

Matemáticas, Educación y Sociedad

ISSN: 2603-9982

Matemáticas, Educación y Sociedad

**<http://mesjournal.es/>
editor@mesjournal.es**



Vol 8 No 3 (2025) Matemáticas, Educación y Sociedad

Veinticinco años de investigación en Educación Matemática en España: análisis bibliométrico y temático

Luz Ayda Peláez, María Josefa Rodríguez- Baiget y Débora Rodríguez Baiget

1-16

El sentido estructural en la traducción de expresiones verbales a expresiones algebraicas

Héctor Jiménez-Miranda y Danellys Vega-Castro

17-35

Recursos web para la historia de las matemáticas: tipologías, usos educativos y posibilidades para la enseñanza

Astrid Cuida y Miguel Ernesto Villarraga-Rico

36-47



ISSN: 2603-9982

Peláz, L. A., Rodríguez-Baiget, M. J. y Rodríguez-Baiget, D. Veinticinco años de investigación en Educación Matemática en España: análisis bibliométrico y temático. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 8(3), 1-16

VEINTICINCO AÑOS DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA EN ESPAÑA: ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO Y TEMÁTICO

Luz Ayda Peláez, Universidad de Córdoba, España

María Josefa Rodríguez- Baiget, Universidad de Córdoba, España.

Débora Rodríguez Baiget, Universidad de Córdoba, España

Resumen

El presente estudio ofrece un análisis bibliométrico de la producción científica en Educación Matemática en España entre 2000 y 2024, basado en 657 artículos publicados en 33 revistas especializadas. Los resultados muestran un crecimiento sostenido de la investigación en el área. La colaboración internacional revela una red moderadamente densa, estructurada en clústeres iberoamericanos y europeos, donde España actúa como nodo articulador. El análisis institucional indica una fuerte concentración geográfica de la producción en Andalucía y Cataluña. En el plano temático, se refleja un campo diverso que combina líneas consolidadas con marcos teóricos propios de la tradición iberoamericana y enfoques emergentes ligados a la tecnología.

Palabras clave: Educación Matemática, Bibliometría, Producción científica, Colaboración internacional, Tendencias de investigación

Twenty-five years of research in Mathematics Education in Spain: bibliometric and thematic analysis

Abstract

This study offers a bibliometric analysis of scientific output in mathematics education in Spain between 2000 and 2024, based on 657 articles published in 33 specialized journals. The results show sustained growth in research in this area. International collaboration reveals a moderately dense network, structured in Ibero-American and European clusters, with Spain acting as a coordinating hub. Institutional analysis indicates a strong geographical concentration of production in Andalusia and Catalonia. Thematically, the field is diverse, combining established lines of research with theoretical frameworks typical of the Ibero-American tradition and emerging approaches linked to technology.

Keywords: Mathematics Education, Bibliometrics, Scientific Production, International Collaboration, Research Trends

INTRODUCCIÓN

La educación matemática se erige como un pilar esencial para el desarrollo de individuos capaces de razonar de forma crítica, lógica y analítica. En efecto, aprender matemáticas no es solo dominar procedimientos y algoritmos: se trata de cultivar un pensamiento estructurado que permite formular preguntas, identificar relaciones, proponer estrategias, evaluar resultados y aplicar aprendizajes a nuevos contextos. Una buena formación en matemáticas favorece, por tanto, el pensamiento crítico que resulta imprescindible en sociedades caracterizadas por la rápida generación de información, la toma de decisiones complejas y el surgimiento continuo de nuevos retos. En tal sentido, la educación matemática se presenta como un recurso estratégico para fortalecer capacidades intelectuales y contribuir al desarrollo personal y colectivo.

A su vez, la educación matemática desempeña un papel determinante en la formación ciudadana y la calidad democrática. En sociedades donde los ciudadanos están llamados a participar en debates públicos, interpretar datos estadísticos, comprender gráficos, evaluar políticas y formar juicios informados, las competencias matemáticas son clave (Geiger et al, 2023). Cuando estas competencias son débiles, existe un riesgo de que las decisiones individuales o colectivas se basen en percepciones superficiales o mal fundamentadas. Promover una alfabetización matemática crítica constituye, por ello, un objetivo de justicia social y de equidad educativa (Lindenskp, 2023).

No obstante, estas metas no pueden alcanzarse completamente si la enseñanza de las matemáticas no se sustenta en la investigación actual. Conocer los estudios recientes en el ámbito de la educación matemática —por ejemplo, sobre metodologías innovadoras, estrategias didácticas efectivas, integración de tecnología educativa o dificultades de aprendizaje específicas— aporta una base empírica sólida para la innovación pedagógica (Wang & Abdullah, 2024). Los trabajos de revisión muestran que el conocimiento de la producción científica permite comprender los enfoques que han demostrado eficacia y evita depender únicamente de la intuición o de la tradición.

Asimismo, las publicaciones bibliométricas recientes subrayan la acelerada evolución del campo, señalando cambios en los temas de investigación, en los contextos geográficos y en las prácticas empleadas (Chkana et al., 2025). Este tipo de análisis ofrece una “fotografía” del estado del arte, lo cual resulta útil para que docentes, investigadores y responsables de políticas educativas orienten sus decisiones con conocimiento de causa (Kaiser & Schukajlow, 2023). En consecuencia, mantenerse informado sobre la producción académica en educación matemática no solo es deseable: constituye una condición para mejorar la calidad de la enseñanza, fomentar la innovación y asegurar que las prácticas respondan a evidencias actualizadas.

Por todo ello, este trabajo parte de la premisa de que la educación matemática merece una consideración estratégica dentro del sistema educativo, y que desconectar la práctica docente de la investigación vigente constituye una oportunidad perdida. En las secciones siguientes se analiza primero la relevancia del pensamiento crítico, lógico y analítico en la educación matemática; luego se aborda su vinculación con la formación de ciudadanos capaces de tomar decisiones informadas; y finalmente se exploran los beneficios de conocer las investigaciones recientes —metodologías innovadoras, estrategias didácticas, uso de tecnología— y la importancia de fundamentar la práctica educativa en evidencia científica actualizada. El objetivo es sensibilizar al lector sobre el valor de la educación matemática y motivar el interés por mantenerse actualizado respecto a sus avances investigadores.

ESTUDIOS BIBLIOMÉTRICOS EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA

La bibliometría se ha consolidado en las últimas décadas como una herramienta fundamental para caracterizar el desarrollo de la Educación Matemática como disciplina científica. Los estudios bibliométricos permiten identificar tendencias temáticas, mapas de colaboración, evolución histórica, productividad de autores e instituciones y patrones de citación, aportando una visión panorámica del campo (Bornmann et al., 2016). En el contexto iberoamericano, diversas investigaciones recientes han resaltado la creciente relevancia de la producción académica en Educación Matemática y han permitido comprender cómo se configuran los ejes prioritarios de investigación.

En primer lugar, varios trabajos se han concentrado en analizar el papel de las tecnologías digitales en la Educación Matemática. Perea-Valero y Cuida (2025), mediante un análisis bibliométrico de descriptores, muestran que la integración de las TIC se ha convertido en un núcleo temático emergente en la región iberoamericana, evidenciando un incremento en estudios sobre recursos digitales, plataformas virtuales y herramientas interactivas. De forma complementaria, Martínez-Roa et al. (2024) examinan la investigación sobre *e-learning* en Educación Matemática y concluyen que la producción científica ha crecido de manera sostenida tras la pandemia, orientándose hacia ambientes de aprendizaje virtual, educación híbrida y estudio de competencias digitales docentes. Ambos estudios coinciden en señalar que la investigación vinculada a tecnologías digitales no solo es cada vez más abundante, sino también más diversa metodológicamente.

Un segundo conjunto de estudios bibliométricos se ha enfocado en caracterizar la investigación iberoamericana en Educación Matemática desde una perspectiva más amplia. Rodríguez-Faneca et al. (2021), a partir de publicaciones indexadas en *SSCI*, describen la evolución de la investigación en la región, identificando temáticas predominantes como la resolución de problemas, la formación del profesorado y el uso de tecnologías. Sus resultados subrayan una creciente internacionalización, aunque también muestran que la colaboración interinstitucional todavía es limitada. De manera similar, trabajos como el de Özkaya (2018), aunque con un enfoque global, aportan datos comparativos que evidencian cómo la Educación Matemática ha experimentado un incremento significativo en publicaciones, especialmente en revistas especializadas de impacto internacional.

Asimismo, otros estudios pioneros en el ámbito español han analizado la consolidación de la Educación Matemática como campo científico. Bracho et al. (2012) examinan las publicaciones españolas y constatan un progresivo aumento en la producción, así como una diversificación temática que refleja la madurez del área. En la misma línea, Bracho-López et al. (2014) identifican las principales tendencias temáticas, destacando el interés creciente por la formación docente, la resolución de problemas y el uso educativo de tecnologías. Por su parte, Jiménez-Fanjul et al. (2013) analizan revistas de Educación Matemática indexadas en *SSCI* y muestran patrones de citación y productividad que permiten situar el posicionamiento internacional de esta área de investigación.

Estos estudios bibliométricos ofrecen evidencia sólida sobre la expansión, diversificación e internacionalización de la Educación Matemática, así como sobre las temáticas que han marcado su evolución reciente. Además, demuestran que las técnicas bibliométricas constituyen un recurso metodológico valioso para comprender la estructura del campo, orientar futuras investigaciones y fundamentar decisiones de política científica y educativa. Su análisis conjunto revela una comunidad académica en crecimiento, cada vez más conectada con tendencias globales, especialmente en lo relativo a la integración

tecnológica y la formación del profesorado. Por tal razón, no solo es importante sino necesario conocer cuál es la producción científica en educación matemática en determinadas regiones. Así el objetivo de este estudio es identificar y analizar la producción que se realiza sobre educación matemática en España.

Tabla 1. *Comparación de estudios bibliométricos en Educación Matemática*

Referencia	Objetivo del estudio	Fuentes / Datos analizados	Métodos bibliométricos utilizados
Perea-Valero & Cuida (2025)	Analizar tendencias en el uso de descriptores sobre TIC en Educación Matemática iberoamericana.	Artículos de revistas iberoamericanas; descriptores en bases de datos.	Conteo de descriptores; análisis de frecuencias; identificación de tendencias.
Martínez Roa, Gutiérrez-Arenas & Rodríguez (2024)	Examinar la investigación sobre e-learning en Educación Matemática.	Artículos en revistas iberoamericanas.	Análisis de palabras clave; agrupamiento temático; conteo temporal.
Rodríguez-Faneca, Pedrosa-Jesús & Cuida (2021)	Caracterizar la investigación iberoamericana indexada en SSCI.	Revistas indexadas en SSCI.	Productividad, coautoría, coocurrencia temática.
Özkaya (2018)	Examinar producción global en Educación Matemática.	Artículos internacionales indexados.	Conteo, citas, tendencia temporal.
Bracho et al. (2012)	Analizar investigación en Educación Matemática en España.	Producción científica española.	Productividad, análisis temático, revistas.
Bracho-López et al. (2014)	Identificar tendencias temáticas en investigación española.	Publicaciones de autores españoles.	Frecuencias, clasificación, evolución temporal.
Jiménez-Fanjul, Maz-Machado & Bracho-López (2013)	Analizar revistas de Educación Matemática en SSCI.	Revistas indexadas en SSCI.	Citas, impacto, productividad.

METODOLOGÍA

La presente investigación presenta un carácter descriptivo en la medida en que busca identificar, reconocer y exponer la producción científica sobre educación matemática que se realiza en España. La población objeto de estudio está conformada por los artículos científicos del campo de la educación publicados entre 2000 y 2024 en revistas clasificadas en la categoría *Educación* de la base de datos Scopus, siempre que al menos uno de sus autores declare filiación institucional en alguna institución española

A partir de esta población se definió una muestra intencionada conformada por revistas especializadas en educación matemática, excluyendo aquellas que, aunque vinculadas al ámbito educativo, abordan simultáneamente otras áreas disciplinares, como la física, la química o la historia de la ciencia. Un ejemplo de exclusión es *Enseñanza de las Ciencias*, por su carácter multidisciplinar. Tras una revisión exhaustiva de las revistas incluidas en la categoría *Educación* del SCImago Journal Rank (SJR), se identificó un conjunto final de 33 revistas que constituyen la muestra definitiva para el análisis. Posteriormente se consultó la base de datos SCOPUS y se descargaron todos los artículos de las revistas seleccionadas y con filiación en España de alguno de autores y esta búsqueda arrojó 657 artículos.

Toda la información se volcó en una base de datos relacional *ad hoc*, seguidamente se realizó un proceso de estandarización de los nombres de los autores y las instituciones para sortear algunos aspectos relacionados con la forma en que firman los autores y la denominación que indican para las universidades y que han sido ya señalados por diversos autores (Maz-Machado et al., 2020).

RESULTADOS

La evolución de la producción científica en educación matemática en España muestra una trayectoria claramente ascendente durante las dos últimas décadas, aunque marcada por variaciones notables en determinados periodos. El número de publicaciones ha crecido de manera sostenida desde inicios del siglo XXI, cuando apenas se registraban dos documentos en 2001, hasta alcanzar su punto máximo en 2021 con un total de 70 publicaciones (Figura 1). Este incremento no ha sido lineal, pero sí sigue un patrón de expansión significativo.

El comportamiento global de la serie se ajusta adecuadamente a un modelo de regresión potencial, cuyo coeficiente de determinación ($R^2 = 0,89959$) indica un nivel elevado de correspondencia entre el modelo y los datos reales. La curva de tendencia evidencia esta progresión al capturar con precisión la aceleración del crecimiento en la producción científica.

El periodo comprendido entre 2021 y 2023 destaca de manera particular, pues concentra los valores más altos de toda la serie, superando las 60 publicaciones anuales. Este aumento refleja no solo una intensificación del interés investigativo, sino también un proceso de consolidación del campo que se manifiesta en una mayor continuidad y estabilidad de las aportaciones. Tras estos picos, el año 2024 muestra una disminución relativa, aunque sin romper la tendencia general de crecimiento sostenido observada a lo largo de veinte años.

La gráfica permite visualizar con claridad cómo la investigación en educación matemática en España ha experimentado un fortalecimiento progresivo, acompañado de etapas de aceleración que sugieren la expansión de la investigación, y una creciente proyección académica del área.

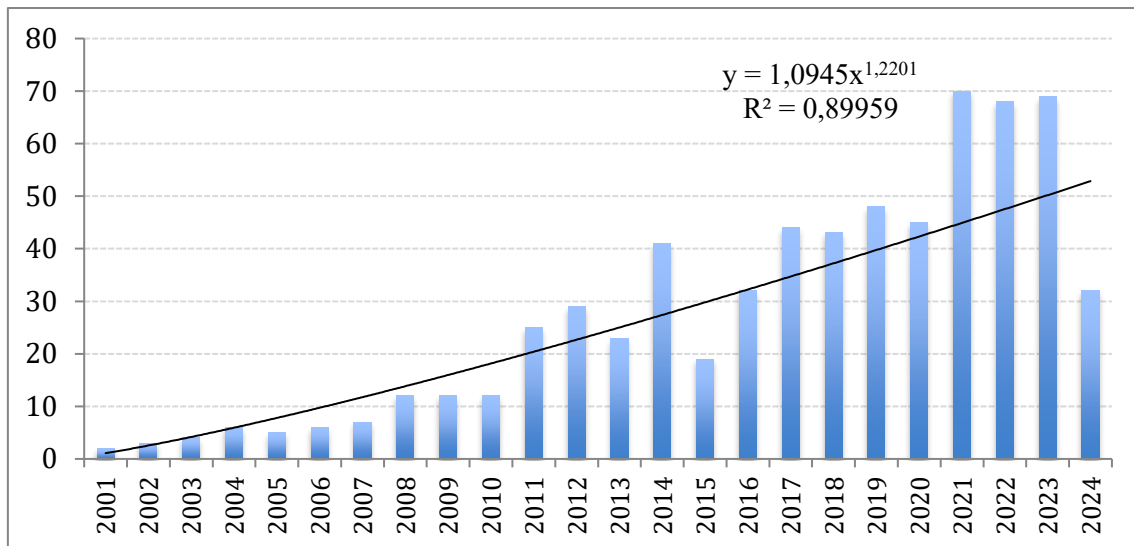


Figura 1. Producción diacrónica

Difusión en revistas

La distribución de publicaciones por revista muestra una clara concentración de la producción científica de los autores españoles en un conjunto reducido de revistas especializadas en Educación Matemática. Tal como se aprecia en la Tabla 2, la revista *Bolema – Mathematics Education Bulletin* ocupa una posición destacada, concentrando el 23,14 % de los artículos identificados, lo que la convierte en el principal espacio de difusión de investigaciones españolas en el área. Este liderazgo sugiere una fuerte afinidad temática y posiblemente una mayor permeabilidad del sistema editorial de *Bolema* hacia estudios desarrollados en el contexto hispano, en consonancia con la tradición investigadora iberoamericana que caracteriza parte de la producción en Educación Matemática.

