

EDUCACIÓN MATEMÁTICA EN PAÍSES HISPANOHABLANTES: EVOLUCIÓN DE SU DOCUMENTACIÓN DE ACCESO ABIERTO

Estudiamos la evolución de la Educación Matemática en países de habla hispana. Analizamos el contenido de documentos de acceso abierto a partir de categorías que emergen de una taxonomía de términos clave específica para la disciplina. Determinamos el comportamiento diacrónico de la documentación y su especialidad temática en relación con niveles educativos, contenido matemático y nociones pedagógicas. Los resultados evidencian el crecimiento exponencial de la producción documental. La especialidad temática está en el título de grado y en las nociones pedagógicas aprendizaje, enseñanza y aula. En su mayoría, las proporciones con las que se tratan los temas son series temporales estacionarias.

Palabras clave: Acceso abierto; Conocimiento; Educación Matemática; Estudio documental

Mathematics Education in Spanish-Speaking Countries: Evolution of its Open Access Documentation

We studied the evolution of Mathematics Education in Hispanic American countries. We analyzed the content of open access documents using categories that emerge from a taxonomy of key terms specific to the discipline. We determined the diachronic behavior of the documentation and its thematic specialty in relation to educational levels, mathematical contents and pedagogical notions. The results show the exponential growth of documental production. The focuses of study are the educational level of undergraduate and the pedagogical notions of learning, teaching and classroom. Mostly, the proportions with which the topics are treated are stationary time series.

Keywords: Documental study; Knowledge; Mathematics Education; Open access

Diversos estudios han abordado el desarrollo de la Educación Matemática en países específicos como México (Ávila, 2006; Hitt, 1998), España (Blanco, 2011; Rico y Sierra, 1994; Ruiz-López y Bosch-Betancor, 2007), Argentina (Villareal y Esteley, 2002), Venezuela (Beyer, 2001; González, 2011) y Colombia (Gómez-Mulett, 2018; Sánchez y Albis, 2012). Estos trabajos dan cuenta de la evolución de la disciplina en la comunidad hispanohablante en términos de los programas de formación, la conformación de agremiaciones, la creación de grupos de investigación y el surgimiento de publicaciones específicas de la disciplina. Desde este enfoque social, podemos afirmar que la Educación Matemática se consolida como disciplina científica en los países de habla hispana, pues existe una comunidad con focos de interés y propósitos comunes en torno a ella (Ernest, 1998).

Se percibe un crecimiento importante de la producción documental en esta disciplina como resultado de su consolidación. El comportamiento de la comunidad de Educación Matemática de habla hispana, en lo que respecta a la difusión del conocimiento por medios de acceso abierto, viene en ascenso (Castro y Gómez, 2020). Esta situación hace evidente la necesidad de caracterizar la globalidad de los trabajos producida por ella y estudiar la especificidad de los fenómenos que trata y difunde la comunidad por diferentes medios en los países hispanohablantes.

Algunos trabajos, enmarcados en la cienciometría, han proporcionado indicadores de productividad y de autoría que surgen de la documentación difundida en publicaciones concretas como revistas (Bracho-López et al., 2010; Maz-Machado et al., 2015) y memorias de eventos (por ejemplo, Maz et al., 2009; Torres-Alfonso et al., 2014). También, se ha evaluado la evolución de la disciplina desde las tesis doctorales en un país específico (por ejemplo, Maz-Machado et al., 2012; Vallejo-Ruiz et al., 2008). Sin embargo, constatamos que hay menos indagaciones que estudien el contenido de la documentación que se produce en países, publicaciones o eventos específicos (Bracho-López et al., 2011; Castro y Gómez, 2018, 2019) con el propósito de establecer las tendencias temáticas de la comunidad de Educación Matemática.

El estudio de una disciplina a partir del conocimiento que se manifiesta en su documentación implica analizar su comportamiento en el tiempo, sus tendencias temáticas y establecer si han variado en el tiempo. Por ello, en este trabajo, caracterizamos la evolución de la Educación Matemática en los países de habla hispana desde el estudio del contenido de los documentos que son difundidos de manera abierta. Establecemos los focos de interés que se identifican en la documentación y su desarrollo en el tiempo. En lo que sigue, presentamos el marco conceptual que fundamenta nuestro trabajo, concretamos los objetivos del estudio, describimos las fuentes de información y procedimientos de organización y análisis de la información, y proporcionamos resultados que informan del desarrollo de la disciplina.

MARCO CONCEPTUAL

El marco conceptual del estudio está dividido en dos partes. Describimos características de la cienciometría que son relevantes para la caracterización de la documentación de Educación Matemática difundida en los países de habla hispana. Posteriormente, presentamos la taxonomía de términos específicos de la Educación Matemática que sustenta las variables con las que nos aproximamos a los focos de interés que se ponen de manifiesto en la documentación.

Cienciometría: la ciencia de la ciencia

La cienciometría se define como la ciencia que permite cuantificar actividades científicas en una disciplina, pues se interesa por el crecimiento cuantitativo de la actividad científica, la productividad de los investigadores y, en general, por su desarrollo (Macías-Chapula, 2001; Spinak, 1996). Esta ciencia incluye el análisis de factores concluyentes en el desarrollo de la actividad científica de la disciplina (Pérez-Angón, 2006) como el número de investigadores, las fuentes de financiación, la distribución por especialidad (asociada al contenido), la distribución geográfica (por ejemplo, por instituciones) y su productividad diacrónica. La cienciometría emplea procedimientos matemáticos y análisis estadísticos para investigar las características de la investigación científica (Arencibia y De Moya, 2008).

Las leyes cienciométricas actúan como criterios normativos que describen el comportamiento de los procesos de producción científica (Millán et al., 2018). Estas leyes permiten identificar comportamientos estadísticamente regulares en el tiempo en relación con la producción y el consumo de la información científica (Ardanuy, 2012). La ley de crecimiento exponencial, por ejemplo, se concibe como una regla fundamental para cualquier análisis de la ciencia (Price, 1973). El crecimiento de la ciencia tiene un comportamiento exponencial, de modo que la tasa de crecimiento es proporcional al tamaño de la población o magnitud total adquirida. De acuerdo con la ley de Price, la evolución de cada disciplina se da en las siguientes etapas: precursores, crecimiento exponencial y crecimiento lineal (Ardanuy, 2012). En la etapa de precursores, se dan las primeras publicaciones de la disciplina. En la etapa de crecimiento exponencial, se puede afirmar que la disciplina se convierte en un frente de estudio. En la etapa de crecimiento lineal, el crecimiento de la producción se desacelera.

Aunque la cienciometría está asociada al estudio de diferentes unidades de análisis en una disciplina, el estudio de las publicaciones mediante técnicas bibliométricas resulta relevante. La bibliometría estudia la ciencia a partir de las fuentes bibliográficas, con el propósito de identificar sus autores, sus relaciones, y sus tendencias (Spinak, 2001). Además, considera los elementos representativos de la documentación, tales como autores, título de la publicación, tipo de documento, idioma, resumen y palabras claves o descriptores (Solano-López et al., 2009). Si bien los artículos de investigación son materia prima principal en la aproximación bibliométrica al estudio de la ciencia, pueden incluirse otros documentos como fuente de información en el estudio de la

ciencia (Callon et al., 1995). Por lo anterior, se reconoce el potencial de la bibliometría en el estudio de la Educación Matemática (Drijvers et al., 2020).

Los indicadores bibliométricos son medidas que proporcionan información relacionada con los resultados de la actividad científica en una institución o país. Los indicadores pueden expresarse en términos de la cantidad de investigaciones por ramas de actividad, la cantidad de matrículas de posgrado de universidades, la proporción de publicaciones, entre otros (Spinak, 1996). Con estos indicadores se busca representar fenómenos sociales de la actividad científica a partir de la comunicación escrita de una disciplina (López-Piñero y Terrada, 1992).

Los indicadores bibliométricos permiten determinar e informar los resultados del crecimiento en el proceso investigativo en cualquier campo de la ciencia, que se evidencian en su producción documental (Escorcía, 2008). Destacamos los siguientes indicadores bibliométricos de producción por la posibilidad que proporcionan para caracterizar una disciplina a partir del comportamiento de su documentación en el tiempo y sus tendencias temáticas: productividad diacrónica, evolución diacrónica de los contenidos, índice de especialización temática y distribución por tipos documentales (Callon et al., 1995; Fernández-Cano y Bueno-Sánchez, 1998).

