

SSTSDS-Vol.4. N1. 124

**Matemáticas visuales y aprendizaje del siglo XXI: una revisión
sistemática sobre innovación educativa y herramientas digitales**

***Visual Mathematics and 21st century learning: a systematic review of
educational innovation and digital tools***

Autores:

Darwin Fabricio Rivadeneira Gallardo
Unidad Educativa Ángel Noguera – Docente
Macas – Ecuador
rivadeneiradarwin80@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0008-5992-6509>

Javier Ismael Cevallos Culqui
Universidad Técnica de Cotopaxi – Investigador
Latacunga – Ecuador
javiercevallos87@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1888-9966>

Lorena Rivadeneira Gallardo
Unidad Educativa Francisco de Orellana – Docente
Macas – Ecuador
lorena180677@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0599-3449>

José Andrés Cifuentes Flores
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Técnico Docente 1
Riobamba – Ecuador
jose.cifuentes@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0001-0811-5414>

Alexandra Guadalupe Ponce Gutiérrez
Unidad Educativa Dr. Alonso Castillo – Docente
Ambato – Ecuador
alexaponce1976@yahoo.es
<https://orcid.org/0009-0005-8020-4795>

Autor de correspondencia: Darwin Fabricio Rivadeneira Gallardo,
rivadeneiradarwin80@gmail.com

Enviado: 08-07-2026
Aceptado: 22-08-2026

Revisado: 30-07-2026
Publicado: 23-08-2026



Cómo citar este artículo:

Rivadeneira Gallardo, D. F., Cevallos Culqui, J. I., Rivadeneira Gallardo, L., Cifuentes Flores, J. A., & Ponce Gutiérrez, A. G. (2026). Matemáticas visuales y aprendizaje del siglo XXI: una revisión sistemática sobre innovación educativa y herramientas digitales. *Sage Sphere of Technology, Sciences, Discoveries And Society*, 4(1), 1-35. <https://doi.org/10.63688/jrq1c284>

© 2026; Los autores. Este es un artículo en acceso abierto, distribuido bajo los términos de una licencia Creative Commons (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>) que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea correctamente citada.



RESUMEN

La enseñanza de las matemáticas enfrenta el desafío de incorporar estrategias innovadoras que permitan superar modelos tradicionales basados en la memorización y favorecer procesos de comprensión profunda. En este contexto, las matemáticas visuales representan una alternativa educativa que integra representaciones gráficas, recursos digitales, narrativas visuales e inteligencia artificial para fortalecer el aprendizaje significativo en el siglo XXI.

Se desarrolló una revisión sistemática de literatura con enfoque cualitativo y alcance descriptivo, siguiendo los lineamientos del modelo PRISMA 2020. Se analizaron publicaciones científicas entre los años 2022 y 2026 provenientes de bases de datos académicas como Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink, ERIC y Google Scholar. Luego del proceso de identificación, cribado y elegibilidad, se seleccionaron 19 estudios para el análisis documental.

Los hallazgos evidenciaron que las estrategias basadas en visualización matemática, herramientas digitales, inteligencia artificial, modelos interactivos y narrativas audiovisuales favorecen la comprensión conceptual, el pensamiento espacial, la creatividad y la resolución de problemas. Asimismo, se identificó que la integración tecnológica requiere acompañamiento pedagógico y competencias digitales docentes.

Las matemáticas visuales constituyen una estrategia innovadora para transformar el aprendizaje matemático mediante experiencias más dinámicas, accesibles y significativas. La incorporación de recursos digitales y visuales representa una oportunidad para diseñar ambientes educativos acordes con las demandas del siglo XXI.

Palabras clave: matemáticas visuales; aprendizaje significativo; innovación educativa; herramientas digitales; inteligencia artificial.

ABSTRACT

Mathematics education faces the challenge of incorporating innovative strategies that move beyond traditional models based on memorization and promote deeper learning processes. In this context, visual mathematics represents an educational alternative that integrates graphic representations, digital resources, visual narratives, and artificial intelligence to strengthen meaningful learning in the 21st century.

A systematic literature review was conducted using a qualitative approach and descriptive scope, following the PRISMA 2020 guidelines. Scientific publications from 2022 to 2026 were analyzed from academic databases such as Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink, ERIC, and Google Scholar. After the identification, screening, and eligibility processes, 19 studies were selected for documentary analysis.

The findings showed that strategies based on mathematical visualization, digital tools, artificial intelligence, interactive models, and audiovisual narratives enhance conceptual understanding, spatial thinking, creativity, and problem-solving skills. Additionally, the integration of technology requires pedagogical support and teachers' digital competencies.

Visual mathematics represents an innovative strategy for transforming mathematics learning through more dynamic, accessible, and meaningful experiences. The integration of digital and visual resources provides opportunities to design educational environments aligned with the demands of the 21st century.

Keywords: visual mathematics; meaningful learning; educational innovation; digital tools; artificial intelligence.



1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las matemáticas enfrenta actualmente el desafío de superar modelos tradicionales centrados en la memorización de procedimientos y avanzar hacia experiencias de aprendizaje donde los estudiantes puedan interpretar, representar y construir conocimientos mediante múltiples formas de pensamiento. En este contexto, la visualización matemática se posiciona como una estrategia fundamental para comprender conceptos abstractos, debido a que permite transformar ideas complejas en representaciones gráficas, espaciales y simbólicas que favorecen la comprensión profunda. Según Arcavi (2023), la visualización constituye una herramienta cognitiva esencial para el razonamiento matemático, ya que facilita la interpretación de relaciones, patrones y estructuras que difícilmente pueden ser comprendidas únicamente mediante expresiones algebraicas o numéricas.

En los últimos años, la incorporación de recursos digitales, narrativas visuales y ambientes interactivos ha generado nuevas posibilidades para diseñar experiencias educativas más significativas. La evolución tecnológica ha permitido integrar elementos propios de la animación, el diseño gráfico, la inteligencia artificial y la realidad aumentada como medios para representar fenómenos matemáticos de manera atractiva y accesible. En este sentido, la teoría del aprendizaje multimedia plantea que la combinación adecuada de imágenes, palabras y elementos visuales puede favorecer la construcción del conocimiento al activar diferentes procesos cognitivos en los estudiantes (Mayer, 2022). Esta perspectiva permite comprender cómo los recursos visuales inspirados en lenguajes audiovisuales contemporáneos pueden convertirse en herramientas pedagógicas para acercar las matemáticas a los intereses y formas de aprendizaje de las nuevas generaciones.

Los antecedentes recientes evidencian una transformación en la educación matemática hacia enfoques más creativos, colaborativos y centrados en la resolución de problemas. Boaler y Dweck (2022) destacan que los estudiantes desarrollan mejores competencias matemáticas cuando participan en actividades que promueven la exploración, la creatividad y diferentes formas de representación del conocimiento.

De igual manera, los avances en tecnología educativa han demostrado que los entornos digitales interactivos pueden fortalecer habilidades como el pensamiento crítico, la



creatividad y la capacidad de resolver situaciones complejas, competencias consideradas esenciales para enfrentar los retos educativos del siglo XXI (Holmes et al., 2023).

Dentro de esta perspectiva surge el concepto denominado “efecto Pixar”, entendido en este estudio como la influencia que tienen los recursos visuales, narrativos y creativos propios de la animación digital para transformar la manera en que los estudiantes perciben y aprenden contenidos matemáticos. Al igual que las producciones audiovisuales utilizan imágenes, movimiento, emociones y estructuras narrativas para comunicar ideas complejas, la educación matemática puede aprovechar estos principios para diseñar experiencias donde los conceptos abstractos adquieran significado mediante representaciones visuales. Esta integración entre arte, tecnología y matemática representa una oportunidad para desarrollar metodologías innovadoras que incrementen la motivación y participación estudiantil.

La importancia de esta investigación radica en la necesidad de explorar nuevas estrategias didácticas que respondan a las características cognitivas y culturales de los estudiantes actuales, quienes interactúan constantemente con entornos visuales y digitales. La UNESCO (2023) señala que la innovación educativa requiere aprovechar las tecnologías emergentes y los recursos digitales para fortalecer procesos de enseñanza más inclusivos, participativos y orientados al desarrollo de competencias. En este sentido, las matemáticas visuales pueden constituirse en una alternativa pedagógica para reducir las dificultades de comprensión de conceptos abstractos y promover aprendizajes significativos mediante experiencias más cercanas y contextualizadas.