En segundo lugar, la *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa (RELIME)* representa un 10,96 % de la producción, seguida muy de cerca por *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* (10,35 %). Ambas revistas, una de carácter regional e iberoamericano y la otra de alcance internacional, evidencian la doble orientación de la investigación española: por un lado, una fuerte vinculación con publicaciones del ámbito latinoamericano; por otro, una inserción creciente en espacios de divulgación internacional consolidados.

Asimismo, revistas como *Avances de Investigación en Educación Matemática* (8,52 %) y *PNA* (7,91 %) —ambas españolas— ocupan posiciones relevantes, lo que indica que los propios canales editoriales nacionales desempeñan un papel significativo en la articulación y proyección del campo. Esta presencia reforzada de revistas locales también sugiere la existencia de comunidades científicas activas y consolidadas que publican y difunden investigación en lengua española.

Por su parte, publicaciones internacionales de alto impacto como *Educational Studies in Mathematics* (6,39 %) y *ZDM – International Journal on Mathematics Education* (3,04 %) muestran una presencia menor pero significativa. Su inclusión refleja el esfuerzo de algunos autores por insertar sus trabajos en revistas de referencia global, donde los estándares editoriales suelen ser más exigentes y la competencia más elevada. En

conjunto, estas cifras revelan un equilibrio entre la proyección internacional y el fortalecimiento de los canales regionales e ibéricos.

Finalmente, la larga lista de revistas con porcentajes inferiores al 3 % —incluyendo *Mathematics Education Research Journal*, *Journal of Mathematics Teacher Education* y *Statistics Education Research Journal*, entre otras— confirma la dispersión de parte de la producción en múltiples plataformas especializadas. Esta dispersión puede interpretarse como un signo de diversidad temática y metodológica, ya que distintas revistas atienden subcampos específicos de la Educación Matemática (tecnología, formación del profesorado, estadística educativa, entre otros).

Tabla 2. *Revistas con más producción de autores españoles en Educación Matemática*

Revista	N.	%
Bolema - Mathematics Education Bulletin	152	23,14
Revista Latinoamericana de Investigacion en Matematica Educativa	72	10,96
International Journal of Mathematical Education in Science and Technology	68	10,35
Avances de Investigacion en Educacion Matematica	56	8,52
PNA	52	7,91
Educacion Matematica	45	6,85
Educational Studies in Mathematics	42	6,39
ZDM - International Journal on Mathematics Education	20	3,04
College Mathematics Journal	20	3,04
Mathematics Education Research Journal	18	2,74
International Journal for Technology in Mathematics Education	14	2,13
Journal on Mathematics Education	11	1,67
Teaching of Mathematics	8	1,22
Journal of Mathematics Teacher Education	8	1,22
Statistics Education Research Journal	8	1,22
Mathematics Teaching-Research Journal	8	1,22
European Journal of Science and Mathematics Education	7	1,07
Journal of Mathematical Behavior	7	1,07
Mathematical Thinking and Learning	7	1,07
Teaching Mathematics and its Applications	7	1,07
Research in Mathematics Education	7	1,07
Teaching Statistics	6	0,91
Journal of Statistics Education	4	0,61
International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education	3	0,46
Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis. Studia ad Didacticam Mathematicae Pertinentia	2	0,30
Journal fur Mathematik-Didaktik	1	0,15
Journal for Research in Mathematics Education	1	0,15
Pythagoras	1	0,15

Mathematics Student	1	0,15
Investigations in Mathematics Learning	1	0,15

Colaboración

El mayor número de autores foráneos con los que colaboran los autores españoles en EM es Chile con 58 artículos, seguido de USA y México con 29. El análisis de la red de colaboración internacional derivada de las publicaciones en Educación Matemática revela patrones significativos sobre la estructura, alcance y dinámica del trabajo colaborativo de los autores españoles. La red, una vez depurada de países desconocidos o no identificados, queda conformada por 47 nodos (países) y 98 enlaces (relaciones de coautoría), lo que indica un sistema de colaboración de tamaño moderado pero notablemente interconectado.

Desde una perspectiva estructural, la red presenta una densidad de 0.095, lo cual es esperable en redes de colaboración académica a nivel internacional: baja densidad y conexiones distribuidas entre subconjuntos temáticos o geográficos. Sin embargo, la media de grado de 4.26 o que indica que cada país colabora, en promedio, con más de cuatro otros. Este comportamiento—baja densidad y grado medio relativamente alto—sugiere que, aunque no se trata de una red completamente interconectada, sí se configura como un sistema colaborativo robusto, con una circulación activa del conocimiento entre múltiples regiones.

Complementariamente, la red presenta un coeficiente medio de clustering de 0.517, lo que revela la existencia de subgrupos bien cohesionados en los que los países tienden a colaborar entre sí en tríadas o microcomunidades. En redes científicas, un clustering superior a 0.50 suele interpretarse como evidencia de comunidades temáticas o regionales consolidadas, lo cual coincide con la estructura observada en este caso.

Aunque el cálculo de la centralidad de intermediación (betweenness) no se incluye numéricamente en este análisis, la estructura de la red permite identificar claramente a España como el nodo más central. Su conectividad con países de diversas regiones —especialmente Europa y América Latina— sugiere una centralidad elevada que le permite actuar como puente interregional, facilitando el flujo de información, la formación de redes temáticas y la consolidación de comunidades científicas más amplias. Esta función articuladora es coherente con la fuerte presencia española en revistas iberoamericanas y en publicaciones europeas de alto impacto, lo cual refuerza su papel estratégico dentro del campo.

Los datos de la figura 2 revelan la existencia de clusters diferenciados, un primer clúster Iberoamericano en el que se incluyen países como México, Brasil, Chile, Colombia y Argentina con una fuerte cohesión interna y alta frecuencia de coautorías con España. Este bloque refleja afinidades lingüísticas y académicas de larga duración. El segundo clúster es europeo integrado por Portugal, Reino Unido, Alemania, Países Bajos y Suiza entre otros. El hecho de que España sea un nexo entre ambos clústeres explica, en parte, el valor de su centralidad en la red.

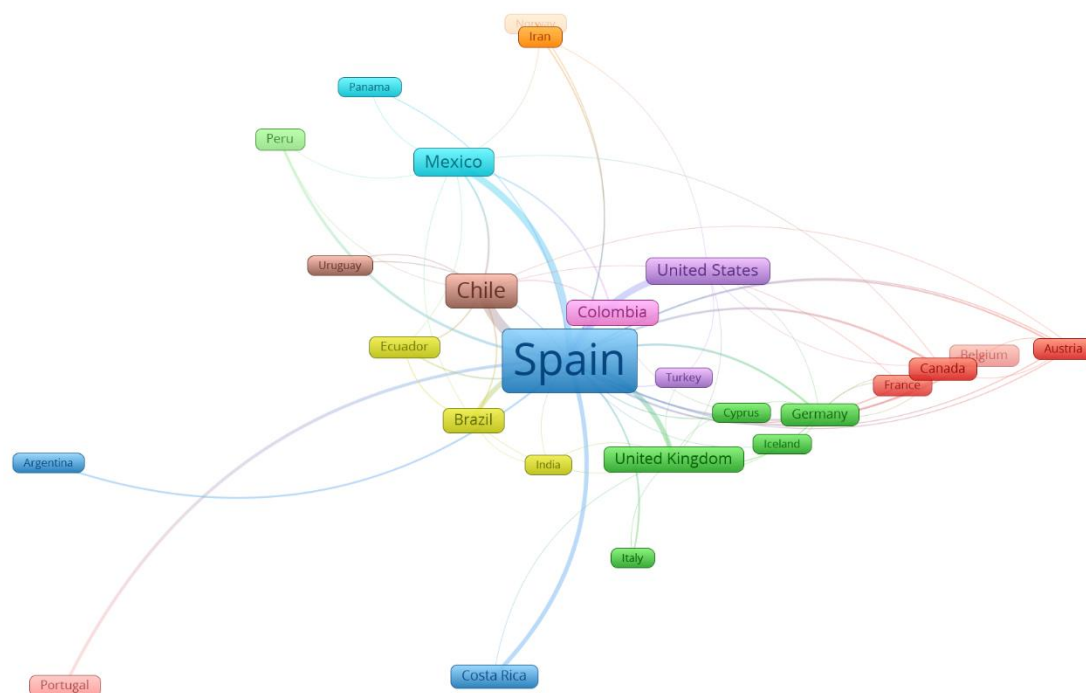


Figura 2. Red de países colaboradores con autores españoles en EM

También se evidencian colaboraciones con países de Asia y Oceanía, si bien estas relaciones conforman un número reducido de conexiones, su presencia contribuye a explicar el clustering relativamente alto y muestra la expansión del alcance geográfico de la investigación española, orientándose hacia regiones donde la Educación Matemática está creciendo rápidamente

Autores

Los 657 artículos producidos por investigadores pertenecientes a instituciones españolas han generado un total de 1882 firmas, correspondientes a 888 autores distintos, lo que supone una media de 2,86 autores por artículo. Esta cifra refleja un patrón colaborativo moderado, coherente con la tendencia internacional hacia la coautoría en el ámbito de la Educación Matemática (Jiménez-Fanjul et al, 2013). A partir del modelo de productividad propuesto por Bradford (1948), se identifican tres niveles de autores en función de su contribución al corpus analizado. En primer lugar, se observa la presencia de 56 autores transitorios, caracterizados por haber publicado un único artículo dentro del periodo estudiado. En segundo lugar, se encuentra un grupo mayoritario de 296 autores de productividad media, con un rango de entre 2 y 9 publicaciones. Finalmente, se identifican 22 autores altamente productivos, considerados grandes productores, que acumulan 10 o más publicaciones en el área.

Entre estos autores de alta productividad destacan Juan Díaz Godino, de la Universidad de Granada, y Vicenç Font, de la Universidad

de Barcelona, quienes encabezan el ranking con 33 artículos publicados cada uno. Les sigue de cerca Carmen Batanero, también de la Universidad de Granada, con 32 publicaciones (véase Tabla 3).

Tabla 3. *Autores con más producción ($n \geq 10$)*

Autor	N.	% de 1882 firmas
Godino, Juan Díaz	33	1,75
Font, Vicenç	33	1,75
Batanero, Carmen	32	1,70
Carrillo-Yáñez, José	22	1,17
Bosch, Marianna	21	1,12
Gascón, Josep	21	1,12
Cañadas, María C.	16	0,85
Gorgorió, Núria	15	0,80
Alsina, Angel	15	0,80
Burgos, María J.	15	0,80
Arteaga, Pedro	14	0,74
Climent-Rodríguez, Nuria	14	0,74
Contreras-García, José Miguel	14	0,74
Albarracín, Lluís	14	0,74
Planas, Núria	14	0,74
Contreras González, Luis Carlos	12	0,64
Llinares, Salvador	12	0,64
Gea, Maria M.	11	0,58
Montes, Miguel Ángel Angel	11	0,58
Breda, Adriana	10	0,53
Oller-Marcén, Antonio M.	10	0,53
Ruiz-Hidalgo, Juan F.	10	0,53

Universidades

En la publicación de los artículo sobre EM en colaboración con autores españoles han participado investigadores de 295 universidades distintas. Analizando la producción de las universidades españolas se observa que en la primera posición se sitúa la Universidad de Granada, con 165 publicaciones, lo que representa el 25,11% del total de los 657 documentos analizados. Esta hegemonía confirma la existencia de una de las comunidades investigadoras más influyentes en torno a la Didáctica de la Matemática en España, formada históricamente por grupos consolidados y figuras de referencia internacional como Carmen Batanero, Juan Díaz Godino o Luis Rico. Su liderazgo no solo se manifiesta en volumen, sino también en la articulación de redes colaborativas nacionales e internacionales.

Le sigue la Universidad Autónoma de Barcelona, con 86 artículos (13,09%), lo que evidencia la fortaleza de los grupos catalanes en investigación en educación matemática,

especialmente en dominios como la modelización, argumentación matemática y formación inicial del profesorado. Su peso específico se complementa con la Universidad de Barcelona, que aporta 64 publicaciones (9,74%), consolidando al sistema universitario catalán como el segundo núcleo de producción más importante del país. En conjunto, estas tres instituciones concentran 45% del total de la producción española, mostrando un nivel de centralización considerable.

Tabla 4. *Universidades con más producción*

Universidad	Nº	%
Universidad de Granada	165	25,11
Universidad Autónoma de Barcelona	86	13,09
Universidad de Barcelona	64	9,74
Universidad de Huelva	40	6,09
Universidad de Sevilla	40	6,09
Universidad de Valencia	31	4,72
Universidad de Alicante	30	4,57
Universidad Complutense de Madrid	25	3,81
Universidad de Zaragoza	21	3,20
Universidad de Gerona	19	2,89
Universidad de La Laguna	17	2,59
Universidad de Jaén	17	2,59
Universidad de Salamanca	16	2,44
Universidad del País Vasco	15	2,28
Universidad de Málaga	14	2,13
Universidad de Valladolid	13	1,98
Universidad de Cantabria	13	1,98

Asignando esta producción universitaria a las diferentes comunidades autónomas revela que la distribución territorial de la producción científica española en Educación Matemática muestra una estructura altamente concentrada en determinadas regiones, acompañada de un conjunto amplio de territorios con actividad sostenida pero de menor volumen. El principal núcleo de producción lo constituye Andalucía, que destaca como el mayor polo investigador del país gracias al liderazgo indiscutible de la Universidad de Granada, junto con las contribuciones de las universidades de Sevilla, Huelva, Jaén, Málaga, Cádiz y Almería. Esta región aglutina el porcentaje más elevado de publicaciones y evidencia la existencia de grupos consolidados y de tradición prolongada en didáctica de la matemática.

El segundo gran eje geográfico lo conforma Cataluña, cuya producción conjunta supera los dos centenares de artículos. Instituciones como la Universidad Autónoma de Barcelona, la Universidad de Barcelona y la Universidad de Girona concentran buena parte de esta actividad, reforzada por universidades de tamaño medio como la Ramon Llull, Lleida y la Politècnica de Catalunya. Cataluña se caracteriza por su diversidad

temática y su marcada conexión con redes internacionales, proyectando un perfil investigador equilibrado y sólido.

Tras estos dos grandes polos, regiones como la Comunidad Valenciana y Madrid presentan niveles intermedios de producción, con varias universidades activas pero sin la concentración observada en Andalucía o Cataluña. La presencia de instituciones como Valencia, Alicante y la Politècnica de València sitúa a la Comunidad Valenciana como un territorio en expansión investigadora, mientras que Madrid, aunque cuenta con universidades de prestigio, muestra una producción más distribuida entre varias instituciones, lo que sugiere una estructura menos centralizada. Otras regiones como Galicia, Castilla y León, País Vasco, Aragón y Canarias mantienen un volumen de producción menor pero estable, y aportan diversidad temática y territorial a la comunidad española de Educación Matemática. En conjunto, el panorama regional muestra un ecosistema robusto, con centros de excelencia claramente identificados y una red amplia de universidades que contribuyen de forma significativa al desarrollo del campo.