La productividad diacrónica evidencia el dinamismo de una disciplina en el tiempo. Su análisis permite verificar si la evolución de la disciplina responde a la ley del crecimiento exponencial de Price (1973) y en qué etapa se ubica. Los indicadores que permiten ahondar en los contenidos y especialización temática de una disciplina se asocian al análisis del contenido, en especial si se hace desde una clasificación de términos o descriptores específicos. La aproximación al contenido de la documentación puede ser textual —a través de palabras que resultan significativas y que se pueden identificar en los títulos o resúmenes (Vallejo-Ruiz, 2005)—, temática —a partir de la identificación y clasificación temática en contexto (Andréu-Abela, 2002; Colle, 1988)— o semántica —con la identificación de los temas tratados en un texto (Colle, 1988)— de acuerdo con los fenómenos y problemas que aborda. La lectura y la organización de los datos se puede desarrollar a partir de unas categorías que estén relacionadas con bloques temáticos del área objeto de estudio (Fernández-Cano y Bueno-Sánchez, 1998). El análisis de contenido es una técnica que permite formular, a partir de ciertos datos, inferencias válidas que puedan aplicarse a su contexto (Krippendorff, 1990).

Términos específicos en Educación Matemática

Como aproximaciones a descriptores específicos de la Educación Matemática, identificamos la clasificación de temas usada en la base de datos MathEduc, antes MathDi (FIZ Karlsruhe, 2010, 2019), la producción de descriptores para la búsqueda de documentos en bases de datos Scopus y Web of Science (Adamuz-Povedano et al., 2013; Jiménez et al., 2011), el desarrollo de una taxonomía de términos clave en Educación Matemática (Gómez y Cañadas, 2013) y la propuesta de Castro y Gómez (en evaluación).

En MathEduc, se propone una clasificación de temas de Educación Matemática. Estos temas están organizados en 16 áreas principales y, dentro de estas áreas, se aprenden temáticas específicas, que están numeradas con dos dígitos. La clasificación de

temas usada en esta base de datos, además de no ser exclusiva de la Educación Matemática, pues incluye cuatro categorías de ciencias de la computación (P, Q, R y U), no resulta de fácil uso para emplear sus términos como descriptores de trabajos en la disciplina. Tampoco se caracteriza por su practicidad para la búsqueda de documentos que aborden aspectos concretos.

Los trabajos de Jiménez et al. (2011) y Adamuz-Povedano et al. (2013) hacen una aproximación a la determinación de descriptores básicos que caractericen la producción científica de la comunidad de Educación Matemática que se encuentra indexada en las bases de datos Scopus y Web of Science. El propósito de estos trabajos es presentar un listado de descriptores que pueda ser usado en la búsqueda de documentos de la disciplina en las bases de datos mencionadas previamente. Ambos trabajos ponen de manifiesto la necesidad de generar un vocabulario que permita caracterizar la producción documental en Educación Matemática. Sin embargo, su aproximación, de carácter práctico, se limita a la búsqueda de documentos. En las dos propuestas, se proporcionan descriptores que resultan demasiado generales para caracterizar los fenómenos y problemas que son tratados en un documento.

Gómez y Cañadas (2013) proporcionan una clasificación y jerarquización de descriptores propios de la disciplina que surge desde una teoría curricular concreta. Los autores distinguen los términos clave de acuerdo con el enfoque, el nivel educativo y el tema que puede tratar un documento. En lo que respecta al tema, los autores diferencian los términos relacionados con la Educación Matemática de aquellos que abordan los contenidos matemáticos; estos, a su vez, se distinguen en contenidos de las matemáticas escolares y las matemáticas superiores. Esta taxonomía busca abordar cuatro cuestiones centrales: el conocimiento a enseñar, el aprendizaje, los métodos de enseñanza y la valoración de los aprendizajes realizados (Rico, 1997). Las cuatro cuestiones dan lugar a las dimensiones conceptual, cognitiva, formativa y social, y a cinco niveles (fines, disciplinas, sistema educativo, planificación de profesores y planificación local). Para establecer los términos asociados al contenido matemático, los autores tomaron como base la taxonomía usada por TIMMS (Mullis et al., 2005) y TEDS-M (Tatto et al., 2006). La construcción de la taxonomía tomó como base las categorías de MathEduc (FIZ Karlsruhe, 2010), de modo que todo término clave de dicha base de datos tuviera un término equivalente en la propuesta.

Castro y Gómez (en evaluación) proporcionan una nueva taxonomía de términos clave de la Educación Matemática que emerge del conocimiento producido por la comunidad de Educación Matemática a nivel internacional. Esta propuesta tiene un enfoque práctico, para la codificación, organización y búsqueda de documentos. Para caracterizar el conocimiento de la comunidad en una jerarquía de términos clave, los autores conjugan el uso que se hace de la taxonomía existente (Gómez y Cañadas, 2013) en la codificación de documentos en un repositorio digital de acceso abierto en Educación Matemática y las palabras clave más usadas en las revistas de Educación Matemática que están indexadas en Scopus y Web of Science. Esta taxonomía está organizada en seis categorías de términos clave: (a) enfoque, (b) nivel educativo, (c) fundamentos de Educación Matemática, (d) investigación en Educación Matemática, (e) nociones

pedagógicas y (f) contenido matemático. Para fundamentar el presente estudio, nos centramos en las siguientes categorías.

Enfoque

El enfoque está asociado al propósito del documento. Un documento puede ser una actividad —para llevar al aula, enfocada en un tema concreto—, un ensayo —presentación de una opinión o postura, sin procesos sistemáticos de justificación—, una innovación —diseño curricular que implica el uso del conocimiento científico o una investigación —contribución empírica o teórica al conocimiento—.

Nivel educativo

El nivel educativo se centra en el tipo de formación de los sujetos a los que hace referencia el documento: educación infantil, educación primaria, educación secundaria, bachillerato, formación profesional, formación de grado, formación de posgrado, educación de adultos, todos los niveles educativos, ningún nivel educativo.

Contenido matemático

Para atender a los contenidos, Castro y Gómez (en evaluación) usan la aproximación fenomenológica propuesta en el marco conceptual del estudio PISA 2015 (OECD, 2016) y organizan los términos clave en las categorías cantidad, cambio y relaciones, espacio y forma, e incertidumbre y datos. Por ejemplo, la categoría de cantidad incluye contenidos de números y medida, mientras que la categoría incertidumbre y datos contiene contenidos de estadística y probabilidad.

Nociones pedagógicas

Los términos clave de la categoría nociones pedagógicas están organizados en las categorías: (a) sistema educativo, (b) centro educativo, (c) profesor, (d) contenido, (e) aprendizaje, (f) cognición, (g) enseñanza, (h) evaluación e (i) inclusión. Los términos que se refieren a aprendizaje, cognición y evaluación no son exclusivos para el estudiante; pueden asociarse al profesor.

Con base en las categorías propuestas en la taxonomía descrita previamente, realizamos el análisis del contenido de la documentación de Educación Matemática difundida en los países de habla hispana. De este modo, establecemos la evolución de la disciplina de la comunidad hispanohablante en términos del enfoque de los trabajos que difunde (investigaciones, ensayos e innovaciones), los niveles educativos, los contenidos matemáticos y las nociones pedagógicas que aborda en su producción documental de acceso abierto.

OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

El objetivo general de este estudio es caracterizar la evolución de la Educación Matemática a partir de la producción documental de acceso abierto difundida en los países de habla hispana entre 1958 y 2018. Los objetivos específicos son los siguientes:

- ◆ Establecer el comportamiento diacrónico de la cantidad de documentos de Educación Matemática producidos en el tiempo.
- ◆ Identificar la especialidad temática que se manifiesta en la documentación en términos del enfoque, los niveles educativos, el contenido matemático y las nociones pedagógicas que abordan.
- ◆ Establecer la evolución en el tiempo de los focos de interés identificados en la documentación, de acuerdo con la especialidad temática.

MÉTODO

El estudio que desarrollamos es documental *ex post facto* (Navarro-Asencio et al., 2017) y cuantitativo descriptivo. Realizamos el análisis cuantitativo de la Educación Matemática en Hispanoamérica, como disciplina científica, a partir de su producción documental (Spinak, 1996).

El foco del estudio es la documentación de Educación Matemática de acceso abierto en los países de habla hispana, en los que se percibe un incremento importante en sus canales de difusión del conocimiento. Realizamos el análisis de la documentación producida entre los años 1958 y 2018. En lo que sigue, presentamos las fuentes de información, las variables y los procedimientos.