El objetivo general de esta investigación es analizar y sintetizar la evidencia científica disponible sobre los aportes de las matemáticas visuales, fundamentadas en recursos creativos y tecnológicos inspirados en lenguajes audiovisuales, como estrategia para fortalecer el aprendizaje matemático en el contexto educativo del siglo XXI. Para orientar la revisión sistemática se establecieron como principales categorías de análisis las estrategias de visualización matemática, que comprenden representaciones gráficas, recursos digitales, narrativas visuales y herramientas interactivas, así como el aprendizaje matemático significativo, abordado desde dimensiones como la comprensión conceptual, el pensamiento espacial, la creatividad y la resolución de problemas.

Metodológicamente, el estudio se desarrolló mediante una revisión sistemática de literatura, con enfoque cualitativo y alcance descriptivo, siguiendo los lineamientos



establecidos por la declaración PRISMA 2020. El proceso permitió identificar, seleccionar, analizar e interpretar investigaciones científicas relacionadas con las matemáticas visuales, la innovación educativa y el uso de herramientas digitales en el aprendizaje matemático. A partir de la evidencia documental seleccionada, se buscó reconocer tendencias, aportes y estrategias vinculadas con la integración de la creatividad, la tecnología y la representación visual en la enseñanza de las matemáticas, contribuyendo a la comprensión de propuestas educativas innovadoras acordes con las demandas del siglo XXI.

2. MARCO TEÓRICO

La transformación de la enseñanza matemática requiere comprender el aprendizaje como un proceso dinámico donde la representación, la interacción y la creatividad cumplen un papel esencial. En este sentido, las matemáticas visuales surgen como una alternativa metodológica que permite vincular conceptos abstractos con elementos gráficos, espaciales y digitales, facilitando que los estudiantes construyan significados a partir de experiencias cercanas a sus formas actuales de interacción con la información.

Desde la perspectiva del diseño de experiencias educativas, Wiggins y McTighe (2022) plantean que el aprendizaje efectivo debe partir de una planificación orientada hacia la comprensión profunda, donde las actividades propuestas permitan al estudiante transferir conocimientos a situaciones reales. Bajo esta visión, el uso de recursos visuales inspirados en producciones audiovisuales como las utilizadas en la animación digital permite diseñar experiencias matemáticas donde los conceptos no solamente sean memorizados, sino interpretados mediante representaciones, escenarios y problemas contextualizados.

La incorporación de herramientas digitales constituye otro elemento fundamental dentro de los nuevos modelos educativos. Redecker (2022) señala que la competencia digital docente implica seleccionar y utilizar tecnologías de manera pedagógica para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. En el contexto de las matemáticas visuales, esto se relaciona con el empleo de aplicaciones de geometría dinámica, simuladores, plataformas interactivas, inteligencia artificial generativa y herramientas de diseño digital que permiten representar fenómenos matemáticos de manera más comprensible.

Asimismo, la transformación digital de los entornos educativos ha favorecido el desarrollo de nuevas formas de representación, interacción y resolución de problemas. Kong y Abelson



(2023) destacan que el pensamiento computacional y las tecnologías digitales amplían las posibilidades para diseñar experiencias de aprendizaje orientadas a la exploración y construcción activa del conocimiento.

En concordancia con esta perspectiva, Voogt, Fisser y Pareja Roblin (2022) sostienen que la integración efectiva de tecnologías educativas requiere articular el conocimiento disciplinar, pedagógico y tecnológico del docente.

Por otra parte, la narrativa visual se ha convertido en una estrategia relevante para captar la atención y favorecer la construcción de conocimientos. Según Robin (2022), el aprendizaje mediante narrativas digitales combina imágenes, sonido, texto y secuencias audiovisuales para comunicar ideas complejas de manera organizada y significativa. Aplicado al aprendizaje matemático, este enfoque permite transformar problemas abstractos en historias visuales donde los estudiantes pueden identificar relaciones, patrones y soluciones mediante una experiencia más motivadora.

Asimismo, el pensamiento espacial representa una habilidad esencial dentro de la comprensión matemática. Newcombe (2023) sostiene que la capacidad de imaginar, manipular y representar objetos en el espacio influye directamente en el desarrollo del razonamiento matemático. Por ello, herramientas como modelos tridimensionales, realidad aumentada, animaciones y construcciones digitales pueden fortalecer la comprensión de conceptos relacionados con geometría, proporciones, funciones y relaciones espaciales.

Desde una perspectiva metodológica, el aprendizaje basado en proyectos favorece la integración de creatividad y resolución de problemas. Bell (2022) destaca que esta estrategia permite que los estudiantes participen activamente en la construcción del conocimiento mediante investigaciones, creación de productos y aplicación práctica de contenidos. En el marco del “efecto Pixar”, los proyectos matemáticos pueden orientarse hacia la elaboración de animaciones, diseños visuales, modelos digitales o representaciones gráficas donde los estudiantes utilicen la matemática como herramienta creativa.

Además, la inteligencia artificial generativa representa una nueva oportunidad para personalizar y enriquecer los procesos educativos. Kasneci et al. (2023) explican que las herramientas basadas en inteligencia artificial pueden apoyar la generación de contenidos, la retroalimentación inmediata y la creación de ambientes de aprendizaje adaptativos. En matemáticas visuales, estas herramientas pueden emplearse para generar



ilustraciones, simulaciones, explicaciones gráficas y escenarios interactivos que favorezcan diferentes estilos de aprendizaje.

El aprendizaje significativo requiere que los estudiantes relacionen los nuevos conocimientos con experiencias previas y contextos comprensibles. Hattie (2023) destaca que las estrategias educativas con mayor impacto son aquellas que promueven participación activa, retroalimentación constante y construcción consciente del aprendizaje. Por esta razón, la integración de elementos visuales, narrativos y tecnológicos representa una vía para fortalecer la comprensión matemática y desarrollar competencias necesarias para el siglo XXI.

En consecuencia, el presente estudio fundamenta el uso de las matemáticas visuales como una estrategia innovadora que combina diseño, tecnología y pedagogía, considerando herramientas como aplicaciones digitales, inteligencia artificial generativa, narrativas visuales, modelos tridimensionales y aprendizaje basado en proyectos como medios para favorecer un aprendizaje matemático más creativo, comprensible y significativo.

3. METODOLOGÍA

a) Enfoque del estudio

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, debido a que estuvo orientada al análisis, interpretación y comprensión de información científica relacionada con la aplicación de estrategias visuales, herramientas digitales, inteligencia artificial educativa y metodologías innovadoras dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Este enfoque permite analizar fenómenos educativos a partir de la interpretación de significados, categorías conceptuales y tendencias identificadas en la literatura científica (Creswell & Creswell, 2023).

El estudio corresponde a una investigación documental de tipo descriptivo, basada en una revisión sistemática de literatura científica. Este tipo de investigación permite recopilar, organizar, evaluar y sintetizar información existente sobre un fenómeno específico mediante procedimientos estructurados que garantizan rigurosidad y transparencia en el análisis de evidencias (Snyder, 2023).

En este sentido, Torracó (2022) señala que la revisión de literatura permite integrar y organizar críticamente el conocimiento disponible sobre un campo determinado,



identificando patrones, relaciones conceptuales y vacíos que orientan la construcción de nuevas interpretaciones.

La finalidad de la investigación fue analizar los aportes científicos relacionados con las matemáticas visuales, recursos multimedia, herramientas tecnológicas, inteligencia artificial y estrategias creativas como medios para fortalecer el aprendizaje matemático en el contexto educativo del siglo XXI.

b) Método

Para el desarrollo del estudio se aplicó el método de revisión sistemática de literatura, siguiendo los lineamientos establecidos por la declaración PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).

El modelo PRISMA fue seleccionado debido a que proporciona una estructura metodológica para realizar procesos transparentes de identificación, selección, evaluación e inclusión de estudios científicos, permitiendo reducir sesgos y facilitar la reproducibilidad del proceso investigativo (Page et al., 2022).

