

Producción documental de acceso abierto de la comunidad de habla hispana en Educación Matemática para la educación media

Open Access Documentary Production of the Spanish-Speaking Community in Mathematics Education for Middle School Education

Paola Castro*

 ORCID iD 0000-0002-3333-2461

Pedro Gómez**

 ORCID iD 0000-0001-9929-4675

María C. Cañadas***

 ORCID iD 0000-0001-5703-2335

Resumen

Exponemos resultados de un estudio cuyo objetivo es la caracterización de la producción documental de acceso abierto de la comunidad de habla hispana en Educación Matemática para la educación media. A partir de una taxonomía de términos clave, específica de la Educación Matemática, realizamos una aproximación semántica al contenido de la documentación que fue producida por esta comunidad de profesores e investigadores entre 1986 y 2017. Definimos las siguientes variables de estudio: nivel educativo, enfoque, matemáticas escolares y currículo. Realizamos el cruce de la variable nivel educativo con las otras variables y, con un proceso de normalización, identificamos los valores de las variables en los que la educación media se distingue de los otros niveles educativos por tener el mayor o el menor porcentaje de publicación de documentos. En comparación con otros niveles educativos, la educación media se distingue por tener el mayor o uno de los mayores niveles de producción en actividades. Se destaca por abordar temas de probabilidad, cálculo, medida y álgebra, y de aula y aprendizaje.

Palabras clave: Investigación documental. Análisis de contenido. Educación media. Educación Matemática.

Abstract

We present results of a study which objective was the open access documental production characterization of the Spanish-speaking community in Mathematics Education for middle school. From a taxonomy of key terms specific to Mathematics Education, we made a semantic approach to the documentation content, which was produced by this community of teachers and researchers between 1986 and 2017. We defined the following study variables: educational level, document type, school mathematics, and curriculum. We crossed the educational level variable with the other variables and, with a normalization process, we identified the values of these variables in which the middle school is different from the other educational levels, since it has the highest or lowest percentage of

* Candidata a Doctora en Educación, Universidad de los Andes. Gestora académica, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. Dirección postal: Calle 18A #0-19 Este, 111711, Bogotá, Colombia. E-mail: dp.castro116@uniandes.edu.co.

** Doctor en Matemáticas, Universidad de Granada (UGR). Profesor visitante, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia Dirección postal: Calle 18A #0-19 Este, 111711, Bogotá, Colombia. E-mail: argeifontes@gmail.com.

*** Doctor en Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada (UGR). Profesora titular, Universidad de Granada, Granada, España. Dirección postal: Campus Universitario de la Cartuja, s/n, 18071, Granada, España. E-mail: mconsu@ugr.es.

documents published. In comparison with other educational levels, middle school is distinguished by having the highest or one of the highest production levels in activities. It stands out for addressing issues of probability, calculation, measurement and algebra, and classroom and learning.

Keywords: Documentary research. Content analysis. Middle school education. Mathematics Education.

1 Introducción

En Educación Matemática, son pocos los estudios relacionados con su producción documental que partan de la diversidad de los trabajos producida por la comunidad de habla hispana. Los trabajos que se han publicado se centran en los resultados de investigación en la disciplina que son publicados en fuentes como revistas especializadas y algunos libros (por ejemplo, BRACHO, 2010; JIMÉNEZ et al., 2011; BRACHO-LÓPEZ et al., 2012).

Algunos estudios, catalogados como bibliométricos, están realizados a partir de las memorias de eventos de investigación (ORTIZ, 2010; MAZ-MACHADO et al., 2011). De manera general, en estos trabajos no se identifica mayor interés por profundizar en el estudio del contenido de los documentos, desde la especificidad de los fenómenos y problemas que tratan. Los estudios abordan, con especial énfasis, los patrones de productividad y redes de colaboración y autoría (MAZ et al., 2009; MAZ-MACHADO et al., 2012; JIMÉNEZ-FANJUL; MAZ-MACHADO; BRACHO-LÓPEZ, 2013).

Los resultados de las investigaciones están asociados a la productividad diacrónica de los documentos, a los indicadores de productividad y a la colaboración en la autoría. Son pocos los estudios que tratan el análisis conceptual de la documentación desde algún marco teórico específico de la Educación Matemática (GÓMEZ et al., 2011; BRACHO et al., 2014).

