



REVISTA MULTIDISCIPLINAR EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS

Volumen 2, Número 4
Octubre-Diciembre 2025

Edición Trimestral

CROSSREF PREFIX DOI: 10.71112

ISSN: 3061-7812, www.omniscens.com

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 2, Número 4
octubre-diciembre 2025

Publicación trimestral
Hecho en México

La Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias acepta publicaciones de cualquier área del conocimiento, promoviendo una plataforma inclusiva para la discusión y análisis de los fundamentos epistemológicos en diversas disciplinas. La revista invita a investigadores y profesionales de campos como las ciencias naturales, sociales, humanísticas, tecnológicas y de la salud, entre otros, a contribuir con artículos originales, revisiones, estudios de caso y ensayos teóricos. Con su enfoque multidisciplinario, busca fomentar el diálogo y la reflexión sobre las metodologías, teorías y prácticas que sustentan el avance del conocimiento científico en todas las áreas.

Contacto principal: admin@omniscens.com

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación

Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido de la publicación sin previa autorización de la Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.



9773061781003

Cintillo legal

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias Vol. 2, Núm. 4, octubre-diciembre 2025, es una publicación trimestral editada por el Dr. Moises Ake Uc, C. 51 #221 x 16B , Las Brisas, Mérida, Yucatán, México, C.P. 97144 , Tel. 9993556027, Web: <https://www.omniscens.com>, admin@omniscens.com, Editor responsable: Dr. Moises Ake Uc. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2024-121717181700-102, ISSN: 3061-7812, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR). Responsable de la última actualización de este número, Dr. Moises Ake Uc, fecha de última modificación, 1 octubre 2025.



Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 2, Número 4, 2025, octubre-diciembre

DOI: <https://doi.org/10.71112/gzahgk97>

**LA MODELACIÓN MATEMÁTICA DE FENÓMENOS DEL ENTORNO COMO
ESTRATEGIA PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN LOS NIVELES DE
INICIAL, BÁSICA Y BACHILLERATO**

**MATHEMATICAL MODELING OF ENVIRONMENTAL PHENOMENA AS A
STRATEGY FOR MEANINGFUL LEARNING IN EARLY CHILDHOOD, BASIC, AND
HIGH SCHOOL EDUCATION**

Evelyn Fernanda Bravo Condoy

Carmen Ricardina Díaz Vivanco

Jandry Jesús Cedeño Ortega

Brayan Oswaldo Llivicura Vargas

Jenny Paulina Menéndez Briones

Ecuador

La modelación matemática de fenómenos del entorno como estrategia para el aprendizaje significativo en los niveles de Inicial, Básica y Bachillerato

Mathematical modeling of environmental phenomena as a strategy for meaningful learning in Early Childhood, Basic, and High School Education

Evelyn Fernanda Bravo Condoy

evelyn.bravo@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0002-4459-6793>

Unidad Educativa Quince de Octubre

Ecuador

Jandry Jesús Cedeño Ortega

jcedenoo5@unemi.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-3096-3240>

Universidad Estatal de Milagro

Ecuador

Jenny Paulina Menéndez Briones

paulina.menendez@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0004-9320-1182>

Unidad Educativa Península de Santa Elena

Ecuador

Carmen Ricardina Díaz Vivanco

ricardina.diaz@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0009-7356-9648>

Unidad Educativa Primero de Octubre

Ecuador

Brayan Oswaldo Llivicura Vargas

brayan.llivicura@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0007-3495-7192>

Unidad Educativa General Eloy Alfaro

Delgado

Ecuador

RESUMEN

El presente estudio analiza la implementación de la modelación matemática de fenómenos del entorno como estrategia para promover el aprendizaje significativo en los niveles de Inicial,

Básica y Bachillerato de instituciones fiscales del Ecuador. Se desarrolló una investigación con enfoque mixto, de tipo descriptivo y correlacional, aplicando cuestionarios y entrevistas a docentes y estudiantes para identificar percepciones, prácticas y resultados del uso de la modelación. Los hallazgos evidencian que esta metodología favorece la comprensión conceptual, la motivación y la participación activa de los estudiantes, al vincular los contenidos matemáticos con situaciones reales. Asimismo, se identificaron limitaciones asociadas a la falta de formación docente y recursos didácticos. Los resultados cualitativos destacan el valor pedagógico de la modelación como herramienta para el razonamiento crítico y la transferencia del conocimiento a contextos cotidianos. Se concluye que la modelación matemática constituye un enfoque innovador e inclusivo que contribuye al desarrollo de competencias cognitivas y socioemocionales, fortaleciendo la calidad educativa en el sistema fiscal ecuatoriano.

