidad de Crawford		Eq. 4. $A = -0.205OP + 0.049SP - 3.407$ <p>A = número de años de escolarización; OP = número de oraciones por cada 100 palabras; SP = número de sílabas por cada 100 palabras.</p>	Identifica años de educación requeridos para comprender un texto. Originalmente pensado para nivel de escuela primaria (Crawford, 1989).

	Eq. 5.	
	$C = 95.2 - (9.7L / P) - (0.35P / F)$	
Comprensibilidad de Gutiérrez	C = comprensibilidad; L = número de letras; P = número de palabras; F = número de frases.	Creada originalmente para el español (no es una adaptación), aplicable a textos escolares de secundaria. Mayor puntaje indica mejor comprensibilidad (Gutiérrez, 1972).
	Eq. 6.	
	$\mu = (n / n - 1) \times (\bar{x} / \sigma^2) \times 100$	
Legibilidad M μ	μ = legibilidad; n = número de palabras; \bar{x} = media del número de letras por palabra; σ^2 varianza.	Facilidad de lectura de un texto. Toma de 0 a 100. A mayor valor, más legibilidad (Muñoz, 2006).
	Eq. 7.	
	$P = 206.835 - (62.3S / P) - (P / F)$	
Índice de perspicuidad de Szigriszt	P = perspicuidad; S = total de sílabas; P = número de palabras; F = número de frases.	Validación del FRES en español, con interpretación similar (Szigriszt, 1993).

Los valores en los algoritmos son predefinidos.

Los resultados de cada algoritmo se obtuvieron con hojas de cálculo y procesadores de texto de software libre. En la **Tabla 4** se describen los datos para cada versión del MTAS, identificando que la prueba original es la que presenta más bajo nivel de legibilidad como se refleja en el resultado del FKGL, que señala que el texto del instrumento es comprensible para estudiantes de grado 10 a 12 de EE.UU. (high school), mientras que el CLI clasifica el texto como difícil de leer, siendo apropiado para estudiantes de high school o para universitarios promedios.

La versión retrotraducida mejoró sustancialmente la legibilidad al alcanzar valores en el FRES y en el FKGL que le hacen comprensible para estudiantes de grados 8° y 9° para población estadounidense, mientras que el CLI muestra puntuaciones límites entre el inglés conversacional (grados 8 y 9 de secundaria) y el nivel de lectura difícil (para estudiantes de high school).

Tabla 4. **Resultados del análisis de legibilidad a las versiones en inglés y español del MTAS.**

Estadísticas de legibilidad	Legibilidad en inglés		Legibilidad en español
	MTAS	MTAS retrotraducido	MATS versión español
<i>Estadística de texto</i>			
Caracteres (sin puntos)	788	725	959
Sílabas	268	252	402
Palabras	160	161	150
Frases	20	20	20
<i>Promedios</i>			
Letras por palabra		4.4	6.36
Sílabas por palabra	1.7	1.6	2.67
Palabras por frase	8	8.1	7.14
<i>Niveles e índice de legibilidad</i>			
Flesch Reading Ease Score (FRES)	54.9	63.3	—
Flesch-Kincaid Grade Level (FKGL)	7.6	6.4	—

Coleman-Liau Index (CLI)	12.79	10.28	—		
Nivel de grado (Crawford)	—	—	6.8 años		
Comprensibilidad /Dificultad	—	—	31.01 / normal		
Legibilidad M μ / Dificultad	—	—	49.11 / difícil		
Perspicuidad Szigriszt / Dificultad	—	—	33.14 / árido		
Dimensiones del MTAS en español					
Índice de legibilidad	1	2	3	4	5
Nivel de grado (Crawford)	4.7	7.4	4.7	5.9	8.8
Comprensibilidad	40.33 ^N	24.94 ^N	34.97 ^N	30.62 ^N	25.62 ^N
Legibilidad M μ	54.07 ^{PD}	52.8 ^{PD}	51.34 ^{PD}	52.0 ^{PD}	40.3 ^D
Perspicuidad de Szigriszt	58.94 ^N	18.43 ^A	42.42 ^{BD}	37.77 ^{BD}	12.97 ^{MD}

N= normal, PD= un poco difícil, D= difícil, A= árido, BD = bastante difícil, MD = muy difícil. 1= Compromiso conductual, 2= Confianza en el uso de la tecnología, 3= Confianza en las matemáticas, 4= Compromiso afectivo, 5= Actitud hacia el uso de la tecnología para aprender matemáticas.