Los trabajos que abordan el indicador de contenido lo hacen, usualmente, desde bloques temáticos de educación o de matemáticas, pero no de categorías concretas de la Educación Matemática. El trabajo que presentamos se enfoca en el estudio del contenido de la documentación con una aproximación semántica, y tiene como objetivo caracterizar una muestra de la producción documental de educación media (estudiantes de diecisiete y dieciocho años) publicada por la comunidad de habla hispana respecto al enfoque de los documentos, el contenido de las matemáticas escolares y de la teoría curricular que abordan. El interés está en profundizar en el contenido de la documentación: determinar qué temas trata, qué fenómenos aborda y qué población estudia.

Con este trabajo, pretendemos responder a la necesidad de conocer y caracterizar las comunidades de una disciplina, como un aspecto destacado por la literatura de investigación. Dado que la Educación Matemática se ha consolidado como una disciplina (SIERPINSKA;

KILPATRICK, 1998), hay necesidad de determinar los patrones de la productividad investigadora en Educación Matemática, centrados en el contenido, para otorgarle estatus científico (TORRALBO et al., 2003), detectar sus focos de interés (BRACHO et al., 2014) y contribuir al desarrollo de la disciplina.

2 Marco conceptual

Utilizamos la técnica de análisis de contenido (MAYRING, 2015) para caracterizar la producción documental objeto de estudio. Se puede desarrollar desde dos aspectos: las características bibliográficas – contenido de los documentos – y las características bibliométricas – características bibliográficas cuantificadas. La cuantificación de las características bibliográficas se asocia, por ejemplo, a la cantidad de trabajos con términos métricos en el título, resumen y palabras clave (VERDEJO, 2011).

La aproximación al contenido de la documentación puede ser textual – 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 –, o semántica – con la identificación de los temas tratados en un texto (COLLE, 1988) – de acuerdo con los fenómenos que aborda. El estudio del contenido posibilita ahondar en las tendencias temáticas de una disciplina si se hace desde una clasificación de términos o descriptores específicos (CALLON; COURTIAL; PENAN, 1995; FERNÁNDEZ-CANO; BUENO-SÁNCHEZ, 1998).

Aunque existen algunas aproximaciones a la clasificación de su documentación por medio de tesauros o clasificaciones (FIZ KALRUHE, 2010), nos basamos en la taxonomía propuesta por Gómez y Cañadas (2013). Esta taxonomía parte de una teoría curricular específica a la Educación Matemática (RICO, 1997) y proporciona una clasificación y jerarquización de descriptores propios de la disciplina. Para construir la taxonomía y garantizar su pertinencia en la disciplina, los autores revisaron la forma en que algunas revistas de investigación, actas de conferencias y bases de datos nacionales e internacionales asignan términos clave a sus documentos, e indagaron la utilidad de la taxonomía con varios expertos en la disciplina.

El primer aspecto que abordan estos autores son los términos clave denominados enfoque, nivel educativo y tema. El enfoque caracteriza el tipo, propósito y utilidad del documento. Un documento puede ser investigación – el trabajo hace una contribución al conocimiento y puede ser una contribución empírica o teórica –, ensayo – el trabajo es la

presentación de una opinión o postura, no requiere procesos sistemáticos de justificación –, de innovación – el trabajo describe el diseño curricular de una actividad o curso, e implica el uso del conocimiento – y actividad – el trabajo hace referencia a una actividad para llevar al aula que está enfocada en un tema concreto.

El nivel educativo hace referencia al tipo de formación de los sujetos a los que se refiere el documento: educación infantil (cero a seis años), educación primaria (siete a doce años), educación secundaria básica (trece a dieciseis años), educación secundaria media (diecesiete y dieciocho 18 años), educación de adultos, estudios de posgrado, formación profesional, todos los niveles educativos, título de grado universitario, ningún nivel educativo y otro nivel educativo.