Temáticas

Los artículos han generado 1581 descriptores diferentes, estos permiten identificar con claridad las áreas temáticas que han recibido mayor atención por parte de la comunidad investigadora. En primer lugar, se observa la presencia destacada de términos amplios como *mathematics education* y *mathematics*, que encabezan la lista con un 5,33 % y un 4,41% respectivamente (Tabla 4). Esta prevalencia es habitual en estudios que buscan posicionarse en el ámbito general de la didáctica de la matemática y actuar como etiquetas troncales en bases de datos. No obstante, los siguientes descriptores revelan líneas de investigación más específicas y consolidadas.

Entre ellos, *problem solving* y *textbooks* presentan una presencia equivalente (3,96 % cada uno), lo que evidencia la continuidad de dos tradiciones investigadoras fundamentales: el estudio de la resolución de problemas como eje central de la actividad matemática escolar, y el análisis del libro de texto como artefacto curricular clave en la enseñanza. A estos se suman descriptores relacionados con la formación docente, como *teacher training* (3,81 %) y *teacher education* (3,20 %), que en conjunto muestran la importancia sostenida de la profesionalización del profesorado y de la investigación enfocada en sus conocimientos, prácticas y procesos formativos. Asimismo, la presencia de términos vinculados a los distintos niveles educativos —*primary education*, *secondary education*, *early childhood education*, *university students*— sugiere una distribución equilibrada de intereses a lo largo del sistema educativo, sin un sesgo claro hacia una etapa específica.

Resulta particularmente relevante la fuerte presencia de aproximaciones teóricas propias de la tradición española e iberoamericana, como el *onto-semiotic approach* (3,50 %) y la *anthropological theory of the didactic* (1,52 %). La frecuencia de estos descriptores indica que la producción española no solo contribuye a campos temáticos específicos, sino que también desempeña un papel activo en el desarrollo y consolidación de marcos teóricos internacionales de referencia. Esta orientación teórica se complementa con términos conceptuales como *derivative*, *probability*, *functional thinking*, *generalization*, *representations*, *early algebra*, *algebraic thinking* o *proportional reasoning*, que reflejan líneas de investigación centradas en la comprensión de contenidos matemáticos específicos y en los procesos cognitivos asociados a su aprendizaje.

Asimismo, descriptores como *strategies*, *visualization*, *assessment*, *conceptions*, *beliefs* o *attitudes* apuntan hacia el interés por factores psicológicos, metacognitivos y

evaluativos que intervienen en el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. De manera complementaria, la presencia de términos relacionados con metodologías y enfoques didácticos —*case study*, *professional development*, *didactical suitability*, *curriculum*, *teaching and learning*— evidencia el desarrollo de una investigación aplicada orientada a comprender y mejorar las prácticas educativas.

Finalmente, la inclusión de descriptores relacionados con tecnología educativa, como *GeoGebra*, así como con temáticas emergentes o transversales, como *ethnomathematics* o *Fermi problems*, sugiere una diversificación creciente de intereses y una apertura hacia enfoques innovadores. En conjunto, el patrón de distribución de descriptores revela un campo plural, donde coexisten líneas clásicas de investigación, marcos teóricos consolidados, estudios sobre contenidos matemáticos específicos y enfoques centrados en la práctica docente y el desarrollo profesional. Esta diversidad confirma la madurez y vitalidad de la investigación española en Educación Matemática.

Tabla 5. *Palabras clave más frecuentes ($n \geq 8$)*

Keyword	N	%
mathematics education	35	5,33
Mathematics	29	4,41
problem solving	26	3,96
Textbooks	26	3,96
teacher training	25	3,81
Primary Education	24	3,65
Onto-semiotic approach	23	3,50
secondary education	23	3,50
teacher education	21	3,20
Early childhood Education	16	2,44
Mathematical modelling	16	2,44
Derivative	14	2,13
Probability	14	2,13
functional thinking	14	2,13
Generalization	11	1,67
Representations	11	1,67
Strategies	10	1,52
Early algebra	10	1,52
Teaching	10	1,52
Anthropological theory of the didactic	10	1,52
Understanding	10	1,52
Visualization	10	1,52
Algebraic thinking	10	1,52
Statistics	9	1,37
Assessment	9	1,37
Geometry	9	1,37
Ethnomathematics	8	1,22
Attitudes	8	1,22
proportional reasoning	8	1,22
Algebra	8	1,22

CONCLUSIONES

El análisis bibliométrico confirma que la Educación Matemática constituye un campo consolidado y en expansión dentro del sistema científico español. La evolución temporal de la producción muestra una tendencia claramente ascendente, impulsada por la diversificación temática, la madurez de los grupos de investigación y la progresiva inserción internacional de los autores españoles. La concentración de publicaciones en revistas iberoamericanas revela la fuerza de los vínculos históricos, lingüísticos y académicos de España con América Latina, mientras que la presencia simultánea en revistas internacionales de referencia indica un avance sostenido hacia la internacionalización.

La estructura de colaboración internacional evidencia un entramado robusto caracterizado por dos clústeres principales —iberoamericano y europeo— entre los cuales España ocupa una posición estratégica como puente científico. Esta centralidad refleja la capacidad del país para articular redes de conocimiento y participar en dinámicas transnacionales de investigación. En cuanto a la autoría, los patrones identificados siguen la distribución clásica de Bradford, donde un núcleo reducido de investigadores concentra una parte significativa de la producción, sustentado por un amplio grupo de autores de productividad media, lo que sugiere una comunidad activa, diversa y en renovación permanente.

Desde el punto de vista institucional, Andalucía y Cataluña se configuran como los dos principales polos de producción científica, mientras que otras comunidades autónomas aportan un tejido complementario que fortalece la cohesión territorial del campo. Esta distribución pone de manifiesto la existencia de ecosistemas regionales consolidados y la relevancia de las políticas universitarias en el sostenimiento de líneas de investigación especializadas.

En el ámbito temático, la amplitud y heterogeneidad de los descriptores empleados revela un campo plural, con coexistencia de enfoques clásicos, marcos teóricos propios de la tradición española e iberoamericana, y líneas emergentes vinculadas a la tecnología educativa. La presencia de temáticas relacionadas con la formación del profesorado, la resolución de problemas, la modelización matemática y el análisis de prácticas docentes confirma la orientación aplicada y formativa de la investigación española.

Este estudio ha puesto de manifiesto que la Educación Matemática en España se encuentra en un proceso dinámico de expansión, internacionalización y diversificación temática.

REFERENCIAS

- Bornmann, L., Thor, A., Marx, W., & Schier, H. (2016). The application of bibliometrics to research evaluation in the humanities and social sciences: An exploratory study using normalized Google Scholar data for the publications of a research institute. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 67(11), 2778-2789.
- Bracho, R., Maz-Machado, A., Gutiérrez-Arenas, M. P., Torralbo-Rodríguez, M., Jiménez-Fanjul, N., & Adamuz Povedano, N. (2012). La investigación en Educación Matemática a través de las publicaciones científicas españolas. *Revista española de documentación científica*, 35(2), 262-280.

- Bracho-López, R., Torralbo-Rodríguez, M., Maz-Machado, A. y Adamuz-Povedano, N. (2014). Tendencias temáticas de la investigación en educación matemática en España. *BOLEMA-Boletín de Educação Matemática*, 28(50).
- Bradford, S. C. (1948). *Documentation*. Crosley Lockwood.
- Chkana, Y., Martynenko, O., Yurchenko, A., Gorovoy, I., & Semenikhina, O. (2025). A bibliometric exploration of research in mathematics education (2020–2024). *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(7), em2659. <https://doi.org/10.29333/ejmste/16561>
- Geiger, V., Gal, I., & Graven, M. (2023). The connections between citizenship education and mathematics education. *ZDM – Mathematics Education*, 55, 923-940. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01521-3>
- Jiménez-Fanjul, N., Maz-Machado, A. y Bracho-López, R. (2013). Bibliometric analysis of the mathematics education journals in the SSCI. *International Journal of Research in Social Sciences*, 2(3), 26-32.
- Kaiser, G., & Schukajlow, S. (2023). Literature reviews in mathematics education and their significance to the field. *ZDM – Mathematics Education*, 56(2). <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01541-z>
- Lindenskov, L. (2023). Democracy revisited for adults learning mathematics. *Adults Learning Mathematics: An International Journal*, 17(1), 41-58. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1410159.pdf>
- Martínez Roa, H., Gutiérrez-Arenas, M.P. y Rodríguez, M.J. (2024). La investigación sobre e-learning en Educación matemática. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 7(3), 1-12.
- Maz-Machado, A., Muñoz-Ñungo, B-, Gutiérrez-Rubio, David & León-Mantero, C. (2020). Patterns of Authorship and Scientific Collaboration in Education: The Production of Colombia in ESCI. *Library Philosophy and Practice (e-journal)*. 4278.
- Özkaya, A. (2018). Bibliometric Analysis of the Studies in the Field of Mathematics Education. *Educational Research and Reviews*, 13(22), 723-734.
- Perea-Valero, Y. y Cuida, A. (2025). Tendencias en la integración de las TIC en la Educación Matemática iberoamericana: un análisis bibliométrico de los descriptores utilizados. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 8(1), 1-14.
- Putri, A., Nusantara, T., Purwanto, & As'ari, A. R. (2025). The contribution of critical thinking skills in rich mathematical problem completion: Insights from pre-service mathematics teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(2), em2581. <https://doi.org/10.29333/ejmste/15931>
- Rodríguez-Faneca, C., Pedrosa-Jesús, C. y Cuida, A. (2021). Educación matemática en Iberoamérica: Un estudio bibliométrico en SSCI. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 4(2), 40-53.
- Sachdeva, S. (2021). Learners' critical thinking about learning mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 16(3), 1-13. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1327945.pdf>
- Wang, Q., & Abdullah, A. H. (2024). Enhancing students' critical thinking through

mathematics in higher education: A systemic review. *SAGE Open*, 14(3).
<https://doi.org/10.1177/21582440241275651>

Luz Ayda Peláez

Universidad de Córdoba, España

aydapelaez0126@gmail.com

María Josefa Rodríguez- Baiget

Universidad de Córdoba, España

m62robam@uco.es

Débora Rodríguez- Baiget

Universidad de Córdoba, España

debora369rodriguez@gmail.com



ISSN: 2603-9982

Jiménez-Miranda, H. y Vega-Castro, D. (2025). El sentido estructural en la traducción de expresiones verbales a expresiones algebraicas. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 8(3), 17-35

EL SENTIDO ESTRUCTURAL EN LA TRADUCCIÓN DE EXPRESIONES VERBALES A EXPRESIONES ALGEBRAICAS

Héctor Jiménez-Miranda, Universidad de Panamá, Panamá

Danellys Vega-Castro, Universidad de Panamá, Panamá

Resumen

La traducción de expresiones verbales a algebraicas es un desafío clave en el aprendizaje del álgebra. Es un proceso que requiere identificar estructuras para una representación simbólica coherente, por lo que ha llevado esta investigación a centrarse en el constructo sentido estructural. Se trabajó con 11 estudiantes de Licenciatura en Educación Primaria de la Universidad de Panamá. Se aplicó una metodología cuasiexperimental con inducción no estructurada y luego estructurada. Los resultados mostraron confusión entre operaciones de producto y potencia, y errores de orden en frases no secuenciales. Los estudiantes con mayor nivel de sentido estructural realizaron traducciones más coherentes. Se concluye que fortalecer este constructo mejora la comprensión y enseñanza del álgebra de los futuros docentes.

Palabras clave: *sentido estructural, traducción, expresión verbal, expresión algebraica.*

The structural meaning in the translation of verbal expressions into algebraic expressions

Abstract

Translating verbal expressions into algebraic ones is a key challenge in learning algebra. This process requires identifying structures for a coherent symbolic representation, which is why this research focused on the construct of structural sense. Eleven undergraduate students in Primary Education at the University of Panama participated in the study. A quasi-experimental methodology was applied, using unstructured and then structured induction. The results showed confusion between multiplication and exponentiation operations, as well as errors in word order in non-sequential phrases. Students with a higher level of structural sense produced more coherent translations. The study concludes that strengthening this construct improves the understanding and teaching of algebra for future teachers.

Keywords: *structural sense, translation, verbal expression, algebraic expression*

INTRODUCCIÓN

La traducción de expresiones verbales a expresiones algebraicas constituye uno de los desafíos más significativos en el aprendizaje de la matemática. Este proceso, además de requerir dominio de conceptos matemáticos, demanda la capacidad de identificar y comprender estructuras fundamentales. Desde esta perspectiva, la matemática se concibe como un lenguaje compuesto por diferentes sistemas de representación —verbal, gráfico, numérico y simbólico—, y construir conocimiento matemático implica transitar entre dichos sistemas mediante procesos de traducción.

En este trabajo se explora cómo el sentido estructural interviene en dichos procesos de traducción y cómo puede ser potenciado para mejorar tanto la traducción como la comprensión global de los conceptos matemáticos. La investigación se sustenta en aportes cualitativos de Rodríguez-Domingo (2015), quien analizó los errores y dificultades que presentan los estudiantes al traducir entre los sistemas de representación verbal y simbólico. Aunque los estudiantes realizan estas traducciones en situaciones puntuales —como al simbolizar un problema contextual, graficar una función a partir de datos o escribir una ecuación en notación algebraica—, dichos procesos se abordan de manera superficial y no se orientan hacia un aprendizaje significativo ni estructurado. Luego, a medida que los contenidos matemáticos se vuelven más complejos, también lo hace la traducción entre representaciones. Si el estudiante no desarrolla la capacidad de traducir correctamente expresiones sencillas, carecerá de las bases necesarias para enfrentar traducciones más avanzadas.

Las dificultades señaladas pueden estar relacionadas con el enfoque de enseñanza, ya que la traducción entre sistemas de representación requiere reorganización estructural (Duval, 2006), no suele organizarse de forma secuencial o progresiva, lo cual impide que el estudiante construya un aprendizaje acumulativo y estructurado, derivando más bien en un aprendizaje fragmentado.

Según Rodríguez-Domingo (2016), resulta necesario enfatizar la traducción de expresiones algebraicas debido a su relevancia en múltiples situaciones matemáticas que requieren pasar de un sistema de representación a otro, incluso cuando ello no se menciona explícitamente (pues se asume que comprender el problema basta para resolverlo). Por tanto, es imprescindible enseñar a los estudiantes a identificar la estructura de las expresiones, reconocer sus componentes y comprender cómo se relacionan para formar una entidad matemática coherente (Vega-Castro et al., 2012).

ANTECEDENTES

La capacidad de transitar entre distintos sistemas de representación es un aspecto fundamental en el aprendizaje del álgebra. Sin embargo, esta alfabetización matemática se encuentra en retroceso, como lo evidencian numerosas investigaciones dedicadas a identificar, describir y analizar las dificultades y errores que presentan los estudiantes desde el álgebra hasta el cálculo. La literatura coincide en que los estudiantes se desorientan al pasar de un sistema de representación a otro. Según Molina (2014), este proceso es cognitivamente complejo: no solo exige comprender y conocer el uso de los sistemas de representación implicados, sino también distinguir la información esencial que define un concepto para poder trasladarlo adecuadamente a otro sistema.

El tránsito entre sistemas de representación, conocido como traducción, implica transformar un objeto matemático de un sistema a otro preservando su significado (Gómez, 2007). De acuerdo con el NCTM (2003), la capacidad de traducir entre

representaciones matemáticas es una habilidad crítica para aprender y hacer matemáticas. Rodríguez y Torrealba (2017) señalan que muchas de las dificultades en el aprendizaje del álgebra se atribuyen al escaso dominio de los códigos del lenguaje matemático (verbal, simbólico, gráfico o numérico), necesarios para operar con los objetos matemáticos y expresar las relaciones entre ellos. En esta misma línea, Molina (2014) enfatiza que tanto los documentos curriculares como las investigaciones académicas reconocen que la traducción entre sistemas de representación constituye un componente esencial de la competencia matemática que se busca desarrollar en la educación obligatoria o secundaria.