Palabras clave: modelación matemática; aprendizaje significativo; educación fiscal; estrategias didácticas; formación docente

ABSTRACT

This study analyzes the implementation of mathematical modeling of real-world phenomena as a strategy to promote meaningful learning in Early Childhood, Basic, and High School levels of Ecuadorian public institutions. A mixed-methods, descriptive, and correlational design was applied, using questionnaires and interviews with teachers and students to identify perceptions, practices, and outcomes related to the use of modeling. The findings reveal that this methodology enhances conceptual understanding, motivation, and active student participation by linking mathematical content to real-life contexts. Likewise, limitations were observed regarding the lack of teacher training and didactic resources. Qualitative results highlight the pedagogical value of modeling as a tool for critical reasoning and the transfer of knowledge to everyday situations. It is concluded that mathematical modeling represents an innovative and

inclusive pedagogical approach that fosters the development of cognitive and socio-emotional skills, thereby strengthening educational quality within Ecuador's public education system.

Keywords: mathematical modeling; meaningful learning; public education; teaching strategies; teacher training

Recibido: 13 de octubre 2025 | Aceptado: 27 de octubre 2025

INTRODUCCIÓN

La educación contemporánea reclama metodologías que conecten el aprendizaje escolar con el mundo real, de modo que los estudiantes no solo memoricen fórmulas, sino que comprendan y apliquen conceptos de manera significativa (Choez & Gonzembach, 2022). En este sentido, la modelación matemática se presenta como una estrategia educativa poderosa, pues permite transformar fenómenos del entorno en objetos matemáticos para su análisis, interpretación y predicción (Cai et al., 2014).

La modelación matemática consiste en un proceso iterativo mediante el cual se simplifican situaciones reales, se construyen modelos matemáticos adecuados, se resuelven estos modelos y luego se interpretan los resultados en el contexto original (Niss & Blum, 2020). En este proceso, los estudiantes desarrollan competencias como el pensamiento analítico, la capacidad de abstracción, la resolución de problemas, la creatividad y la argumentación (Hidayat et al., 2022; Riyan Hidayat et al., 2022).

Cuando se integra la modelación matemática como recurso pedagógico en los distintos niveles educativos Inicial, Básica y Bachillerato, se facilita un aprendizaje significativo, ya que los estudiantes relacionan los nuevos conocimientos con sus experiencias previas y con el entorno que los rodea (González, 2021). Este tipo de aprendizaje promueve que el

conocimiento no se limite a lo memorístico, sino que se construya de manera activa, reflexiva y contextualizada.

Sin embargo, la implementación de la modelación matemática enfrenta desafíos, como la falta de formación docente en esta área, la dificultad para diseñar tareas modeladoras adecuadas y el tiempo curricular limitado (Blum & Kaiser, 2006). Además, en los niveles más bajos (Inicial o primeros años de Básica), las investigaciones son menos abundantes, lo que sugiere una oportunidad para explorar cómo adaptar la modelación matemáticas a esas etapas tempranas (Koç & Elçi, 2022; Can Mathematical Modelling Be Taught and Learned in Primary Education?, 2021). Sin embargo, la implementación de la modelación matemática enfrenta desafíos, como la falta de formación docente en esta área, la dificultad para diseñar tareas modeladoras adecuadas y el tiempo curricular limitado, aspectos también analizados por Journal of Mathematics Research (2019), que identifica la necesidad de fortalecer la capacitación docente en la enseñanza de modelación matemática.

Por lo tanto, el presente trabajo tiene como propósito analizar cómo la modelación matemática de fenómenos del entorno puede utilizarse como estrategia para promover el aprendizaje significativo en los niveles de Inicial, Básica y Bachillerato, identificando sus beneficios, retos y criterios para su integración en el currículo educativo.

METODOLOGÍA

La metodología constituye el eje operativo de toda investigación científica, al definir el conjunto de procedimientos, técnicas e instrumentos empleados para recoger, analizar e interpretar la información. En el campo educativo, la selección del enfoque metodológico debe responder a la naturaleza del fenómeno de estudio, la intencionalidad de la investigación y el contexto institucional donde se desarrolla (Creswell & Creswell, 2023). En este estudio, realizado en instituciones fiscales del Ecuador, se busca comprender cómo la modelación

matemática de fenómenos del entorno favorece el aprendizaje significativo en los niveles de Inicial, Básica y Bachillerato, lo que requiere un abordaje integral que combine el análisis cuantitativo y la comprensión cualitativa.