La taxonomía propuesta por Gómez y Cañadas (2013) diferencia los términos clave que hacen referencia a los contenidos matemáticos de aquellos que se refieren a la Educación Matemática. La taxonomía de los contenidos matemáticos fue construida a partir de la taxonomía de TIMMS (MULLIS et al., 2005) y TEDS-M (TATTO et al., 2006). La categoría de matemáticas escolares incluye contenidos de cálculo, estadística, geometría, medida, números, probabilidad y álgebra.

Para Gómez y Cañadas (2013), el problema principal se centraba en los términos clave relacionados con los temas. En una primera aproximación a este aspecto, los autores intentaron utilizar las taxonomías de la UNESCO (SPARROW; KISSANE; HURST, 2010) y ERIC (GROOTENBOER; ZEVENBERGEN; CHINNAPPAN, 2006), que resultaron limitadas para la Educación Matemática. Por ello, construyeron su propia taxonomía de términos clave basados en MathEduc (FIZ KALRUHE, 2010), de modo que todo término clave de dicha base de datos tuviera un término equivalente en su propuesta.

La taxonomía de Gómez y Cañadas (2013) parte de un enfoque curricular en el que el currículo busca abordar cuatro cuestiones centrales sobre el conocimiento a enseñar, el aprendizaje, los métodos de enseñanza y la valoración de los aprendizajes realizados (RICO, 1997, p. 381). 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.

La teoría curricular, descrita anteriormente, sustenta nueve categorías de términos clave: (a) sistema educativo, (b) centro educativo, (c) aula, (d) alumno, (e) profesor, (f) aprendizaje, (g) enseñanza, (h) evaluación e (i) currículo. Adicional a estos temas asociados a currículo, Gómez y Cañadas (2013) abordan otras nociones de educación Matemática, investigación e innovación en Educación Matemática y Educación Matemática y otras disciplinas.

3 Objetivos

El objetivo general de este trabajo es caracterizar la producción documental de acceso abierto en educación media producida por la comunidad de habla hispana en Educación Matemática, entre 1986 y 2017, con una aproximación semántica al contenido de los documentos. Los siguientes son los objetivos específicos del estudio.

- Describir el comportamiento diacrónico de la producción documental de Educación Matemática en educación media en las variables enfoque, matemáticas escolares y currículo.
- Establecer los valores de las variables en los que la producción documental en educación media se distingue de los otros niveles por tener el mayor, uno de los mayores, uno de los menores o el menor porcentaje de publicación.

4 Método

El estudio es documental de tipo descriptivo, no es experimental, en tanto los fenómenos que se tratan en los documentos no son manipulables (KERLINGER; LEE, 2002). En lo que sigue, presentamos las fuentes de información y los procedimientos.

4.1 Fuentes de información

La población a la que nos referimos en este estudio es la producción documental de acceso abierto de la comunidad de habla hispana en Educación Matemática. En este estudio no contamos con un censo. Tomamos como muestra 6920 documentos, publicados desde 1986 hasta junio de 2017. Estos documentos configuran una muestra por conveniencia de la producción de la comunidad.

Los documentos a los que nos referimos fueron compartidos por asociaciones, revistas y autores de manera autónoma. El proceso de búsqueda de las fuentes fue sistemático, inició en 2014 y terminó en 2017. Buscamos e identificamos universidades y asociaciones de investigadores y educadores que desarrollan trabajos en Educación Matemática en los países de habla hispana. Contactamos a las personas responsables de gestionar eventos y publicaciones con el propósito de obtener su autorización expresa para acceder a sus documentos.

Los documentos analizados corresponden a memorias de los siguientes eventos de docentes e investigadores liderados por agremiaciones que manifestaron su autorización para

que accediéramos a ellas: Encuentro Colombiano de Matemática Educativa, Encuentro de Geometría y sus Aplicaciones de Colombia, Encuentro Colombiano de Educación Estocástica, Foro EMAD – Educación Matemática y análisis didáctico –, Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa, Congreso de Educación Matemática de América Central y El Caribe, Conferencia Interamericana de Educación Matemática y Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática.

Así mismo, tomamos artículos de las siguientes revistas especializadas en Educación Matemática, que son tanto de investigación como de divulgación: Revista EMA; PNA, revista de investigación en Didáctica de la Matemática; Avances de Investigación en Educación Matemática – AIEM; Números, revista de Didáctica de las Matemáticas; Revista Latinoamericana de Etnomatemática; Revista digital; SUMA, revista sobre el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas; Educación Matemática y Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa – RELIME.

