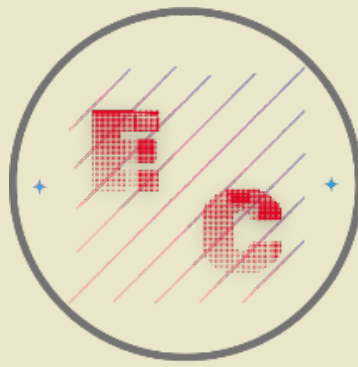




REVISTA MULTIDISCIPLINAR EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS

Volumen 3, Número 3
Julio-Septiembre 2026

Edición Trimestral

CROSSREF PREFIX DOI: 10.71112

ISSN: 3061-7812, www.omniscens.com

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 3, Número 3
julio-septiembre 2026

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.

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.



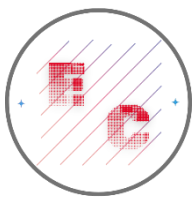
Copyright © 2026: Los autores



9773061781003

Cintillo legal

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias Vol. 3, Núm. 3, julio-septiembre 2026, 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 julio 2026.



Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 3, Número 3, 2026, julio-septiembre

DOI: <https://doi.org/10.71112/f13g4266>

**INTEGRACIÓN TECNOLÓGICA EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS A
PARTIR DEL DISEÑO DE OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE**

**TECHNOLOGY INTEGRATION IN MATHEMATICS EDUCATION THROUGH THE
DESIGN OF VIRTUAL LEARNING OBJECTS**

José Ramón Delgado Fernández

Denisse Patricia Analuisa Guerrero

Norman Orlando Armijos Armijos

Miranda Bravo Carlos Alexis

Ordóñez Sánchez Analy Verónica

Ecuador

Integración tecnológica en la enseñanza de las Matemáticas a partir del diseño de objetos virtuales de aprendizaje

Technology integration in Mathematics education through the design of virtual learning objects

José Ramón Delgado Fernández^{a,*}

Jrdelgado66@utpl.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9176-7666>

Denisse Patricia Analuisa Guerrero^a

dpanaluisa1@utpl.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0006-5464-5930>

Norman Orlando Armijos Armijos^c

normanarmijosa@calasanzloja.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0007-4347-4272>

Miranda Bravo Carlos Alexis^b

carlos.miranda@unach.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6179-1764>

Ordóñez Sánchez Analy Verónica^a

avordonez14@utpl.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0007-8099-9027>

*Autor de correspondencia: Jrdelgado66@utpl.edu.ec, ^aUniversidad Técnica Particular de Loja,

^bUniversidad Nacional de Chimborazo, ^cUnidad Educativa Fiscomisional Calasanz, Ecuador

RESUMEN

La integración tecnológica en la enseñanza de las matemáticas trasciende la disponibilidad de herramientas digitales e implica decisiones didácticas orientadas al diseño de actividades matemáticas significativas. Este estudio analiza las formas de integración tecnológica evidenciadas en 30 Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) diseñados por docentes de Matemática en formación de posgrado para integrar aritmética y álgebra. Mediante un enfoque cualitativo interpretativo con apoyo cuantitativo descriptivo, se examinaron las herramientas

tecnológicas, estrategias didácticas, representaciones matemáticas y demandas cognitivas incorporadas. Los resultados evidencian configuraciones heterogéneas de integración, con predominio de GeoGebra y usos que comprenden desde la ejercitación con retroalimentación inmediata hasta la exploración dinámica de relaciones matemáticas. Asimismo, emergen diferentes perfiles de integración tecnológica. El estudio aporta evidencia basada en producciones docentes y propone una aproximación tecnológico-didáctico-matemática que permite diferenciar la presencia de tecnología de su integración pedagógica en el diseño de actividades para la enseñanza de las matemáticas.

Palabras clave: integración tecnológica; educación matemática; objetos virtuales de aprendizaje; conocimiento didáctico-tecnológico del contenido; diseño de tareas matemáticas.

ABSTRACT

Technology integration in mathematics education goes beyond the mere availability of digital tools and involves pedagogical decisions aimed at designing meaningful mathematical activities. This study analyzes the forms of technology integration evidenced in 30 Virtual Learning Objects (VLOs) designed by mathematics teachers enrolled in postgraduate education to integrate arithmetic and algebra. Using an interpretive qualitative approach supported by descriptive quantitative analysis, the study examined the technological tools, teaching strategies, mathematical representations, and cognitive demands incorporated into the VLOs. The findings reveal heterogeneous configurations of technology integration, with GeoGebra emerging as the predominant tool and uses ranging from practice activities with immediate feedback to the dynamic exploration of mathematical relationships. Different profiles of technology integration also emerged. The study provides evidence based on teacher-designed artifacts and proposes a technological-pedagogical-mathematical approach that distinguishes

the mere presence of technology from its pedagogical integration into the design of activities for mathematics teaching.

Keywords: technology integration; mathematics education; virtual learning objects; technological pedagogical content knowledge; mathematical task design.

Recibido: 17 agosto 2026 | Aceptado: 3 septiembre 2026 | Publicado: 4 septiembre 2026

INTRODUCCIÓN

La digitalización de la educación matemática ha experimentado un crecimiento exponencial en las últimas décadas, impulsada por el desarrollo de herramientas dinámicas, interactivas y, más recientemente, de inteligencia artificial que ofrecen nuevas posibilidades para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (Niss, 2016; Pedersen et al., 2021). Sin embargo, la disponibilidad de tecnología no garantiza por sí misma una integración pedagógica efectiva. Como señalan Hill y Uribe-Florez (2020), la mera presencia de dispositivos tecnológicos en el aula no se traduce automáticamente en mejoras en el aprendizaje matemático; se requiere una articulación cuidadosa entre las posibilidades tecnológicas, las decisiones didácticas y la actividad matemática propuesta.

En este contexto, el modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) propuesto por Mishra y Koehler (2006) ofrece un marco teórico para comprender la compleja interacción entre el conocimiento tecnológico, pedagógico y del contenido que los docentes necesitan desarrollar para integrar efectivamente la tecnología en su enseñanza. Este modelo ha sido ampliamente utilizado en investigaciones sobre educación matemática (González, 2016; Helsa et al., 2024; Rivera-Robles et al., 2021), evidenciando que el conocimiento tecnológico aislado no explica una integración de calidad; debe articularse con el conocimiento pedagógico y el conocimiento del contenido matemático.