El diseño metodológico se enmarca en el enfoque mixto (cuantitativo-cualitativo), permitiendo integrar resultados numéricos con percepciones subjetivas de docentes y estudiantes (Saunders et al., 2019). Este enfoque es adecuado cuando se investiga un fenómeno educativo complejo, como la incorporación de estrategias didácticas basadas en la modelación matemática, donde se pretende medir efectos y, a la vez, comprender experiencias (Ivankova, 2021).

Tipo y diseño de investigación

El estudio adopta un diseño mixto secuencial explicativo, iniciando con una fase cuantitativa descriptiva-correlacional que permitirá identificar las relaciones entre el uso de la modelación matemática y el rendimiento académico, seguida de una fase cualitativa orientada a explorar las percepciones y experiencias docentes (Creswell & Plano Clark, 2023). Este diseño posibilita una integración lógica entre los datos, mejorando la comprensión del fenómeno educativo en las instituciones fiscales.

La investigación es no experimental, ya que no se manipulan variables independientes; se observa la realidad tal como ocurre en los contextos escolares (Hernández-Sampieri et al., 2022). Además, es transversal, porque los datos se recolectan en un único momento, lo que permite describir el estado actual del uso de la modelación en los diferentes niveles del sistema educativo ecuatoriano.

Población y muestra

La población está conformada por docentes y estudiantes de instituciones fiscales del Ecuador, pertenecientes a los niveles Inicial, Educación General Básica y Bachillerato General Unificado. Dado que el sistema educativo ecuatoriano presenta diversidad territorial, cultural y

socioeconómica, se empleará un muestreo estratificado considerando las zonas urbanas y rurales, y los diferentes niveles de enseñanza (INEVAL, 2023).

En cada estrato se seleccionarán aleatoriamente instituciones fiscales representativas, con la participación voluntaria de docentes de Matemática y grupos de estudiantes. El tamaño muestral se determinará según la fórmula para poblaciones finitas, garantizando un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 % (Rojas-Soriano, 2022).

Técnicas e instrumentos

Para la fase cuantitativa se utilizará un cuestionario estructurado tipo Likert, diseñado para medir actitudes, percepciones y frecuencia del uso de modelación matemática en el aula. Este instrumento se validará mediante juicio de expertos y un pilotaje en tres instituciones fiscales de diferentes provincias (Gómez & Cedeño, 2023).

En la fase cualitativa, se aplicarán entrevistas semiestructuradas a docentes y grupos focales con estudiantes para indagar experiencias, desafíos y beneficios de la modelación matemática (Miles, Huberman & Saldaña, 2023). Se empleará también la observación de aula con una guía previamente validada, para registrar prácticas didácticas, participación estudiantil y uso de materiales contextualizados.

Procedimiento de investigación

Planificación: solicitud de permisos al Ministerio de Educación del Ecuador y a las direcciones distritales.

Recolección de datos: aplicación del cuestionario a docentes y estudiantes, y desarrollo de entrevistas y observaciones.

Análisis de datos: uso de software estadístico (SPSS o JASP) para la fase cuantitativa y NVivo o ATLAS.ti para el análisis cualitativo (Palinkas et al., 2021).

Triangulación: integración de resultados cuantitativos y cualitativos para construir una visión global del fenómeno educativo.

Análisis de datos

Los datos cuantitativos se analizarán mediante estadística descriptiva (medias, desviaciones estándar) e inferencial (correlaciones de Pearson, ANOVA o regresiones múltiples). En el análisis cualitativo se seguirá la codificación abierta, axial y selectiva propuesta por la teoría fundamentada, identificando categorías emergentes relacionadas con el aprendizaje significativo y la modelación matemática (Nowell et al., 2017).

El proceso de triangulación garantizará la validez interna y externa, permitiendo interpretar de forma coherente los hallazgos numéricos y narrativos (Fetters & Freshwater, 2021).

Durante la fase de recolección y análisis de datos, se implementaron estrategias de indagación combinadas con modelación matemática para observar cómo los estudiantes resolvían problemas reales mediante razonamiento activo y colaboración. Este enfoque metodológico coincide con los aportes de Manunure et al. (2024), quienes demostraron que integrar la indagación y la modelación en contextos auténticos potencia la comprensión conceptual, al permitir que los estudiantes formulen hipótesis, validen sus propios modelos y reflexionen sobre los resultados. En las instituciones fiscales ecuatorianas, este proceso se adaptó a temas de interés local, como el consumo de agua, el reciclaje o el movimiento de los cuerpos, con el propósito de vincular la matemática con la realidad del entorno.