La revisión se orientó hacia la identificación de investigaciones relacionadas con las siguientes categorías:

- Matemáticas visuales.
- Representaciones gráficas y espaciales.
- Aprendizaje multimedia.
- Narrativas digitales.
- Inteligencia artificial aplicada a la educación.
- Herramientas tecnológicas para el aprendizaje matemático.
- Estrategias innovadoras de enseñanza.

c) Fases del estudio

El proceso metodológico se estructuró en cuatro fases: búsqueda, evaluación, análisis y síntesis de información.

Fase 1: Búsqueda de información

La búsqueda sistemática de literatura científica se realizó en las bases de datos Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink, ERIC y Google Scholar, considerando publicaciones comprendidas entre los años 2022 y 2026. La última actualización de la búsqueda se efectuó el 30 de junio de 2026.



La estrategia de búsqueda se estructuró mediante términos relacionados con matemáticas visuales, educación matemática, aprendizaje multimedia, inteligencia artificial y tecnología educativa. Para ampliar y precisar la recuperación de documentos se emplearon operadores booleanos AND y OR, utilizando combinaciones en idioma inglés y, cuando correspondió, sus equivalentes en español.

La ecuación general de búsqueda fue:

("visual mathematics" OR "mathematics visualization" OR "visual representation in mathematics") AND ("mathematics education" OR "mathematics learning") AND ("educational technology" OR "digital tools" OR "multimedia learning" OR "artificial intelligence in education" OR "digital storytelling" OR "spatial thinking")

De acuerdo con las características de cada fuente de información, la ecuación fue adaptada manteniendo los mismos conceptos centrales:

- Scopus: TITLE-ABS-KEY (("visual mathematics" OR "mathematics visualization") AND ("mathematics education" OR "mathematics learning") AND ("educational technology" OR "digital tools" OR "artificial intelligence in education" OR "multimedia learning")).
- Web of Science: TS= (("visual mathematics" OR "mathematics visualization") AND ("mathematics education" OR "mathematics learning") AND ("educational technology" OR "digital tools" OR "artificial intelligence in education" OR "multimedia learning")).
- ScienceDirect: ("visual mathematics" OR "mathematics visualization") AND ("mathematics education" OR "mathematics learning") AND ("digital tools" OR "multimedia learning" OR "artificial intelligence").
- SpringerLink: ("visual mathematics" OR "mathematics visualization") AND ("mathematics education") AND ("educational technology" OR "digital tools" OR "artificial intelligence").
- ERIC: ("visual mathematics" OR "mathematics visualization") AND ("mathematics education" OR "mathematics learning") AND ("educational technology" OR "multimedia learning").
- Google Scholar: se emplearon combinaciones equivalentes de los términos principales, entre ellas: "visual mathematics" AND "mathematics education", "mathematics



visualization" AND "digital tools", "mathematics education" AND "artificial intelligence" y "multimedia learning" AND mathematics.

Los filtros aplicados durante la búsqueda fueron: periodo de publicación 2022-2026, documentos correspondientes a artículos científicos, disponibilidad de texto completo, publicaciones revisadas por pares y estudios relacionados directamente con educación matemática, visualización, tecnología educativa e innovación pedagógica. Se consideraron publicaciones en español e inglés.

Los resultados recuperados fueron organizados para identificar documentos duplicados. Posteriormente, se realizó la revisión de títulos, resúmenes y palabras clave y, finalmente, la lectura a texto completo de los documentos potencialmente elegibles. Este procedimiento permitió mantener un registro sistemático y reproducible del proceso de búsqueda y selección de estudios, conforme a los lineamientos de la declaración PRISMA 2020.

Fase 2: Evaluación y selección de estudios

En esta fase se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos para determinar la pertinencia de los documentos recuperados. El proceso de selección se desarrolló siguiendo las etapas establecidas por la declaración PRISMA 2020: identificación, cribado, elegibilidad e inclusión.

Identificación

Se identificaron 86 registros científicos mediante las bases de datos consultadas: Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink, ERIC y Google Scholar.

Antes del proceso de cribado se eliminaron 18 registros duplicados, por lo que quedaron 68 documentos para la revisión de títulos y resúmenes.

Cribado

Los 68 registros restantes fueron examinados mediante la revisión de títulos, resúmenes y palabras clave.

Durante esta etapa se excluyeron 31 documentos debido a que no presentaban relación directa con las matemáticas visuales, la tecnología educativa, la innovación pedagógica o el aprendizaje matemático.

Después del proceso de cribado quedaron 37 artículos para evaluación a texto completo.

Elegibilidad



Los 37 artículos seleccionados fueron revisados íntegramente con el propósito de determinar su pertinencia temática y metodológica de acuerdo con los criterios establecidos para la revisión sistemática.

Durante esta etapa se excluyeron 18 artículos, distribuidos según las siguientes razones:

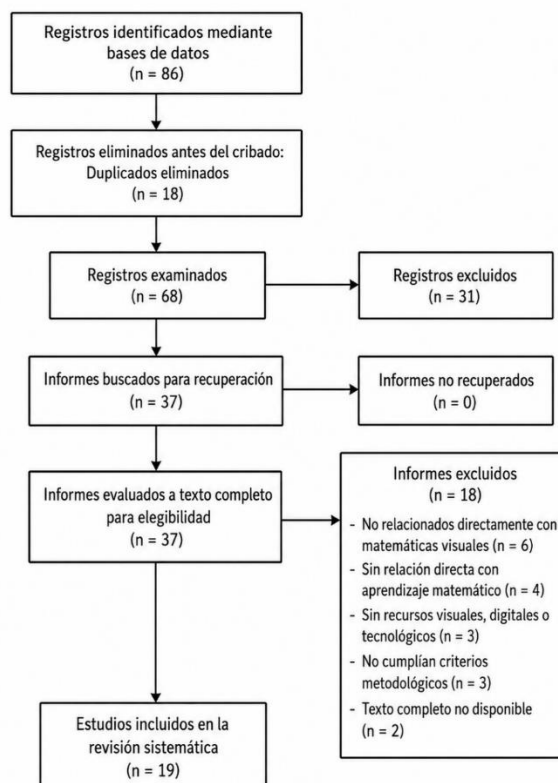
- No abordaban directamente las matemáticas visuales o la visualización matemática: $n = 6$.
- No presentaban relación directa con el aprendizaje matemático: $n = 4$.
- No incorporaban recursos visuales, digitales o tecnológicos vinculados con las categorías de análisis establecidas: $n = 3$.
- No cumplían con los criterios metodológicos definidos para la revisión: $n = 3$.
- No se encontraba disponible el texto completo: $n = 2$.

En total, se excluyeron 18 artículos durante la evaluación de elegibilidad.

El proceso completo de selección quedó conformado de la siguiente manera:

Figura 1

Diagrama del proceso de selección de estudios según PRISMA 2020



Nota. El diagrama representa las fases de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de estudios científicos seleccionados mediante el modelo PRISMA 2020. Elaboración propia.

Descripción del diagrama PRISMA

El diagrama PRISMA permitió representar de manera gráfica el proceso de selección documental desarrollado durante la investigación. En la etapa inicial se identificaron 86 registros provenientes de bases de datos científicas; posteriormente se eliminaron documentos duplicados y aquellos que no presentaban relación directa con la temática estudiada.

Durante la fase de cribado fueron evaluados los títulos y resúmenes de los documentos disponibles, descartando investigaciones que no abordaban las categorías relacionadas con matemáticas visuales, innovación educativa o herramientas digitales.

Posteriormente, los artículos seleccionados fueron revisados a texto completo para determinar su pertinencia metodológica y conceptual. Finalmente, 19 estudios cumplieron con todos los criterios establecidos y fueron incorporados para el análisis sistemático.

Fase 3: Análisis de información

Los estudios seleccionados fueron organizados mediante una matriz documental de análisis, considerando los siguientes elementos:

Autor y año de publicación.

Objetivo del estudio.

Metodología aplicada.

Principales resultados.

Herramientas tecnológicas utilizadas.

Aportes relacionados con aprendizaje matemático.