Otros documentos son avances de trabajos o resultados de investigación compartidos por investigadores y educadores matemáticos de manera autónoma. Algunos de estos autores también compartieron sus contribuciones a eventos y artículos publicados en revistas que no hacen parte de nuestras fuentes oficiales.

Podemos respaldar la representatividad de la muestra debido al proceso de búsqueda de las fuentes de información y a la diversidad de los documentos que se encuentran en ella. Incluimos actas de eventos, comunicaciones, conferencias, talleres, artículos de revistas, libros y capítulos de libros, trabajos de grado y tesis, y recursos de enseñanza. En la Tabla 1, mostramos la cantidad de documentos analizados de acuerdo con su tipo y la proporción a la que corresponde esta cantidad según el tamaño de la muestra.

De la totalidad de documentos, 1697 documentos que abordan temas concretos de la educación media, 6771 no están relacionados con este nivel educativo y 560 que tienen relación con todos los niveles educativos. Agrupamos los documentos que son específicos de educación media con aquellos que están asociados a todos los niveles educativos para describir el contenido de los documentos que están relacionados con educación media. Encontramos 2257 que satisfacen estas condiciones.

Tabla 1 - Distribución de documentos por tipo

Tipo de documento	Cantidad	Proporción
Capítulo de libro	2447	35,4%
Artículo	2425	35,0%
Contribución en actas de eventos	1452	21,0%
Conferencia, comunicación, taller, póster, etc.	418	6,0%
Documento no publicado	89	1,3%
Tesis	43	0,6%
Libro	37	0,5%
Recursos de enseñanza	9	0,1%

Fuente: elaborada por los autores.

4.2 Procedimientos

Nos centramos en el análisis del contenido de los documentos, a partir de la identificación de términos clave que describan los fenómenos y problemas que abordan. Organizamos estos términos en categorías que surgen de la teoría curricular, de acuerdo con la propuesta de Gómez y Cañadas (2013). El estudio de los documentos requirió: (a) definir las variables, (b) diseñar un instrumento de codificación, (c) codificar todos los documentos, (d) resumir la codificación, (e) organizar los resultados de la codificación y (e) analizar los resultados de la codificación.

Empleamos las variables que responden a las categorías de la taxonomía específica en Educación Matemática (GÓMEZ; CAÑADAS, 2013) que describimos en el marco conceptual. Asociamos los valores actividad, ensayo, investigación e innovación a la variable enfoque. Analizamos la variable matemáticas escolares con los valores cálculo, estadística, geometría, medida, números, probabilidad y álgebra. Para la variable currículo, identificamos los valores (a) aula, (b) aprendizaje, (c) enseñanza, (d) otras nociones de educación Matemática, (e) Educación Matemática y otras disciplinas, (f) investigación e innovación en Educación Matemática, (g) alumno y profesor, y (h) sistema educativo, centro educativo, currículo y evaluación. Para analizar el comportamiento diacrónico de las variables enfoque, matemáticas escolares y currículo, utilizamos los intervalos cerrados [1986, 1993], [1994, 1996], [1997, 1999], [2000, 2002], [2003, 2005], [2006, 2008], [2009, 2011], [2012, 2014] y [2015, 2017].

Un equipo de codificadores registró la información bibliográfica de cada documento (título, resumen, autores, año) y estableció su enfoque y nivel educativo. El equipo codificó los datos luego de la lectura de los documentos, con el detalle que fue necesario para asignar los valores de las variables que le corresponden. En este proceso, identificó los términos clave que describen el contenido del documento en relación con las variables matemáticas escolares y currículo.

Una vez se hizo la codificación, los revisores de las codificaciones verificaron la validez y precisión de las informaciones que registraron los codificadores, y validaron que los términos clave, el enfoque y nivel educativo, que se asignaron a cada documento, fueron adecuados. Un último revisor hizo una evaluación aleatoria del trabajo realizado por los revisores de la codificación para asegurar la calidad.