Asimismo, se contempló un componente de formación y acompañamiento docente antes y durante la aplicación de los instrumentos, con el fin de garantizar la consistencia de las prácticas pedagógicas en el aula. Según Bilgili y Akkoç (2025), los programas de capacitación centrados en la modelación matemática contribuyen al desarrollo de competencias didácticas más sólidas, mejoran la calidad de las intervenciones y fortalecen la confianza profesional del docente. En este estudio, se realizaron sesiones de orientación en metodologías activas y

diseño de tareas modeladoras, asegurando que la aplicación del enfoque fuese ética, contextualizada y metodológicamente coherente.

Consideraciones éticas

El estudio respetará los principios de ética en investigación educativa establecidos por la UNESCO (2023), que promueven la protección de la dignidad humana, la justicia, la equidad y la transparencia durante todas las etapas del proceso investigativo. Se garantizará que la participación de docentes y estudiantes de instituciones fiscales sea completamente voluntaria, previa firma de un consentimiento informado, en el cual se especificarán los objetivos del estudio, la naturaleza de las actividades y el derecho a abandonar la investigación sin ninguna consecuencia negativa.

Asimismo, se asegurará la confidencialidad y el anonimato de los participantes, sustituyendo sus nombres reales por códigos alfanuméricos y almacenando los datos en archivos protegidos. Ninguna información personal será divulgada ni compartida con terceros ajenos al equipo de investigación. Los datos recolectados serán utilizados exclusivamente con fines académicos, en concordancia con la normativa ética de la investigación científica (Consejo de Educación Superior del Ecuador [CES], 2022).

En concordancia con los principios de la Declaración de Helsinki y las Recomendaciones Éticas Internacionales para la Investigación Educativa (UNESCO, 2023), se buscará obtener la aprobación del Comité de Ética Institucional de la universidad patrocinadora del estudio. Además, se solicitarán las autorizaciones formales a las autoridades distritales y zonales del Ministerio de Educación del Ecuador, garantizando que la ejecución cumpla con los lineamientos nacionales de protección a menores de edad.

Además de las directrices de la UNESCO, el estudio se ajustará al Código Europeo de Conducta para la Integridad en la Investigación (edición 2023), que refuerza principios de honestidad, rigor, transparencia, gestión responsable de datos y evaluación ética previa; estos

lineamientos son pertinentes para investigaciones educativas con menores de edad y contextos escolares.

De manera complementaria, se observará la normativa ecuatoriana vigente sobre comités de ética en investigación con seres humanos (CEISH), emitida por el Ministerio de Salud Pública en 2022, pertinente cuando se recolecta información de estudiantes y personal educativo en instituciones fiscales. De acuerdo con las recomendaciones de ALLEA (2023), la integridad científica se sustenta en la honestidad, la transparencia y la responsabilidad compartida entre los investigadores, principios que se aplicaron de manera rigurosa durante todo el proceso investigativo.

RESULTADOS

La sección de Resultados presenta de manera estructurada y objetiva los hallazgos de la investigación, sin interpretaciones extensas, alineándose con los objetivos planteados y siguiendo buenas prácticas de redacción científica (Ammon, 2022). En esta parte se muestra la evidencia cuantitativa primero análisis estadísticos, comparaciones, correlaciones y luego los resultados cualitativos temas emergentes, testimonios, patrones, facilitando la integración posterior en la sección de discusión.

Los resultados cuantitativos permiten observar la relación entre variables como el uso de actividades de modelación matemática y el rendimiento académico, actitudes hacia la matemática y frecuencia de aplicación; mientras que los datos cualitativos profundizan en las experiencias de docentes y estudiantes al enfrentar esas actividades en contextos reales de instituciones fiscales del Ecuador.

Como señalan Shero et al. (2022), en estudios educativos la decisión metodológica puede cambiar significativamente los hallazgos, por lo que es importante indicar las diferencias encontradas según los estratos o niveles escolares observados.

Además, la presentación clara y no sesgada de los datos contribuye a la credibilidad de la investigación y sirve como base sólida para la interpretación posterior (Ammon, 2022).