El análisis documental permitió identificar tendencias, relaciones conceptuales y estrategias educativas utilizadas para fortalecer la enseñanza matemática mediante recursos visuales y tecnológicos.

Según Bowen (2023), el análisis documental constituye una estrategia válida dentro de la investigación cualitativa porque permite examinar información registrada en documentos científicos y construir categorías interpretativas relacionadas con el fenómeno estudiado.

Para garantizar la trazabilidad de los resultados, los estudios incluidos fueron codificados mediante una matriz de análisis categorial. Cada publicación fue revisada a partir



de sus objetivos, metodología, resultados y conclusiones, determinándose la presencia o ausencia de las categorías previamente establecidas.

Se asignó el valor 1 (presencia) cuando el estudio reportaba de manera explícita resultados, aportes o conclusiones relacionados con la categoría analizada, y el valor 0 (ausencia) cuando no se identificaba evidencia suficiente para incluirlo en dicha categoría. Un mismo estudio podía ser codificado en más de una categoría cuando sus hallazgos abordaban diferentes dimensiones del fenómeno estudiado.

Las categorías consideradas fueron: visualización matemática, uso de herramientas tecnológicas, comprensión conceptual, pensamiento crítico, creatividad y resolución de problemas, y motivación y participación estudiantil.

Posteriormente, se sumaron los estudios codificados con presencia en cada categoría y se calculó su frecuencia porcentual respecto al total de 19 publicaciones incluidas, mediante la expresión: porcentaje = (frecuencia/19) × 100. Esta matriz permitió establecer la procedencia de cada frecuencia y garantizar la trazabilidad entre los estudios analizados y los resultados reportados.

Tabla 1.

Matriz de codificación y trazabilidad de los resultados obtenidos en los estudios incluidos

N.º	Estudio	Visualización matemática	Herramientas tecnológicas	Comprensión conceptual	Pensamiento crítico, creatividad y resolución de problemas	Motivación y participación
1	Arcavi (2023)	✓	—	✓	—	—
2	Bell (2022)	✓	—	✓	✓	✓
3	Boaler y Dweck (2022)	✓	—	✓	✓	✓
4	Fiorella y Mayer (2022)	✓	✓	✓	—	✓
5	Hattie (2023)	✓	—	✓	✓	✓
6	Holmes, Bialik y Fadel (2023)	—	✓	✓	✓	✓



N.º	Estudio	Visualización matemática	Herramientas tecnológicas	Comprensión conceptual	Pensamiento	Motivación y participación
					crítico, creatividad y resolución de problemas	
7	Kasneci et al. (2023)	✓	✓	✓	✓	✓
8	Kong y Abelson (2023)	✓	✓	✓	✓	—
9	Li et al. (2023)	✓	✓	✓	✓	✓
10	Luckin (2024)	—	✓	✓	✓	—
11	Mayer (2022)	✓	—	✓	—	✓
12	Newcombe (2023)	✓	—	✓	✓	—
13	OECD (2023)	—	—	—	✓	—
14	Redecker (2022)	✓	✓	—	—	—
15	Robin (2022)	✓	✓	✓	✓	✓
16	UNESCO (2023)	—	✓	—	✓	✓
17	Voogt, Fisser y Pareja Roblin (2022)	✓	✓	✓	—	—
18	Wiggins y McTighe (2022)	✓	✓	✓	✓	✓
19	Zawacki- Richter et al. (2023)	✓	✓	✓	—	—
Frecuencia (n)		15	12	16	13	11
Porcentaje		78,9 %	63,2 %	84,2 %	68,4 %	57,9 %

Nota. ✓ indica que el estudio presentó de manera explícita hallazgos, aportes o conclusiones relacionados con la categoría analizada; — indica que no se identificó evidencia suficiente para su codificación en dicha categoría. Un mismo estudio pudo ser clasificado en más de una categoría. Los porcentajes fueron calculados respecto al total de 19



publicaciones incluidas en la revisión sistemática: visualización matemática, $15/19 = 78,9 \%$; herramientas tecnológicas, $12/19 = 63,2 \%$; comprensión conceptual, $16/19 = 84,2 \%$; pensamiento crítico, creatividad y resolución de problemas, $13/19 = 68,4 \%$; y motivación y participación estudiantil, $11/19 = 57,9 \%$. Elaboración propia.

Fase 4: Síntesis de resultados

En esta última fase se realizó una integración interpretativa de los hallazgos obtenidos en los 19 estudios seleccionados.

La síntesis permitió establecer relaciones entre las principales **categorías de análisis** identificadas en la revisión:

Categoría 1. Estrategias de matemáticas visuales

Incluye:

Representaciones gráficas.

Animaciones educativas.

Narrativas digitales.

Modelos tridimensionales.

Herramientas de inteligencia artificial.

Recursos interactivos.

Categoría 2. Resultados educativos asociados al aprendizaje matemático

Comprende:

Comprensión conceptual.

Pensamiento espacial.

Creatividad.

Resolución de problemas.

Pensamiento crítico.

Motivación y participación estudiantil.

d) Fuentes y muestra

La muestra estuvo conformada por 19 artículos científicos seleccionados mediante revisión sistemática de literatura.

Las publicaciones consideradas correspondieron al periodo comprendido entre 2022 y 2026, priorizando investigaciones relacionadas con educación matemática, innovación tecnológica, aprendizaje multimedia e inteligencia artificial educativa.



Las bases de datos utilizadas fueron: Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink, ERIC, Google Scholar.

e) Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión

Se consideraron estudios que cumplieron con los siguientes criterios:

Publicaciones realizadas entre 2022 y 2026.

Artículos científicos revisados por pares.

Estudios relacionados con educación matemática y tecnología educativa.

Investigaciones sobre visualización, herramientas digitales o aprendizaje innovador.

Documentos disponibles en texto completo.

Criterios de exclusión

Se excluyeron:

Artículos duplicados.

Tesis, trabajos académicos y documentos no arbitrados.

Investigaciones fuera del periodo establecido.

Estudios sin relación directa con matemáticas visuales.

Documentos sin acceso completo.

f) Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgo

Con el propósito de fortalecer la rigurosidad de la revisión sistemática, los **19 estudios incluidos** fueron sometidos a una evaluación de su calidad metodológica mediante el **Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT)**. Este instrumento permite valorar investigaciones con diferentes diseños metodológicos, incluyendo estudios cualitativos, ensayos controlados aleatorizados, estudios cuantitativos no aleatorizados, estudios cuantitativos descriptivos y diseños de métodos mixtos.

Inicialmente, cada artículo fue clasificado de acuerdo con su diseño metodológico. Posteriormente, se aplicaron los criterios específicos del MMAT correspondientes a cada categoría de estudio. La valoración consideró aspectos relacionados con la claridad de la pregunta de investigación, pertinencia del diseño metodológico, selección de participantes o fuentes de información, adecuación de los procedimientos de recolección y análisis de datos, coherencia entre los resultados y la metodología empleada, así como posibles limitaciones que pudieran generar riesgo de sesgo.



Cada criterio fue registrado mediante las opciones “Sí”, “No” o “No se puede determinar”, conforme a las orientaciones del instrumento. La evaluación no se utilizó como un mecanismo automático de exclusión de artículos, sino como un recurso para valorar la solidez de la evidencia disponible y ponderar críticamente los resultados durante la síntesis cualitativa.

Los hallazgos provenientes de estudios con mayor consistencia metodológica recibieron mayor consideración durante la interpretación de la evidencia, mientras que aquellos que presentaron limitaciones metodológicas fueron analizados con mayor cautela. De esta manera, la valoración de calidad permitió evitar que todos los estudios fueran interpretados con el mismo nivel de evidencia y contribuyó a una síntesis más crítica y transparente de los resultados.