El diseño de objetos virtuales de aprendizaje (OVA) constituye una oportunidad privilegiada para examinar cómo los docentes articulan estos conocimientos en la práctica. Los OVA, entendidos como recursos digitales con propósitos educativos que incluyen actividades interactivas y retroalimentación, permiten observar las decisiones de diseño que los docentes toman al integrar tecnología en la enseñanza de contenidos matemáticos específicos (Leung & Bolite-Frant, 2015). A diferencia de los estudios basados en autoinformes o percepciones docentes, el análisis de OVA ofrece evidencia basada en artefactos concretos de diseño, lo que constituye un aporte significativo a la literatura existente (González, 2016; Ortega, 2020).

El presente estudio se sitúa en este marco, analizando un corpus de 30 OVA elaborados por docentes de Matemática en formación de posgrado bajo una consigna común que exigía la integración de aritmética y álgebra. La pregunta que guía esta investigación es: ¿Cómo se integra la tecnología en los objetos virtuales de aprendizaje diseñados por docentes de Matemática en formación de posgrado y qué patrones emergen de la articulación entre las posibilidades tecnológicas, las decisiones didácticas y la actividad matemática propuesta?

Los objetivos específicos del estudio son: (1) caracterizar las herramientas y funcionalidades tecnológicas incorporadas en los OVA; (2) analizar las estrategias didácticas, formas de interacción y modalidades de retroalimentación presentes en los diseños; (3) examinar cómo la tecnología media el tratamiento de los objetos matemáticos, sus representaciones y las demandas cognitivas planteadas al estudiante; y (4) identificar configuraciones recurrentes de integración tecnológico-didáctico-matemática que permitan construir perfiles interpretativos derivados del corpus.

2. Marco Teórico

Conocimiento profesional del profesor de Matemáticas

El estudio del conocimiento profesional del profesor de Matemáticas ha sido un tema central en la investigación educativa desde los trabajos seminales de Shulman (1986, 1987), quien introdujo la noción de conocimiento pedagógico del contenido (PCK) como un tipo de conocimiento específico que va más allá del dominio de la materia para incluir las formas de representar y formular el contenido que lo hacen comprensible para los estudiantes. Este conocimiento, según Shulman (1986), incluye "para los temas más regularmente enseñados en una materia, las formas más útiles de representación de las ideas, las analogías más poderosas, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones" (p. 9).

Posteriormente, Ball y sus colaboradores (Ball et al., 2008) ampliaron esta conceptualización proponiendo el modelo de Mathematical Knowledge for Teaching (MKT), que distingue entre conocimiento común del contenido (CCK), conocimiento especializado del contenido (SCK), conocimiento del contenido y los estudiantes (KCS), y conocimiento del contenido y la enseñanza (KCT). Este modelo reconoce que los docentes necesitan no solo saber matemáticas, sino también saber cómo descomponer, interpretar y representar el contenido matemático de maneras que faciliten el aprendizaje de los estudiantes.

El modelo TPACK y su aplicación en educación matemática

El modelo TPACK (Mishra & Koehler, 2006) representa una extensión del PCK de Shulman al incorporar el componente tecnológico como un elemento central del conocimiento docente. Este modelo identifica siete dominios de conocimiento: conocimiento tecnológico (TK), conocimiento pedagógico (PK), conocimiento del contenido (CK), conocimiento pedagógico del contenido (PCK), conocimiento tecnológico del contenido (TCK), conocimiento tecnológico pedagógico (TPK) y conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK). La intersección de estos tres componentes —tecnología, pedagogía y contenido— constituye el

tipo de conocimiento que los docentes necesitan para integrar efectivamente la tecnología en su enseñanza.

En el contexto de la educación matemática, investigaciones recientes han utilizado el modelo TPACK para analizar el conocimiento de los docentes y su relación con la integración de tecnología en el aula (González, 2016; Hill & Uribe-Florez, 2020; Rivera-Robles et al., 2021). Los hallazgos indican que los docentes suelen mostrar mayor confianza en su conocimiento pedagógico y de contenido que en su conocimiento tecnológico, y que la integración efectiva de tecnología requiere un desarrollo equilibrado de los tres componentes (Hill & Uribe-Florez, 2020). Además, se ha encontrado que la experiencia docente y la formación específica en el uso de herramientas tecnológicas son factores que influyen significativamente en el desarrollo del TPACK (Joshi & Rawal, 2021).

Una línea emergente de investigación busca integrar el modelo TPACK con otros marcos teóricos, como el Enfoque Ontosemiótico (EOS), para proporcionar una comprensión más profunda de los conocimientos y competencias que los docentes necesitan para enseñar matemáticas con tecnología (Chacón-Rivadeneira et al., 2024; Morales-López et al., 2024). Esta integración permite considerar no solo los tipos de conocimiento que poseen los docentes, sino también la idoneidad didáctica de las prácticas matemáticas que implementan en contextos tecnológicos.

Representaciones matemáticas en la enseñanza con tecnología

Las representaciones matemáticas constituyen un elemento fundamental en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. La investigación en educación matemática ha destacado la importancia de trabajar con múltiples representaciones para promover la comprensión conceptual (Niss & Højgaard, 2019; Pedersen et al., 2021). La tecnología, particularmente los Sistemas de Geometría Dinámica (DGS) y los Sistemas de Álgebra

Computacional (CAS), ofrece nuevas posibilidades para el trabajo con representaciones matemáticas.

Pedersen et al. (2021), en su revisión de literatura sobre competencia de representación y tecnología en educación matemática, encontraron que los estudios se centran predominantemente en los registros simbólico y gráfico, mientras que el registro lingüístico recibe menos atención. Esto es significativo, ya que la tecnología puede facilitar el trabajo con diferentes representaciones, pero también puede tomar el control de las transformaciones entre ellas, potencialmente reemplazando la capacidad de los estudiantes para realizar estas conversiones por sí mismos.

El concepto de competencia de representación, tal como lo define el marco KOM (Niss & Højgaard, 2019), incluye cuatro aspectos: (A) interpretar y comprender las relaciones recíprocas entre diferentes formas de representación; (B) conocer las fortalezas y debilidades de las representaciones, incluyendo la pérdida o ganancia de información; (C) traducir y moverse entre una amplia gama de representaciones; y (D) elegir reflexivamente representaciones al abordar situaciones y tareas matemáticas. La tecnología puede tanto potenciar como reemplazar estos aspectos de la competencia de representación, dependiendo de cómo se diseñen las tareas matemáticas (Pedersen et al., 2021).

Diseño de tareas y objetos virtuales de aprendizaje

El diseño de tareas matemáticas en entornos digitales ha recibido creciente atención en la investigación en educación matemática (Leung & Bolite-Frant, 2015; Watson & Ohtani, 2015). Leung (2017) propone el concepto de Mathematical Digital Boundary Object (MDBO) para caracterizar cómo las herramientas digitales pueden mediar experiencias entre diferentes mundos matemáticos. Un MDBO opera como un "puente" que crea un discurso que permite la comunicación entre mundos matemáticos, como el currículo escolar y el conocimiento matemático formal.