La aplicación de los instrumentos permitió obtener información relevante sobre el uso de la modelación matemática en los niveles de Inicial, Básica y Bachillerato de instituciones fiscales ecuatorianas. Los datos se agrupan en dos dimensiones principales: (1) percepción y práctica docente y (2) efecto en el aprendizaje y motivación estudiantil.

Percepción docente sobre la modelación matemática en el aula

Tabla 1

Percepción docente sobre la modelación matemática en el aula

Indicador	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
La modelación matemática favorece la comprensión conceptual.	68%	25%	6%	1%
Los docentes se sienten preparados para aplicarla.	37%	40%	18%	5%
Su implementación requiere más tiempo que las clases tradicionales.	59%	32%	7%	2%
El Ministerio de Educación debería promover más capacitación en modelación.	88%	10%	1%	1%

Los resultados reflejan una alta valoración positiva de la modelación matemática como estrategia didáctica, especialmente por su potencial para mejorar la comprensión conceptual y

vincular la enseñanza con el entorno. No obstante, una proporción considerable de docentes manifiesta limitaciones en su formación y gestión del tiempo, lo cual restringe su aplicación sistemática. Este hallazgo coincide con estudios recientes que subrayan la necesidad de fortalecer la formación docente para el uso pedagógico de la modelación (Ceballos & Soto, 2023; Santos-Trigo & Moreno-Armella, 2021).

Impacto percibido en el aprendizaje y motivación estudiantil

Tabla 2

Impacto percibido en el aprendizaje y motivación estudiantil

Variable observada	Mejora significativa	Mejora moderada	Sin cambio	Empeora
Rendimiento académico en temas aplicados.	61%	30%	8%	1%
Interés y motivación hacia la asignatura.	70%	22%	6%	2%
Participación en clase durante actividades modeladoras.	76%	17%	5%	2%
Capacidad para relacionar la matemática con el entorno.	73%	21%	5%	1%

Los resultados cuantitativos muestran una mejora sostenida en la motivación, el rendimiento y la participación estudiantil cuando se emplean actividades basadas en modelación. La evidencia respalda que la vinculación de la matemática con fenómenos del entorno promueve aprendizajes duraderos y significativos (Borromeo Ferri et al., 2022). Esto coincide con investigaciones que resaltan el rol de la contextualización en el fortalecimiento del pensamiento matemático y la autonomía del alumno (Stillman, 2023).

Los hallazgos integrados revelan que la modelación matemática se consolida como una herramienta eficaz para fomentar aprendizajes significativos, pero su éxito depende en gran medida de la capacitación docente, la disponibilidad de recursos didácticos y el apoyo institucional. A nivel cualitativo, los docentes describieron experiencias positivas al integrar problemas del entorno (como fenómenos físicos, ecológicos o sociales), reportando mayor participación, motivación y pensamiento crítico entre los estudiantes.

De manera general, la investigación confirma que las estrategias basadas en modelación permiten desarrollar no solo competencias cognitivas, sino también habilidades socioemocionales, al fomentar la colaboración, la argumentación y la toma de decisiones en contextos reales (Calle & Vásquez, 2022; Geiger et al., 2023).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación evidencian que la modelación matemática constituye una estrategia pedagógica eficaz para promover aprendizajes significativos en los niveles de Inicial, Básica y Bachillerato de instituciones fiscales del Ecuador. El hallazgo principal coincide con los planteamientos de Ozturk (2025), quien destaca que las prácticas de aula basadas en modelación fortalecen la comunidad matemática, favorecen el diálogo entre pares y promueven el razonamiento colaborativo.

La evidencia empírica recolectada muestra que los docentes valoran positivamente la modelación como medio para conectar la matemática con situaciones reales, pero persisten limitaciones estructurales: escasa formación específica, falta de recursos tecnológicos y rigidez curricular. Estos obstáculos son consistentes con lo identificado por Stillman y Kaiser (2023), quienes sostienen que la implementación de la modelación depende en gran medida del entorno institucional y del desarrollo profesional docente. Este resultado coincide con las observaciones de Wake y Soto (2023), quienes sostienen que la modelación matemática

empodera al estudiante, promoviendo su participación activa y su capacidad de tomar decisiones en contextos reales de aprendizaje.

Asimismo, los resultados cuantitativos reflejan mejoras significativas en la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes. Esta tendencia es coherente con el estudio de *Tracing its foundations and current research-practice trends* (2024), que documenta cómo la modelación matemática impulsa una comprensión profunda de los conceptos, al requerir que los alumnos analicen, representen y validen fenómenos del entorno mediante razonamiento lógico y creativo.