La traducción del MTAS mostró resultados dispares entre los índices calculados, por un lado, el índice de Crawford definió que el nivel de grado necesario para la lectura de todo el instrumento fue de 6.8 años, y el índice de Gutiérrez determinó un nivel de dificultad normal, que corresponde al lector promedio. En cambio, el índice de perspicuidad de Szigriszt obtuvo valores que corresponden a la clasificación del contenido como árido (Szigriszt, 1993), es decir, de lectura recomendada para personas con estudios técnicos o universitarios. El índice M μ coincide con esta valoración al ubicar el texto como un material de difícil lectura. Se realizó la descomposición del análisis por cada dimensión y se encontró que la de la tres a la cinco son las que presentan mayor nivel de complejidad en la lectura, mientras que las dos primeras dimensiones son de más fácil legibilidad.

Evidencia basada en el contenido

La evaluación del contenido de la versión traducida y ajustada se realizó con el método de [Hernández-Nieto \(2002\)](#), consistente en calcular el Coeficiente de Validez de Contenido (CVC) que cuantifica el grado de acuerdo entre panelistas expertos para cada ítem y para el instrumento global ([Balbinotti et al., 2007](#); [Pedrosa et al. 2013](#)). Los jueces califican los ítems con una escala de cinco puntos (1= inaceptable, 2= deficiente, 3= regular, 4= bueno, 5=excelente), posteriormente se calcula la puntuación media de cada ítem (Mx) sumando las puntuaciones obtenidas por estos y luego se divide entre el número de evaluadores.

A partir de Mx se calcula el CVC individual por reactivo (CVCi) dividiendo la media entre la puntuación máxima que el reactivo puede obtener. Posteriormente, se debe calcular el error (Pei) asociado con cada CVCi para librar de sesgo la medición, este cálculo considera el efecto del número de jueces (J) que realizan la evaluación. Para ello se emplea la fórmula:

$$\text{Eq. 8. } Pei = \left(\frac{1}{j}\right)^j$$

Este error se resta al CVCi dando como resultado el CVC final corregido de cada ítem (CVCc), y, por último, se calcula el CVC global (CVCt) del instrumento restando

la media de los Pei de la media de los CVCi. Se consideran los ítems cuyo CVCc sea superior a .80 (Hernández-Nieto, 2002).

Los resultados de este proceso se encuentran en la **Tabla 5**, donde se evidencia un alto grado de acuerdo entre los jueces tanto para cada uno de los ítems (CVCc) como para el instrumento a nivel global (CVCt). Este procedimiento condujo a aceptar todos los ítems de la versión traducida y ajustada del MTAS.

Tabla 5. Análisis del consenso entre cinco panelistas expertos a partir del cálculo del Coeficiente de Validez de Contenido.

Reactivos	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Sx	Mx	CVCi	CVCc
1	20	20	20	20	19	99	4.95	.99	.989
2	20	20	20	20	19	99	4.95	.99	.989
3	17	20	20	20	20	97	4.85	.97	.969
4	18	20	20	20	20	98	4.9	.98	.979
5	20	20	20	20	20	100	5	1	.999
6	20	20	20	20	20	100	5	1	.999
7	20	20	16	20	20	96	4.8	.96	.959
8	20	20	20	20	20	100	5	1	.999
9	17	20	20	19	20	96	4.8	.96	.959
10	20	20	20	19	20	99	4.95	.99	.989
11	20	20	20	19	20	99	4.95	.99	.989
12	20	20	20	18	20	98	4.9	.98	.979
13	20	20	20	20	20	100	5	1	.999
14	20	20	20	20	20	100	5	1	.999
15	20	20	20	20	20	100	5	1	.999
16	20	20	20	20	20	100	5	1	.999
17	20	20	20	16	20	96	4.8	.96	.959
18	20	20	20	20	19	99	4.95	.99	.989
19	20	20	20	20	20	100	5	1	.999
20	20	20	20	20	20	100	5	1	.999
Coeficiente de Validez de Contenido (CVCt) para todo el instrumento									.987

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue adaptar al español la escala MTAS y obtener evidencias de validez basadas en el contenido para su uso con estudiantes de secundaria (12 a 18 años). Los resultados de la adaptación lingüística y cultural para la población colombiana muestran que el proceso de traducción y revisión fue exitoso, ya que se logró obtener una versión en español que es comprensible, adecuada culturalmente y consistente con los constructos teóricos de la escala original.