En este marco, el diseño de tareas con tecnología implica la creación de trayectorias pedagógicas que utilizan las potencialidades del MDBO para reconciliar significados y mantener coherencia entre mundos matemáticos (Leung, 2017). Leung y Bolite-Frant (2015) sugieren cinco heurísticas de diseño para MDBO, entre las cuales la multiplicidad es particularmente relevante para el trabajo con representaciones matemáticas: un MDBO que soporta múltiples representaciones permite profundizar el significado de manera multifacética.

Los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) representan una materialización de estos principios de diseño. Un OVA es un recurso digital con propósito educativo que incluye actividades interactivas, retroalimentación y, en el contexto de la educación matemática, oportunidades para explorar y manipular objetos matemáticos. El análisis de OVA diseñados por docentes ofrece una ventana privilegiada para examinar cómo los docentes articulan los diferentes componentes del TPACK en productos concretos (González, 2016; Ortega, 2020).

METODOLOGÍA

Enfoque y diseño de investigación

Este estudio adoptó un enfoque cualitativo de predominio interpretativo, con apoyo cuantitativo descriptivo para el análisis de frecuencias y distribución de códigos. El diseño fue de tipo descriptivo-interpretativo, basado en análisis documental y de contenido de artefactos educativos (Creswell & Plano-Clark, 2011). Se trató de un diseño no experimental, transversal y de análisis de producciones docentes, que examinó 30 OVA y sus documentos descriptivos elaborados por docentes de Matemática en formación de posgrado bajo una misma consigna académica.

Participantes y corpus

El corpus estuvo constituido por 30 OVA y documentos de descripción elaborados por docentes de Matemática en formación de posgrado (maestría en Educación mención Enseñanza de la Matemática) en una universidad de Ecuador. Los participantes fueron estudiantes del programa de posgrado que cursaban la asignatura Fundamentos de la Aritmética, quienes diseñaron los OVA como parte de una actividad académica. El muestreo fue intencional y censal respecto de las entregas disponibles de la actividad, incluyendo todas las producciones válidas del grupo.

Consigna y actividad

La consigna para la elaboración de los OVA establecía los siguientes requisitos: diseño de un OVA que integre aritmética y álgebra, con explicación conceptual, al menos tres actividades interactivas, retroalimentación y documentación del recurso. Los participantes debían definir el público objetivo, el resultado de aprendizaje esperado y las instrucciones de uso para los estudiantes, además de proporcionar el enlace al OVA funcional.

Los temas abordados en los OVA incluyeron: ecuaciones lineales (aproximadamente 40% del corpus), funciones (20%), fracciones algebraicas (15%), sistemas de ecuaciones (10%), factorización (10%) y otros temas (5%). Las herramientas tecnológicas utilizadas fueron variadas, con predominio de GeoGebra (aproximadamente 70% del corpus), seguido de Educaplay, Wordwall, Genially, Canva, y desarrollos personalizados en HTML/JavaScript.

Unidades de análisis y codificación

La unidad de análisis fue cada OVA junto con su documento descriptivo. La unidad de codificación comprendió: actividad, funcionalidad, representación, tipo de feedback y evidencia de demanda cognitiva. Se empleó análisis cualitativo de contenido con categorías deductivas iniciales basadas en el marco TPACK (Mishra & Koehler, 2006) y la competencia de

representación del marco KOM (Niss & Højgaard, 2019), con apertura a categorías inductivas emergentes del corpus.

El libro de códigos incluyó las siguientes dimensiones:

- Dimensión Tecnológica: herramienta/plataforma (GeoGebra, Educaplay, Wordwall, Genially, Classroom, HTML/JS, etc.); funcionalidad dinámica (deslizadores, arrastrar/soltar, manipulación de objetos o parámetros); automatización (corrección, validación, generación o cálculo automatizado); multimedia/gamificación (video, juego, crucigrama, retos, elementos gamificados).
- Dimensión Didáctica: tipo de actividad (explicación, práctica, exploración, resolución, modelización, investigación); retroalimentación (ausente, correctiva, explicativa, orientadora/reflexiva); rol del estudiante (receptor, ejecutor, manipulador, explorador, constructor/argumentador).
- Dimensión Matemática: objeto matemático (ecuaciones, funciones, patrones, fracciones, expresiones, sistemas, etc.); representaciones (numérica, algebraica, gráfica, tabular, verbal, pictórica); conexión de representaciones (se solicita/permite pasar o relacionar dos o más representaciones).
- Dimensión Cognitiva: demanda cognitiva (reconocer/reproducir; aplicar; explorar; interpretar/relacionar; argumentar/generalizar).
- Dimensión de Integración: dependencia didáctica de la tecnología (decorativa/sustitutiva, funcional, posibilita actividad difícil de realizar de modo estático).

Procedimiento de análisis

El análisis se realizó en varias fases. En una primera fase, se realizó una lectura exhaustiva de los documentos descriptivos y la exploración de los OVA funcionales para familiarizarse con el corpus. En una segunda fase, se aplicó la codificación deductiva utilizando las categorías predefinidas, registrando las evidencias en una matriz de análisis. En una tercera fase, se identificaron categorías inductivas emergentes a partir de los patrones observados en el corpus. En una cuarta fase, se realizó un análisis de coocurrencias para identificar configuraciones recurrentes de integración tecnológico-didáctico-matemática.

Para garantizar el rigor del análisis, se implementaron las siguientes estrategias: (1) libro de códigos con definiciones operacionales claras; (2) pilotaje inicial con tres OVA para ajustar el sistema de codificación; (3) doble codificación de una fracción del corpus (20%) por parte de dos investigadores, con discusión de discrepancias hasta alcanzar consenso; (4) trazabilidad de ejemplos representativos. El acuerdo interevaluador, calculado mediante coeficiente Kappa de Cohen para códigos categóricos, alcanzó un valor de 0.82, indicando un nivel sustancial de acuerdo (Landis & Koch, 1977).

Consideraciones éticas

Se anonimizaron los autores en tablas y resultados (OVA01-OVA30), se declaró el contexto académico de la actividad y se verificó el consentimiento para uso investigativo de los trabajos estudiantiles. Los datos se almacenaron de manera segura y solo los investigadores tuvieron acceso a la información identificable.

RESULTADOS

Caracterización del corpus: objetos matemáticos, niveles educativos y herramientas

La Tabla 1 presenta la caracterización general del corpus, incluyendo los objetos matemáticos abordados, los niveles educativos a los que se dirijan los OVA y las herramientas tecnológicas utilizadas.

Tabla 1.