Fuentes de información

La población del estudio es la documentación de Educación Matemática de acceso abierto que es producida y difundida en los países de habla hispana. Contamos con un censo de los documentos que, hasta enero de 2020, estaban disponibles en formato digital sin restricciones. En total, codificamos 18226 documentos publicados entre 1958 y 2018. No encontramos documentos de la disciplina publicados antes de 1958 que sean de acceso abierto en la web. Establecimos 2018 como límite en la fecha de publicación de la información, con el propósito de iniciar la codificación en 2019.

Buscamos e identificamos universidades y asociaciones de investigadores y educadores que desarrollan trabajos en Educación Matemática en los países de habla hispana. Accedimos a la documentación que es difundida de manera abierta en páginas web de eventos académicos y revistas, y en repositorios institucionales de universidades, grupos de investigación e instituciones gubernamentales y no gubernamentales. Adicionalmente, contactamos con las personas responsables de gestionar eventos y publicaciones en los países cuya documentación no está disponible en la web, con el propósito de obtener su autorización expresa para acceder a los documentos.

En lo que respecta a contribuciones a eventos, omitimos documentos que solo proporcionarían resúmenes de los trabajos. Nos enfocamos en documentos extensos con el propósito de hacer la aproximación semántica al contenido y una codificación de los documentos que diera cuenta de los fenómenos abordados en ellos. Analizamos artículos de investigación y de divulgación. Accedimos a trabajos de formación de grado y tesis de posgrados (especialización, maestría y doctorado) en Educación Matemática

difundidos en repositorios institucionales de universidades colombianas —por la proximidad de los autores a estas fuentes—. Otros documentos son libros, capítulos de libros y avances de trabajos o resultados de investigación compartidos por investigadores y educadores matemáticos de manera autónoma.

En relación con las fuentes de información, identificamos 72 fuentes específicas en Educación Matemática que agrupan 16316 documentos. Otros trabajos de la disciplina, que han sido publicados en revistas no especializadas o que corresponden a libros, tesis o documentos no publicados, agrupan 1910 documentos. En la tabla 1, presentamos las 10 fuentes con mayor cantidad de documentos. La distribución completa, organizada por ubicación, se encuentra en una base de datos: <https://bit.ly/33kOPbW>.

Tabla 1
Cantidad de documentos por fuente

Ubicación	Nombre	Cantidad
Regional	Acta Latinoamericana de Matemática Educativa	2695
Regional	Congreso Iberoamericano de Educación Matemática (CIBEM)	1906
España	SUMA. Revista sobre Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas	1038
España	Investigación en Educación Matemática (simposios SEIEM)	960
Colombia	Encuentro Colombiano de Matemática Educativa	917
México	Revista Educación Matemática	609
Regional	UNIÓN. Revista Iberoamericana de Educación Matemática	513
Argentina	Conferencia Argentina de Educación Matemática	432
México	Escuela de Invierno en Matemática Educativa	431
España	NÚMEROS. Revista de Didáctica de las Matemáticas	350

Reunimos documentos de trabajos difundidos en eventos, artículos de revistas, libros y capítulos de libros, tesis y documentos no publicados. Mostramos, en la figura 1, la cantidad de documentos analizados de acuerdo con su tipo y la proporción de la cantidad total de documentos a la que corresponde esta cantidad. Incluimos en la categoría Contribuciones a eventos los documentos que surgen de ellos y que han sido difundidos en publicaciones seriadas (ISSN) o en libros editados (ISBN).

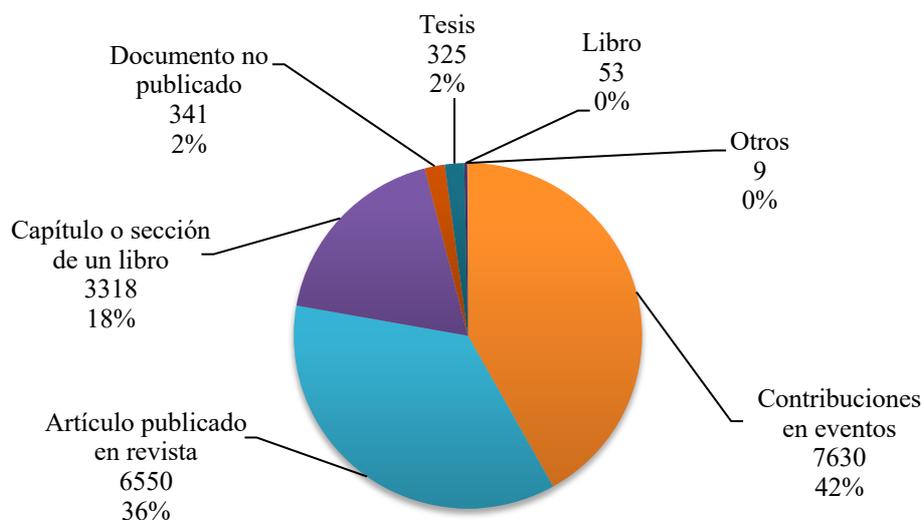


Figura 1. Distribución de documentos por tipo

Variables

Definimos los conjuntos de variables dicotómicas del estudio a partir de las categorías de la taxonomía específica en Educación Matemática propuesta por Castro y Gómez (en evaluación). Estos conjuntos se denominan enfoque, nivel educativo, contenido matemático y nociones pedagógicas, y están organizados como sigue.

- ◆ Enfoque: investigación, ensayo, innovación y otro enfoque.
- ◆ Nivel educativo: infantil (0 a 6 años), primaria (6 a 12 años), secundaria (12 a 16 años), bachillerato (16 a 18 años), formación o título de grado, posgrado, formación profesional, educación de adultos, todos los niveles (en general), otro nivel educativo y ningún nivel educativo.
- ◆ Contenido matemático: cantidad, cambio y relaciones, espacio y forma, incertidumbre y datos, otros contenidos y todos los contenidos.
- ◆ Nociones pedagógicas: sistema educativo, centro educativo, aula, inclusión, profesor, afectividad, aprendizaje, enseñanza, evaluación, currículo, enfoques y fines, análisis del contenido, resolución de problemas, relación con otras disciplinas y otras nociones.

Procedimientos

Presentamos a continuación los procedimientos de codificación y de análisis de información que realizamos para lograr los objetivos del estudio.

Codificación

Analizamos el contenido de la documentación con una aproximación semántica, con el propósito de codificarlo en términos de las variables dicotómicas que presentamos previamente. Organizamos la información de todos los documentos en una base de datos. Para los cuatro conjuntos de variables, determinamos un éxito (valor 1) si un documento

está asociado a una variable y un fracaso (valor 0), si no lo está. Realizamos la lectura de todos los documentos y asociamos, a cada uno, el valor 1 en las variables que caracterizan los fenómenos y problemas concretos que se abordan en ellos. Organizamos los resultados de la codificación en bases de datos. Un documento pudo ser codificado con el valor 1 en una o más variables de los conjuntos nivel educativo, nociones pedagógicas y contenido matemático, y solo en una del conjunto enfoque.

Un equipo de codificadores, con formación de grado en Educación Matemática, registró la información bibliográfica de cada documento (título, resumen, autores, año) y determinó su enfoque. Luego, identificó términos clave que describen el contenido del documento, que se corresponden con variables de los conjuntos nivel educativo, contenido matemático y nociones pedagógicas. Una vez realizada la codificación, un revisor de las codificaciones, con maestría en Educación Matemática, verificó la validez y precisión de la información que se registró para cada documento. Este revisor verificó que los términos clave que se asignaron a cada documento fueron adecuados. Por último, un segundo revisor, doctor en Educación Matemática, revisó aleatoriamente el trabajo realizado por el revisor de la codificación. Exponemos este proceso en la figura 2.