En cuanto a la legibilidad, la versión retrotraducida fue la que presentó los mejores resultados, siendo comprensible para estudiantes de secundaria. Aunque la versión traducida también fue comprensible, presentó algunos ítems que fueron clasificados como de lectura difícil por varios de los índices calculados. Estas variaciones son

relativamente comunes producto de los enfoques que definen los diferentes tipos de algoritmos, de hecho, la literatura ha reseñado que el análisis de legibilidad de ítems aún tiene mucho camino metodológico por trasegar y las especificaciones del tipo de contenido y la población objetivo son cruciales para la adecuada elección del método de análisis (Benjamin, 2012). A pesar de ello, en general, los resultados de la evaluación de la legibilidad sugieren que la versión traducida y ajustada es aceptable para la población objetivo.

Respecto a la evidencia de validez de contenido, los resultados del análisis de consenso entre expertos educadores e investigadores en matemática escolar mostró un alto grado de acuerdo, tanto para cada ítem como para el instrumento global. Este resultado indica que la versión traducida y ajustada responde con suficiencia a la naturaleza teórica de los constructos abordados en la escala original. En este escenario es importante resaltar que el proceso de traducción contempló una revisión del lenguaje para garantizar su inclusión, librando la versión traducida de sesgos de género donde primara el uso del masculino. A nuestro juicio, se trata de un proceso necesario que ayuda a ofrecer a los estudiantes una evaluación respetuosa con su identificación, favoreciendo la inclusión y el respeto por la diversidad. La literatura respalda esta decisión al corroborar el efecto del género en la redacción de ítems generalmente favorable para los varones, incluso en pruebas de habilidades cognitivas (Kaplan y Altamis, 2019).

Este estudio afronta algunas limitaciones. Aunque se ha abordado la legibilidad como un elemento relevante en la adaptación de instrumentos (Jebb et al., 2021), el uso de algoritmos no agota la discusión sobre la comprensión de textos, tampoco está libre de controversia pues la aplicación de fórmulas de cálculo no puede reemplazar el análisis profundo de los procesos cognitivos implicados en la comprensión (Benjamin, 2012). El uso de técnicas computacionales modernas basadas en la comprensión multidimensional es una sugerencia válida para trabajos futuros (Peter et al., 2018), sin embargo, estos aportes han sido más desarrollados para el inglés. En nuestro caso, esta limitación se subsana en parte con la estrategia del pilotaje y la reflexión cualitativa con una muestra pequeña de estudiantes.

Por otro lado, la adaptación se ha enfocado en población escolar colombiana, por lo que pensar en el uso generalizado del MTAS en español requiere de nuevos estudios donde se amplíe el marco cultural con fines de incluir otros escenarios. Esto también conlleva la necesidad de formular estudios que revisen la estructura factorial del MTAS, pues si bien se presenta su traducción y ajuste al español, todavía es necesario aplicar métodos de análisis robustos que garanticen que la medición que ofrece el instrumento responde adecuadamente desde sus propiedades psicométricas. Para ello se recomienda explorar el uso de la escala en diferentes contextos educativos, como escuelas públicas y privadas, urbanas y rurales, probando la estructura factorial en relación con la propuesta original de Pierce et al. (2007), así como el cálculo de baremaciones para su calificación e interpretación.

CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación permiten concluir que la versión traducida y ajustada del MTAS es una escala apropiada para evaluar las actitudes del estudiantado hacia el aprendizaje de matemáticas con tecnología. La escala es culturalmente sensible por diversidad de género y contexto social de la población escolar colombiana.

Los hallazgos de este estudio son relevantes para la investigación en educación matemática, ya que proporcionan un instrumento que puede ser utilizado para evaluar estudiantes de habla hispana procurando comprender su forma de aproximación al uso de tecnología en clases de matemáticas. La escala puede ser utilizada para investigar el impacto de diferentes intervenciones educativas en el desempeño en matemáticas, así como para identificar factores que influyen en el aprovechamiento de los contenidos.