Caracterización del corpus de OVA (OVA01-OVA30)

Caso	Objeto Matemático	Nivel Educativo	Herramienta(s) principal(es)
OVA01	Ecuaciones lineales 3x3	1° BGU	GeoGebra
OVA02	Ecuaciones lineales simples	EGB Superior/BGU	Educaplay
OVA03	Ecuaciones lineales	Bachillerato	GeoGebra
OVA04	Sistema de ecuaciones 3x3	1° BGU	GeoGebra
OVA05	Funciones lineales	Básica Superior/BGU	GeoGebra
OVA06	Ecuaciones lineales	Bachillerato	GeoGebra
OVA07	Fracciones algebraicas	10° EGB	Genially
OVA08	Función cuadrática	1° BGU	GeoGebra, Educaplay
OVA09	Ecuaciones lineales	8° EGB	GeoGebra
OVA10	Ecuaciones fraccionarias	9° EGB	GeoGebra
OVA11	Términos semejantes	8° EGB	Educaplay
OVA12	Potenciación	8° EGB	Canva, Genially, Quizizz
OVA13	Factorización	3° BGU	HTML/JS, Google Classroom
OVA14	Simplificación de fracciones	EGB	Wordwall, GeoGebra
OVA15	Función lineal	10° EGB	GeoGebra
OVA16	Trigonometría	10° EGB	GeoGebra
OVA17	Fracciones	4° EGB	GeoGebra
OVA18	Ecuaciones lineales	8° EGB	GeoGebra
OVA19	Funciones	BGU	Canva, GeoGebra
OVA20	Ecuaciones lineales	8° EGB	GeoGebra
OVA21	Función cuadrática	1° BGU	GeoGebra, Educaplay
OVA22	Simplificación de fracciones	10° EGB	Genially
OVA23	Funciones lineales	10° EGB	GeoGebra
OVA24	Funciones cuadráticas	1° BGU	GeoGebra, Khan Academy
OVA25	Ecuaciones lineales	8° EGB	GeoGebra

OVA26	Patrones algebraicos	1° BGU	GeoGebra
OVA27	Fracciones	4° EGB	GeoGebra
OVA28	Simplificación de fracciones	8° EGB	Wordwall, GeoGebra
OVA29	Ecuaciones lineales	8° EGB	GeoGebra
OVA30	Algebra básica	5°-7° EGB	Educaplay

Nota. BGU = Bachillerato General Unificado; EGB = Educación General Básica.

Los resultados muestran una diversidad de objetos matemáticos abordados, con predominio de ecuaciones lineales (40%) y funciones (20%). Los niveles educativos más frecuentes fueron 8° EGB (23%) y 1° BGU (20%). En cuanto a las herramientas, GeoGebra fue la plataforma más utilizada (70%), seguida por Educaplay (10%), Wordwall (7%) y Genially (7%). Esta predominancia de GeoGebra refleja su reconocimiento como una herramienta versátil para la enseñanza de las matemáticas, que permite representaciones dinámicas y múltiples conexiones entre registros (Hohenwarter et al., 2008).

Funcionalidades tecnológicas utilizadas

El análisis de las funcionalidades tecnológicas incorporadas en los OVA reveló una diversidad de usos, que van desde la presentación de contenido hasta la manipulación dinámica y la gamificación. La Tabla 2 presenta la frecuencia de las diferentes funcionalidades tecnológicas identificadas en el corpus.

Tabla 2.

Frecuencia de funcionalidades tecnológicas en el corpus de OVA

	Frecuencia (N)	Porcentaje (%)
Visualización gráfica/dinámica	24	80%
Deslizadores/parámetros variables	18	60%
Cuestionarios/actividades de selección	16	53%
Retroalimentación inmediata	22	73%
Gamificación (juegos, retos)	10	33%
Video explicativo	8	27%
Arrastrar y soltar	6	20%
Cálculo automatizado (CAS)	4	13%

Actividades de exploración	14	47%
----------------------------	----	-----

Nota. Los porcentajes superan el 100% porque cada OVA puede incluir múltiples funcionalidades.

Las funcionalidades más frecuentes fueron la visualización gráfica/dinámica (80%) y la retroalimentación inmediata (73%), lo que indica que los docentes en formación reconocen el valor de la tecnología para mostrar representaciones visuales y proporcionar feedback a los estudiantes. La presencia de deslizadores (60%) y actividades de exploración (47%) sugiere que un número considerable de OVA busca promover un aprendizaje activo mediante la manipulación de parámetros. Sin embargo, la gamificación (33%) y el uso de CAS (13%) fueron menos frecuentes, lo que podría reflejar un conocimiento tecnológico más limitado en estas áreas.

Integración didáctica: tipos de actividad, rol del estudiante y retroalimentación

El análisis de las estrategias didácticas evidenció una variedad de enfoques en el diseño de los OVA. La Tabla 3 presenta la distribución de los tipos de actividad, el rol del estudiante y las modalidades de retroalimentación.

Tabla 3.

Integración didáctica en el corpus de OVA

Dimensión	Categoría	Frecuencia (N)	Porcentaje (%)
Tipo de actividad	Práctica/ejercitación	18	60%
	Explicación conceptual	15	50%
	Exploración guiada	12	40%
	Resolución de problemas	10	33%
	Modelización	4	13%
Rol del estudiante	Receptor	8	27%
	Ejecutor	12	40%
	Manipulador	14	47%
	Explorador	10	33%
	Constructor/argumentador	4	13%

Retroalimentación

Correctiva (correcto/incorrecto)	14	47%
Explicativa	10	33%
Orientadora/reflexiva	6	20%
Ausente	4	13%

Nota. Los porcentajes superan el 100% porque cada OVA puede incluir múltiples actividades.

El tipo de actividad más frecuente fue la práctica/ejercitación (60%), seguida de la explicación conceptual (50%) y la exploración guiada (40%). Esto sugiere que los docentes en formación tienden a diseñar OVA que combinan la presentación de contenido con oportunidades para que los estudiantes practiquen y exploren. Sin embargo, la modelización (13%) fue poco frecuente, lo que indica una oportunidad de desarrollo en el diseño de tareas que conecten las matemáticas con situaciones del mundo real.

En cuanto al rol del estudiante, las categorías más frecuentes fueron manipulador (47%) y ejecutor (40%), mientras que el rol de constructor/argumentador fue el menos frecuente (13%). Este hallazgo sugiere que, aunque los OVA promueven cierta actividad por parte de los estudiantes, la mayoría de los diseños no llega a fomentar plenamente la construcción activa de conocimiento o la argumentación matemática.

La retroalimentación correctiva (47%) fue la modalidad más común, seguida de la retroalimentación explicativa (33%). La retroalimentación orientadora/reflexiva (20%) fue menos frecuente, lo que indica que los OVA tienden a proporcionar información sobre la corrección de las respuestas más que a guiar el razonamiento de los estudiantes o promover la reflexión sobre el proceso de aprendizaje.