En la revisión de la literatura se identificó que la enseñanza y el desarrollo de habilidades para traducir del lenguaje matemático verbal al lenguaje matemático algebraico han sido abordados desde diversas perspectivas, pero sin recurrir al constructo de sentido estructural. Este constructo se vincula al estudio de las estructuras particulares de las expresiones algebraicas y al análisis de cómo los estudiantes utilizan dichas estructuras para desempeñarse eficazmente en tareas algebraicas (Vega-Castro, 2013). En esencia, el sentido estructural analiza cómo un estudiante realiza operaciones algebraicas con comprensión de la estructura subyacente, empleando manipulaciones apropiadas en cada caso (Bolaños-Barquero y Segovia, 2021).

Las investigaciones sobre sentido estructural examinan las estrategias utilizadas por los estudiantes para aplicar técnicas aprendidas en tareas que involucran expresiones algebraicas (Hoch y Dreyfus, 2007). Resulta pertinente analizar el rol de este constructo en el contexto de la traducción del lenguaje natural al lenguaje algebraico, proceso que implica generar una expresión simbólica que represente de manera explícita el significado contenido en la expresión verbal original.

En esta investigación se ha identificado que, para traducir de un sistema de representación a otro—especialmente cuando los conceptos difieren entre ambos—, no basta con aplicar técnicas memorizadas o estrategias convencionales (como el uso de palabras clave, la traducción literal o el razonamiento lógico), se requiere algo más que memoria mecánica o métodos estándar (Vega-Castro et al., 2012), lo cual justifica abordar la traducción desde la perspectiva del sentido estructural.

En este contexto surgen las siguientes preguntas de investigación: ¿Interviene el sentido estructural en la traducción de expresiones del lenguaje verbal al lenguaje algebraico? ¿Cómo se manifiesta la percepción estructural en este proceso de traducción?

Para responder estas preguntas, resulta conveniente analizar la percepción estructural en dos momentos del proceso de traducción. Cada sistema de representación —verbal o algebraico— funciona como un sistema de códigos que permite expresar ideas o conceptos abstractos, los cuales deben transformarse para ser representados adecuadamente en el segundo sistema (Rico, 2000). Este proceso comprende dos fases, descodificación y codificación, cuyo objetivo consiste en la descripción que realiza el estudiante, enfocándose en la estructura de la expresión verbal y cómo dicha estructura es interpretada y llevada a una expresión simbólica. Estas dos fases se definen en este trabajo de la siguiente forma:

Descodificación

Es la actividad de comprensión e interpretación de la estructura gramatical dada, donde el estudiante-traductor debe razonar y comprender de forma lógico-matemática el significado (Radford, 2000) de la expresión dada en lenguaje verbal, a fin de trasladarla correctamente al sistema de representación algebraico sin alterar su estructura interna.

Codificación

Consiste en escribir, en el sistema de representación simbólico o algebraico, el significado equivalente (Radford, 2000) a la expresión planteada verbalmente, estableciendo la relación simbólica entre signos que designan el mismo objeto matemático.

Estas dos fases están en función de la definición de estructura interna y estructura externa presentada por Hoch y Dreyfus (2004) y Vega-Castro (2013). Estos autores expresan que la estructura externa concierne a la forma o apariencia externa de una expresión algebraica dada, a los signos que relacionan los elementos y al orden entre los mismos, mientras que la estructura interna atiende o hace referencia al valor de la expresión. De forma que dos expresiones que comparten estructura interna son equivalentes, y viceversa. Esta definición, de estructura interna y externa que representa la base del sentido estructural, fue el enfoque seguido por Vega-Castro, Molina y Castro (2012) quienes en una experiencia realizada solicitan a los estudiantes generar expresiones algebraicas distintas a una dada, pero conservando la misma estructura. Esta experiencia implicó una forma de traducción estructural, considerando que los estudiantes debían producir en cada caso una nueva expresión tomando en consideración una estructura simbólica previa. Esta actividad requería el reconocimiento de similitudes en subestructuras, observar las relaciones existentes entre los términos de la expresión y expresar la posterior transformación de un lenguaje dado a una misma estructura, pero expresada con letras y números diferentes, lo que implica una forma de traducción no solo verbal, sino también simbólicamente. Expresado de otra forma, aunque estas autoras no manifiestan traducción verbal a algebraica en ese artículo, si involucran la traducción considerando que el uso de igualdades notables requiere ver la estructura de la expresión, requiere reconocer cómo una determinada expresión algebraica se corresponde con una identidad estructural (ej., la expresión cuadrado de un binomio $(a + b)^2$ se corresponde con la expresión del trinomio cuadrado perfecto $(a^2 + 2ab + b^2)$). Proceso considerado de alta relevancia en la traducción entre representaciones y específicamente para el sentido estructural. En esta misma línea Vega-Castro (2022) evidencia el sentido estructural dentro de un determinado nivel de traducción más avanzado, realizado con las funciones lineales inversas. En este estudio, la autora, analiza como los estudiantes perciben la estructura interna de este tipo de funciones, qué patrones algebraicos y geométricos emergen de ellas y cómo generalizarlas. Es decir, examina la forma subyacente de las funciones lineales inversas, mostrando cómo se conectan sus componentes algebraicos (coeficientes, variables, recíprocos, dominio y codominio) con su representación geométrica (la gráfica de la función).

IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La relevancia de este estudio radica en la necesidad de comprender cómo el sentido estructural interviene en los procesos de traducción del lenguaje matemático verbal al lenguaje matemático algebraico, una habilidad esencial pero poco desarrollada en la educación secundaria y universitaria. En particular, la investigación analiza el desempeño de estudiantes universitarios de la carrera de Licenciatura en Educación Primaria, quienes, en su rol futuro como docentes, requieren dominar la estructura y el significado de las expresiones algebraicas para enseñar de manera efectiva.

El estudio busca aportar evidencias que contribuyan a fortalecer la enseñanza del lenguaje algebraico como un sistema de representación que demanda reconocimiento estructural, y no únicamente la aplicación de técnicas operativas o estrategias memorísticas. En este sentido, se pretende ofrecer elementos que permitan mejorar el diseño de tareas y los

procesos formativos que favorezcan una comprensión profunda del álgebra en la Educación Secundaria.

La decisión de centrar la investigación en el contexto de traducción se fundamenta en que este proceso constituye la base del tránsito entre el lenguaje matemático verbal y el lenguaje algebraico, y viceversa (Cañadas et al., 2018). Además, se aspira a aportar a la línea de investigación del sentido estructural, la cual propone abordar la problemática de la enseñanza del álgebra desde la perspectiva de las estructuras algebraicas y su reconocimiento (Hoch y Dreyfus, 2006).

Considerando los señalamientos anteriores, el objetivo de esta investigación consiste en *Explorar el papel del sentido estructural en el proceso de traducción de expresiones matemáticas del lenguaje verbal al lenguaje algebraico, a través del análisis del nivel de percepción estructural evidenciado en los trabajos realizados por estudiantes en formación docente.*

MARCO TEÓRICO

Esta investigación adopta, en algunos casos, el término sistema de representación como equivalente a lenguaje algebraico. Según Molina (2014), un sistema de representación hace referencia a un conjunto organizado de signos, que siguen reglas y acuerdos, y que facilitan expresar las características y propiedades de un concepto matemático. En cuanto al lenguaje verbal, este se refiere al lenguaje cotidiano, hablado o escrito, e incluye también terminología específica propia del discurso matemático académico. De acuerdo con García (2013), la diferencia fundamental entre ambos lenguajes consiste en que el lenguaje verbal utiliza palabras y expresiones comunes para describir relaciones, mientras que el lenguaje algebraico emplea símbolos y signos que representan esas mismas relaciones de manera formal.

Dado que este trabajo se enmarca en la perspectiva del sentido estructural, constructo con afinidades tanto con el pensamiento estructural como con los procesos de traducción del lenguaje verbal al algebraico, se citan los aportes de Kieran (1992). Esta autora destaca que, para trabajar con expresiones algebraicas, los estudiantes requieren habilidades como reconocer relaciones entre cantidades y concebir las expresiones como objetos manipulables. Dichas habilidades se relacionan estrechamente con el pensamiento estructural y, por ende, con el sentido estructural.

Otros aportes relevantes son los de Hoch y Dreyfus (2004, 2006), quienes sostienen que el sentido estructural consiste en la capacidad de percibir la estructura algebraica en expresiones y ecuaciones, interpretarlas como entidades completas y reconocer equivalencias estructurales entre diferentes expresiones. Desde esta perspectiva, la traducción del lenguaje verbal al algebraico exige identificar la estructura subyacente en el enunciado verbal y establecer una correspondencia simbólica que represente fielmente dicha estructura.

El término sentido estructural fue introducido por Linchevski y Livneh (1999), quienes lo definen como la capacidad del estudiante para ver una expresión algebraica como un todo estructurado, y no únicamente como una secuencia de pasos procedimentales. Esto implica reconocer la organización interna de la expresión, identificar su forma global y utilizar dicha estructura para transformarla o resolverla. En consecuencia, el sentido estructural constituye una habilidad clave en el proceso de traducción entre sistemas de representación, particularmente del lenguaje verbal al algebraico.

Pérez-Peña et al. (2025) retoman la definición propuesta por Vega-Castro (2013, p.83), quien describe el sentido estructural algebraico como “una competencia cognitiva o un conjunto de capacidades necesarias para el trabajo flexible con las expresiones algebraicas, más allá de la aplicación mecánica de procedimientos de transformación de las mismas”. De manera complementaria, Vázquez-Montaña et al. (2021) señalan que el sentido estructural alude al reconocimiento de la estructura algebraica y se manifiesta en la ejecución más eficiente de operaciones, reduciendo la tendencia a cometer errores. Jupri et al. (2021) definen este constructo como una capacidad intuitiva del estudiante, mostrada hacia las expresiones simbólicas, y que involucra destrezas como la percepción, interpretación y manipulación de símbolos en diferentes funciones. Bolaños-Barquero et al. (2021), en su investigación, citan acertadamente la clasificación de los descriptores del sentido estructural propuestos por Vega-Castro (2013, pp.88-90), referida al análisis, la construcción, la modificación, la transformación y los enfoques generales de las expresiones algebraicas.

Si bien, la traducción de expresiones verbales a algebraicas no se enuncia de manera explícita entre los descriptores propuestos por Vega-Castro (2013), este estudio esclarece que la misma se encuentra implícita dentro del descriptor *transformar*, en tanto que traducir implica el paso del lenguaje verbal al lenguaje algebraico, mientras que transformar se orienta a convertir una expresión algebraica en otra equivalente mediante el uso de reglas matemáticas. En este sentido, la traducción puede considerarse un primer paso necesario para posteriormente transformar y resolver una tarea determinada. En este trabajo, se define el sentido estructural como *un constructo orientado a identificar las fortalezas y debilidades que presentan los estudiantes en el manejo de estructuras algebraicas, en cualquier nivel considerado. No constituye un método ni una fórmula para escribir expresiones o resolver problemas, sino una forma optimizada de analizar, representar y enfrentar tareas matemáticas que involucran estructuras simbólicas.*

MARCO METODOLÓGICO

En este trabajo se realiza una exploración descriptiva con enfoque cualitativo en el contexto de traducciones de expresiones verbales a expresiones algebraicas. El estudio se fundamenta en los enfoques del constructo *sentido estructural* establecidos por Vega-Castro (2013), considerando además que ciertas formas de enseñanza promueven en mayor medida el desarrollo de dicho sentido (Vega-Castro et al., 2011). Desde esta perspectiva, se plantea que la manera en que se introduce la traducción de expresiones algebraicas y el proceso de aprendizaje asociado determina, en gran medida, la adquisición de una percepción estructural significativa. Esta percepción, estrechamente vinculada al constructo de sentido estructural, permite describir de forma visible lo que el estudiante hace al momento de traducir una expresión verbal al lenguaje algebraico, sin recurrir a técnicas memorísticas (NCTM, 2003).

Para el desarrollo de la investigación, se proporcionaron a los estudiantes dos tipos de inducción:

Inducción no estructurada

En esta investigación se entiende como un tipo de enseñanza en la que se presenta una diversidad de expresiones en lenguaje verbal de forma combinada, expresiones que implican distintos simbolismos correspondientes a diversas operaciones del lenguaje algebraico. Este tipo de enseñanza suele generar confusión en los estudiantes y dificultarles la diferenciación del simbolismo de operación que deben asignar entre los términos de una expresión dada.

Inducción estructurada

Se considera como un tipo de enseñanza en la que las expresiones en lenguaje verbal se introducen de forma no combinada y clasificadas según el tipo de simbolismo de la operación matemática a la cual remiten. Este tipo de inducción resulta útil en la introducción al proceso de traducción del lenguaje verbal al lenguaje algebraico y, posteriormente, permite que el estudiante esté en capacidad de realizar traducciones de forma combinada.

Para el análisis se adoptaron los códigos numéricos de denominación de categorías propuestos en la tesis doctoral de Vega-Castro (2013, p. 66). En este esquema, un estudiante se ubica en el primer nivel cuando codifica correctamente la expresión en notación algebraica; en el segundo nivel, cuando utiliza parcialmente los elementos que cumplen el patrón correspondiente; y en el tercer nivel, cuando la expresión generada no satisface las características de generalización o conexión simbólica esperadas.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio se plantea como una investigación cuasiexperimental de prueba única. Tras una inducción no estructurada, se aplicó un instrumento a la población objetivo: un grupo de once (11) estudiantes de la Licenciatura en Educación Primaria (ELEP) de la Facultad de Educación de la Universidad de Panamá. Estos estudiantes, pertenecientes al primer nivel universitario y en formación para convertirse en docentes de Educación Primaria, no estaban familiarizados con la traducción del lenguaje verbal al lenguaje algebraico ni viceversa. Por este motivo, los resultados obtenidos en el Paso 2 mostraron un nivel de sentido estructural bajo, mostrando mejoría en el Paso 4.

El procedimiento seguido fue el siguiente:

Paso 1. Inducción no estructurada sobre la traducción de expresiones verbales a expresiones algebraicas.

Paso 2. Aplicación de un instrumento piloto. El propósito de este instrumento no fue realizar comparaciones con el postest, sino evaluar la capacidad inicial de los participantes para traducir expresiones verbales a expresiones algebraicas y, con base en ello, ajustar el postest de acuerdo con su desempeño.

Paso 3. Inducción estructurada sobre el mismo tema: traducción de expresiones verbales a expresiones algebraicas.

Paso 4. Aplicación del instrumento modificado a partir del instrumento piloto. Este instrumento se utilizó para evaluar la capacidad final de los participantes al traducir de expresiones verbales a expresiones algebraicas.

Los instrumentos utilizados constaban de dos actividades cuya diferencia residía en el nivel de complejidad requerido para realizar la traducción. En este informe se presenta únicamente el trabajo correspondiente a la primera actividad, considerada de baja complejidad. La indicación presentada a los estudiantes fue la siguiente: *Traduce cada frase a una expresión algebraica. Si no se proporciona una variable, utiliza x como variable. Explica el porqué de tu respuesta.* Las características de cada uno de los ítems presentados en la primera actividad propuesta se describen en la Tabla 1. Para el análisis de los datos se empleó el software MAXQDA 24, que permitió organizar, analizar e interpretar la información cualitativa recolectada durante las inducciones y establecer las categorías correspondientes.