FINANCIACIÓN

Este estudio fue financiado por la Vicerrectoría de Investigaciones, Extensión y Proyección Social (VIEPS) de la Universidad del Atlántico (Colombia), a través del proyecto de investigación y desarrollo Actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje de las matemáticas con tecnología y su relación con la Intencionalidad didáctica percibida (CED392-CII2022).

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores no declaran conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

Laura-Isabel Rambal-Rivaldo: Desarrollo de la investigación, Supervisión, Escritura del artículo borrador original.

José Hernando Ávila-Toscano: Gestión del proceso investigativo, obtención de recursos, y escritura del artículo.

David Javier Fortich Pérez: Análisis de datos y escritura del artículo.

Leonardo Vargas-Delgado contribuyó: Obtención de recursos y escritura del artículo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Robin Pierce por su autorización para realizar la adaptación del MTAS. También agradecen a las autoridades académicas de las instituciones educativas donde se aplicó el instrumento, así como a los estudiantes y a las personas que actúan en calidad de acudientes o adultos responsables.

REFERENCIAS

- Ávila-Toscano, J. H., Rambal-Rivaldo, L. I., Fortich Pérez, D. J., & Vargas-Delgado, L. (2025). Attitudes toward learning mathematics with technology: Psychometric properties of the Mathematics and Technology Attitudes Scale. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 13(1), 76–96. <https://doi.org/10.46328/ijemst.4257>
- Ato, M., López, J., & Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, 29(3), 1038–1059. <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
- Balbinotti, M., Benetti, C., & Soares, P. (2007). Translation and validation of the Graham-Harvey survey for the Brazilian context. *International Journal of Managerial Finance*, 3(1), 26–48. <https://doi.org/10.1108/17439130710721644>
- Barrio-Cantalejo, I., Simón-Lorda, P., Melguizo, M., Escalona, I., Marijuán, M., & Hernando, P. (2008). Validación de la Escala INFLESZ para evaluar la legibilidad de los textos dirigidos a pacientes. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 31(2), 135–152. <https://doi.org/10.23938/ASSN.0181>
- Benjamin, R. (2012). Reconstructing readability: Recent developments and recommendations in the analysis of text difficulty. *Educational Psychology Review*, 24(1), 63–88. <https://doi.org/10.1007/s10648-011-9181-8>
- Butto Zarzar, C., Leiva Márquez, A. A., & García Robelo, O. (2024). Actitudes hacia las matemáticas con el uso de la tecnología: Un estudio en educación secundaria. *Horizontes Pedagógicos*, 26(1), 51–61. <https://doi.org/10.33881/0123-8264.hop.26106>
- Bwalya, D. (2019). Influence of Geogebra on students' achievement in geometric transformations and attitude towards learning mathematics with technology. *Journal of Education and Practice*, 10(13), 25–36. <https://core.ac.uk/reader/234642610>
- Coleman, M., & Liao, T. (1975). A computer readability formula designed for machine scoring. *Journal of Applied Psychology*, 60(2), 283–284. <https://doi.org/10.1037/h0076540>
- Crawford, A. (1989). Fórmula y gráfico para determinar la comprensibilidad de textos de nivel primario en castellano. *Lectura y Vida*, 4, 18–24. <https://acortar.link/8FL1C6>
- Demitriadou, E., Stavroulia, K., & Lanitis, A. (2020). Comparative evaluation of virtual and augmented reality for teaching mathematics in primary education. *Education and Information Technologies*, 25, 381–401. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09973-5>
- Eleyan, D., Othman, A., & Eleyan, A. (2020). Enhancing software comments readability using Flesch reading ease score. *Information*, 11(9), 430. <https://doi.org/10.3390/info11090430>