Integración matemática: representaciones y conexiones

El análisis de las representaciones matemáticas utilizadas en los OVA reveló patrones interesantes en relación con los objetos matemáticos abordados. La Tabla 4 presenta la distribución de las representaciones según el objeto matemático.

Tabla 4.

Representaciones matemáticas según objeto matemático

Objeto Matemático	Representaciones utilizadas
Ecuaciones lineales	Algebraica (100%), Gráfica (75%), Tabular (25%), Verbal (17%)
Funciones	Algebraica (100%), Gráfica (100%), Tabular (67%), Verbal (33%)
Fracciones algebraicas	Algebraica (100%), Pictórica/visual (60%), Verbal (20%)
Sistemas de ecuaciones	Algebraica (100%), Gráfica (100%), Tabular (0%), Verbal (0%)
Factorización	Algebraica (100%), Pictórica (20%), Verbal (0%)
Potenciación	Algebraica (100%), Pictórica (50%), Verbal (25%)

Nota. Los porcentajes se calculan sobre el número de OVA que abordan cada objeto matemático.

Los resultados muestran que la representación algebraica está presente en el 100% de los OVA, lo que es consistente con la naturaleza algebraica de los objetos matemáticos abordados. La representación gráfica es frecuente en objetos que admiten visualización (funciones, sistemas de ecuaciones, ecuaciones lineales), mientras que la representación tabular es más común en el estudio de funciones. La representación verbal fue la menos frecuente en general, lo que coincide con los hallazgos de Pedersen et al. (2021) sobre el registro lingüístico como el menos atendido en el uso de tecnología en matemáticas.

En cuanto a las conexiones entre representaciones, el análisis reveló que aproximadamente el 60% de los OVA incluye algún tipo de conexión entre diferentes registros de representación. La conexión más común fue entre las representaciones algebraica y gráfica (50%), seguida de la conexión entre algebraica y tabular (27%). Sin embargo, en muchos casos estas conexiones no se explotan plenamente para promover la comprensión conceptual,

limitándose a mostrar diferentes representaciones sin guiar explícitamente a los estudiantes en la identificación de relaciones entre ellas.

Demanda cognitiva

El análisis de la demanda cognitiva de las actividades propuestas en los OVA reveló una distribución que tiende hacia los niveles más bajos de la taxonomía cognitiva. La Tabla 5 presenta la distribución de la demanda cognitiva en el corpus.

Tabla 5.

Demanda cognitiva en las actividades de los OVA

Nivel de demanda cognitiva	Frecuencia (N)	Porcentaje (%)
Reconocer/reproducir	18	60%
Aplicar procedimientos	20	67%
Explorar/experimentar	14	47%
Interpretar/relacionar	10	33%
Argumentar/generalizar	6	20%

Nota. Los porcentajes superan el 100% porque cada OVA puede incluir múltiples actividades con diferentes niveles de demanda.

Los niveles de demanda cognitiva más frecuentes fueron aplicar procedimientos (67%) y reconocer/reproducir (60%), mientras que los niveles de argumentar/generalizar (20%) e interpretar/relacionar (33%) fueron menos comunes. Este hallazgo sugiere que los OVA tienden a enfocarse en la aplicación de procedimientos y la reproducción de conocimientos más que en la promoción de pensamiento de orden superior. Sin embargo, es importante notar que la exploración/experimentación (47%) tuvo una presencia considerable, lo que indica que algunos OVA buscan fomentar un aprendizaje más activo a través de la manipulación y la exploración.

Coocurrencias: configuraciones de integración

El análisis de coocurrencias entre diferentes dimensiones reveló configuraciones recurrentes de integración tecnológico-didáctico-matemática. La Tabla 6 presenta las coocurrencias más significativas identificadas en el corpus.

Tabla 6.

Coocurrencias significativas en el corpus de OVA

Configuración	Frecuencia	Ejemplo representativo
Deslizadores + Exploración + Conexión de representaciones	12	OVA23: Función lineal con deslizadores para pendiente e intercepto
Cuestionarios + Retroalimentación correctiva + Aplicación	14	OVA03: Ecuaciones lineales con selección múltiple y verificación
Video explicativo + Cuestionario + Retroalimentación	6	OVA06: Video sobre funciones lineales y cuestionario asociado
Gamificación + Ejercitación + Retroalimentación inmediata	8	OVA02: Juego interactivo para resolver ecuaciones
Visualización gráfica + Manipulación + Interpretación	10	OVA01: Sistema de ecuaciones 3x3 con visualización en 3D

El patrón más frecuente fue la combinación de deslizadores con actividades de exploración y conexión de representaciones (12 OVA), lo que sugiere que una proporción considerable de los docentes en formación reconoce el potencial de la tecnología para permitir la manipulación dinámica y la conexión entre diferentes registros de representación. Otro patrón común fue la combinación de cuestionarios con retroalimentación correctiva y aplicación de procedimientos (14 OVA), reflejando un enfoque más tradicional de práctica y verificación.

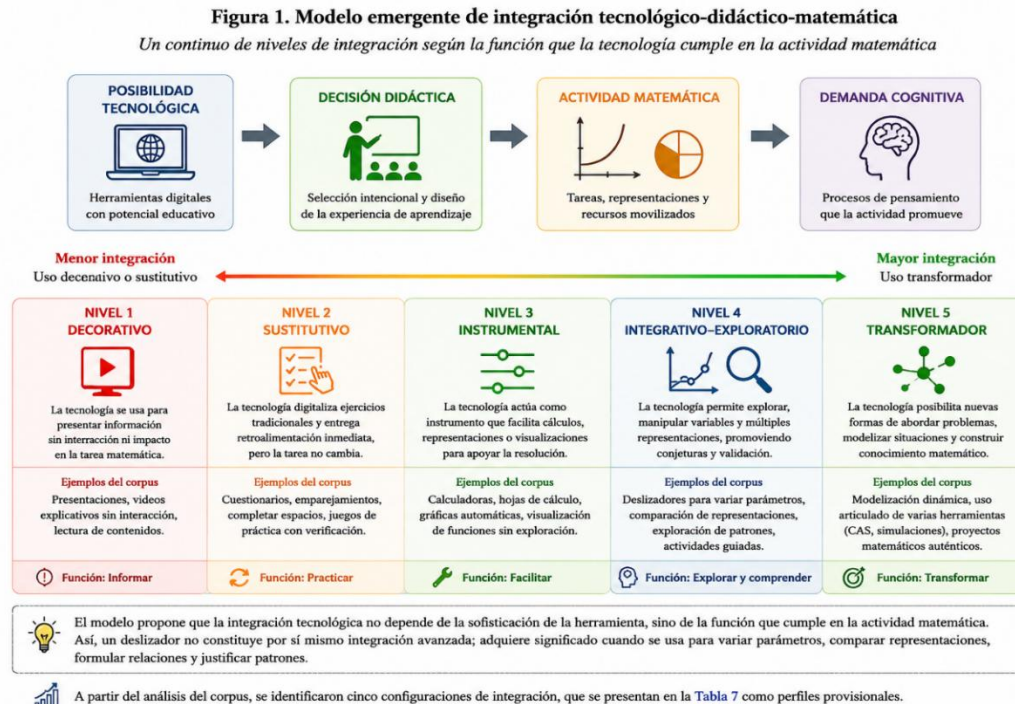
Modelo emergente de integración tecnológico-didáctico-matemática