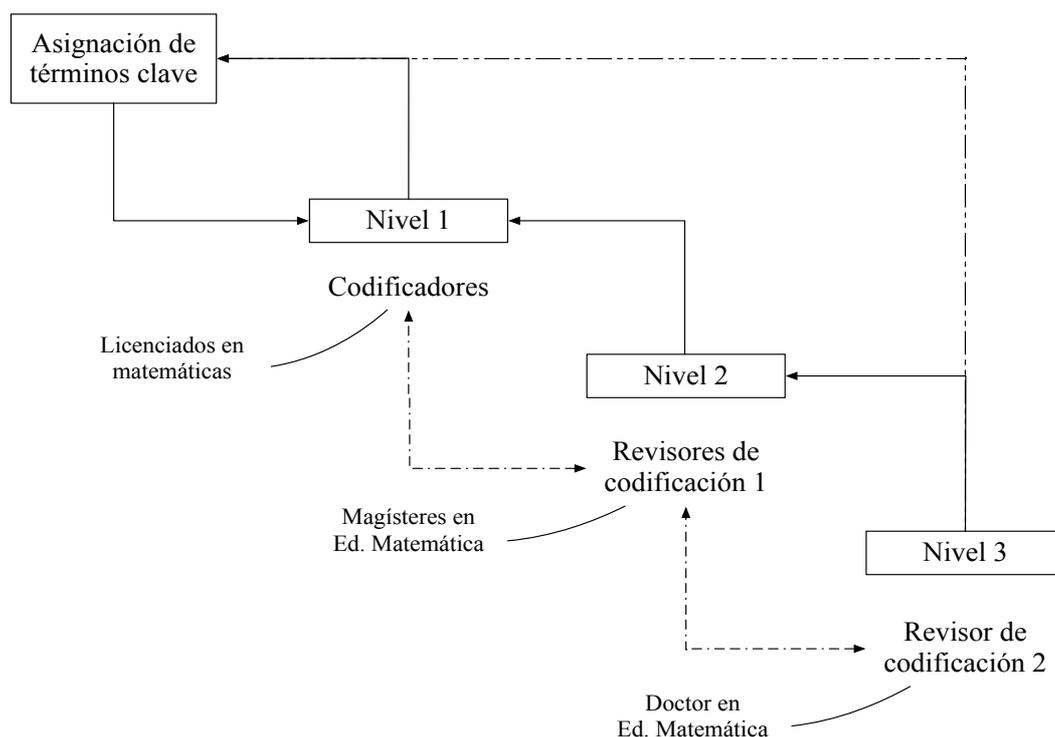


Figura 2. Proceso de codificación (Castro et al., en evaluación)

Análisis de la información

En lo que sigue, presentamos los procedimientos que realizamos en el estudio para analizar los datos conforme con los objetivos de investigación.

Comportamiento diacrónico de la documentación. Con el propósito de establecer el comportamiento diacrónico de la documentación producida entre 1958 y 2018, utilizamos gráficos de líneas para representar la cantidad de documentos producidos por año. Determinamos el modelo que mejor se ajusta a los datos, de acuerdo con el coeficiente de determinación. De esta forma, verificamos si la documentación de Educación Matemática difundida en países de habla hispana satisface la ley de crecimiento propuesta por Price (1973). A partir de los parámetros del modelo que mejor representa la evolución en cada tipo de trabajos, establecemos su tasa de crecimiento o decrecimiento en el tiempo.

Especialidad temática. Determinamos la medida en la que se tratan las variables de cada conjunto. Para ello, definimos un índice de especialización de cada variable como el cociente entre la cantidad de documentos que trata la variable y la cantidad total de documentos. De este modo, identificamos los focos de interés que emergen de la documentación respecto a la especialización temática de acuerdo con los conjuntos de variables enfoque, nivel educativo, nociones pedagógicas y contenido matemático.

Evolución de los focos de interés de la documentación. Empleamos gráficos de líneas de la proporción con la que se tratan las variables en los conjuntos de variables para confirmar si su comportamiento en el tiempo evidencia o no alguna tendencia. Así, identificamos si los focos de interés que emergen de la documentación han cambiado en el tiempo o si se conservan. En caso de que las series temporales se perciban como estacionarias —el valor esperado (μ) y varianza finita (σ^2) son invariantes en el tiempo—, realizamos la prueba de Phillips-Perron (PP) para rechazar o no la hipótesis nula de que cada serie no es estacionaria en media.

RESULTADOS

De acuerdo con los objetivos del estudio, presentamos los resultados en tres secciones. En primer lugar, analizamos el comportamiento diacrónico de la documentación de acceso abierto difundida por la comunidad hispanohablante de Educación Matemática. Luego, exponemos los índices de especialización temática de la documentación respecto a las variables de los conjuntos enfoque, nivel educativo, nociones pedagógicas y contenido matemático. Posteriormente, analizamos el comportamiento diacrónico de la proporción con la que se tratan las variables en la documentación. Por último, presentamos un resumen de los resultados.

Comportamiento diacrónico de la cantidad de documentos

Representamos en la figura 3 la distribución en el tiempo de la cantidad de documentos de Educación Matemática que son difundidos por los países de habla hispana. Para ello, tuvimos en cuenta su año de publicación, desde 1958 hasta 2018. El modelo que mejor se ajusta a los datos, de acuerdo con el coeficiente de determinación, es de tipo exponencial. El coeficiente indica que el 91% de la variación en la cantidad de documentos

se explica por la variación en el tiempo. La tasa aproximada de crecimiento de la producción documental es de 17 documentos por año.

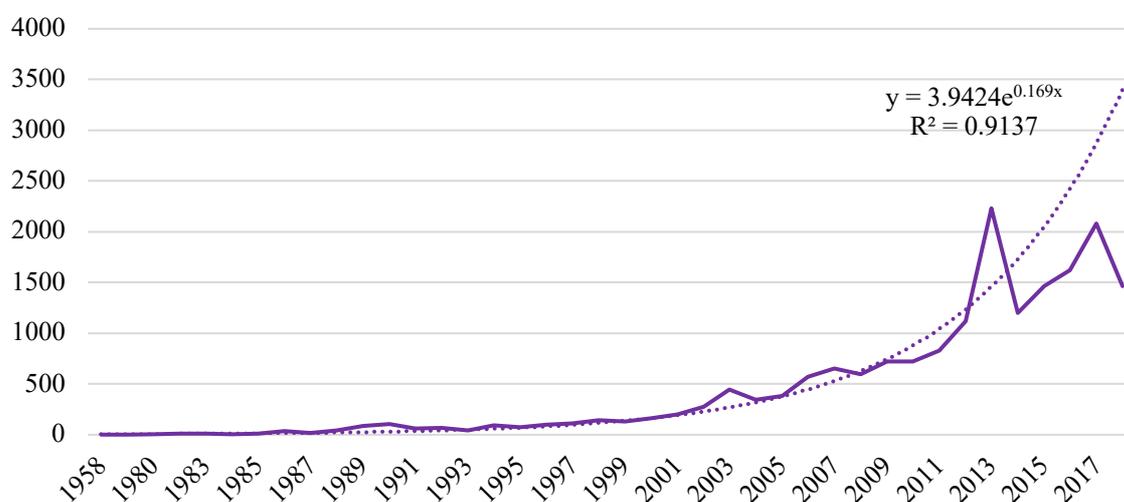


Figura 3. Comportamiento diacrónico de la documentación

Como extensión de la ley de crecimiento de Price (1973), encontramos que la Educación Matemática se consolida como un frente de estudio en los países de habla hispana debido al crecimiento exponencial del conjunto de su documentación —no restringida a trabajos de investigación—. Entre 1958 y 1984, identificamos un comportamiento que se puede asociar con la etapa de precursores en una disciplina (Ardanuy, 2012). A partir de 1985, la cantidad de documentos publicados por año es superior a 13 documentos y muestra la tendencia creciente que se observa en la figura 3.

Percibimos un pico en la línea de producción documental en el año 2013. Esto se debe al aumento sustancial en la publicación de contribuciones a eventos. En 2012 y 2014, se publicaron en promedio 500 documentos, mientras que la cantidad de este tipo de trabajos fue de 1243 en 2013. Cabe indicar que en ese año se publicaron las memorias de dos reuniones de carácter regional no anuales —I Congreso de Educación Matemática de América Central y El Caribe (144 documentos) y VII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática – CIBEM (986 documentos)—, lo que puede explicar ese comportamiento. El leve descenso que se evidencia en 2014 está relacionado con el pico de 2013. En dicho año, se destaca la publicación de las memorias del VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática – CIBEM (905 documentos). Si se distribuyen los documentos del CIBEM de 2013 y 2014 en los cuatro años previos —incluido el año de publicación—, el modelo resultante para la distribución de la cantidad de documentos en el tiempo es $y = 3,9292e^{0,1697x}$, que resulta muy similar al modelo que mostramos en la figura 3.

Especialidad temática de la documentación

Presentamos el índice de especialización temática que se manifiesta en la documentación en términos de las variables del estudio, organizadas por conjuntos. Para empezar,

exponemos en la tabla 2, organizada de mayor a menor, la cantidad de documentos y el índice de especialización correspondiente al enfoque. Reiteramos que, para este conjunto de variables, cada documento solamente podía ser asociado con una de las variables: investigación, ensayo, innovación u otro enfoque.