Tabla 2
Evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos en la revisión sistemática

N.º	Autor(es), año	Tipo de estudio/fuente	Criterio de valoración	Fortalezas metodológicas identificadas	Limitaciones / riesgo de sesgo	Valoración global
1	Arcavi, A. (2023)	Artículo de revisión/análisis en educación matemática	Coherencia metodológica, pertinencia de evidencia y consistencia interpretativa	Fundamentación sólida sobre representación visual y razonamiento matemático; evidencia pertinente al objeto de estudio	Predominio interpretativo; limitada capacidad para establecer causalidad	Alta
2	Bell, S. (2022)	Artículo sobre aprendizaje basado en proyectos	Pertinencia del diseño, claridad conceptual y correspondencia entre evidencia y conclusiones	Vincula metodologías activas con habilidades del siglo XXI; estructura argumentativa clara	Generalización limitada entre diferentes contextos educativos	Moderada- Alta
3	Boaler, J., & Dweck, C. (2022)	Artículo científico en psicología/educación matemática	Calidad del sustento teórico, coherencia analítica y pertinencia educativa	Marco conceptual consistente sobre creatividad, mentalidad matemática y aprendizaje	Algunas conclusiones dependen de contextos educativos específicos	Alta



N.º	Autor(es), año	Tipo de estudio/fuente	Criterio de valoración	Fortalezas metodológicas identificadas	Limitaciones / riesgo de sesgo	Valoración global
4	Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2022)	Meta-análisis	Rigor de revisión, criterios de inclusión, síntesis y consistencia de evidencia	Integra evidencia de múltiples investigaciones y principios de aprendizaje multimedia	Heterogeneidad entre estudios incluidos y posibles diferencias contextuales	Alta
5	Hattie, J. (2023)	Síntesis de meta- análisis	Amplitud de evidencia, transparencia de síntesis y consistencia de resultados	Integra más de 2.100 meta- análisis relacionados con logro educativo	Alta heterogeneidad de contextos, diseños e instrumentos de los estudios sintetizados	Alta
6	Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2023)	Informe/libro académico sobre IA en educación	Autoridad de la fuente, fundamentación y consistencia argumentativa	Amplia revisión de oportunidades y retos de IA educativa	No corresponde a un estudio experimental; parte de sus conclusiones son prospectivas	Moderada- Alta
7	Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., et al. (2023)	Artículo de revisión/análisis sobre modelos de lenguaje en educación	Calidad de evidencia, multidisciplinariedad y análisis de riesgos	Análisis amplio y multidisciplinario de aplicaciones educativas de IA y sus desafíos	Campo emergente; evidencia empírica todavía limitada en algunas aplicaciones	Alta
8	Kong, S. C., & Abelson, H. (2023)	Artículo sobre pensamiento computacional y transformación digital	Coherencia del análisis y pertinencia de evidencia	Relaciona transformación digital, pensamiento computacional y competencias educativas	Variabilidad de implementación entre sistemas y contextos educativos	Moderada- Alta
9	Li, Y., Schoenfeld, A. H., Di Martino, P., & Robutti, O. (2023)	Artículo de revisión en educación matemática	Solidez conceptual, cobertura de tendencias y fundamentación	Fuente especializada que sintetiza innovaciones y retos contemporáneos	Naturaleza principalmente analítica; no estima efectos causales	Alta



N.º	Autor(es), año	Tipo de estudio/fuente	Criterio de valoración	Fortalezas metodológicas identificadas	Limitaciones / riesgo de sesgo	Valoración global
10	Luckin, R. (2024)	Libro académico / guía sobre IA y educación	Calidad de fundamentación, actualidad y pertinencia	en educación matemática Aborda de manera actual la incorporación responsable de IA en educación	No constituye investigación empírica primaria	Moderada- Alta
11	Mayer, R. E. (2022)	Libro académico basado en evidencia sobre aprendizaje multimedia	Consistencia teórica, respaldo empírico y aplicabilidad	Marco consolidado y ampliamente respaldado para combinar elementos visuales y verbales	Generalización de principios requiere considerar características particulares del contexto	Alta
12	Newcombe, N. S. (2023)	Artículo científico/revisión sobre pensamiento espacial	Coherencia metodológica y pertinencia de la evidencia	Evidencia sólida sobre relación entre representación espacial y aprendizaje	Diferencias entre edades, áreas disciplinares y tareas pueden afectar la generalización	Alta
13	OECD (2023)	Documento institucional	Autoridad, transparencia, fundamentación y aplicabilidad	Fuente internacional con marco amplio sobre competencias y aprendizaje del siglo XXI	Documento orientador; no evalúa directamente intervenciones de matemáticas visuales	Moderada- Alta
14	Redecker, C. (2022)	Marco institucional sobre competencia digital docente	Fundamentación, aplicabilidad y validez del marco	Marco estructurado para valorar competencias digitales docentes	No es evidencia experimental sobre resultados de aprendizaje	Moderada- Alta
15	Robin, B. R. (2022)	Artículo sobre narrativas digitales	Coherencia conceptual, pertinencia y evidencia educativa	Sustenta el uso de narrativas digitales para organizar y comunicar contenidos	Resultados pueden depender de características tecnológicas y pedagógicas del contexto	Moderada- Alta



N.º	Autor(es), año	Tipo de estudio/fuente	Criterio de valoración	Fortalezas metodológicas identificadas	Limitaciones / riesgo de sesgo	Valoración global
16	UNESCO (2023)	Informe internacional sobre tecnología educativa	Transparencia, amplitud documental, autoridad institucional	Amplia cobertura internacional sobre tecnología, inclusión y educación	Gran heterogeneidad entre países y sistemas educativos; no se centra exclusivamente en matemáticas	Alta
17	Voogt, J., Fisser, P., & Pareja Roblin, N. (2022)	Artículo científico sobre conocimiento tecnológico- pedagógico	Coherencia teórica y metodológica, pertinencia educativa	Integra tecnología y pedagogía desde el conocimiento profesional docente	Aplicación variable según formación y disponibilidad tecnológica	Alta
18	Wiggins, G., & McTighe, J. (2022)	Marco/libro de diseño educativo	Coherencia conceptual y aplicabilidad pedagógica	Marco reconocido para planificación orientada a comprensión y transferencia	No constituye un estudio experimental ni mide efectos directos	Moderada- Alta
19	Zawacki- Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2023)	Revisión sistemática sobre IA en educación superior	Estrategia de búsqueda, selección, síntesis y evaluación crítica	Procedimiento sistemático y evidencia estructurada sobre aplicaciones educativas de IA	Se concentra principalmente en educación superior y puede limitar transferencia a otros niveles	Alta

Nota. La tabla presenta la valoración de la calidad metodológica de las 19 fuentes incluidas en la revisión sistemática, considerando el tipo de estudio o fuente, los criterios de evaluación aplicables, las principales fortalezas metodológicas, las limitaciones o posibles riesgos de sesgo y una valoración global de la evidencia. La evaluación se utilizó para orientar la interpretación cualitativa de los hallazgos, otorgando mayor peso analítico a las fuentes con mayor consistencia metodológica. Elaboración propia.

La evaluación metodológica mostró que las fuentes incluidas presentaron, en términos generales, una calidad metodológica entre moderada-alta y alta. De las 19 fuentes analizadas, 10 fueron valoradas con calidad alta y 9 con calidad moderada-alta, sin identificarse fuentes con calidad metodológica baja.



Las principales fortalezas estuvieron relacionadas con la solidez de los marcos conceptuales, la pertinencia de las evidencias utilizadas, la coherencia entre los objetivos y las conclusiones, así como la presencia de revisiones y síntesis sustentadas en múltiples investigaciones. Entre las limitaciones más frecuentes se identificaron la heterogeneidad de los contextos educativos, la presencia de documentos de carácter teórico o institucional y la limitada posibilidad de establecer relaciones causales directas.

La valoración de calidad fue considerada durante la síntesis cualitativa de los resultados. Los hallazgos provenientes de fuentes con valoración alta recibieron mayor peso interpretativo, mientras que aquellos sustentados en documentos con valoración moderada-alta fueron utilizados principalmente como apoyo contextual, conceptual o complementario. De esta manera, la interpretación final no asumió que todas las fuentes aportaban el mismo nivel de evidencia.

g) Procedimiento general

El procedimiento inició con la delimitación del objetivo de investigación y la definición de categorías de análisis relacionadas con matemáticas visuales y aprendizaje del siglo XXI.

Posteriormente se efectuó la búsqueda bibliográfica en bases de datos científicas mediante palabras clave específicas. Los documentos obtenidos fueron organizados y evaluados siguiendo las etapas del modelo PRISMA 2020.