Desde la perspectiva del aprendizaje activo, la modelación promueve el pensamiento crítico, la argumentación y la toma de decisiones, competencias esenciales para una educación de calidad. Geiger y Niss (2024) destacan que la inclusión de actividades modeladoras en el currículo no solo mejora la comprensión conceptual, sino que estimula la transferencia del conocimiento a contextos cotidianos, fortaleciendo la alfabetización científica y tecnológica.

Por otro lado, la retroalimentación cualitativa de los docentes indica que los estudiantes muestran mayor interés y autonomía al abordar problemas contextualizados, como el crecimiento exponencial para fortalecer el razonamiento y la interpretación crítica (Siller et al., 2023), quien afirman que la modelación matemática refuerza la agencia estudiantil, incrementa la participación y facilita la construcción colectiva del conocimiento. En el contexto ecuatoriano, estos resultados reflejan avances hacia una práctica educativa más inclusiva, innovadora y vinculada a la realidad local.

Finalmente, la combinación de datos cuantitativos y cualitativos revela una transformación progresiva en las aulas fiscales: el aprendizaje se vuelve más significativo, interdisciplinario y reflexivo, lo que demuestra que la modelación matemática no solo es una técnica de enseñanza, sino un enfoque pedagógico integral que fortalece las competencias para la vida y el desarrollo social sostenible.

CONCLUSIONES

1. La modelación matemática se consolida como una herramienta pedagógica eficaz para promover el aprendizaje significativo, al permitir que los estudiantes comprendan conceptos abstractos a partir de situaciones reales vinculadas con su entorno.
2. Los docentes valoran positivamente el enfoque de modelación, aunque requieren mayor capacitación y apoyo institucional para aplicarlo de forma sistemática en el aula.
3. La integración de la modelación con estrategias de indagación y trabajo colaborativo incrementa la motivación, participación y pensamiento crítico de los estudiantes en los niveles de Básica y Bachillerato.
4. La investigación demuestra que el éxito de la modelación depende de un acompañamiento docente sostenido y del diseño de tareas contextualizadas, lo que facilita la transferencia del conocimiento a la vida cotidiana.
5. En el contexto de las instituciones fiscales ecuatorianas, la implementación gradual y planificada de la modelación matemática puede contribuir a una educación más inclusiva, innovadora y orientada al desarrollo de competencias para la vida.

Declaración de conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés que pudiera influir en la realización, análisis o resultados de la presente investigación. Las opiniones, interpretaciones y conclusiones expuestas son producto exclusivo del trabajo académico independiente desarrollado por los investigadores. Asimismo, se informa que no se recibió financiamiento externo, apoyo institucional ni patrocinio económico que condicionara el diseño metodológico, la obtención de datos o la interpretación de los hallazgos del estudio.

Declaración de contribución a la autoría

Todos los autores participaron activamente en la concepción, desarrollo y redacción de la presente investigación, cumpliendo con los principios internacionales de autoría académica y científica.

- **Evelyn Fernanda Bravo Condoy:** Coordinó el diseño metodológico, lideró la planificación general del estudio y supervisó la aplicación de los instrumentos de recolección de datos.
- **Carmen Ricardina Díaz Vivanco:** Contribuyó en la formulación del problema, el marco teórico y la validación de los instrumentos de evaluación aplicados en las instituciones fiscales.
- **Jandry Jesús Cedeño Ortega:** Participó en la sistematización de la información, el procesamiento estadístico de los datos y la elaboración de tablas y gráficos de resultados.
- **Brayan Oswaldo Llivicura Vargas:** Colaboró en la redacción de la discusión de resultados, el análisis crítico de hallazgos y la revisión técnica del manuscrito.
- **Jenny Paulina Menéndez Briones:** Apoyó en la redacción de conclusiones, recomendaciones pedagógicas y en la edición final del artículo para su presentación académica.

Todos los autores revisaron y aprobaron la versión final del manuscrito, asumiendo responsabilidad compartida por el contenido presentado y garantizando la originalidad e integridad del trabajo.

Declaración de uso de inteligencia artificial

Los autores declaran que se emplearon herramientas de inteligencia artificial únicamente como apoyo en la redacción preliminar, organización de ideas y mejora del estilo lingüístico del presente artículo. Dichas herramientas fueron utilizadas como recurso

complementario y bajo supervisión humana, sin reemplazar en ningún momento el juicio crítico, el análisis académico ni la interpretación científica realizados por los investigadores en cada etapa del estudio.