Tabla 2
Índice de especialización temática en enfoque

Variable	Cantidad de documentos	Índice de especialización
Investigación	9246	0,51
Innovación	5477	0,30
Ensayo	3264	0,18
Otro enfoque	239	0,01

La variable investigación tiene el índice más alto en lo que respecta al enfoque de los documentos. Este hecho sugiere que, en la documentación difundida en los países de habla hispana, hay una tendencia a la formalización sistemática de posturas relacionadas con el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas, dado el índice bajo de especialización de la variable ensayo. La información de la tabla pone de manifiesto la importancia relativa que la innovación curricular tiene en la Educación Matemática. Estos resultados justifican el hecho de caracterizar el conocimiento no solo a partir de la investigación, pues esta disciplina surge desde y para la práctica. Analizamos en la siguiente sección la evolución en el tiempo de estas variables.

A continuación, presentamos el índice de especialización temática para los conjuntos de variables nivel educativo, contenido matemático y nociones pedagógicas. Para estos conjuntos, tomamos las variables de manera independiente. Determinamos el índice que representa la importancia relativa de cada variable respecto al total de documentos, pues un mismo documento puede estar relacionado con más de una de ellas. En la figura 4, exponemos la organización jerárquica de las variables en los tres conjuntos a partir del índice. Identificamos nueve variables que se destacan por ser tratadas, cada una, por al menos el 25% de la documentación.

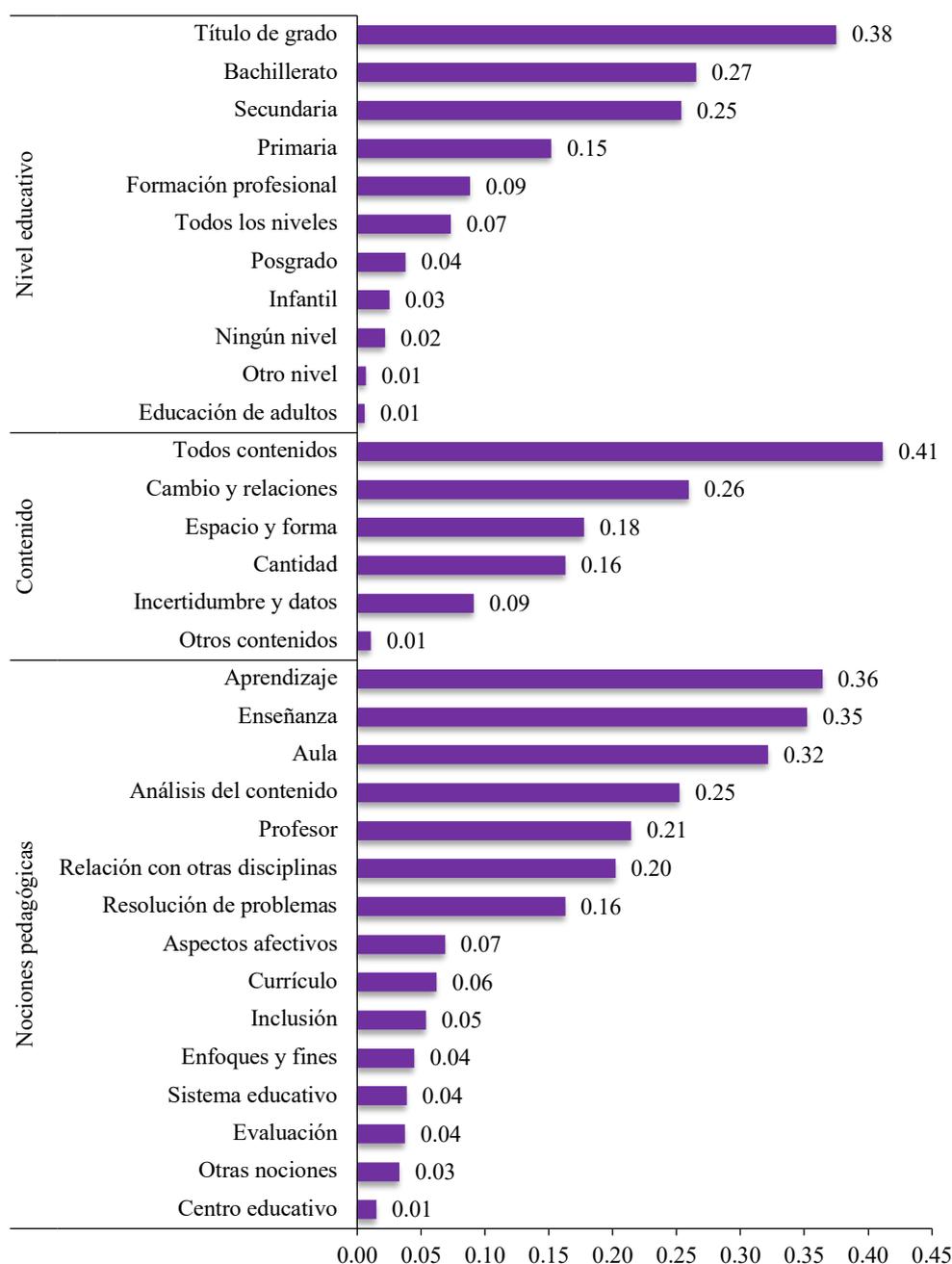


Figura 4. Índice de especialización en nivel educativo, contenido y nociones pedagógicas

En cuanto al nivel educativo, constatamos que la documentación que se difunde en la comunidad hispanohablante se centra en los niveles educativos superiores: título de grado, bachillerato y secundaria. Un 15% de los trabajos analizados en este estudio trata el nivel de primaria, y menos del 3% del total de documentos (463) está relacionado con educación infantil (preescolar).

Respecto al contenido matemático, se destaca la proporción de documentos de la disciplina que se asocia a la variable todos los contenidos. De las variables que especifican el contenido, Cambio y relaciones es la que tiene mayor índice. En dicha variable, identificamos un 16% del total de documentos que trata álgebra y un 10% que trata cálculo.

En lo que concierne a las nociones pedagógicas, identificamos claramente tres grupos de variables de acuerdo con su índice de especialización temática. En el primer grupo, se ubican las nociones que en menor medida se manifiestan en la documentación (índice entre 0,0 y 0,15). En el segundo, ubicamos las nociones cuyo índice oscila entre 0,16 y 0,25. El tercer grupo comprende las nociones pedagógicas que constituyen los principales focos de interés evidenciados en los documentos (índice entre 0,26 y 0,36): aprendizaje, enseñanza y aula.

Dentro de la noción Aprendizaje (37% de los documentos), distinguimos dos cuestiones que se abordan en mayor proporción: cognición y procesos cognitivos. Del total, un 3% de los documentos fueron codificados con cognición y con procesos cognitivos, un 10% solo con cognición y un 22% solo con procesos cognitivos. Lo que más se trata en cognición son cuestiones asociadas a dificultades; su índice de especialización es equivalente al de la noción currículo (0,06). Los procesos cognitivos que sobresalen en la documentación son comprensión y modelización, con un índice de especialización aproximado de 0,06 y 0,05, respectivamente.

Un 35% de la documentación analizada está relacionada con la noción Enseñanza. Dada su relevancia, tuvimos interés en determinar cuál es el aspecto que más se acomete. Encontramos que la planificación de la enseñanza se aborda en un 30% del total de documentos. Dentro de planificación, se encuentran trabajos sobre expectativas de aprendizaje (5%) y metodología de enseñanza (18%). Respecto a metodología de enseñanza, un 9% trata el análisis y reflexión de la enseñanza, y un 8% aborda específicamente la metodología de trabajo en el aula.

La noción Aula se trata en un 32% de la documentación. Esta noción reúne, entre otras, cuestiones relacionadas con recursos didácticos. Este aspecto tiene un índice de especialización de 0,28; específicamente, 3211 documentos se centran en recursos informáticos. El interés que se manifiesta en la documentación por los recursos didácticos viene en ascenso. Mientras que en el año 2000 se publicaron alrededor de 42 documentos relacionados con los recursos didácticos en general, encontramos que, entre los años 2000 y 2018, la cantidad de trabajos que los tratan entre 2017 y 2018 es de 1100, aproximadamente. Este resultado se explica por el desarrollo de software especializado y su inclusión en las prácticas educativas en la última década.

En el segundo grupo de nociones pedagógicas, encontramos Análisis de contenido, Profesor y Relación con otras disciplinas. El análisis de contenido es abordado por el 25% de los documentos. Lo más tratado al respecto es, en su orden, sistemas de representación, fenomenología didáctica y evolución histórica de los conceptos. En cuanto al profesor, en mayor medida, encontramos trabajos relacionados con la formación de profesores, el desarrollo del profesor y el papel del profesor, con índices de especialización de 0,15, 0,05 y 0,04, respectivamente. La noción denominada Relación con otras

disciplinas incluye dos cuestiones: (a) la relación de la Educación Matemática con otras áreas del conocimiento escolar y (b) la fundamentación de la Educación Matemática como disciplina científica, en términos de su relación con disciplinas como la epistemología, la semiótica, la sociología, entre otras. Estas cuestiones se abordan, respectivamente, en un 9% y un 7% del total de la documentación.