Después de aplicar los criterios de selección, se obtuvo una muestra final de 19 artículos científicos, cuyos contenidos fueron analizados mediante una matriz documental.

Finalmente, los resultados fueron sintetizados para identificar las principales contribuciones relacionadas con el uso de estrategias visuales, herramientas digitales e inteligencia artificial como recursos innovadores para fortalecer el aprendizaje matemático.

4. RESULTADOS

La presente investigación, basada en una revisión sistemática de literatura bajo el modelo PRISMA 2020, permitió analizar 19 artículos científicos publicados entre los años 2022 y 2026, seleccionados mediante criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos. Los estudios fueron obtenidos de bases de datos académicas como Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink, ERIC y Google Scholar.



El análisis documental permitió identificar tendencias relacionadas con el uso de las matemáticas visuales como estrategia didáctica, considerando categorías asociadas a la representación gráfica, herramientas digitales, inteligencia artificial, narrativas visuales, pensamiento espacial y metodologías activas. Los resultados fueron organizados de acuerdo con las dos principales categorías de análisis establecidas en la revisión: estrategias de matemáticas visuales y resultados educativos asociados al aprendizaje matemático.

Resultados relacionados con las estrategias de matemáticas visuales

Los estudios analizados evidenciaron que la incorporación de recursos visuales favorece la comprensión de conceptos matemáticos abstractos mediante representaciones gráficas, modelos interactivos y ambientes digitales. Del total de 19 investigaciones revisadas, 15 estudios (78,9%) destacaron la importancia de la visualización como recurso pedagógico para facilitar la interpretación de conceptos matemáticos, especialmente en áreas relacionadas con geometría, pensamiento espacial y resolución de problemas.

Asimismo, 12 estudios (63,2%) identificaron el uso de herramientas tecnológicas como elemento fundamental para fortalecer experiencias visuales de aprendizaje. Entre las herramientas más utilizadas se encontraron plataformas digitales, simuladores, aplicaciones interactivas, software matemático y recursos basados en inteligencia artificial.

Tabla 3

Caracterización de los estudios incluidos en la revisión sistemática

N.º	Autor(es) y año	País / contexto	Objetivo principal	Nivel educativo / participante s	Diseño / metodología	Herramienta o estrategia visual	Principal hallazgo
1	Arcavi (2023)	Contexto internacional	Analizar el papel de las representaciones visuales en el aprendizaje y razonamiento matemático	Educación matemática	Revisión/análisis teórico	Representaciones visuales y gráficas	La visualización facilita la interpretación de relaciones, patrones y estructuras matemáticas.
2	Bell (2022)	Contexto educativo internacional	Examinar el aprendizaje basado en proyectos como	Estudiantes de distintos niveles educativos	Revisión/análisis educativo	Aprendizaje basado en proyectos productos visuales	Las metodologías y activas favorecen creatividad,



N.º	Autor(es) y año	País / contexto	Objetivo principal	Nivel educativo / participante s	Diseño / metodología	Herramienta o estrategia visual	Principal hallazgo
			estrategia para desarrollar competencias del siglo XXI				participación y resolución de problemas.
3	Boaler y Dweck (2022)	Contexto internacional	Analizar la relación entre mentalidad matemática, creatividad y aprendizaje	Estudiantes en educación matemática	Revisión/análisis educativo	Representación es múltiples y actividades creativas	La exploración y las diferentes formas de representación favorecen una comprensión matemática más profunda.
4	Fiorella y Mayer (2022)	Estudios internacionales	Examinar la eficacia de principios de aprendizaje multimedia	Estudiantes de diferentes niveles	Meta-análisis	Combinación de información visual y verbal	La integración adecuada de imágenes y explicaciones verbales mejora la construcción del conocimiento.
5	Hattie (2023)	Contexto internacional	Sintetizar evidencia sobre estrategias relacionadas con el logro educativo	Diferentes niveles educativos	Síntesis de meta-análisis	Aprendizaje visible, retroalimentación y participación	La participación activa y la retroalimentación se relacionan con mejores resultados de aprendizaje.
6	Holmes, Bialik y Fadel (2023)	Contexto internacional	Examinar las posibilidades de la inteligencia artificial en educación	Docentes y estudiantes	Revisión análisis documental	y Inteligencia artificial educativa	La IA amplía las posibilidades de personalización y generación de experiencias educativas.
7	Kasneci et al. (2023)	Contexto internacional	Analizar oportunidades y desafíos los modelos	Docentes y estudiantes	Revisión multidisciplinaria	Inteligencia artificial generativa	La IA puede apoyar la generación de contenidos, explicaciones y



N.º	Autor(es) y año	País / contexto	Objetivo principal	Nivel educativo / participante s	Diseño / metodología	Herramienta o estrategia visual	Principal hallazgo
			de lenguaje en educación				retroalimentación, aunque requiere supervisión pedagógica.
8	Kong y Abelson (2023)	Contexto internacional	Analizar tendencias en pensamiento computacional y transformación digital educativa	Estudiantes y sistemas educativos	Revisión/análisis educativo	Recursos digitales y pensamiento computacional	La tecnología favorece nuevas formas de exploración, representación y solución de problemas.
9	Li, Schoenfeld, Di Martino y Robutti (2023)	Contexto internacional	Examinar innovaciones, desafíos y tendencias de la educación matemática	Educación de matemática	Revisión de literatura	Tecnologías y metodologías innovadoras	La educación matemática avanza hacia modelos más interactivos, creativos y centrados en el estudiante.
10	Luckin (2024)	Contexto internacional	Analizar el uso educativo de la inteligencia artificial y sus implicaciones	Docentes, la estudiantes y responsables educativos	Revisión/análisis académico	Inteligencia artificial	La IA puede personalizar el aprendizaje, pero requiere criterios pedagógicos y éticos para su implementación.
11	Mayer (2022)	Contexto internacional	Explicar cómo las personas aprenden a partir de palabras e imágenes	Estudiantes de diversos niveles	Síntesis investigación	de Aprendizaje multimedia	La combinación estructurada de recursos visuales y verbales favorece el aprendizaje significativo.



N.º	Autor(es) y año	País / contexto	Objetivo principal	Nivel educativo / participante s	Diseño / metodología	Herramienta o estrategia visual	Principal hallazgo
12	Newcombe (2023)	Contexto internacional	Examinar la importancia del pensamiento espacial en educación	Estudiantes de diversos niveles	Revisión de literatura	de Representaciones espaciales y visuales	El pensamiento espacial contribuye al razonamiento y a la comprensión de conceptos matemáticos.
13	OECD (2023)	Países miembros y contextos internacionales	Analizar competencias necesarias para el aprendizaje del siglo XXI	Sistemas educativos	Documento de síntesis internacional	de Tecnología y aprendizaje por competencias	Los ambientes educativos deben promover creatividad, pensamiento crítico y resolución de problemas.
14	Redecker (2022)	Unión Europea / contexto internacional	Establecer un marco de competencia digital para educadores	Docentes	Marco analítico/documental	Competencia digital docente	La utilización efectiva de herramientas digitales depende de las competencias pedagógicas y tecnológicas del docente.
15	Robin (2022)	Contexto educativo internacional	Examinar el potencial de las narrativas digitales para la enseñanza y el aprendizaje	Estudiantes y docentes	Revisión/análisis educativo	Narrativas digitales	La combinación de imágenes, texto, audio y secuencias narrativas facilita la comunicación de conceptos complejos.
16	UNESCO (2023)	Contexto mundial	Analizar el uso de tecnología en los sistemas educativos	Sistemas educativos, docentes y estudiantes	Informe internacional	Tecnologías digitales educativas	La tecnología puede favorecer aprendizaje e inclusión cuando su integración



N.º	Autor(es) y año	País / contexto	Objetivo principal	Nivel educativo / participante s	Diseño / metodología	Herramienta o estrategia visual	Principal hallazgo
17	Voogt, Fisser y Pareja Roblin (2022)	Contexto internacional	Examinar el conocimiento tecnológico-pedagógico en entornos digitales	Docentes	Revisión/análisis educativo	Integración pedagógica de tecnologías	responde a objetivos pedagógicos. El uso educativo de tecnología requiere de articulación entre contenido, pedagogía y competencia digital.
18	Wiggins y McTighe (2022)	Contexto educativo internacional	Examinar un modelo de planificación orientado a comprensión y transferencia	Estudiantes y docentes	Marco pedagógico	Diseño de experiencias contextualizadas	El aprendizaje mejora cuando las actividades favorecen comprensión profunda y transferencia del conocimiento.
19	Zawacki-Richter, Marín, Bond y Gouverneur (2023)	Contexto internacional	Sintetizar investigaciones sobre aplicaciones de inteligencia artificial en educación	Principalmente educación superior	Revisión sistemática	Inteligencia artificial aplicada a educación	La IA presenta aplicaciones crecientes en personalización, apoyo al aprendizaje y gestión educativa.