A partir del análisis del corpus, se propone un modelo emergente de integración tecnológico-didáctico-matemática que distingue entre diferentes niveles de integración según la función que la tecnología cumple en la actividad matemática. Este modelo, que se presenta en

la Figura 1, organiza las configuraciones observadas en un continuo que va desde usos decorativos o sustitutivos hasta usos que transforman la actividad matemática.

Figura 1.

Modelo emergente de integración tecnológico-didáctico-matemática



Elaboración con apoyo IA

El modelo propone que la integración tecnológica no depende de la sofisticación de la herramienta, sino de la función que cumple en la actividad matemática. Así, un deslizador no constituye por sí mismo integración avanzada; adquiere significado cuando se usa para variar parámetros, comparar representaciones, formular relaciones y justificar patrones.

A partir del análisis del corpus, se identificaron cinco configuraciones de integración, que se presentan en la [Tabla 7](#) como perfiles provisionales.

Tabla 7.

Perfiles provisionales de integración tecnológico-didáctico-matemática

Perfil provisional	Rasgos que lo definirían	Frecuencia estimada
Expositivo-informativo	Tecnología para presentar explicación, video o contenido con poca acción matemática del estudiante	20%
Ejercitativo-retroalimentado	Práctica digital, respuesta y validación/feedback inmediato	30%
Interactivo-manipulativo	El estudiante modifica valores/objetos y observa consecuencias	25%
Exploratorio-representacional	La tecnología permite explorar relaciones y conectar representaciones	20%
Transformador-argumentativo	El diseño promueve conjetura, modelización, explicación, argumentación o generalización apoyada en tecnología	5%

Nota. Estos perfiles son provisionales y requieren confirmación mediante codificación sistemática del corpus completo.

DISCUSIÓN

Hallazgo general: integración heterogénea

El corpus analizado muestra una integración tecnológica heterogénea, donde la mera presencia de tecnología no equivale a una integración pedagógica efectiva. Este hallazgo coincide con investigaciones previas que señalan que el uso de tecnología en matemáticas no garantiza automáticamente mejoras en el aprendizaje (Hill & Uribe-Florez, 2020; Niss, 2016). La heterogeneidad observada refleja las diferentes concepciones que los docentes en formación tienen sobre el papel de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas, desde visiones instrumentales (tecnología como herramienta para presentar o ejercitar) hasta visiones más transformadoras (tecnología como medio para explorar y construir conocimiento).

Este resultado es consistente con la caracterización de Niess et al. (2009) sobre los niveles de desarrollo del TPACK, donde los docentes pueden ubicarse en diferentes etapas

(reconocer, aceptar, adaptar, explorar, avanzar) en función de su experiencia y formación. La predominancia de perfiles ejercitativos-retroalimentados (30%) e interactivo-manipulativos (25%) sugiere que la mayoría de los docentes en formación se encuentra en etapas intermedias de desarrollo del TPACK, donde la tecnología se utiliza para practicar y manipular, pero no necesariamente para transformar la actividad matemática.

Contraste con el marco TPACK

Los hallazgos del estudio permiten interpretar cómo se articulan los diferentes componentes del TPACK en los diseños de OVA. El conocimiento tecnológico (TK) se evidencia en la selección de herramientas, con predominancia de GeoGebra (70%), que ofrece múltiples posibilidades para la representación matemática. Sin embargo, el uso de funcionalidades más avanzadas (como CAS o programación) fue limitado, lo que sugiere un conocimiento tecnológico que, aunque operativo, no alcanza niveles más sofisticados.

El conocimiento pedagógico (PK) se manifiesta en las decisiones sobre tipos de actividad, rol del estudiante y modalidades de retroalimentación. La predominancia de actividades de práctica (60%) y retroalimentación correctiva (47%) sugiere un enfoque pedagógico más tradicional, centrado en la ejercitación y verificación, en lugar de un enfoque más constructivista que promueva la exploración y la construcción de conocimiento.

El conocimiento del contenido matemático (CK) se evidencia en la selección y tratamiento de los objetos matemáticos abordados, así como en las representaciones utilizadas. La presencia de todas las representaciones matemáticas relevantes para cada objeto (algebraica, gráfica, tabular) indica un conocimiento del contenido adecuado, aunque la limitada conexión entre representaciones sugiere oportunidades de desarrollo en la comprensión de las relaciones entre diferentes representaciones.

La intersección de estos conocimientos (TPACK) se manifiesta en las configuraciones de integración observadas. Los casos donde se combinan deslizadores con exploración y

conexión de representaciones (40% del corpus) representan ejemplos de TPACK en acción, donde la tecnología se utiliza intencionalmente para mediar entre diferentes representaciones y promover la exploración matemática. Estos casos se aproximan a la noción de Mathematical Digital Boundary Object propuesta por Leung (2017), donde la tecnología opera como puente entre diferentes mundos matemáticos.

Especificidad matemática de la integración tecnológica

Los hallazgos del estudio destacan la importancia de considerar la especificidad matemática en la integración tecnológica. La tecnología en matemáticas tiene un potencial particular para la visualización, manipulación, múltiples representaciones, experimentación y modelización, pero su valor depende de las tareas diseñadas. Esta especificidad se observa claramente en el corpus, donde los OVA que abordan funciones tienden a hacer un uso más intensivo de representaciones gráficas y conexiones entre registros, mientras que los OVA sobre ecuaciones lineales se enfocan más en la resolución procedimental.

Este resultado es consistente con la literatura que destaca el papel de las representaciones en la construcción de significado matemático (Pedersen et al., 2021; Niss & Højgaard, 2019). La tecnología puede facilitar el trabajo con diferentes registros de representación y las conversiones entre ellos, pero solo si las tareas están diseñadas intencionalmente para promover estas conexiones. Los OVA que logran este objetivo (aproximadamente el 40% del corpus) representan ejemplos de diseño efectivo que aprovechan las potencialidades de la tecnología para el aprendizaje matemático.