Los resultados del grupo de nociones con índice de especialización más bajo nos lleva a pensar en oportunidades de trabajo para la comunidad de Educación Matemática de habla hispana. Si bien nociones como evaluación, inclusión o afectividad, en contraste con aprendizaje y enseñanza, tienen índices muy bajos, se percibe que son aspectos que están empezando a abordarse con mayor relevancia en los últimos años.

Evolución de los focos de interés de la documentación

No hallamos mayores variaciones en la medida en la que se tratan las variables de los conjuntos enfoque, nivel educativo, nociones pedagógicas y contenido matemático. Encontramos que las especializaciones temáticas que presentamos en la sección anterior se conservan en el tiempo. Nos enfocamos en la evolución de los focos de interés a partir de 1985, año en el que inicia la etapa de crecimiento exponencial (Price, 1973). Para los conjuntos enfoque, nivel educativo y nociones pedagógicas, desde ese momento se empieza a estabilizar la distribución porcentual de las variables por año. En el caso de las nociones pedagógicas, la regularidad de las proporciones en las que se tratan las variables se manifiesta a partir del año 2004. Para confirmar si las series temporales correspondientes a cada variable del estudio son estacionarias, aplicamos la prueba Phillips–Perron (PP) para el periodo comprendido entre los años 1985 y 2018.

Presentamos el comportamiento diacrónico de las variables del conjunto enfoque en la figura 5.

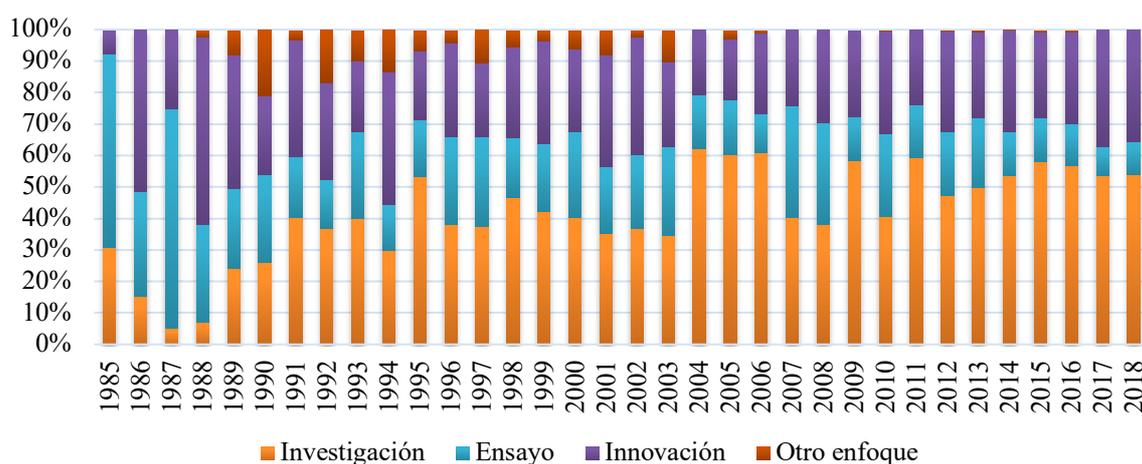


Figura 5. Comportamiento diacrónico de enfoque

La evolución diacrónica del conjunto de la documentación nos muestra que la producción de innovaciones es, en promedio, regular a partir de 1996. El porcentaje de trabajos de ensayo producido por año tiende a disminuir a partir de 2011. Desde ese año, se

percibe un aumento en el porcentaje de investigaciones, lo que sugiere una relación inversa entre el porcentaje de ensayos y el porcentaje de investigaciones.

Con motivo de la prueba PP, encontramos que, efectivamente, la serie temporal correspondiente a investigación no es estacionaria en media (p -valor = 0,21). Pese a la reducción que se percibe en el porcentaje de ensayos, no existe suficiente evidencia que indique que su serie temporal no es estacionaria (p -valor = 0,00). La prueba permitió corroborar la estacionariedad de la proporción de innovaciones en el tiempo (p -valor = 0,00). De esta forma, se ratifica la importancia que tiene este tipo de trabajos en la evolución de la Educación Matemática.

En la figura 6, exponemos el comportamiento en el tiempo de las variables de los conjuntos nivel educativo, contenido matemático y nociones pedagógicas con mayor importancia relativa de acuerdo con el índice de especialización temática. Los datos ponen de manifiesto mayor regularidad en la evolución de las variables del conjunto nivel educativo que en los otros conjuntos de variables. Por ejemplo, se identifican claramente los niveles educativos cuya proporción se mantiene en el tiempo, y aquellos que evidencian tendencia de crecimiento o de decrecimiento. De hecho, encontramos una relación inversa en la proporción en la que se tratan bachillerato y título de grado a partir de 2003.

En el caso del contenido matemático, se observa el descenso que la proporción de trabajos relacionados con cambio y relaciones tiene desde 2004. La importancia de la variable Otros contenidos se mantiene en el tiempo y resulta uniforme, en promedio, a partir de 2005. Desde ese momento, la figura 6 también informa sobre el crecimiento en la proporción de documentos asociados a aula y profesor, en lo que respecta a las nociones pedagógicas.

Con base en los resultados de las pruebas de hipótesis sobre estacionariedad, podemos afirmar, con un nivel de significancia de 0,01, que las series temporales diferentes a Título de grado, Bachillerato, Cambio y relaciones, Enseñanza, Aula y Profesor son estacionarias en media. Para las series temporales de estas variables, los p -valor fueron 0,26, 0,03, 0,04, 0,15, 0,03 y 0,58, respectivamente. De este modo, se confirma la tendencia creciente de la proporción de documentos que tratan el nivel educativo del título de grado y las nociones enseñanza, aula y profesor, y el decrecimiento en la medida en la que se abordan bachillerato y el contenido cambio y relaciones.

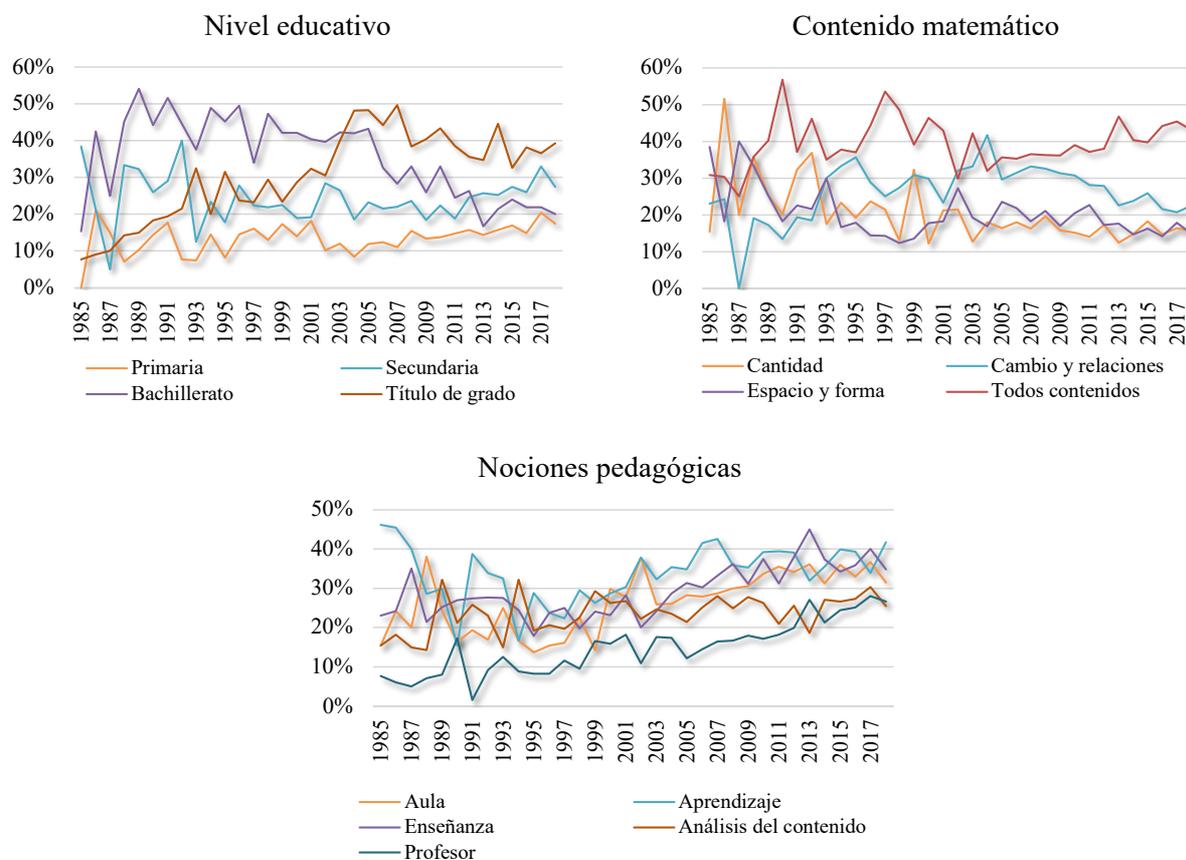


Figura 6. Comportamiento diacrónico nivel educativo, contenido y nociones

Resumen de los resultados

Con base en la información presentada previamente, resumimos los resultados de la caracterización de la evolución de la Educación Matemática a partir de la producción documental de acceso abierto difundida en los países de habla hispana entre 1958 y 2018 como sigue.