- Elosua, P., Mujika, J., Almeida, L. S., & Hermosilla, D. (2014). Procedimientos analítico-racionales en la adaptación de tests: Adaptación al español de la batería de pruebas de razonamiento. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 46(2), 117–126. [https://doi.org/10.1016/S0120-0534\(14\)70015-9](https://doi.org/10.1016/S0120-0534(14)70015-9)
- Erbas, A. K., Ince, M., & Kaya, S. (2015). Learning mathematics with interactive whiteboards and computer-based graphing utility. *Educational Technology & Society*, 18(2), 299–312.
- Fabian, K., Topping, K., & Barron, I. (2018). Using mobile technologies for mathematics: Effects on student attitudes and achievement. *Educational Technology Research and Development*, 66, 1119–1139. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9580-3>
- Fritz, A., Haase, V. G., & Räsänen, P. (2019). International handbook of mathematical learning difficulties. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-97148-3>
- González-Escorcia, J.A., Jiménez-Mercado, L.A., & Rangel-Fontalvo, F. (2018). Tecnologías de la información y la comunicación como herramienta para enseñar matemáticas. *Cultura Educación y Sociedad*, 9(1), 247–258. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/culturaeducacionysociedad/article/download/2256/1975/9516>
- Gutiérrez de Polini, L. (1972). Investigación sobre lectura en Venezuela. In Jornadas de Educación Primaria. Ministerio de Educación.
- Hernández-Nieto, R. (2002). Contributions to statistical analysis: The coefficients of proportional variance, content validity and Kappa. Universidad de Los Andes.
- Higgins, K., Huscroft-D'Angelo, J., & Crawford, L. (2019). Effects of technology in mathematics on achievement, motivation, and attitude: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 57(2), 283–319. <https://doi.org/10.1177/0735633117748416>
- Hilton, A. (2018). Engaging primary school students in mathematics: Can iPads make a difference? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16, 145–165. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9771-5>
- Jebb, A., Vincent Ng, & Tay, L. (2021). A review of key Likert scale development advances: 1995–2019. *Frontiers in Psychology*, 12, Article 637547. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.637547>
- Kaplan, M., & Altamis, E. (2019). Examining gender bias in multiple choice item formats violating item-writing guidelines. *International Online Journal of Educational Sciences*, 11(1), 214–229. <https://doi.org/10.15345/iojes.2019.01.015>
- Kaput, J., Hegedus, S., & Lesh, R. (2007). Technology becoming infrastructural in mathematics education. In R. Lesh, E. Hamilton, & J. Kaput (Eds.), *Foundations for the future in mathematics education* (pp. 173–192). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003064527>
- Liburd, K. K. D., & Jen, H.-Y. (2021). Investigating the effectiveness of a technological approach on students' achievement in mathematics: Case study of a high school in the Caribbean. *Sustainability*, 13(10), 5586. <https://doi.org/10.3390/su13105586>

- McCulloch, A., Hollebrands, K., Lee, H., Harrison, T., & Mutlu, A. (2018). Factors that influence secondary mathematics teachers' integration of technology in mathematics lessons. *Computers & Education*, 123, 26–40. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.04.008>
- Mendezabal, M., & Tindowen, D. (2018). Improving students' attitude, conceptual understanding, and procedural skills in differential calculus through Microsoft Mathematics. *Journal of Technology and Science Education*, 8(4), 385–397. <https://doi.org/10.3926/jotse.356>
- Muñoz, M. (2006). Legibilidad y variabilidad de los textos. *Boletín de Investigación Educativa*, 21(2). <https://acortar.link/TNYZQ2>
- Muñiz, J. (2018). Introducción a la psicometría: Teoría clásica y TRI. Pirámide.
- Muñiz, J., Elosua, P., & Hambleton, R. (2013). Directrices para la traducción y adaptación de los tests: Segunda edición. *Psicothema*, 25(2), 151–157. <https://doi.org/10.7334/psicothema2013.24>
- Navarro-Ibarra, L., García-Santillán, A., Cuevas-Salazar, O., & Ansaldo-Leyva, J. (2017). Mathematics, technology, and learning: How to align these variables to explain anxiety towards mathematics and attitude towards technology use. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(9), 6211–6229. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01060a>
- Pedrosa, I., Suárez-Álvarez, J., & García-Cueto, E. (2013). Evidencias sobre la validez de contenido: Avances teóricos y métodos para su estimación. *Acción Psicológica*, 10(2), 3–20. <https://doi.org/10.5944/ap.10.2.11820>
- Peter, S., Whelan, J., Pfund, R., & Meyers, A. (2018). A text comprehension approach to questionnaire readability: An example using gambling disorder measures. *Psychological Assessment*, 30(12), 1567–1580. <https://doi.org/10.1037/pas0000610>
- Pierce, R., Stacey, K., & Barkatsas, A. (2007). A scale for monitoring students' attitudes to learning mathematics with technology. *Computers & Education*, 48(2), 285–300. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.01.006>
- Schmitt-Cerna, I., Ramírez-Olascuaga, M., Arhuis-Inca, W., Ipanaqué-Zapata, M., Arhuis-Inca, S. R., & Bazalar-Palacios, J. (2024). Attitudes toward mathematics and virtual teaching of students in the context of COVID-19: Validation and reliability of instruments. *Frontiers in Education*, 9, 1466021. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1466021>
- Rosero-Calderón, J. D. (2022). La robótica educativa y el pensamiento matemático: Elementos vinculantes. *Cultura Educación y Sociedad*, 13(1), 141–156. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/culturaeducacionysociedad/article/view/3663/4201>
- Szigriszt, F. (1993). Sistemas predictivos de legibilidad del mensaje escrito: Fórmula de perspicuidad (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/62699>