Sin embargo, el hallazgo de que la representación verbal es la menos frecuente (en promedio 25% para los diferentes objetos matemáticos) sugiere que el registro lingüístico tiende a ser descuidado en el diseño de OVA. La integración de la representación verbal podría enriquecer el diseño de OVA, permitiendo a los estudiantes expresar sus ideas matemáticas y conectar el lenguaje cotidiano con el lenguaje matemático formal.

Retroalimentación e interactividad: cantidad vs. calidad didáctica

El estudio revela una tensión entre la cantidad de interactividad y su calidad didáctica. Aunque la mayoría de los OVA incluyen algún tipo de interactividad (principalmente a través de deslizadores, cuestionarios o juegos), no toda interactividad implica necesariamente una alta demanda cognitiva. Una actividad clicable no necesariamente promueve un aprendizaje significativo; su valor depende de cómo se utiliza para involucrar a los estudiantes con ideas matemáticas fundamentales.

Este hallazgo es consistente con la investigación sobre el uso de tecnología en matemáticas, que señala que la interactividad puede ser superficial si no está acompañada de reflexión pedagógica (Pedersen et al., 2021). La retroalimentación correctiva, aunque útil para la práctica de procedimientos, tiene un potencial limitado para promover la comprensión conceptual si no se complementa con retroalimentación explicativa o reflexiva. Solo el 20% de los OVA incluyó retroalimentación orientadora/reflexiva, lo que sugiere una oportunidad de desarrollo en el diseño de OVA que no solo indiquen si la respuesta es correcta, sino que guíen el razonamiento de los estudiantes y promuevan la reflexión sobre el proceso de aprendizaje.

Perfiles emergentes y diálogo crítico con la literatura

Los perfiles provisionales identificados en el estudio (expositivo-informativo, ejercitativo-retroalimentado, interactivo-manipulativo, exploratorio-representacional y transformador-argumentativo) permiten dialogar con la literatura sobre integración tecnológica y niveles de uso. Estos perfiles pueden relacionarse con la taxonomía SAMR (Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition) propuesta por Puentedura (2014), donde la integración tecnológica puede situarse en diferentes niveles que van desde la sustitución (tecnología como reemplazo sin cambio funcional) hasta la redefinición (tecnología que permite crear tareas imposibles sin ella).

Los perfiles ejercitativo-retroalimentado e interactivo-manipulativo se corresponden aproximadamente con los niveles de sustitución y aumento en la taxonomía SAMR, donde la tecnología reemplaza o mejora actividades que podrían realizarse sin ella. Los perfiles exploratorio-representacional y transformador-argumentativo se aproximan a los niveles de modificación y redefinición, donde la tecnología permite diseñar tareas que serían difíciles o imposibles de realizar de otro modo.

Es importante notar que, siguiendo la recomendación de la guía del estudio, estos perfiles son provisionales y requieren confirmación mediante codificación sistemática. Sin embargo, su identificación ofrece un punto de partida para futuras investigaciones que busquen caracterizar los diferentes niveles de integración tecnológica en la enseñanza de las matemáticas.

Aporte del estudio: artefactos reales de diseño vs. autopercepción

El principal aporte de este estudio radica en su uso de artefactos reales de diseño (OVA) como fuente de evidencia, en contraste con los estudios basados exclusivamente en autopercepción docente. Mientras que investigaciones previas han utilizado predominantemente cuestionarios de autopercepción del TPACK (Hill & Uribe-Florez, 2020; Schmidt et al., 2009), el presente estudio ofrece una ventana a las decisiones de diseño que los docentes toman en la práctica, evidenciando la articulación entre los diferentes componentes del conocimiento docente en productos concretos.

Este enfoque permite superar algunas limitaciones de los estudios basados en autopercepción, como la tendencia de los docentes a sobreestimar su conocimiento o la dificultad para traducir percepciones en prácticas concretas (González, 2016). El análisis de OVA ofrece evidencia directa de cómo los docentes integran tecnología, pedagogía y contenido matemático en sus diseños, proporcionando información más cercana a la práctica real de la enseñanza.

Implicaciones para la formación docente

Los hallazgos del estudio sugieren importantes implicaciones para la formación docente en el uso de tecnología en la enseñanza de las matemáticas. En primer lugar, la formación debería orientarse hacia el diseño de tareas matemáticas con tecnología, más que hacia el aprendizaje de herramientas aisladas. La capacidad de diseñar actividades que aprovechen las potencialidades de la tecnología para la exploración, representación y argumentación matemática parece ser un aspecto clave que debería abordarse en los programas de formación.

En segundo lugar, la formación debería promover la reflexión sobre la función matemática de cada recurso tecnológico, distinguiendo entre usos sustitutivos (que reemplazan actividades que podrían hacerse sin tecnología) y usos transformadores (que permiten nuevas formas de actividad matemática). Esta reflexión podría ayudar a los docentes a superar la visión tecnocéntrica que tiende a enfocarse en las herramientas en lugar de en las tareas matemáticas.

En tercer lugar, la formación debería fomentar el diseño de OVA que promuevan una alta demanda cognitiva, incluyendo actividades de exploración, interpretación, argumentación y generalización, y no solo de práctica y aplicación. Esto requiere un cambio en la concepción del rol del estudiante, de receptor pasivo a constructor activo de conocimiento matemático.

CONCLUSIONES

Este estudio ha analizado las formas de integración tecnológica en 30 OVA diseñados por docentes de Matemática en formación de posgrado, ofreciendo evidencia sobre cómo se articulan las posibilidades tecnológicas, las decisiones didácticas y la actividad matemática en diseños concretos. Los principales hallazgos pueden sintetizarse en las siguientes conclusiones:

La integración tecnológica se expresa en la articulación entre posibilidades digitales, decisiones didácticas y actividad matemática, no en la mera presencia de herramientas. La heterogeneidad observada en el corpus refleja diferentes concepciones sobre el papel de la tecnología, desde visiones instrumentales hasta visiones más transformadoras.

Los OVA analizados permiten observar diferentes configuraciones de integración docente, con predominancia de perfiles ejercitativo-retroalimentados e interactivo-manipulativos. GeoGebra emerge como la herramienta predominante (70% del corpus), utilizada principalmente para visualización gráfica y manipulación dinámica.

La interactividad adquiere valor cuando favorece exploración, representación, interpretación, feedback significativo o razonamiento. El mismo recurso tecnológico puede sostener usos didácticos de distinta profundidad, dependiendo de cómo se diseñen las tareas y cómo se guíe la actividad de los estudiantes.

La demanda cognitiva de las actividades tiende hacia niveles bajos (reconocer/reproducir y aplicar procedimientos), con menor presencia de actividades que promuevan argumentación o generalización. Esto sugiere un área de oportunidad para el desarrollo de OVA que fomenten pensamiento matemático de orden superior.