Tabla 1. *Característica de los ítems de traducción en la actividad 1*

Expresiones	Descripción	Conexión simbólica	Características
Un número desconocido.	Esta expresión es la combinación del número 1, una variable y la operación de multiplicación.	Multiplicación (\cdot)	Secuencial, abierto, 1 letra
Siete veces un número.	Esta expresión es la combinación del número siete, una variable y la operación de multiplicación.	Multiplicación (\cdot)	Secuencial, abierto, 1 letra
Trece más que un número.	Esta expresión es la combinación del número 13, una variable y la operación de suma.	Suma (+)	No secuencial, abierto, 1 letra
Un número dividido en tres partes iguales.	Esta expresión es la combinación de una variable, el número tres y la operación de división.	División (\div)	Secuencial, abierto, 1 letra
Once menos que un número.	Esta expresión es la combinación de una variable, el número 11 y la operación de resta.	Resta (-)	No secuencial, abierto, 1 letra
Un número aumentado en veinte.	Esta expresión es la combinación de una variable, el número 20 y la operación de suma.	Suma (+)	Secuencial, abierto, 1 letra.
La diferencia entre un número y su mitad.	Esta expresión es la combinación de una variable, el número 2 y las operaciones de restas y división.	Resta (-) y División (\div)	No secuencial, abierto, 1 letra.
La razón de cinco y un número.	Esta expresión es la combinación del número cinco, una variable y la operación de división.	División (\div)	No secuencial, abierto, una letra.
El cociente de un número y siete.	Esta expresión es la combinación de una variable, el número 7 y la operación de división.	División (\div)	No secuencial, abierto, 1 letra.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para analizar el desempeño de los estudiantes en el desarrollo del instrumento se utilizaron dos categorías principales. La primera corresponde a la codificación del lenguaje verbal al lenguaje algebraico y la segunda a la justificación expresada por los estudiantes, quienes son futuros docentes de primaria.

La categoría relacionada con la traducción fue abordada desde una perspectiva estructural y se identificó con el código SEC (sentido estructural codificado). En este contexto, la traducción entre lenguajes matemáticos implica al menos dos actividades cognitivas fundamentales —descritas previamente en el marco teórico— que permiten al estudiante recibir, procesar y elaborar información, además de participar activamente en procesos de interacción, percepción y comprensión. Estas actividades fueron descomposición o descodificación, entendida como la comprensión de la estructura gramatical de la expresión verbal y, codificación, correspondiente a la representación de dicha expresión en lenguaje algebraico.

A partir de estas consideraciones, se describen las subcategorías (ver Tabla 2) que corresponden a cada tipo de codificación, según los niveles establecidos por Vega-Castro (2013). Cuando los estudiantes no completaron el ítem, lo dejaron en blanco o produjeron respuestas que no pudieron ser clasificadas, se asignó el código NRC (no codificable).

Tabla 2. *Categoría de Codificación al Lenguaje Algebraico*

Categoría	Subcategoría - Códigos
SEC: Codifica en lenguaje algebraico la estructura que representa la expresión verbal presentada.	SEC.1 Descodifica el enunciado verbal generando una expresión codificada simbólicamente que conserva la estructura algebraica interna subyacente en el enunciado.
	SEC.2 Descodifica el enunciado verbal generando una expresión codificada simbólica que conserva parcialmente la estructura algebraica interna subyacente en el enunciado.
	SEC.3 Descodifica el enunciado verbal generando una expresión codificada simbólicamente que no conserva la estructura algebraica interna subyacente en el enunciado.

La primera actividad conllevó realizar 10 tareas de codificación algebraica o traducción de expresiones del lenguaje verbal al algebraico. La Tabla 3 presenta una descripción numérica de los datos cualitativos de las respuestas en las subcategorías de codificación algebraica.

Tabla 3. *Frecuencia absoluta del desempeño del grupo de futuros maestros*

Actividad 1	SEC.1	SEC.2	SEC.3	NRC
A1.1	10	1	0	0
A1.2	2	2	7	0
A1.3	4	2	5	0
A1.4	4	0	5	2
A1.5	7	2	2	0
A1.6	4	2	4	1
A1.7	5	2	3	1
A1.8	1	3	7	0
A1.9	5	1	5	0
A1.10	4	0	7	0
Total	46	15	45	4

CLASIFICACIÓN DE RESPUESTAS DE ACUERDO A LOS NIVELES DE SENTIDO ESTRUCTURAL

A continuación, se describen las respuestas de los estudiantes a los ítems A1.2, A1.3 y A1.5. El análisis se enfoca en determinar en qué medida la expresión generada en notación simbólica conserva la estructura interna del enunciado verbal. Se ha elegido estas tareas como modelo por la especificidad de las dificultades presentadas en dichas respuestas.

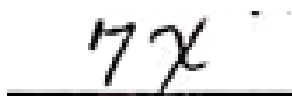
Ítem A1.2: Siete veces un número

- Conserva la estructura algebraica interna

La traducción realizada por el estudiante M11 constituyó la respuesta esperada (ver Figura 1). El estudiante codifica en notación simbólica una expresión algebraica que conserva correctamente la estructura interna subyacente en el enunciado verbal. En este nivel se ubican dos de los once estudiantes.

Figura 1

Siete veces un número. Subcategoría: SEC.1



$$7x$$

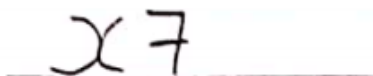
Codificación realizada por el estudiante M11

- Conserva parcialmente la estructura algebraica interna

Una segunda respuesta corresponde a la subcategoría en la que dos de los once estudiantes descodifican el enunciado verbal generando una expresión simbólicamente adecuada, pero que conserva solo parcialmente la estructura algebraica interna, identificada con el código SEC.2 (ver Figura 2).

Figura 2

Siete veces un número. Subcategoría: SEC.2



$$x7$$

Codificación realizada por el estudiante M01

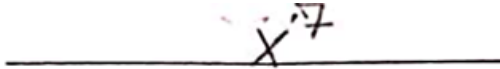
El estudiante M01 representa correctamente que se trata de un número desconocido, utilizando la variable x y multiplicándola por siete (7). Sin embargo, la notación utilizada no es convencional, pues en álgebra el coeficiente numérico se escribe antes de la variable. Aunque identifica los elementos esenciales (número desconocido y multiplicación), la estructura generada solo conserva parcialmente la forma algebraica estándar del enunciado.

- No conserva la estructura algebraica interna

Un tercer tipo de respuesta corresponde a la subcategoría SEC.3, en la que seis estudiantes no conservan la estructura algebraica interna al traducir el enunciado verbal (ver Figura 3).

Figura 3

Siete veces un número. Subcategoría: SEC.3



A handwritten expression x^7 is shown on a horizontal line. The 'x' is written with a small dot above it, and the '7' is written as a superscript.

Codificación realizada por el estudiante M03

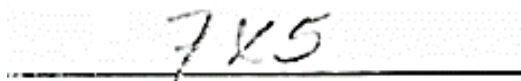
El estudiante M03 reconoce la variable y el número involucrado, pero no establece la conexión simbólica correcta. En lugar de representar una multiplicación (coeficiente por variable), interpreta la relación como una operación de potencia, generando una expresión que altera completamente la estructura del enunciado.

- No conserva la estructura algebraica interna - Otro caso en la subcategoría SEC.3

En la Figura 4 se presenta otro ejemplo clasificado en SEC.3, debido a que la expresión generada por uno de los once estudiantes no corresponde a una estructura generalizada, condición esencial para el sentido estructural.

Figura 4

Siete veces un número. Subcategoría: SEC.3



A handwritten expression $7x5$ is shown on a horizontal line. The '7' and '5' are written in a cursive style, and the 'x' is written as a simple cross.

Codificación realizada por el estudiante M04

En este caso, el estudiante M04 no utiliza una variable para representar un número cualquiera multiplicado por siete. En su lugar, escribe un valor numérico concreto (5), produciendo una expresión aritmética, no algebraica. Además, emplea la letra x únicamente como signo de multiplicación, lo que evidencia ausencia de generalización y falta de reconocimiento de la estructura algebraica requerida.

Ítem A1.3: Trece más que un número

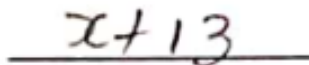
En esta sección se describen las respuestas de los estudiantes al ítem A1.3: *Trece más que un número*. El análisis se centra en determinar en qué medida la expresión generada en notación simbólica mantiene la estructura interna subyacente en el enunciado verbal.

- Conserva la estructura algebraica interna

La traducción realizada por el estudiante M08 y tres estudiantes más (ver Figura 5), fue la respuesta esperada.

Figura 5

Trece más que un número. Subcategoría: SEC.1



A handwritten expression $x+13$ is shown on a horizontal line. The 'x' is written with a small dot above it, and the '13' is written as a simple addition.

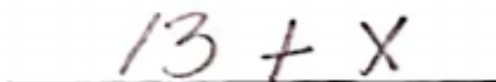
Codificación realizada por el estudiante M08

El estudiante M08 descodifica adecuadamente la expresión verbal y genera una expresión en notación simbólica que conserva la estructura interna del enunciado.

- Conserva parcialmente la estructura algebraica interna

La Figura 6 muestra la producción del estudiante M02, quien descodifica el enunciado generando una expresión simbólica que conserva parcialmente la estructura interna. En esta subcategoría se clasificaron dos de 11 respuestas.

Figura 6*Trece más que un número. Subcategoría: SEC.2*


 A handwritten mathematical expression $13 + x$ is shown on a horizontal line. The number 13 is written in a cursive style, followed by a plus sign and the variable x.

Codificación realizada por el estudiante M02

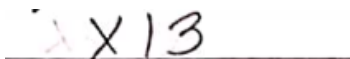
Este caso permite analizar la importancia de identificar el patrón estructural del enunciado verbal antes de traducirlo al sistema de representación algebraico. La frase “*más que*” indica que la traducción adecuada es $x + 13$, ya que expresa que se suma trece a un número desconocido. El estudiante M02 reconoce todos los elementos que componen la expresión verbal —la operación de suma y el número desconocido representado con la variable x —, pero no sigue el orden estructural que impone el enunciado, produciendo la expresión $13 + x$.

Si bien esta escritura conserva el valor numérico de la expresión por la propiedad conmutativa, desde la perspectiva del sentido estructural, no mantiene el patrón estructural que se debe conservar en la traducción. Esta acción es de relevancia porque la conservación de la estructura interna no solo implica mantener el valor, sino preservar el orden simbólico asignado por el enunciado verbal. Un detalle importante es que, si esta misma inversión ocurriera en un caso de resta, el valor de la expresión sí cambiaría, lo que confirma la importancia del orden estructural en expresiones no conmutativas.

- No conserva la estructura algebraica interna

Se identificaron cinco traducciones en los estudiantes que modificaron la conexión simbólica entre los términos, generando expresiones que no mantienen la estructura interna del enunciado verbal (ver Figura 7). El estudiante M01 codifica la expresión “*trece más que un número*”, y genera una expresión en notación simbólica que no mantiene la estructura interna correspondiente.

Figura 7*Trece más que un número. Subcategoría: SEC.3*


 A handwritten mathematical expression $x13$ is shown on a horizontal line. The variable x is written first, followed by the number 13.

Codificación realizada por el estudiante M01

En el caso del estudiante M01, la expresión producida corresponde a una traducción que evidencia lo que Rodríguez-Domingo et al. (2015) denominan error de complicación estructural operacional. El estudiante interpreta el término “*más*” como multiplicación y genera la expresión “ $x13$ ”, que no corresponde al significado del enunciado verbal. Además, la expresión “ $x13$ ” no cumple con la convención del lenguaje algebraico: en álgebra, primero se escribe el coeficiente y luego la variable ($13x$). Esta escritura incorrecta revela dificultades tanto en la interpretación verbal como en la comprensión de la estructura y sintaxis algebraica.

Este caso refuerza la importancia de que los estudiantes desarrollen la habilidad de descodificar con precisión los enunciados verbales y mantener la coherencia estructural en la traducción al lenguaje algebraico, requisito fundamental del sentido estructural.

Ítem A1.5: *Once menos que un número*

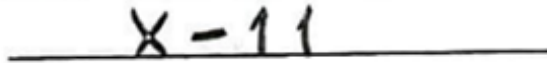
En esta sección se describen las respuestas de los estudiantes al ítem A1.5: *Once menos que un número*. El análisis se centra en determinar en qué medida la expresión generada en notación simbólica conserva la estructura interna subyacente en el enunciado verbal.

- Conserva la estructura algebraica interna

Corresponden a traducciones en las que el estudiante produce una expresión en notación simbólica que mantiene fielmente la estructura interna del enunciado verbal propuesto (véase Figura 8).

Figura 8

Once menos que un número. Subcategoría: SEC.1



A handwritten algebraic expression $x - 11$ is shown on a horizontal line. The 'x' is written with a crossbar, and the '11' is written as two separate digits.

Codificación realizada por el estudiante M02

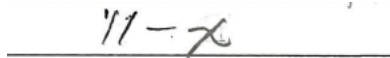
El estudiante M02 y otros seis estudiantes traducen el enunciado verbal a una expresión algebraica que refleja adecuadamente la estructura no secuencial de la frase, generando la expresión $x - 11$. Esta traducción evidencia que el estudiante reconoce que el operador “menos que” modifica el orden en el que debe representarse la operación en álgebra.

- Conserva parcialmente la estructura algebraica interna

El carácter no secuencial del enunciado “once menos que un número” generó dificultad para al menos dos estudiantes (véase Figura 9).

Figura 9

Once menos que un número. Subcategoría: SEC.2



A handwritten algebraic expression $11 - x$ is shown on a horizontal line. The '11' is written as two separate digits, and the 'x' is written with a crossbar.

Codificación realizada por el estudiante M01

El estudiante M01 produce la expresión $11 - x$, que conserva únicamente de forma parcial la estructura interna del enunciado verbal. La producción evidencia que, aunque el estudiante identifica los elementos involucrados (el número desconocido y el número 11), no reconoce la alteración sintáctica propia de expresiones del tipo “más que” o “menos que”, en las cuales el orden gramatical no coincide con el orden operacional algebraico.

En el contexto de traducción verbal–algebraica es necesario atender cuidadosamente a los elementos semánticos del enunciado. La frase “menos que” indica una relación que invierte el orden aparente de los términos: *expresión gramatical*: once menos que un número y *estructura algebraica esperada*: $x - 11$.

La respuesta producida por M01, $11 - x$, muestra que el estudiante ha descodificado parcialmente el enunciado, ya que toma los valores correctos, pero sin reconocer la naturaleza no secuencial de la frase. Si bien la traducción “ $11 - x$ ” parece directa desde el lenguaje natural, no representa adecuadamente la disminución del número desconocido en 11 unidades, que es la relación expresada en el enunciado.

- No conserva la estructura algebraica interna

En esta subcategoría se ubican dos estudiantes cuyas expresiones codificadas se alejan de la estructura esperada. Un estudiante codificó la expresión como “11 menos que 1”, y otro estudiante produjo “ $11 - 2$ ”. Estas respuestas no guardan relación con la frase verbal

propuesta. Evidencian dificultades tanto en la decodificación del enunciado verbal como en su representación simbólica. Estas producciones no permiten identificar la unidad que representa la expresión “un número”, indispensable para establecer la variable y su relación con el número “11”.

RESULTADOS DESDE EL SENTIDO ESTRUCTURAL

Los resultados desde la perspectiva del sentido estructural evidenciaron que las principales dificultades de los estudiantes se asociaron tanto a la comprensión de la estructura de las expresiones algebraicas como al dominio insuficiente de las reglas y propiedades implicadas en la representación simbólica. Los estudiantes que mostraron un nivel más elevado de sentido estructural enfrentaron menos obstáculos durante el proceso de traducción del lenguaje verbal al algebraico. Este comportamiento revela que:

- El sentido estructural contribuye significativamente a optimizar el proceso de traducción, ya que permite reconocer patrones, conexiones y relaciones entre los sistemas de representación involucrados.
- Favorece la identificación de los elementos esenciales de la expresión verbal, facilitando la comprensión de cómo se articulan para constituir una unidad algebraica coherente.
- Proporciona un marco mental organizado, mediante el cual el estudiante puede ordenar los componentes de la expresión verbal de manera lógica y sistemática, asegurando que cada elemento encuentre su correspondencia adecuada en notación simbólica.

Los hallazgos coinciden con el estudio realizado por Rodríguez Domingo (2016), quien identificó diversas manifestaciones de dificultad tales como particularización inapropiada, insuficiencia en la respuesta, y errores relacionados con la estructura de las expresiones algebraicas. Dichas dificultades también emergieron en el grupo de estudiantes analizado en la presente investigación.