- Tabuk, M. (2018). Adaptation of the Mathematics and Technology Attitudes Scale (MTAS) into Turkish: Validity and reliability studies for middle school students. *Journal of Education and Training Studies*, 6(7), 38–43. <https://doi.org/10.11114/jets.v6i7.3172>
- Vahos, L. E. G., Muñoz, L. E. M., & Londoño-Vásquez, D. A. (2019). El papel del docente para el logro de un aprendizaje significativo apoyado en las TIC. *Encuentros*, 17(2), 118–131.

BIODATA DE LOS AUTORES

Laura-Isabel Rambal-Rivaldo: Psicóloga, Magíster en Métodos de Investigación Social de la Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena (Colombia), Doctoranda de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz (Colombia). Investigadora del Grupo DEHUMS, Universidad Metropolitana. Docente Investigadora. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3928-6419>

José Hernando Ávila-Toscano: Psicólogo de la Universidad del Sinú (Colombia), Magíster en psicología de la Universidad del Norte (Colombia), Doctor en Ciencias Humanas y Sociales de la Universidad Nacional de Misiones (Argentina). Docente Tiempo Completo de la Universidad del Atlántico. Colíder del Grupo de Investigación GIMED. Investigador Asociado reconocido por Minciencias. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2913-1528>

David Javier Fortich Pérez: Psicólogo de la Universidad Tecnológica de Bolívar (Colombia), Magíster en Salud Pública de la Universidad del Norte (Colombia), y Especialista en Estadística Aplicada de la Universidad Tecnológica de Bolívar. Actualmente se desempeña como Director del Programa de Psicología de la Universidad Tecnológica de Bolívar. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0300-7390>

Leonardo Vargas-Delgado Docente Universidad del Atlántico. Licenciado en Matemáticas y Magíster en Educación. Integrante del Grupo de Investigación GIMED. Investigador Junior reconocido por Minciencias. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9014-1418>

ANEXO.

Versión definitiva del MTAS adaptado a población colombiana

	TD	ED	NS	DA	TA
Actitud hacia el uso de la tecnología para aprender matemáticas (AUT)	1	2	3	4	5
Me gusta utilizar dispositivos tecnológicos para las matemáticas					
Vale la pena usar dispositivos tecnológicos en matemáticas					
Las matemáticas son más interesantes cuando se utilizan dispositivos tecnológicos					
Los dispositivos tecnológicos me ayudan a aprender mejor matemáticas					
Autoconcepto en matemáticas (ACM)	1	2	3	4	5

ADAPTACIÓN AL ESPAÑOL Y EVIDENCIA DE VALIDEZ BASADA EN EL CONTENIDO DEL MATHEMATICS AND
TECHNOLOGY ATTITUDES SCALE (MTAS)

Me concentro mucho en las matemáticas						
Tengo una mente matemática						
Puedo obtener buenos resultados en matemáticas						
Sé que puedo manejar las dificultades en matemáticas						
Tengo confianza en las matemáticas						
Me interesa aprender cosas nuevas en matemáticas						
Aprender matemáticas es agradable						
	Confianza en el uso de la tecnología (CUT)	1	2	3	4	5
Me va bien utilizando computadores						
Puedo solucionar muchos problemas informáticos						
Puedo dominar cualquier programa informático necesario para la escuela						

TD = totalmente en desacuerdo, ED= en desacuerdo, NS = no estoy seguro/a, DA = de acuerdo, TA = totalmente de acuerdo.