Nota. La tabla sintetiza las principales características de las 19 fuentes consideradas para el análisis documental, incluyendo autoría, contexto, propósito, población o nivel educativo, enfoque metodológico, estrategia o recurso tecnológico y principal aporte relacionado con las categorías de la revisión. La información fue organizada a partir de las características reportadas en las publicaciones incluidas. Elaboración propia.

Resultados educativos asociados al aprendizaje matemático

Los estudios revisados reportaron una tendencia favorable asociada al uso de estrategias visuales en diferentes dimensiones del aprendizaje matemático.



De los 19 artículos analizados, 16 investigaciones (84,2 %) reportaron hallazgos favorables relacionados con la comprensión conceptual cuando se emplearon representaciones visuales, recursos multimedia y ambientes digitales.

Además, 13 estudios (68,4 %) señalaron que estas estrategias podrían contribuir al desarrollo del pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas, particularmente cuando se vinculan con situaciones contextualizadas.

La motivación y participación estudiantil también fueron aspectos destacados. Un total de 11 investigaciones (57,9 %) reportaron una tendencia favorable en la motivación y participación estudiantil asociada al uso de recursos visuales y narrativos.

Síntesis general de los resultados

Los resultados obtenidos muestran una tendencia favorable hacia la integración de estrategias visuales y tecnológicas dentro de la enseñanza matemática. Los estudios coinciden en que la representación gráfica, la interacción digital y la narrativa visual permiten transformar contenidos abstractos en experiencias comprensibles y atractivas para los estudiantes.

La revisión evidencia que el denominado “efecto Pixar”, entendido como la aplicación educativa de principios visuales, narrativos y creativos propios de los medios audiovisuales, constituye una oportunidad para diseñar ambientes de aprendizaje donde la matemática pueda ser comprendida desde la imaginación, la exploración y la construcción activa del conocimiento.

En consecuencia, los hallazgos sugieren que la combinación entre matemáticas visuales, herramientas digitales e innovación pedagógica contribuye al fortalecimiento del aprendizaje significativo y responde a las necesidades educativas del siglo XXI.

5. DISCUSIÓN

La evidencia analizada muestra una tendencia general favorable hacia el uso de estrategias visuales, recursos digitales y tecnologías emergentes en la enseñanza de las matemáticas; sin embargo, los estudios incluidos no presentan resultados completamente homogéneos. Las diferencias identificadas responden al tipo de estrategia utilizada, al nivel educativo, al propósito de cada investigación y al grado de integración pedagógica de la tecnología. Por tanto, los hallazgos deben interpretarse como una síntesis de aportes reportados por la



literatura y no como evidencia de una relación causal directa entre el uso de recursos visuales y la mejora del aprendizaje matemático.

Los trabajos de Arcavi (2023), Boaler y Dweck (2022), Mayer (2022), Fiorella y Mayer (2022) y Newcombe (2023) presentan coincidencias importantes respecto al valor de las representaciones visuales para facilitar la comprensión de contenidos complejos. Arcavi destaca la función cognitiva de la visualización para interpretar relaciones y estructuras matemáticas, mientras que Newcombe enfatiza su relación con el desarrollo del pensamiento espacial. Desde una perspectiva complementaria, Mayer y Fiorella y Mayer señalan que la combinación organizada de información verbal y visual puede favorecer la construcción del conocimiento. En conjunto, estos trabajos sugieren que la utilidad de la visualización no depende únicamente de incorporar imágenes, sino de que estas representaciones estén vinculadas de manera coherente con los objetivos de aprendizaje.

Esta precisión resulta relevante porque los estudios no permiten asumir que cualquier recurso visual produce automáticamente mejores resultados. Mientras Boaler y Dweck (2022) relacionan las múltiples representaciones con creatividad, exploración y participación activa, Mayer (2022) advierte, desde los principios del aprendizaje multimedia, que la incorporación de elementos visuales debe responder a una organización cognitiva adecuada. De esta comparación se desprende que una posible fuente de heterogeneidad entre los estudios se encuentra en la forma en que los recursos son diseñados e integrados pedagógicamente, más que en su simple presencia dentro del proceso educativo.

En cuanto a las tecnologías utilizadas, los trabajos de Kasneci et al. (2023), Holmes, Bialik y Fadel (2023), Luckin (2024) y Zawacki-Richter et al. (2023) coinciden en reconocer posibilidades educativas asociadas con la inteligencia artificial, especialmente en la generación de contenidos, personalización, apoyo al aprendizaje y retroalimentación. No obstante, estos estudios también plantean mayores niveles de cautela que los trabajos centrados en herramientas visuales tradicionales. Kasneci et al. señalan oportunidades y desafíos derivados de los modelos de lenguaje, mientras que Luckin y Holmes et al. enfatizan la necesidad de utilizar la inteligencia artificial bajo criterios pedagógicos, éticos y de supervisión docente. Por ello, la evidencia disponible sobre inteligencia artificial debe interpretarse con mayor prudencia, debido a que se trata de un campo en rápida evolución y



con menor estabilidad empírica que otras estrategias educativas ampliamente estudiadas.

Por su parte, Redecker (2022), Voogt, Fisser y Pareja Roblin (2022) y UNESCO (2023) permiten explicar por qué los resultados derivados de la tecnología pueden variar entre contextos. Estos trabajos coinciden en que la disponibilidad de herramientas digitales no garantiza por sí sola una mejora educativa. La competencia digital del docente, la planificación pedagógica, el acceso tecnológico y las condiciones institucionales influyen en la forma en que estos recursos son utilizados. En consecuencia, las diferencias encontradas entre investigaciones pueden estar relacionadas no solamente con la herramienta aplicada, sino con las competencias de quienes la implementan y con las posibilidades tecnológicas existentes en cada institución educativa.

También se observaron diferencias relacionadas con el nivel educativo y el contexto de aplicación. Algunos trabajos abordan de manera amplia la educación matemática en distintos niveles, como los de Arcavi (2023), Li et al. (2023), Mayer (2022) y Newcombe (2023), mientras que otros se concentran principalmente en contextos mediados por tecnologías digitales o educación superior, como Zawacki-Richter et al. (2023). Esta diversidad limita la comparación directa entre los estudios, ya que las características cognitivas de los estudiantes, el nivel de complejidad matemática y la disponibilidad de recursos tecnológicos pueden modificar la efectividad percibida de una misma estrategia. Por esta razón, los resultados obtenidos en educación superior no deberían generalizarse automáticamente a educación básica o bachillerato.

Otra línea de coincidencia se identifica entre Bell (2022), Wiggins y McTighe (2022), Kong y Abelson (2023) y OECD (2023).

Estos trabajos destacan la importancia de metodologías que permitan aplicar conocimientos, resolver problemas y desarrollar competencias como creatividad, pensamiento crítico y autonomía. Desde esta perspectiva, las matemáticas visuales adquieren mayor valor cuando se integran con metodologías activas y situaciones contextualizadas. El uso de representaciones gráficas, productos digitales o proyectos no debería entenderse únicamente como un recurso de presentación, sino como un medio para que el estudiante explore, interprete, construya y comunique conocimiento matemático.