Finalmente, al examinar el desempeño dentro de la categoría de codificación, se identificaron diversos casos que evidencian el nivel del sentido estructural manifestado por los estudiantes al completar el instrumento de investigación. Estos casos se describen a continuación:

- Dificultad al confundir el producto o multiplicación con la potenciación

Esta dificultad aparece cuando los estudiantes, al momento de traducir al lenguaje algebraico, confunden dos expresiones que visualmente parecen similares, pero que representan conceptos matemáticos completamente distintos: x^7 y $7x$. Aunque ambas involucran multiplicación en algún sentido, no expresan la misma operación.

La expresión x^7 se interpreta, de acuerdo con la propiedad de las potencias, como la base x multiplicada siete veces por sí misma:

$$x^7 = x \cdot x \cdot x \cdot x \cdot x \cdot x \cdot x$$

Por otro lado, la expresión $7x$ indica multiplicar el número 7 por la variable “ x ”, lo cual puede entenderse como sumar siete veces la variable:

$$7x = x + x + x + x + x + x + x$$

Desde la perspectiva del sentido estructural, ambas expresiones pueden parecer externamente relacionadas con la multiplicación; sin embargo, en su estructura interna

representan situaciones distintas: la primera es una potenciación y la segunda es una suma iterada. Esta confusión ha sido documentada en estudios previos. Rodríguez-Domingo et al. (2015) señalan que muchos estudiantes, al traducir expresiones verbales al lenguaje simbólico, cometen errores al no diferenciar entre multiplicación y potenciación.

- Dificultad al no percibir la estructura no secuencial de la expresión

En la expresión escrita $11 - x$, el estudiante M01 muestra que, al traducir, no percibe la estructura no secuencial del enunciado verbal “*once menos que un número*”.

En el contexto de la traducción entre sistemas de representación en matemáticas, es fundamental atender cuidadosamente a los elementos que conforman la expresión verbal. En este caso, la frase “*menos que*” indica que primero debe aparecer la variable y posteriormente el número del cual se resta, lo que conduce a la forma correcta: “ $x - 11$ ”.

Las expresiones que incluyen *más que* o *menos que* suelen generar dificultades de tipo semántico, ya que su estructura en lenguaje natural no sigue el orden operacional del álgebra. Por ello, aunque el estudiante M01 identifica los elementos involucrados, la descodificación es solo parcial al producir “ $11 - x$ ”.

La expresión “*once menos que un número*” es no secuencial porque el orden verbal no coincide con el orden simbólico estándar. La traducción precisa debe reflejar que un número es 11 unidades menor que otro, lo que se representa como $x - 11$. Además, dado que se trata de una operación de resta, la propiedad conmutativa no es aplicable, por lo que invertir el orden de los términos altera la estructura interna de la expresión.

Este caso evidencia la importancia del sentido estructural en la traducción de expresiones algebraicas, ya que permite reconocer patrones, relaciones y reglas de orden que son esenciales para representar adecuadamente el significado del enunciado verbal.

- Dificultad estructural simbólica

Para el ítem “La diferencia entre un número y su mitad”, codificado como SEC.2, respuesta expresada por el estudiante M02, el estudiante escribe una expresión algebraica que conserva parcialmente la estructura interna y externa subyacente en el enunciado verbal propuesto (ver figura 10).

Figura 10

Dificultad estructural simbólica



The image shows a handwritten mathematical expression $x - \frac{1}{2}$ on a piece of paper. The 'x' is written with a horizontal line through it, and the fraction $\frac{1}{2}$ is written to its right, separated by a minus sign.

Codificación realizada por el estudiante M02

Se evidencia que el estudiante al codificar la expresión verbal dada conserva parcialmente la estructura interna de la expresión. Expresa “ $\frac{1}{2}$ ” en lugar de “ $\frac{x}{2}$ ”, donde “ x ” se emplea como una variable general para representar un número. Un aspecto crucial de la estructura de esta expresión radica en la frase *diferencia entre*, la cual en la literatura matemática suele asociarse con la operación de división o cociente cuando se menciona *entre*, y con la resta al mencionar *diferencia*. Sin embargo, ¿cómo interpretar una expresión cuando ambas palabras aparecen juntas en la misma expresión como sucede en la expresión la “*diferencia*” “*entre*” un número y su mitad? En este contexto, es esencial identificar que *entre* no denota cociente, sino que implica comparación o contraste entre

los elementos “el número” y “la mitad de ese número” resaltando la relación de diferencia entre ellos.

Algunos estudiantes explican su traducción para la expresión “la diferencia entre un número y su mitad” describiendo que *entre* significa *cociente*, y escribían expresiones algebraicas como $-x/2$ (el “-” para ellos representa diferencia, “x” representa la variable, el denominador “2” representa la mitad), sin embargo, en este caso la palabra clave es *diferencia*.

CONCLUSIONES

El estudio permitió evidenciar que el sentido estructural desempeña un papel determinante en el proceso de traducción de expresiones del lenguaje verbal al lenguaje algebraico. Su intervención resulta esencial para que el estudiante identifique adecuadamente los elementos del enunciado, comprenda las relaciones entre ellos y produzca una expresión simbólica que conserve la estructura interna (valor) y la estructura externa (forma) del enunciado verbal original.

Los resultados muestran que las principales dificultades provienen de una atención insuficiente a los elementos clave de la frase verbal y de un uso limitado de las propiedades y convenciones propias del lenguaje algebraico. Estas limitaciones afectan la precisión en la traducción y revelan la importancia del desarrollo del sentido estructural como herramienta para organizar, comparar y relacionar los componentes de una expresión matemática.

El análisis de las tareas permitió identificar errores recurrentes vinculados a una baja percepción estructural del enunciado verbal. A partir de la categoría de codificación se establecieron tres niveles de sentido estructural manifestados por los estudiantes:

Nivel 1: El estudiante genera una expresión algebraica equivalente a la expresión verbal, conservando correctamente su estructura interna y externa.

Nivel 2: El estudiante produce una expresión algebraica que contiene todos los elementos del enunciado verbal, pero presenta errores de notación o de orden que conducen a conservar solo parcialmente la estructura interna o externa.

Nivel 3: El estudiante elabora una expresión algebraica que difiere totalmente de la expresión verbal, debido a errores que afectan tanto la forma simbólica como el valor de la expresión.

Se observó que los estudiantes pueden identificar coeficientes, operaciones básicas y relaciones simples cuando la traducción corresponde a un término algebraico (monomio). Sin embargo, enfrentan mayores dificultades cuando la expresión verbal requiere estructurar expresiones de dos o más términos, especialmente en traducciones que involucran multiplicación, división o potencias, donde el uso de paréntesis es imprescindible.

Asimismo, se detectó que algunos estudiantes logran identificar los elementos de la expresión verbal, pero al traducirlos cometen errores que alteran tanto la forma como el valor de la expresión algebraica. Por ejemplo, escribir $11 - x$ para representar “once menos que un número” evidencia una percepción parcial de los elementos, pero una dificultad para reconocer la estructura no secuencial del enunciado, lo cual modifica completamente el significado algebraico.

En conjunto, los hallazgos indican que el sentido estructural interviene en la traducción al permitir conservar la equivalencia entre la estructura interna incluida en el enunciado verbal y su correspondiente representación simbólica. La distinción entre estructura interna (valor) y estructura externa (forma) resulta clave para comprender los aciertos y errores de los estudiantes durante la codificación.

Finalmente, el análisis de las categorías de codificación y justificación permitió identificar factores que influyen en la variación del sentido estructural, tales como: la complejidad del enunciado verbal, el manejo del vocabulario matemático, la capacidad para interpretar frases de manera generalizada, y las complicaciones estructurales derivadas del uso inadecuado de las convenciones simbólicas.

Se recomienda implementar metodologías que promuevan la traducción sistemática entre sistemas de representación, iniciando con ejemplos concretos y aumentando gradualmente la complejidad. La práctica frecuente de estas transformaciones favorece el fortalecimiento del sentido estructural y, con ello, una traducción más precisa y coherente entre lenguajes matemáticos. Este tipo de investigaciones según estudios realizados por Bolaños-Barquero et al. (2021) invitan a reflexionar sobre la importancia de fortalecer el conocimiento del contenido matemático en la formación inicial de los futuros docentes, específicamente en lo relativo al sentido estructural, como un medio para que los futuros maestros, en su práctica profesional, puedan responder adecuadamente a las demandas de la enseñanza y el aprendizaje del álgebra en sus estudiantes.

REFERENCIAS

- Bolaños-Barquero, M., y Segovia, I. (2021). Sentido estructural de los estudiantes de primer curso universitario. *Uniciencia*, 35(1), 152-168. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/download/14415/20239?inline=1>
- Bolaños-Barquero, M., Loría-Fernández, J. R., y Picado-Alfaro, M. (2023). Sentido estructural que manifiesta un grupo de docentes de matemática en pre-servicio cuando resuelven tareas sobre factorización. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 49(3), 109-129.
- Cañadas, M. C., Molina, M., y Del Río, A. (2018). Meanings given to algebraic symbolism in problem-posing. *Estudios Educativos en Matemáticas*, 97(1), 19-37. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10649-017-9797-9>
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61(1-2), 103-131
- García, J. (2013). Entre lo planeado y lo aprendido en estudiantes universitarios: el caso del lenguaje algebraico. En L. Sosa, J. Hernández, & E. Aparicio (Ed.), *Memoria de la XVI Escuela de Invierno en Matemática Educativa* (págs. 168-176). Tuxtla Gtz: Red Cimates.
- Gómez, P. (2007). *Desarrollo del conocimiento didáctico en un plan de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria* [Tesis de doctorado, Universidad de Granada]. Repositorio digital de documentos de educación matemática. <http://funes.uniandes.edu.co/444/1/Gomez2007Desarrollo.pdf>
- Hoch, M. y Dreyfus, T. (2004). Structure sense in high school algebra: The effect of brackets. En M. J. Høines y A. B. Fuglestad (Eds.), *Proceedings of the 28th*

- Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol.3, pp. 49-56). Bergen, Noruega: Bergen University College.
- Hoch, M. y Dreyfus, T. (2006). Structure sense versus manipulation skills: an unexpected result. En J. Novotná, H. Moraová, M. Krátká y N. Stehlíková (Eds.), *Proceedings of the 30th conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 3, pp. 305-312). Praga, República Checa: Charles University in Prague.
- Hoch, M. y Dreyfus, T. (2007). Recognising an algebraic structure. En D. Pitta-Pantazi y G. Philippou (Eds.), *Proceedings of the 5th Congress of the European Society for Research in Mathematics* (pp. 436-445). Larnaca, Cyprus: CERME.
- Jupri, A., Sispiyati, R., y Chin, K. (2021). An investigation of students' algebraic proficiency from a structure sense perspective. *Journal on Mathematics Education* 12(1), 146-158.
- Kieran, C. (1992). The learning and teaching of school algebra. En D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 390-419). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Kieran, C. (2007). Learning and teaching algebra at the middle school through college levels: building meaning for symbols and their manipulation. En F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 707- 762). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Linchevski, L. y Livneh, D. (1999). Structure sense: the relationship between algebraic and numerical contexts. *Educational Studies in Mathematics*, 40(2), 173-196.
- Molina, M. (2006). *Desarrollo de Pensamiento Relacional y Comprensión del Signo igual por Alumnos de Tercero de Educación Primaria* [Tesis doctoral, Universidad de Granada] Repositorio Institucional de la Universidad de Granada. <http://funes.uniandes.edu.co/544/>
- Molina, M. (2014). Traducción del simbolismo algebraico al lenguaje verbal: indagando en la comprensión de estudiantes de diferentes niveles educativos. *Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 17(3), 559-579. <http://funes.uniandes.edu.co/6498/>
- National Council of Teachers Mathematics (2003). *Principios y Estándares para la Educación Matemática*. Sevilla, España: Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales.
- Pérez-Peña, E., Vega-Domínguez, F., y Vega-Castro, D. (2025). Sentido estructural en la reproducción algebraica de estructuras numéricas. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 8(1), 37-52.
- Radford, L. (2000). Signs and meanings in students' emergent algebraic thinking: A semiotic analysis. *Educational Studies in Mathematics*, 42(3), 237–268.
- Rico, L. (2000). Sobre las nociones de representación y comprensión en la investigación en Educación Matemática. En L.C. contreras, J. Carrillo, N. Climent y M. Sierra (Eds.), *Actas del IV Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM)* (pp.219-231). Huelva, España: Universidad de Huelva Publicaciones.
- Rodríguez-Domingo, S., Molina, M., Cañadas, M. C., & Castro, E. (2015). Errores en la traducción de enunciados algebraicos entre los sistemas de representación

simbólico y verbal. *PNA. Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 9(4), 273-293.

- Rodríguez-Domingo, S. (2016). *Traducción entre los sistemas de representación simbólico y verbal: un estudio con alumnado que inicia su formación algebraica en secundaria* [Tesis de doctorado, Universidad de Granada]. DIGIBUG: Repositorio Institucional de la Universidad de Granada.
- Rodríguez, I., y Torrealba, A. (2017). Dificultades que conducen a errores en el aprendizaje del lenguaje algebraico en estudiantes de tercer año de educación media general. *ARJÉ. Revista de Postgrado FACE-UC*, 11(20), 416-418.
- Vázquez-Montaño, A. E., Hernández-Garciadiego, C. y Ramírez-Granados, L. (2021). Desarrollo de sentido estructural algebraico en alumnos de bachillerato. *PädiUAQ, Revista de Proyectos y Textos Académicos en Didáctica de la Ciencia y la Ingeniería*, 4(8), 13–21. 4(8), 13-21.
- Vega-Castro, D., Molina, M., y Castro, E. (2011). Estudio exploratorio sobre el sentido estructural en tareas de simplificación de fracciones algebraicas. En M. Marín, G. Fernández, L. J. Blanco, & M. M. Palarea (Ed.), *Investigación en Educación Matemática XV*, (págs. 575-586). Ciudad Real: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM. <http://funes.uniandes.edu.co/1841/>
- Vega-Castro, D. (2013). *Perfiles de alumnos de Educación Secundaria relacionados con el Sentido Estructural manifestado en experiencias con expresiones algebraicas*. Tesis Doctoral. Granada, España.
- Vega-Castro, D., Molina, M. y Castro, E. (2012). Sentido estructural de estudiantes de bachillerato en tareas de simplificación de fracciones algebraicas que involucran igualdades notables. *RELIME. Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 15(2), 233-258. <https://www.redalyc.org/pdf/335/33523165005.pdf>
- Vega-Castro, D. (2022). Caracterización de funciones lineales inversas. Un estudio de casos basado en una experiencia de aprendizaje. *Matemáticas, educación y sociedad*, 5(1), 38-57.

Héctor Jiménez-Miranda

Universidad de Panamá, Panamá

hectorj.jimenezm@up.ac.pa

Danellys Vega-Castro

Universidad de Panamá, Panamá

danellys.vega@up.ac.pa



ISSN: 2603-9982

Cuida, A. y Villarraga-Rico, M. (2025). Recursos web para la historia de las matemáticas: tipologías, usos educativos y posibilidades para la enseñanza. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 8(3), 36-47

RECURSOS WEB PARA LA HISTORIA DE LAS MATEMÁTICAS: TIPOLOGÍAS, USOS EDUCATIVOS Y POSIBILIDADES PARA LA ENSEÑANZA

Astrid Cuida, Universidad de Valladolid, España

Miguel Ernesto Villarraga-Rico, Universidad del Tolima, Colombia

Resumen

Se presenta una clasificación sistemática de los recursos web dedicados a la historia de las matemáticas y analiza su potencial para apoyar procesos formativos, especialmente en el contexto de la educación secundaria. A través de una metodología cualitativa descriptivo-analítica, se identificaron y categorizaron recursos en cuatro tipologías: repositorios académicos y profesionales, portales educativos y de divulgación, blogs y sitios personales especializados, y fuentes internacionales o institucionales. Los resultados muestran que estas categorías cumplen funciones complementarias en cuanto a rigor, accesibilidad, profundidad histórica y aplicabilidad didáctica. Se concluye que la riqueza y diversidad de estos recursos favorecen la creación de oportunidades formativas basadas en la exploración autónoma, el diseño de actividades contextualizadas y la disponibilidad de materiales históricos de alta calidad.