- ◆ La Educación Matemática es un frente de estudio en los países de habla hispana debido al crecimiento exponencial de su documentación, que incluye tanto trabajos de investigación como de innovación curricular.
- ◆ La mitad de los documentos corresponden a investigaciones y la tercera parte presenta innovaciones.
- ◆ Los niveles educativos que más se abordan en la documentación son, en su orden, título de grado, bachillerato y secundaria.
- ◆ Un 40% de los documentos no especifican un contenido matemático, sino que trata cuestiones que aplican a todos los contenidos.
- ◆ Las nociones pedagógicas con mayor importancia relativa son aprendizaje, enseñanza y aula. Al interior de ellas, se destaca la atención que reciben cuestiones como procesos cognitivos, planificación de la enseñanza y recursos didácticos.

- ◆ Los focos de interés que se ponen de manifiesto no cambian de manera significativa en el tiempo. Solamente se verifica el crecimiento en la proporción de documentos relacionados con el nivel educativo título de grado y las nociones enseñanza, aula y profesor, y el decrecimiento en bachillerato y en el contenido cambio y relaciones.

CONCLUSIONES

En este estudio, caracterizamos la evolución de la Educación Matemática en Hispanoamérica de acuerdo con la documentación de acceso abierto que es difundida en los países de habla castellana. Incluimos contribuciones a eventos nacionales y regionales, artículos de revistas de divulgación y de investigación, tesis y documentos no publicados. Establecimos el comportamiento diacrónico del conjunto de la documentación y la evolución de las tendencias temáticas que se manifiestan en ella. Con motivo de la aproximación semántica a los documentos, realizamos la codificación y análisis cuantitativo del conocimiento disciplinar que se identifica en ellos en términos de su enfoque y los niveles educativos, contenidos matemáticos y nociones pedagógicas que abordan.

Los resultados ponen de manifiesto el ascenso de la Educación Matemática en el conjunto de países de habla hispana. El crecimiento en la producción documental está estrechamente relacionado con la constitución de agremiaciones profesionales de carácter nacional y regional, el desarrollo de eventos periódicos y la gestión de revistas especializadas (Castro y Gómez, 2020). Es importante destacar que el conocimiento en la disciplina no se restringe a los avances de investigación. La innovación curricular ha sido relevante en la evolución de la Educación Matemática, dada su naturaleza como disciplina educativa. Los resultados obtenidos en este estudio dan cuenta de la proporción en la que se han difundido trabajos de este tipo.

El trabajo que presentamos resulta novedoso en diferentes sentidos. Hasta ahora, no se identifican estudios cuantitativos de la Educación Matemática que aborden la globalidad de la documentación en una comunidad internacional. Además, el interés principal en estudios documentales de la disciplina ha estado en la determinación de redes de colaboración y autoría. Si bien esta investigación vincula la verificación de la ley de crecimiento de la documentación, profundiza en el contenido de los documentos para identificar sus tendencias temáticas. Destacamos que la codificación, de acuerdo con las variables propuestas, no surge del conteo de palabras, ni se limita a la descripción de la información que se proporciona en el título o resumen de los documentos: hay una aproximación semántica al contenido, que permite caracterizar los fenómenos que aborda, de acuerdo con una taxonomía específica de la Educación Matemática.

En este estudio, nos enfocamos en la documentación de acceso abierto en la web, lo que hizo que dejáramos de lado artículos publicados por investigadores de origen hispano en revistas de élite, con restricciones de acceso. Empero, creemos que la cantidad de documentos que quedó excluida es reducida. Luego de la recolección de la documentación que fue codificada, accedimos a nuevas fuentes de documentos que no

podieron incluirse en este estudio —alrededor de 1200 trabajos que corresponderían al 6% de la documentación total publicada en la región hasta 2018—. Adicionalmente, sabemos que dejar fuera de este trabajo la producción que se difunde en Brasil y Portugal limitó la posibilidad de caracterizar a Iberoamérica. No obstante, este proyecto es apto para ser complementado.

Por último, somos conscientes que analizar todo el conjunto de la documentación no permite identificar los matices característicos de los países. De ahí que identifiquemos nuevas posibilidades de investigación. Consideramos que las diferentes fuentes de información (eventos y revistas) son susceptibles de caracterizarse en términos del contenido que se difunde en ellos. De la misma forma, estudiar el conocimiento que se publica en cada país resulta importante para reconocer los focos de estudio locales. Esta información se podría tomar como base para generar redes de colaboración más eficientes en la comunidad internacional de investigadores y educadores matemáticos. También, valdría la pena establecer los indicadores de autoría, citación y colaboración a nivel regional, así como indagar por las tendencias metodológicas y conceptuales que se afianzan en la disciplina.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó con el apoyo de la Facultad de Educación y la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad de los Andes (Colombia) —PDI-CIFE 2016–2020—, y del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia —proyecto código 80740-179-2019—.

REFERENCIAS

- Adamuz-Povedano, N., Jiménez-Fanjul, N. y Maz-Machado, A. (2013). Búsqueda de descriptores que caractericen una disciplina emergente en WoS y SCOPUS: el caso de la Educación Matemática. *Biblios*, 50, 1-14. <https://doi.org/10.5195/biblios.2013.80>
- Andréu-Abela, J. (2002). *Las técnicas de análisis de contenido: una revisión actualizada*. Centro de Estudios Andaluces.
- Ardanuy, J. (2012). *Breve introducción a la bibliometría*. Universitat de Barcelona. Recuperado el 15 de noviembre de 2017, de <http://bit.ly/2oC7ZcT>
- Arencibia, J. R. y De Moya, F. (2008). La evaluación de la investigación científica: una aproximación teórica desde la cienciometría. *ACIMED*, 17(4), 1-27.
- Ávila, A. (2016). La investigación en educación matemática en México: una mirada a 40 años de trabajo. *Educación Matemática*, 28(3), 31-59.
- Beyer, W. O. (2001). Pasado, presente y futuro de la Educación Matemática en Venezuela. *Revista Enseñanza de la Matemática*, 10(1), 23-36.
- Blanco, L. J. (2011). La investigación en educación matemática. *Educatio Siglo XXI*, 29(1), 109-128.