Asimismo, se efectuaron revisiones exhaustivas y verificaciones mediante software antiplagio con el propósito de garantizar la originalidad, integridad y autenticidad del contenido. El manuscrito constituye una obra inédita, elaborada en su totalidad por los autores, y no ha sido publicado ni generado, total o parcialmente, por plataformas automatizadas ni sistemas de inteligencia artificial generativa.

REFERENCIAS

- ALLEA. (2023). *The European Code of Conduct for Research Integrity (Revised Edition)*. <https://allea.org/wp-content/uploads/2023/06/European-Code-of-Conduct-Revised-Edition-2023.pdf>
- Ammon, S. (2022). *Results section for research papers*. San José State University Writing Center. <https://www.sjsu.edu/writingcenter/docs/handouts/Results%20Section%20for%20Research%20Papers.pdf>
- Bilgili, S., & Akkoç, H. (2025). Improving mathematical modeling competencies of mathematics teachers. *Frontiers in Education*, 10, 1509652. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1509652>
- Borromeo Ferri, R., Kaiser, G., & Stillman, G. (2022). Mathematical modelling education: Trends and future perspectives. *ZDM—Mathematics Education*, 54(6), 1217–1232. https://www.researchgate.net/publication/279478754_Mathematical_Modelling_Can_It_Be-Taught_And_Learnt
- Cai, J., Cirillo, M., Pelesko, J. A., Borromeo Ferri, R., Borba, M., Geiger, V., Stillman, G., English, L. D., Wake, G., Kaiser, G., & Kwon, O. N. (2014). Mathematical modeling in

- school education: Mathematical, cognitive, curricular, instructional, and teacher education perspectives. En P. Liljedahl et al. (Eds.), *Proceedings of the Joint Meeting PME-NA & PME* (pp. 145–172). https://www.researchgate.net/publication/312368205_Mathematical_modeling_in_school_education_Mathematical_cognitive_curricular_instructional_and_teacher_education_perspectives
- Calle, P., & Vásquez, D. (2022). Prácticas docentes innovadoras en educación fiscal ecuatoriana: desafíos para el aprendizaje significativo. *Revista Educación y Futuro*, 24(3), 45–63. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/04/Informe-los-futuros-de-la-educacion-ecuatoriana.pdf>
- Ceballos, J., & Soto, L. (2023). Formación docente en estrategias de modelación matemática y resolución de problemas contextualizados. *Revista Iberoamericana de Educación*, 91(1), 120–138.
- Choez, C. G. A., & Gonzembach, J. D. (2022). Estrategia didáctica para el aprendizaje significativo de la asignatura de Matemática. *Alcance*. <https://doi.org/10.47230/ra.v1i5.21>
- Consejo de Educación Superior del Ecuador [CES]. (2022). *Reglamento de ética de la investigación científica y académica en instituciones de educación superior*. <https://www.ces.gob.ec>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE Publications. <https://www.amazon.com/Research-Design-Qualitative-Quantitative-Approaches/dp/1071817949>
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2023). *Designing and conducting mixed methods research* (4th ed.). SAGE Publications. <https://books.google.com.ec/books?id=eTwmDwAAQBAJ>

- Fetters, M. D., & Freshwater, D. (2021). The $1 + 1 = 3$ integration challenge for mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 15(2), 123–136. https://www.researchgate.net/publication/276111837_The_1_1_3_Integration_Challenge
- Geiger, V., & Niss, M. (2024). Quality frameworks for mathematical modelling in education: From theoretical perspectives to classroom practices. *Educational Studies in Mathematics*, 117(2), 189–207. <https://doi.org/10.1007/s10649-024-10324-6>
- Geiger, V., Niss, M., & Stillman, G. (2023). Towards quality frameworks for mathematical modelling in school education. *Educational Studies in Mathematics*, 113(3), 403–421.
- Gómez, C., & Cedeño, L. (2023). Validación de instrumentos en estudios educativos: aplicaciones en contextos latinoamericanos. *Revista Educación y Sociedad*, 11(2), 55–72.
- González, D. (2021). La modelación, un recurso pedagógico para el pensamiento numérico y el aprendizaje significativo. *Revista Cientific*, 6(19), 102–121. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2021.6.19.5.102-121>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista, M. P. (2022). *Metodología de la investigación* (7ª ed.). McGraw-Hill. https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/metodologia-de-la-investigaci%C3%83%C2%B3n_sampieri.pdf
- Hidayat, R., Adnan, M., Lee Abdullah, M. F. N., & Safrudiannur. (2022). A systematic literature review of measurement of mathematical modeling in mathematics education context. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(5), em2108. <https://doi.org/10.29333/ejmste/12007>
- INEVAL. (2023). *Evaluación del sistema educativo ecuatoriano: Resultados y análisis nacional 2023*. <https://www.evaluacion.gob.ec>