Palabras clave: historia de las matemáticas, recursos digitales educativos, educación secundaria, enseñanza de las matemáticas

Web-based resources for the history of mathematics: typologies, educational uses, and possibilities for teaching

Abstract

This study presents a systematic classification of web resources dedicated to the history of mathematics and examines their potential to support educational processes, particularly in the context of secondary education. Using a qualitative descriptive-analytical methodology, four types of resources were identified and categorized: academic and professional repositories, educational and outreach portals, specialized blogs and personal sites, and international or institutional sources. The results show that these categories fulfill complementary functions with respect to academic rigor, accessibility, historical depth, and didactic applicability. The study concludes that the richness and diversity of these resources foster the creation of learning

opportunities based on autonomous exploration, the design of contextualized activities, and the availability of high-quality historical materials.

Keywords: *mathematics history, digital educational resources, secondary education, mathematics teaching.*

INTRODUCCIÓN

La historia de las matemáticas es una disciplina dedicada al estudio del origen, evolución y transmisión del conocimiento matemático en diversas culturas y períodos históricos. Va más allá de enumerar descubrimientos: analiza los contextos sociales, culturales, filosóficos y tecnológicos en los que emergieron las ideas matemáticas, los problemas que impulsaron su creación y las transformaciones conceptuales que dieron lugar a nuevas teorías (Boyer & Merzbach, 2011; Grattan-Guinness, 1994). Este enfoque permite comprender las matemáticas como una construcción humana en constante desarrollo, en lugar de un cuerpo estático e impersonal de verdades inmutables.

Su relevancia para la educación matemática ha sido ampliamente reconocida. Freudenthal (1981) sostiene que el profesorado debe conocer la historia de la disciplina, ya que esta revela la auténtica naturaleza del quehacer matemático: un proceso gradual, lleno de intentos fallidos, reformulaciones, debates y avances conceptuales. Comprender esta dimensión histórica permite al docente aproximarse a las dificultades de los estudiantes con una perspectiva más humana y empática, dado que muchas de las confusiones actuales reflejan tropiezos similares en el desarrollo histórico de los conceptos. De acuerdo con Fauvel y Van Maanen (2000), la historia puede emplearse como herramienta para apoyar el aprendizaje o como objetivo formativo orientado a fortalecer la cultura matemática, cada una con funciones específicas en la enseñanza. Así, el presente estudio tiene como objetivo ofrecer a los investigadores de la historia de las matemáticas una relación de webs destacadas con información para el campo y agrupadas por categorías.

Usos de la historia de las matemáticas en la educación secundaria

En el ámbito de la educación secundaria, la incorporación de la historia de las matemáticas adquiere un significado particular. En este nivel, el profesorado suele enfrentarse a currículos extensos y presiones evaluativas que fomentan una visión procedimental, desconectada y ahistórica de la disciplina. Para muchos estudiantes, las matemáticas se presentan como un conjunto de reglas sin significado, desligadas de su contexto cultural y humano. La introducción de episodios históricos, problemas originales y narrativas sobre el desarrollo conceptual puede contribuir de manera decisiva a transformar esta percepción. Estudios recientes muestran que este enfoque favorece la motivación, la comprensión conceptual y la construcción de una visión más crítica y significativa de las matemáticas (Jankvist, 2009; Ernest, 1998; Bütüner & Baki, 2020).

Conocer la génesis histórica de los conceptos también ayuda al profesorado a anticipar las dificultades del alumnado. A menudo, los obstáculos que aparecen en el aula reproducen las tensiones y desafíos que enfrentaron los matemáticos en su momento. Por ello, la historia ofrece ejemplos valiosos para explicar por qué surgieron ciertas ideas, cómo evolucionaron y qué problemas intentaban resolver.

En cuanto a marcos teóricos, Jankvist (2009) distingue entre los “porqués” y los “cómos” del uso de la historia en educación matemática. Entre los “porqués” se incluyen motivos pedagógicos, afectivos y epistemológicos. Los “cómos” abarcan tres enfoques: (1) ilustraciones puntuales para contextualizar conceptos; (2) módulos didácticos basados en episodios históricos; y (3) aproximaciones basadas en fuentes originales, que permiten a los estudiantes trabajar directamente con textos o problemas auténticos. Tzanakis y Arcavi (2000), en el marco del ICMI Study, complementan estas categorías y destacan la importancia de diseñar materiales adecuados y de ofrecer formación específica al profesorado.

La literatura documenta múltiples experiencias exitosas de uso de la historia en secundaria. Protti (2003) demuestra que incorporar episodios y problemas históricos fomenta la reflexión crítica y mejora la comprensión de los estudiantes. Goktepe y Özdemir (2013) muestran que el uso de actividades histórico-matemáticas influye positivamente en las actitudes hacia la asignatura. Bütüner y Baki (2020), mediante un estudio de acción, evidencian que ambientes de aprendizaje enriquecidos con historia promueven cambios positivos en las creencias matemáticas del alumnado.

En el contexto hispanohablante, se han desarrollado experiencias significativas orientadas tanto al alumnado como al profesorado (Madrid et al., 2021). Mendieta, Suárez y Gómez (2016) muestran que el trabajo con fuentes históricas fortalece el conocimiento didáctico, disciplinar y curricular de docentes de matemáticas. Ruiz-Catalán et al. (2024), por ejemplo, muestran que el estudio del método general de resolución de ecuaciones de Viète mejora tanto la comprensión conceptual como la valoración del álgebra entre estudiantes de bachillerato, concluyendo que la perspectiva histórica favorece una comprensión más profunda del álgebra y una valoración más positiva de su relevancia.

Por otra parte, la formación del profesorado constituye un eje fundamental para la integración eficaz de la historia (Salinas-Herrera & Salinas-Hernández, 2024). Furinghetti (2007) sostiene que trabajar con historia permite a los futuros docentes cuestionar sus concepciones epistemológicas y didácticas, promoviendo una práctica más reflexiva. En esta línea, Herrera y Salinas-Hernández (2024) y Santágeda Villanueva y Lorenzo-Valentín (2019) demuestran que la inclusión sistemática de contenidos históricos en la formación inicial contribuye al desarrollo del conocimiento profesional docente y al fortalecimiento de la comprensión cultural de la disciplina.

Revisiones recientes (Chorlay et al., 2022; Clark et al., 2023) evidencian que el uso educativo de la historia de las matemáticas ha evolucionado hasta constituir un dominio consolidado de investigación —conocido como HPM— que abarca desde el diseño de materiales y enfoques curriculares hasta el desarrollo profesional docente. Estas investigaciones coinciden en que la historia no debe entenderse como un añadido anecdótico, sino como un recurso con profundo potencial cognitivo, afectivo y epistemológico para enriquecer la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en secundaria.

A pesar de sus logros documentados, la integración de la historia de las matemáticas en secundaria enfrenta desafíos importantes. Entre ellos destacan la falta de tiempo curricular, la escasez de materiales diseñados específicamente para este nivel, la percepción del profesorado de que la historia constituye un añadido marginal y no una parte esencial del conocimiento matemático, y la carencia de formación inicial y continua orientada a su uso práctico. Chorlay et al. (2022) señalan que superar estos obstáculos requiere reconocer la historia como un recurso didáctico estratégico, comprometer a las instituciones formadoras en el fortalecimiento de este ámbito y promover investigaciones que ayuden a consolidar materiales y prácticas basadas en evidencia.

Estos antecedentes revelan que la historia de las matemáticas no solo es un campo académico en sí mismo, sino una herramienta pedagógica, epistemológica y cultural fundamental. En este artículo se analizan cuatro grandes grupos de recursos disponibles para su estudio —repositorios académicos y profesionales, portales educativos y de divulgación, blogs y sitios personales especializados, y fuentes internacionales imprescindibles— destacando su pertinencia para educadores, estudiantes e investigadores, con especial énfasis en el profesorado de educación secundaria.

METODOLOGÍA

La presente investigación adopta un enfoque cualitativo de carácter descriptivo–analítico orientado a identificar, clasificar y caracterizar recursos web relevantes para el estudio y la enseñanza de la historia de las matemáticas, con especial atención a su potencial utilidad en la educación secundaria. La metodología se estructura en tres fases: (1) selección de recursos digitales, (2) construcción de categorías de análisis y (3) análisis descriptivo y evaluativo de los recursos.

En la primera fase, se llevó a cabo un proceso de búsqueda y recopilación de recursos web mediante consultas exhaustivas en motores de búsqueda académicos y generales (Google Scholar, buscadores institucionales, repertorios especializados) y mediante la revisión de recomendaciones presentes en la literatura del campo HPM (Fauvel & Van Maanen, 2000; Jankvist, 2009; Chorlay et al., 2022). Los criterios de inclusión fueron: (a) accesibilidad pública; (b) pertinencia temática explícita en historia de las matemáticas; (c) reconocimiento institucional o uso consolidado en comunidades educativas o investigativas; y (d) potencial utilidad para docentes o estudiantes de secundaria. Se excluyeron recursos duplicados, páginas sin mantenimiento actual o sitios cuyo contenido carecía de verificabilidad académica.

En la segunda fase, se construyó una clasificación basada en el análisis de la función principal y el tipo de contenido ofrecido por cada recurso. Para ello se utilizaron tanto criterios derivados de la literatura, por ejemplo, la distinción entre recursos de carácter académico, divulgativo o formativo presente en Tzanakis y Arcavi (2000), o en Furinghetti, (2007), como categorías emergentes obtenidas mediante análisis inductivo del corpus recopilado. El resultado fue una tipología compuesta por cuatro grupos

- (1) repositorios académicos y profesionales.
- (2) portales educativos y de divulgación.
- (3) blogs y sitios personales especializados.
- (4) fuentes internacionales o institucionales de referencia.

Esta categorización permite distinguir el propósito, el nivel de rigor y el potencial didáctico de cada tipo de recurso, y facilita su análisis comparativo.

En la tercera fase, cada recurso fue analizado mediante una ficha descriptiva que recogió: propósito declarado, naturaleza del contenido, estructura de navegación, tipo de materiales disponibles, nivel de actualización, potencial pedagógico (siguiendo criterios de Jankvist, 2009; Furinghetti, 2007), y posibles aplicaciones en la educación secundaria. Este análisis se apoyó en la noción de uso de la historia como herramienta o como meta educativa, establecida en el ICMI Study (Fauvel & Van Maanen, 2000), así como en estudios que han documentado experiencias concretas de integración de la historia en el aula (Protti, 2003; Ruiz-Catalán et al., 2024; Mendieta et al., 2016). La evaluación se centró en la utilidad didáctica potencial de los recursos, considerando criterios tales como accesibilidad, calidad editorial, claridad expositiva y pertinencia curricular.

El conjunto del proceso metodológico permitió no solo seleccionar y clasificar los recursos web más relevantes, sino también examinar su aporte potencial a la enseñanza de la matemática en secundaria, en consonancia con las perspectivas históricas presentadas en la introducción y el marco teórico del artículo.

RESULTADOS

El análisis de los recursos web recopilados permitió identificar patrones claros en cuanto a su naturaleza, propósito y potencial didáctico, lo que confirma la pertinencia de la clasificación propuesta. En términos generales, los resultados muestran que los recursos disponibles en línea sobre historia de las matemáticas presentan una amplia diversidad de enfoques, niveles de rigor académico y posibilidades de uso en la educación secundaria.

1. Repositorios académicos y profesionales

Los repositorios académicos y profesionales dedicados a la historia de las matemáticas constituyen pilares fundamentales para el estudio riguroso y documentado de esta disciplina (Boyer & Merzbach, 2011). Su principal objetivo es ofrecer información fiable, sistemática y basada en evidencia, elaborada por expertos y respaldada por instituciones de reconocido prestigio. En estos espacios convergen investigaciones históricas, biografías exhaustivas de matemáticos, análisis de manuscritos, reconstrucciones de desarrollos teóricos y estudios críticos sobre la evolución del pensamiento matemático.

El acceso a fuentes primarias (St. Andrews University, s.f.) —como manuscritos digitalizados, primeras ediciones y correspondencia científica— convierte a estos repositorios (Tabla 1) en herramientas indispensables para la investigación académica. Además, su organización estructurada permite seguir hilos históricos complejos, ya sea la evolución de un concepto matemático, la influencia de una escuela científica o el contexto sociocultural en que surgieron determinadas ideas. La precisión terminológica, la presencia de referencias cruzadas y la actualización constante de contenidos los convierte en recursos especialmente valiosos para investigadores, docentes universitarios y estudiantes de posgrado que requieren información confiable y trazable en sus trabajos de análisis histórico.

Tabla 1. *Ejemplo de webs académicas y profesionales.*

Recurso	Descripción	Dirección web
MacTutor History of Mathematics Archive	Archivo académico con biografías y ensayos históricos.	https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/
Linda Hall Library – History of Mathematics	Colecciones científicas e históricas digitalizadas.	https://libguides.lindahall.org/historyofmath
Internet Archive – Historia de las Matemáticas	Biblioteca digital con libros y tratados históricos.	https://archive.org

2. Portales educativos y de divulgación

Los portales educativos y de divulgación están diseñados (Mathigon, s.f.) para acercar la historia de las matemáticas a un público amplio, con especial atención a su comprensión pedagógica. Su objetivo central es presentar los hitos y personajes fundamentales de la disciplina de manera accesible, visual y contextualizada, adaptando los contenidos para diversos niveles educativos (Tabla 2). Estos portales suelen emplear recursos interactivos

—como líneas del tiempo dinámicas, animaciones, infografías o actividades prácticas— que facilitan la exploración autónoma y estimulan el interés por la evolución del conocimiento matemático.

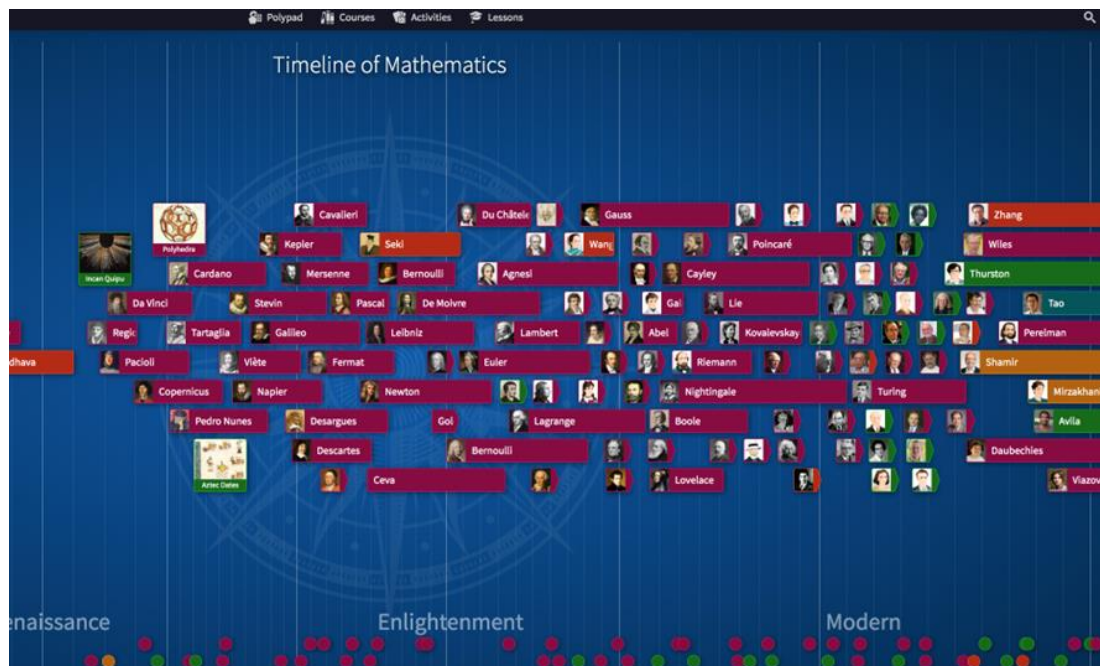


Figura 1. Página de inicio de la web Mathigon Timeline of Mathematics.