- Bracho-López, R., Maz-Machado, A., Jiménez-Fanjul, N., Adamuz-Povedano, N., Gutiérrez-Arenas, P. y Torralbo-Rodríguez, M. (2010). La investigación en Educación Matemática en la revista *Épsilon*. Análisis cuantitativo y temático (2000-2009). *Epsilon: Revista de Educación Matemática*, 75, 9-25.
- Bracho-López, R., Maz-Machado, A., Jiménez-Fanjul, N., Adamuz-Povedano, N., Gutiérrez Arenas, P. y Torralbo Rodríguez, M. (2011). Análisis cuantitativo y temático de la revista SUMA (1999-2010). *Suma*, 68, 1-20.
- Callon, M., Courtial, J.-P. y Penan, H. (1995). *Cienciometría. El estudio cuantitativo de la actividad científica: de la bibliometría a la vigilancia tecnológica*. Ediciones TREA.
- Castro, P. y Gómez, P. (2018). *Avances de la caracterización de la comunidad colombiana de Educación Matemática*. Comunicación presentada en el Encuentro Colombiano de Matemática Educativa - ECME 17, Bogotá, Colombia.
- Castro, P. y Gómez, P. (2019). La comunidad colombiana de Educación Matemática: diversidad y evolución. En G. Schubring, J. H. Bello y H. Vacca (Eds.), *V Congreso Iberoamericano de Historia de la Educación Matemática* (Vol. 1, pp. 124-138). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Castro, P. y Gómez, P. (2020). Educación Matemática en los países de habla hispana: agremiaciones, eventos y publicaciones. *UNIÓN: Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 60, 245-259.
- Castro, P. y Gómez, P. (en evaluación). *A taxonomy of key terms for Mathematics Education*. Manuscrito enviado para su evaluación.
- Castro, P., Gómez, P. y Carranza, S.-M. (en evaluación). *Investigación e innovación en la consolidación de una disciplina educativa*. Manuscrito enviado para su evaluación.
- Colle, R. (1988). *ANATEX: Software de análisis de concurrencias*. Escuela de Periodismo PUC y Secico.
- Drijvers, P., Grauwin, S. y Trouche, L. (2020). When bibliometrics met mathematics education research: the case of instrumental orchestration. *ZDM Mathematics Education*, 52, 1455-1469. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01169-3>
- Ernest, P. (1998). A postmodern perspective on research in mathematics education. En A. Sierpiska y J. Kilpatrick (Eds.), *Mathematics education as a research domain: A search for identity* (pp. 71-85). Springer.
- Escorcía, T. A. (2008). *El análisis bibliométrico como herramienta para el seguimiento de publicaciones científicas, tesis y trabajos de grado* [Pregrado, Pontificia Universidad Javeriana]. Bogotá, Colombia.
- Fernández-Cano, A. y Bueno-Sánchez, Á. (1998). Síntesis de estudios bibliométricos españoles en educación. Una dimensión evaluativa. *Revista Española de Documentación Científica*, 21(3), 269-285. <https://doi.org/10.3989/redc.1998.v21.i3.356>
- FIZ Karlsruhe (2010). *MathEduc Database*. Recuperado el 10 de febrero de 2010 de <http://www.zentralblatt-math.org/matheduc/classification/>

- FIZ Karlsruhe (2019). *ZDM Subject Classification Scheme*. Recuperado el 14 de febrero de 2019 de http://www.imvibl.org/dmbl/novosti/zdm_didactical_mathematics_classification.pdf
- Gómez, P. y Cañadas, M. C. (2013). Development of a taxonomy for key terms in mathematics education and its use in a digital repository. *Library Philosophy and Practice (e-journal)*, 903, 1-9. <http://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/903/>
- Gómez-Mulett, A. S. (2018). La educación matemática en Colombia: origen, avance y despegue. *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 16, 123-145.
- González, F. (2011). *Inventario de Historia de la Educación Matemática en Venezuela*. Comunicación oral presentada en el XIII Conferencia Interamericana de Educación Matemática, Recife, Brasil.
- Hitt, F. (1998). Matemática educativa: investigación y desarrollo 1975-1997. En F. Hitt (Ed.), *Investigaciones en Matemática Educativa II* (pp. 41-65). Grupo Editorial Iberoamérica.
- Jiménez, N., Adamuz, N., Maz, A., Bracho, R., Lupiáñez, J. L. y Segovia, I. (2011). Producción científica internacional en Educación Matemática en SSCI y SCOPUS (1980-2009): Construcción de descriptores. En J. L. Lupiáñez, M. C. Cañadas, M. Molina, M. Palarea y A. Maz (Eds.), *Investigaciones en Pensamiento Numérico y Algebraico e Historia de la Matemática y Educación Matemática - 2011* (pp. 325-335). Departamento de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada.
- Krippendorff, K. (1990). *Metodología de análisis de contenido. Teoría y práctica*. Paidós.
- López-Piñero, J. M., y Terrada, M. L. (1992). Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad médico-científica. (III) Los indicadores de producción, circulación y dispersión, consumo de la información y repercusión. *Medicina Clínica (Barcelona)*, 98, 142-148.
- Macías-Chapula, C. A. (2001). Papel de la informetría y de la cienciometría y su perspectiva nacional e internacional. *ACIMED*, 9(4), 35-41.
- Maz, A., Torralbo, M., Hidalgo, M. y Bracho-López, R. (2009). Los Simposios de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática: Una revisión bibliométrica. En M. J. González, M. T. González, y J. Murillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIII* (pp. 323-332). Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM).
- Maz-Machado, A., Bracho-López, R., Torralbo-Rodríguez, M., Gutiérrez-Arenas, M. P., Jiménez-Fanjul, N. y Adamuz-Povedano, N. (2012). Redes académicas generadas por las tesis doctorales de educación matemática en España. *Revista de Investigación Educativa*, 30(2), 271-286. <https://doi.org/10.6018/rie.30.2.116421>
- Maz-Machado, A., Jiménez-Fanjul, N., Bracho-López, R. y Adamuz-Povedano, N. (2015). Análisis bibliométrico de la revista RELIME (1997-2011). *Investigación Bibliotecológica: Archivonomía, Bibliotecología e Información*, 29(66), 91-104. <https://doi.org/10.1016/j.ibbai.2016.02.027>

- Millán, J. D., Polanco, F., Ossa, J. C., Béria, J. S. y Cudina, J. N. (2018). La cienciometría, su método y su filosofía: Reflexiones epistémicas de sus alcances en el siglo XXI. *Revista Guillermo de Ockham*, 15(2), 17-27. <https://doi.org/10.21500/22563202.3492>
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Ruddock, G. J., O'Sullivan, C. Y., Arora, A. y Erberber, E. (2005). *TIMSS 2007 Assessment Frameworks*. Boston College.
- Navarro-Asencio, E., Jiménez-García, E., Rappoport-Redondo, S. y Thoilliez-Ruano, B. (2017). *Fundamentos de la investigación y la innovación educativa*. Universidad Internacional de La Rioja.
- OECD (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial literacy*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264255425-en>
- Pérez-Angón, M. Á. (2006). Usos y abusos de la cienciometría. *Cinvestav*, 25(1), 29-33.
- Price, D. J. (1973). *Hacia una ciencia de la ciencia*. Ariel.
- Rico, L. (1997). *Bases teóricas del currículo de matemáticas en educación secundaria*. Síntesis.
- Rico, L. y Sierra, M. (1994). Desarrollo de la educación matemática en España desde la guerra civil (1936) hasta la ley general de educación (1970). En J. Kilpatrick, L. Rico y M. Sierra (Eds.), *Educación matemática e investigación* (pp. 125-146). Síntesis.
- Ruiz-López, N. y Bosch-Betancor, J. (2007). La educación matemática en España. *Práxis Educativa*, 2(2), 151-160.
- Sánchez, C. H. y Albis, V. (2012). Historia de la enseñanza de las matemáticas en Colombia. De Mutis al siglo XXI. *Quipu*, 14(1), 109-157.
- Solano-López, E., Castellanos-Quintero, S. J., López-Rodríguez, M. M. y Hernández-Fernández, J. I. (2009). La bibliometría: una herramienta eficaz para evaluar la actividad científica postgraduada. *MediSur. Revista electrónica*, 7(4), 59-62.
- Spinak, E. (1996). *Diccionario enciclopédico de bibliometría, cienciometría e informática*. UNESCO.
- Spinak, E. (2001). Indicadores cienciométricos. *ACIMED*, 9(4), 16-18.
- Tatto, T., Schwille, J., Schmidt, W., Ingvarson, L. y Beavis, A. (2006). *IEA teacher education study in mathematics (TEDS-M). Conceptual framework*. Teacher Education and Development International Study Center, College of Education, Michigan State University.
- Torres-Alfonso, A. M., Peralta-Gonzalez, M. J. y Toscano-Menocal, A. (2014). Impacto y productividad de las publicaciones latinoamericanas sobre Matemática Educativa. *Biblios*, 55, 13-26. <https://doi.org/10.5195/biblios.2014.161>
- Vallejo-Ruiz, M. (2005). *Estudio longitudinal de la producción española de tesis doctorales en Educación Matemática (1975-2002)* [Tesis doctoral, Universidad de Granada]. Granada, España.

- Vallejo-Ruiz, M., Fernández-Cano, A., Torralbo, M., Maz, A. y Rico, L. (2008). History of Spanish mathematics education focusing on PhD theses. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(2), 313-327.
- Villareal, M. E. y Esteley, C. B. (2002). Una caracterización de la Educación Matemática en Argentina. *Revista de Educación Matemática*, 17(2), 18-43.

Paola Castro
Universidad de los Andes, Colombia
dp.castro116@uniandes.edu.co

Pedro Gómez
Universidad de los Andes, Colombia
argeifontes@gmail.com

Recibido: 14 de octubre, 2020. Aceptado: 9 de marzo, 2021
doi: 10.30827/pna.v15i2.16155



ISSN: 1887-3987