Declaración de conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés relacionado con esta investigación.

Declaración de contribución a la autoría

José Ramón Delgado Fernández: Conceptualización, Metodología, Análisis formal, Administración del proyecto, Supervisión, Redacción del borrador original, Revisión y edición de la redacción.

Denisse Patricia Analuisa Guerrero: Investigación, Curación de datos, Análisis formal, Validación, Redacción del borrador original, Revisión y edición de la redacción.

Norman Orlando Armijos Armijos: Investigación, Análisis formal, Validación, Visualización, Revisión y edición de la redacción.

Carlos Alexis Miranda Bravo: Investigación, Recursos, Curación de datos, Metodología, Revisión y edición de la redacción.

Analy Verónica Ordóñez Sánchez: Investigación, Curación de datos, Validación, Visualización, Redacción del borrador original, Revisión y edición de la redacción.

Declaración de uso de inteligencia artificial

Durante la preparación de este manuscrito se utilizó ChatGPT (OpenAI) como herramienta de apoyo para la organización y estructuración inicial del manuscrito, revisión lingüística y mejora de la claridad de la redacción. Asimismo, la herramienta se empleó como apoyo en la organización preliminar de categorías para el análisis de los objetos virtuales de aprendizaje. Las decisiones metodológicas, la definición y validación del sistema de categorías, la codificación e interpretación de los datos y la formulación de los resultados y conclusiones fueron realizadas y verificadas por los autores. La herramienta de inteligencia artificial no fue utilizada como fuente de evidencia científica ni se le atribuye autoría. Los autores asumen plena responsabilidad por el contenido final del manuscrito.

REFERENCIAS

- Al-Takhyneh, B. (2018). Attitudes towards using mobile applications in teaching mathematics in open learning systems. *International Journal of E-Learning & Distance Education*, 33(1), 1-16.
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Chacón-Rivadeneira, K., Morales-Maure, L., & García-Marimón, O. (2024). Trends in research on didactic knowledge and technology integration in mathematics education: A bibliometric study. *Journal of Research in Mathematics Education*, 13(3), 220-244. <https://doi.org/10.17583/redimat.15107>
- Creswell, J. W., & Plano-Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Drugova, E., Zhuravleva, I., Aiusheeva, M., & Grits, D. (2021). Toward a model of learning innovation integration: TPACK-SAMR based analysis of the introduction of a digital learning environment in three Russian universities. *Education and Information Technologies*, 26(4), 4925-4942. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10514-2>
- Engelen, E., & Budke, A. (2021). Secondary school students' development of arguments for complex geographical conflicts using the internet. *Education Inquiry*, 1-20. <https://doi.org/10.1080/20004508.2021.1966887>
- González, M. D. (2016). *Understanding the technological, pedagogical, and mathematical issues that emerge as secondary mathematics teachers design lessons that integrate technology* [Doctoral dissertation, North Carolina State University].

- Helsa, Y., Sartono, Fajri, B. R., Lofandri, W., & Desmayianti. (2024). Meta-analysis of TPACK research on mathematics education. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 397-408. doi: 10.31980/plusminus.v4i2.1674
- Hill, J. E., & Uribe-Florez, L. (2020). Understanding secondary school teachers' TPACK and technology implementation in mathematics classrooms. *International Journal of Technology in Education*, 3(1), 1-13.
- Hohenwarter, M., Hohenwarter, J., Kreis, Y., & Lavicza, Z. (2008). Teaching and learning calculus with free dynamic mathematics software GeoGebra. *Proceedings of the 11th International Congress on Mathematical Education*.
- Joshi, D. R., & Rawal, M. (2021). Mathematics teachers standing on the utilization of digital resources in Kathmandu, Nepal. *Contemporary Mathematics and Science Education*, 2(1), ep21004. <https://doi.org/10.30935/conmaths/9679>
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159-174.
- Leung, A. (2017). Exploring techno-pedagogic task design in the mathematics classroom. In A. Leung & A. Baccaglini-Frank (Eds.), *Digital technologies in designing mathematics education tasks* (pp. 3-16). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-43423-0_1
- Leung, A., & Bolite-Frant, J. (2015). Designing mathematics tasks: The role of tools. In A. Watson & M. Ohtani (Eds.), *Task design in mathematics education: An ICMI study 22* (pp. 191-225). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-09629-2_6
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Morales-López, Y., Breda, A., & Font, V. (2024). Articulation between a technological model and an educational model to deepen the reflection of prospective mathematics

- teachers. *International Journal of Educational Methodology*, 10(3), 479-494. <https://doi.org/10.12973/ijem.10.3.479>
- Niess, M. L., Ronau, R. N., Shafer, K. G., Driskell, S. O., Harper, S. R., Johnston, C., ... & Kersaint, G. (2009). Mathematics teacher TPACK standards and development model. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 4-24.
- Niss, M. (2016). Mathematics standards and curricula under the influence of digital affordances: Different notions, meanings and roles in different parts of the world. In M. Bates & Z. Usiskin (Eds.), *Digital curricula in school mathematics* (pp. 239-250). Information Age Publishing.
- Niss, M., & Højgaard, T. (2019). Mathematical competencies revisited. *Educational Studies in Mathematics*, 102(1), 9-28. <https://doi.org/10.1007/s10649-019-09903-9>
- Ortega, J. M. (2020). El conocimiento tecnológico pedagógico de contenido (TPCK): Un análisis a partir de la relación e integración entre el componente tecnológico y conocimiento pedagógico de contenido. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 47, 249-265. <https://doi.org/10.17227/ted.num47-11339>
- Pedersen, M. K., Bach, C. C., Gregersen, R. M., Højsted, I. H., & Jankvist, U. T. (2021). Mathematical representation competency in relation to use of digital technology and task design—A literature review. *Mathematics*, 9(4), 444. <https://doi.org/10.3390/math9040444>
- PuenteDura, R. R. (2014). SAMR: A contextualized introduction. <http://hippasus.com/rrpweblog/archives/2014/01/15/SAMRABriefContextualizedIntroduction.pdf>
- Rivera-Robles, S. B., Salcedo-Lagos, P. A., Valdivia-Guzmán, J. R., & López-Jara, O. A. (2021). Estudios empíricos del modelo sobre conocimiento didáctico-tecnológico del contenido (TPACK) en matemáticas, incluidos en bases bibliográficas

- internacionales. Información Tecnológica, 32(4), 109-120. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000400109>
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J., & Shin, T. S. (2009). Technological pedagogical content knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. Journal of Research on Technology in Education, 42(2), 123-149. <https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782544>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. Educational Researcher, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. Harvard Educational Review, 57(1), 1-22. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Watson, A., & Ohtani, M. (Eds.). (2015). Task design in mathematics education: An ICMI study 22. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-09629-2>.