Una de sus principales virtudes (Fauvel & Van Maanen, 2000) es la capacidad de integrar la narrativa histórica con la motivación didáctica. Utilizan un lenguaje claro y ejemplos cotidianos o ilustrativos, sin perder rigurosidad, para explicar cómo surgieron ciertas ideas matemáticas, qué problemas intentaban resolver y cómo se relacionan con los aprendizajes contemporáneos. Estos recursos resultan particularmente útiles para docentes de primaria, secundaria y primeros cursos universitarios, quienes pueden apoyarse en ellos para contextualizar conceptos matemáticos en el aula. Asimismo, permiten a estudiantes y público general acceder a una visión panorámica y atractiva de la historia de las matemáticas, reforzando la comprensión cultural y humana del desarrollo científico.

Tabla 2. Ejemplo de portales educativos y de divulgación

Recurso	Descripción	Dirección web
Mathigon Timeline of Mathematics	Línea del tiempo interactiva con elementos visuales y narrativos.	https://mathigon.org/timeline
The Story of Mathematics	Portal divulgativo con recorrido histórico por civilizaciones.	https://www.storyofmathematics.com
CSUEB Mathematics History Guide	Guía universitaria con recursos y lecturas recomendadas.	https://library.csueastbay.edu/MATH/mathhistory

3. Blogs y sitios personales especializados

Los blogs y sitios personales especializados representan (Katz, 2009) una vertiente más flexible y narrativa de la divulgación histórica de las matemáticas. Su objetivo no es tanto la documentación exhaustiva como la presentación amena, estimulante y personal de episodios, personajes y conceptos matemáticos relevantes. En estos espacios (Tabla 3) suelen abordarse temas que quedan fuera de los grandes repositorios formales: historias poco conocidas, anécdotas curiosas, biografías de matemáticos menos estudiados, conexiones culturales o reflexiones contemporáneas sobre la naturaleza de las matemáticas.

La fortaleza de este tipo de recursos (Grattan-Guinness, 1994) radica en la diversidad de voces y enfoques. Al no estar sujetos a estructuras rígidas, permiten una aproximación creativa y a menudo interdisciplinaria, en la que convergen aspectos históricos, pedagógicos, filosóficos y literarios. Además, la actualización frecuente y la posibilidad de interacción —a través de comentarios o debates— los convierte en espacios dinámicos donde circula conocimiento vivo y en construcción. Estos blogs resultan especialmente útiles para docentes y divulgadores que buscan ejemplos o narrativas que faciliten la enseñanza, así como para lectores que desean explorar la historia de las matemáticas desde una perspectiva más humana y cercana.

Tabla 3. *Ejemplo de blogs y sitios personales especializados*

Recurso	Descripción	Dirección web
Denise Gaskins – Math History on the Internet	Lista curada de recursos históricos accesibles.	https://denisegaskins.com/internet-math-resources/math-history-on-the-internet/
Humboldt State – Web Resources for History of Math	Compilación de enlaces y recursos históricos.	https://libguides.humboldt.edu/math/webresources

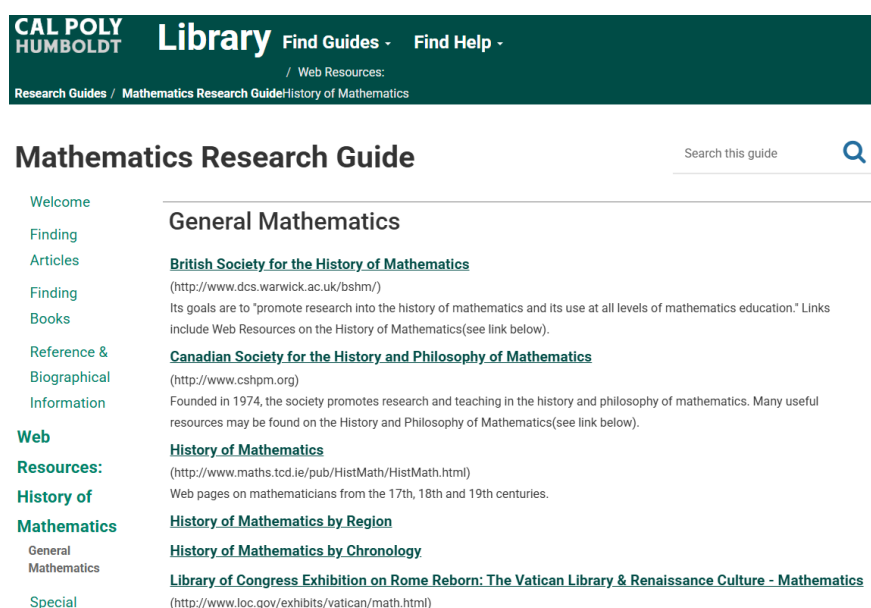


Figura 2. *Página de inicio de la web Humboldt State – Web Resources for History of Math*

4. Fuentes internacionales imprescindibles

Las fuentes internacionales imprescindibles reúnen recursos (Biblioteca Nacional de España, s.f.) provenientes de instituciones científicas, bibliotecas históricas y organizaciones matemáticas de alcance global (Tabla 4). Su propósito es ofrecer una visión amplia y comparada de la historia de las matemáticas, trascendiendo barreras geográficas y culturales. Estos recursos permiten acceder a colecciones que abarcan múltiples tradiciones matemáticas —desde Oriente Próximo y China, hasta Europa, India y las Américas— así como a textos originales, tratados clásicos y documentos que no siempre están disponibles en repositorios regionales.

Su valor radica en la posibilidad (Internet Archive, s.f.) de estudiar el desarrollo de las matemáticas como un fenómeno verdaderamente global, entendiendo cómo distintas civilizaciones abordaron problemas similares, cómo surgieron escuelas de pensamiento en contextos diversos y cómo se difundieron las ideas matemáticas a lo largo de la historia. Además, estas fuentes incluyen estudios contemporáneos de historiadores reconocidos, colecciones de libros antiguos digitalizados y plataformas que consolidan materiales de múltiples instituciones.

Los resultados muestran que los distintos tipos de recursos cumplen funciones complementarias: mientras que los repositorios académicos ofrecen rigor, los portales educativos facilitan la accesibilidad; los blogs aportan una dimensión humana y narrativa; y las fuentes institucionales proporcionan profundidad documental. Esta complementariedad confirma la relevancia de la clasificación adoptada y muestra que el uso articulado de estos recursos puede enriquecer de forma significativa la enseñanza de las matemáticas en secundaria.

Tabla 4. *Ejemplo de fuentes internacionales*

Recurso	Descripción	Dirección web
Linda Hall Library – Mathematical Treasures	Colecciones históricas destacadas con materiales matemáticos originales.	https://old.maa.org/press/periodicals/convergence/mathematical-treasures-the-linda-hall-library
Indian Society for History of Mathematics – Links	Enlaces internacionales sobre historia de las matemáticas.	https://indianshm.org/index.php/links

Implicaciones didácticas para docentes

Los resultados de este estudio permiten señalar diversas implicaciones relevantes para la práctica docente, especialmente en el ámbito de la educación secundaria. En primer lugar, la amplia disponibilidad de recursos web sobre historia de las matemáticas ofrece a los docentes la posibilidad de incorporar perspectivas históricas sin depender exclusivamente de manuales especializados o textos difíciles de acceder. Esto abre oportunidades para enriquecer las clases con episodios históricos, problemas clásicos y narrativas sobre la evolución de los conceptos matemáticos.

En segundo lugar, la clasificación propuesta facilita al profesorado la selección informada de recursos según sus necesidades didácticas. Los repositorios académicos pueden servir

de apoyo para la preparación de clases y la formación continua del docente, mientras que los portales educativos y blogs proporcionan materiales más accesibles para introducir elementos históricos directamente en el aula. Las fuentes institucionales, por su parte, pueden alimentar actividades basadas en documentos originales, favoreciendo el desarrollo del pensamiento crítico y la comprensión contextual del conocimiento matemático.

En tercer lugar, muchos de estos recursos están diseñados para su uso en entornos digitales, lo cual resulta especialmente valioso en escenarios de e-learning o enseñanza híbrida. Las actividades interactivas, líneas del tiempo dinámicas, explicaciones multimodales y materiales descargables permiten al profesorado generar experiencias de aprendizaje más flexibles y participativas, adaptables a diferentes ritmos y estilos de aprendizaje.

Finalmente, el uso de la historia de las matemáticas puede contribuir a transformar la percepción del alumnado sobre la disciplina, ayudando a humanizarla y a mostrarla como un proceso en constante evolución. Aunque esto requiere una adaptación pedagógica cuidadosa, los recursos identificados proporcionan al docente una base sólida para diseñar actividades que promuevan la motivación, el pensamiento crítico y la comprensión profunda de los contenidos matemáticos.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio permiten afirmar que existe una amplia diversidad de recursos web dedicados a la historia de las matemáticas, los cuales pueden organizarse coherentemente en cuatro tipologías principales: repositorios académicos y profesionales, portales educativos y de divulgación, blogs y sitios personales especializados, y fuentes internacionales o institucionales. Cada categoría presenta características distintivas en términos de rigor, accesibilidad, profundidad histórica, estilo narrativo y potencialidad didáctica.

A partir del análisis realizado, no es posible sostener afirmaciones sobre la eficacia pedagógica directa del uso de estos recursos en el aula, ya que este trabajo no ha evaluado su impacto empírico en estudiantes o docentes. Sin embargo, sí se puede concluir que la variedad y disponibilidad de estos recursos ofrecen oportunidades significativas para el acceso abierto al conocimiento histórico-matemático, facilitando la exploración autónoma, la documentación rigurosa y el diseño de actividades formativas apoyadas en entornos digitales.

Asimismo, se observa que muchos de estos recursos poseen un alto potencial para su uso en contextos de e-learning, dado que incluyen materiales interactivos, textos digitales, archivos multimedia y documentos históricos accesibles en línea. Esta accesibilidad, junto con su diversidad tipológica, abre posibilidades para que docentes y estudiantes incorporen perspectivas históricas en procesos de aprendizaje, siempre que se realice una adecuada selección y adaptación pedagógica.

Finalmente, los resultados señalan la necesidad de seguir investigando cómo estos recursos pueden integrarse de manera efectiva en la enseñanza de las matemáticas, especialmente en educación secundaria. Futuros estudios podrían centrarse en analizar prácticas reales de aula, evaluar el impacto de actividades diseñadas a partir de estos recursos y explorar cómo la formación docente puede apoyarse en ellos para fortalecer la comprensión histórica de la disciplina.

REFERENCIAS

- Boyer, C. B., & Merzbach, U. C. (2011). *A history of mathematics* (3rd ed.). Wiley.
- Bütüner, S. Ö., & Baki, A. (2020). The use of history of mathematics in the mathematics classroom: An action study. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 8(2), 92–117. <https://doi.org/10.46328/ijemst.v8i2.843>
- Chorlay, R., Clark, K. M., & Tzanakis, C. (2022). History of mathematics in mathematics education: Recent developments in the field. *ZDM–Mathematics Education*, 54(7), 1407–1420.
- Clark, K. M., Furinghetti, F., & Siu, M. K. (eds.). (2018). *The history of mathematics as a tool for teaching mathematics: Theoretical and practical perspectives*. Springer.
- Ernest, P. (1998). The history of mathematics in the classroom. *Mathematics in School*, 27(4), 25–31.
- Eves, H. (1990). *An introduction to the history of mathematics* (6th ed.). Brooks Cole.
- Fauvel, J., & Van Maanen, J. (eds.). (2000). *History in mathematics education: The ICMI study*. Kluwer Academic Publishers.
- Freudenthal, H. (1981). Should a mathematics teacher know something about the history of mathematics? *For the Learning of Mathematics*, 2(1), 30–33.
- Furinghetti, F. (2007). Teacher education through the history of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 66(2), 131–143. <https://doi.org/10.1007/s10649-006-9070-0>
- Galante, D. (2014). Historia de la matemática y educación matemática: Un campo de investigación en desarrollo. *REDIMAT*, 3(1), 1–25.
- Goktepe, S., & Özdemir, A. S. (2013). An example of using history of mathematics in classes. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 1(3), 125–136.
- Grattan-Guinness, I. (1994). *Companion encyclopedia of the history and philosophy of the mathematical sciences*. Routledge.
- Gray, J. (2008). *Plato's ghost: The modernist transformation of mathematics*. Princeton University Press.
- Herrera, J. S., & Salinas-Hernández, U. (2024). La historia de las matemáticas como recurso didáctico en la formación de profesores. *Matemáticas, educación y sociedad*, 7(3), 13–27.
- Internet Archive. (s.f.). *Mathematics collection*. <https://archive.org>
- Jankvist, U. T. (2009). A categorization of the “whys” and “hows” of using history in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 71(3), 235–261. <https://doi.org/10.1007/s10649-008-9174-9>
- Katz, V. J. (2009). *A history of mathematics: An introduction* (3rd ed.). Addison-Wesley.
- Madrid, M. J., Maz-Machado, A., Almaraz-Menéndez, F., & León-Mantero, C. (2021). Comparison between a modern-day multiplication method and two historical ones by trainee teachers. *Mathematics*, 9(4), 349.
- Martzlöff, J.-C. (1997). *A history of Chinese mathematics*. Springer.

- Mendieta, L. C. M., Suárez, É. A. G., & Gómez, W. A. J. (2016). Un ejemplo de integración de la historia de las matemáticas en el conocimiento didáctico de profesores de matemáticas. *Unión: Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 12(47).
- Netz, R. (1999). *The shaping of deduction in Greek mathematics*. Cambridge University Press.
- Protti, O. (2003). La historia de las matemáticas como instrumento pedagógico. *Uniciencia*, 20(2), 251–257.
- Ruiz-Catalán, J., Madrid, M. J., & Maz-Machado, A. (2024). Valoración de la historia de las matemáticas por alumnos de bachillerato: El método general de resolución de ecuaciones de Viète. *Educación Matemática*, 26(2).
- Salinas-Herrera, J. y Salinas-Hernández, U. (2024). La Historia de las matemáticas como recurso didáctico en la formación de profesores. 7(3), 13-27
- Santágueda Villanueva, M., & Lorenzo-Valentín, G. (2019). Historia de las matemáticas para la formación inicial de maestros. *Matemáticas, educación y sociedad*, 2(2), 19–32.
- St. Andrews University. (s.f.). *MacTutor history of mathematics archive*. <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk>
- Tzanakis, C., & Arcavi, A. (2000). Integrating history of mathematics in the classroom: An analytic survey. En J. Fauvel & J. Van Maanen (eds.), *History in mathematics education: The ICMI study* (pp. 201–240). Kluwer Academic Publishers.
- Van der Waerden, B. L. (1983). *Geometry and algebra in ancient civilizations*. Springer.

Astrid Cuida

Universidad de Valladolid, España

mariaastrid.cuida.gomez@uva.es

Miguel Ernesto Villarraga-Rico

Universidad del Tolima, Colombia

miguelvr2050@gmail.com



**El equipo editorial de MES agradece la colaboración como
referees durante el año 2025 en el volumen número ocho
a:**

Heriberto Martínez Roa

María Astrid Cuida Gómez

Claudia Marcela Rojas Rivera

María Santágueda Villanueva

Carlos Arturo Mirquez

María José Madrid Martín

Issac Aviña Camacho

Claudia Vásquez Ortiz

David Gutiérrez Rubio

José María Gavilán Izquierdo

José Carlos Casas del Rosal

Carmen León Mantero

Fernando Almaraz Menéndez

Marcos Pazmiño Campuzano

Alexander Maz-Machado

Noelia Noemí Jiménez Fanjul

José García Suárez

Alba Dolores Alay Giler



Obra publicada con [Licencia Creative Commons Atribución 3.0 España](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/)