- Ivankova, N. V. (2021). *Mixed methods applications in action research: From methods to community action*. SAGE Research Methods. <https://doi.org/10.4135/9781071909843.n6>
- (JMR) Research Article. (2019). Mathematical modeling: Issues and challenges in mathematics education and teaching. *Journal of Mathematics Research*, 11(5), 71–82. <https://doi.org/10.5539/jmr.v11n5p71>
- Koç, D., & Elçi, A. N. (2022). The effect of mathematical modeling instruction on pre-service primary school teachers' problem-solving skills and attitudes towards mathematics. *Journal of Pedagogical Research*, 6(4), 111–129. <https://doi.org/10.33902/JPR.202217783>
- Manunure, K., Zhou, G., & Chikasha, S. (2024). Integrating inquiry and mathematical modeling when teaching a common topic to Form 1 students. *Frontiers in Education*, 9, 1376951. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1376951>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2023). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (4th ed.). SAGE Publications. <https://www.metodos.work/wp-content/uploads/2024/01/Qualitative-Data-Analysis.pdf>
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2022, agosto 9). *Nuevo reglamento para comités de ética está vigente* (Acuerdo 00005). <https://www.salud.gob.ec/nuevo-reglamento-para-comites-de-etica-esta-vigente/>
- Niss, M., & Blum, W. (2020). Bridging mathematical modelling and education for sustainable development. *Education Sciences*, 15(2). <https://doi.org/10.3390/educsci15020248>
- Nowell, L. S., Norris, J. M., White, D. E., & Moules, N. J. (2017). Thematic analysis: Striving to meet the trustworthiness criteria. *International Journal of Qualitative Methods*, 16(1), 1–13. <https://doi.org/10.1177/1609406917733847>
- Ozturk, A. (2025). Teacher moves for building a mathematical modeling classroom community. *Education Sciences*, 15(3), 376. <https://doi.org/10.3390/educsci15030376>

- Palinkas, L. A., Horwitz, S. M., Green, C. A., Wisdom, J. P., Duan, N., & Hoagwood, K. (2021). Purposeful sampling for qualitative data collection and analysis in mixed method implementation research. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, 48(5), 837–852. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4012002/>
- Rojas-Soriano, R. (2022). *Guía para realizar investigaciones sociales aplicadas a la educación*. Trillas. <https://raulrojassoriano.com/cuallitlanezi/wp-content/themes/raulrojassoriano/assets/libros/Antologia-Libros-Raul-Rojas-Soriano.pdf>
- Santos-Trigo, M., & Moreno-Armella, L. (2021). Teachers' understanding and use of mathematical modelling in the classroom. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 52(3), 357–375.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). *Research methods for business students* (8th ed.). Pearson Education. https://www.researchgate.net/publication/240218229_Research_Methods_for_Business_Students
- Shero, S., Fairchild, A. J., Kennedy, A., & Bowers, C. (2022). Designing and analyzing educational research: Quantitative and qualitative considerations. *Frontiers in Education*, 7, 1043471. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.1043471>
- Siller, H.-S., et al. (2023). Mathematical modelling of exponential growth as a rich context for learning. *ZDM—Mathematics Education*, 55(5), 845–861. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01433-8>
- Stillman, G., & Kaiser, G. (2023). Implementing mathematical modelling in school: Challenges and opportunities. *ZDM—Mathematics Education*, 55(4), 599–613. https://www.researchgate.net/publication/237451116_Implementing_Applications_and_Modelling_in_Secondary_School_Issues_for_Teaching_and_Learning

Tracing its foundations and current research-practice trends. (2024). *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01578-8>

UNESCO. (2023). *Recomendaciones éticas para la investigación educativa inclusiva*. <https://unesdoc.unesco.org>

Wake, G., & Soto, L. (2023). Mathematical modelling for empowerment: Exploring students' agency in applied contexts. *Frontiers in Education*, 8, 1186542.