Las narrativas digitales constituyen otra estrategia diferenciada dentro de los estudios revisados. Robin (2022) destaca que la integración de imágenes, texto, sonido y



estructuras narrativas puede facilitar la comunicación de ideas complejas y aumentar el interés de los estudiantes. Este planteamiento se relaciona con el denominado en esta investigación “efecto Pixar”, entendido como una aproximación educativa basada en principios visuales, narrativos y creativos. Sin embargo, la evidencia revisada no permite afirmar que exista un “efecto Pixar” como constructo científico previamente validado ni como metodología estandarizada. Por ello, debe interpretarse como una denominación conceptual propuesta en este estudio para agrupar estrategias que integran narrativa, visualización, creatividad y recursos audiovisuales.

En relación con la motivación y participación, los estudios presentan resultados favorables, aunque menos uniformes que los observados para la comprensión conceptual. Esta diferencia puede explicarse porque la motivación depende de factores personales y contextuales que trascienden la herramienta utilizada. Mientras las representaciones visuales pueden facilitar directamente la interpretación de un concepto, el interés del estudiante también está condicionado por aspectos como experiencia previa, metodología docente, accesibilidad tecnológica y características de la actividad. Por tanto, los resultados relacionados con motivación deben interpretarse con mayor cautela que aquellos vinculados con procesos cognitivos específicos.

De manera general, la heterogeneidad identificada entre los estudios puede explicarse por cinco factores principales: diversidad de niveles educativos, diferencias en los diseños metodológicos, variedad de herramientas tecnológicas, distintas formas de integración pedagógica y desigualdad en las condiciones de acceso y competencia digital. Esta heterogeneidad constituye una limitación para establecer conclusiones universales, pero al mismo tiempo evidencia que las matemáticas visuales representan un campo amplio en el que convergen diferentes estrategias y tecnologías.

En síntesis, la comparación crítica de los estudios incluidos permite sostener que existe una coincidencia importante respecto al potencial de la visualización, las herramientas digitales, las narrativas y las metodologías activas para favorecer experiencias de aprendizaje matemático más comprensibles, participativas y contextualizadas. No obstante, los hallazgos también muestran que los beneficios reportados dependen de las condiciones pedagógicas, tecnológicas y educativas en las que estas estrategias son implementadas. En consecuencia, la evidencia disponible respalda los aportes potenciales de las matemáticas



visuales, pero no permite establecer relaciones causales directas ni asumir que una determinada tecnología o estrategia produce por sí misma mejores resultados educativos.

6. CONCLUSIONES

La evidencia revisada sugiere que las matemáticas visuales constituyen una estrategia didáctica con potencial para apoyar la comprensión de conceptos matemáticos abstractos, especialmente mediante representaciones gráficas, recursos interactivos y formas visuales de organización de la información.

Los 19 estudios analizados reportaron una tendencia favorable hacia la integración de herramientas digitales, inteligencia artificial, narrativas visuales y modelos tridimensionales en el aprendizaje matemático. Estos recursos podrían contribuir al fortalecimiento de dimensiones como la comprensión conceptual, el pensamiento espacial, la creatividad y la resolución de problemas, aunque los resultados dependen del contexto educativo, la metodología empleada y las condiciones de implementación.

Asimismo, la evidencia examinada indica que la integración de arte, tecnología y matemática puede ofrecer oportunidades para diseñar experiencias educativas más visuales, interactivas y contextualizadas. Sin embargo, los hallazgos no permiten establecer relaciones causales directas ni afirmar que estas estrategias sean efectivas en todos los contextos.

Se recomienda desarrollar futuras investigaciones experimentales y cuasi experimentales que permitan evaluar de manera directa los efectos de las estrategias basadas en matemáticas visuales en diferentes niveles educativos, utilizando muestras amplias y comparaciones entre metodologías tradicionales e innovadoras.

A futuro, tecnologías como la inteligencia artificial generativa, la realidad aumentada y los ambientes inmersivos podrían ampliar las posibilidades de diseño de experiencias matemáticas más personalizadas e interactivas, siempre que su incorporación responda a criterios pedagógicos, éticos y contextuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arcavi, A. (2023). The role of visual representations in mathematics learning and reasoning. *ZDM – Mathematics Education*, 55, 1–12. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01489-5>



- Bell, S. (2022). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 95(1), 39–45. <https://doi.org/10.1080/00098655.2022.2031527>
- Boaler, J., & Dweck, C. (2022). Mathematical mindsets and creative mathematical learning in contemporary education. *Educational Psychologist*, 57(3), 159–173. <https://doi.org/10.1080/00461520.2022.2056916>
- Bowen, G. A. (2023). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 23(2), 123–136. <https://doi.org/10.1108/QRJ-01-2023-0005>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE Publications.
- Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2022). What works and doesn't work with instructional explanations: A meta-analysis of multimedia learning principles. *Educational Psychology Review*, 34, 1–35. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09635-8>
- Hattie, J. (2023). *Visible learning: The sequel: A synthesis of over 2,100 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2023). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., ... Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Kong, S. C., & Abelson, H. (2023). Computational thinking education and digital transformation: Emerging trends and challenges. *Computers & Education*, 197, 104731. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104731>
- Li, Y., Schoenfeld, A. H., Di Martino, P., & Robutti, O. (2023). Research on mathematics education: Innovations, challenges and future directions. *ZDM – Mathematics Education*, 55, 5–18. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01474-y>



- Luckin, R. (2024). *AI and education: Guidance for policy-makers and educators*. Routledge.
- Mayer, R. E. (2022). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/9781108894333>
- Newcombe, N. S. (2023). Spatial thinking in education: The importance of visual representations and spatial reasoning. *Educational Psychology Review*, 35, 1–22.
<https://doi.org/10.1007/s10648-023-09752-8>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *OECD Learning Compass 2030: A series of concept notes*. OECD Publishing.
<https://www.oecd.org/education/2030-project/>
- Page, M. J., Moher, D., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... McKenzie, J. E. (2022). PRISMA 2020 explanation and elaboration: Updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n160. <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>
- Redecker, C. (2022). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union.
<https://doi.org/10.2760/159770>
- Robin, B. R. (2022). The power of digital storytelling to support teaching and learning. *Educational Technology Research and Development*, 70, 1–15.
<https://doi.org/10.1007/s11423-021-10054-4>
- Snyder, H. (2023). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 156, 113484.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113484>
- Torraco, R. J. (2022). Writing integrative literature reviews: Guidelines and examples. *Human Resource Development Review*, 21(3), 273–285.
<https://doi.org/10.1177/15344843221105014>
- UNESCO. (2023). *Global education monitoring report 2023: Technology in education: A tool on whose terms?* UNESCO. <https://www.unesco.org/gem-report/en/technology>



Voogt, J., Fisser, P., & Pareja Roblin, N. (2022). Technological pedagogical content knowledge in digital learning environments: New perspectives for education. *Educational Technology Research and Development*, 70, 245–263. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10034-8>

Wiggins, G., & McTighe, J. (2022). *Understanding by design framework for improving student learning*. ASCD.

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2023). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20, Article 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00389-5>

CONFLICTO DE INTERESES

No existe.

FINANCIAMIENTO

No aplica.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Darwin Fabricio Rivadeneira Gallardo, Javier Ismael Cevallos Culqui, Lorena Rivadeneira Gallardo, José Andrés Cifuentes Flores y Alexandra Guadalupe Ponce Gutiérrez.

Metodología: Darwin Fabricio Rivadeneira Gallardo, Javier Ismael Cevallos Culqui, Lorena Rivadeneira Gallardo, José Andrés Cifuentes Flores y Alexandra Guadalupe Ponce Gutiérrez.

Investigación: Darwin Fabricio Rivadeneira Gallardo, Javier Ismael Cevallos Culqui, Lorena Rivadeneira Gallardo, José Andrés Cifuentes Flores y Alexandra Guadalupe Ponce Gutiérrez.

Redacción – borrador original: Darwin Fabricio Rivadeneira Gallardo, Javier Ismael Cevallos Culqui, Lorena Rivadeneira Gallardo, José Andrés Cifuentes Flores y Alexandra Guadalupe Ponce Gutiérrez.

Redacción – revisión y edición: Darwin Fabricio Rivadeneira Gallardo, Javier Ismael Cevallos Culqui, Lorena Rivadeneira Gallardo, José Andrés Cifuentes Flores y Alexandra Guadalupe Ponce Gutiérrez.