Organizamos la información en bases de datos y realizamos procedimientos de estadística descriptiva que nos permitieron obtener resultados, en términos de proporciones muestrales, para caracterizar el comportamiento de la documentación en Educación Matemática en todos los niveles educativos.

Establecimos los valores de las variables en los que la educación media se distingue de los otros niveles educativos por sus porcentajes de producción. Utilizamos tablas cruzadas para obtener los porcentajes de producción de los niveles educativos respecto a los valores de cada variable. En lo que sigue, usamos algunos resultados para ejemplificar los procedimientos de análisis realizados en el estudio.

En la Tabla 2, presentamos la tabla cruzada de nivel educativo con la variable enfoque. Este es un ejemplo de los cruces que realizamos entre el nivel educativo y las demás variables. Luego de realizar cruces y pruebas de independencia de las variables enfoque, currículo y matemáticas escolares respecto a la variable nivel educativo, con un nivel de significancia del 95%, encontramos que hay relación entre las variables. En todos los casos, el P-valor es menor que 0,05.

Tabla 2 - Tabla cruzada de niveles educativos y enfoque

Valor de la variable	Nivel educativo							
	Infantil	Primaria	Secundaria	Media	Título de grado	Posgrado	Formación Profesional	Todos los niveles
Actividad	14,6%	21,6%	31,1%	32,3%	12,7%	3,6%	9,6%	9,8%
Ensayo	16,1%	13,4%	16,5%	17,4%	20,6%	30,6%	12,1%	33,6%
Innovación	15,6%	10,0%	10,1%	9,1%	7,3%	6,3%	7,5%	8,6%
Investigación	53,6%	55,0%	42,3%	41,3%	59,5%	59,5%	70,8%	48,0%

Fuente: elaborada por los autores.

Con el fin de describir el contenido de la producción que aborda cuestiones relacionadas con la educación media, agrupamos los documentos que se enfocan en este nivel educativo con aquellos que tratan temas comunes a todos los niveles. Como resultado de ello, por ejemplo, obtuvimos tablas de resultados como la que presentamos en la Tabla 3, en las que el valor Educación media contiene la suma de documentos asociados a los valores media y todos los niveles (Tabla 1), y el valor No educación media reúne los documentos de los valores infantil, primaria, secundaria, título de grado, posgrado y formación profesional (Tabla 1).

Tabla 3 - Tabla cruzada de nivel educativo (educación media) y enfoque

Valor de la variable	Educación media	No educación media
Actividad	42,1%	57,9%
Ensayo	51,0%	49,0%
Innovación	17,7%	82,3%
Investigación	89,3%	10,7%

Fuente: elaborada por los autores.

Con la información obtenida sobre educación media, describimos el contenido de su producción documental en los diferentes valores de las variables de estudio. A continuación, analizamos el comportamiento diacrónico de esta producción desde 1986 hasta 2017.

Finalmente, para identificar los valores en los que la educación media, en sí misma, se distingue de los otros niveles educativos – sin incluir documentos asociados a todos los niveles educativos – retomamos los datos obtenidos del cruce del nivel educativo con las variables de estudio (Tabla 2). Distinguir la educación media de los otros niveles nos llevó a establecer los valores en los que su producción documental sobresale por tener el mayor o el menor porcentaje de documentos en los valores de las variables del estudio.

Tomamos los porcentajes de publicación de documentos de cada nivel educativo en los valores de las variables y realizamos un proceso de normalización de los porcentajes para cada valor de la variable. Si la producción documental, en un nivel específico, no es la mayor o la menor, la catalogamos como una de las mayores siempre que la normalización del porcentaje de publicaciones (x) en cada valor de la variable es mayor o igual a 0,75 y no es la mayor.

De manera similar, la catalogamos como una de las menores si esta normalización es menor o igual a 0,25 y no es la menor. Para facilitar la identificación de los valores mayores o menores, empleamos las expresiones *Mayor*, *Gmay*, *Gmen* y *Menor*, respectivamente. En la Tabla 4, ejemplificamos la normalización que realizamos en el valor innovación de la variable enfoque. Realizamos el mismo ejercicio con los valores de todas las variables.

Tabla 4 – Normalización de porcentajes para nivel educativo respecto al valor innovación

Nivel educativo	%	Normalizado	Etiqueta
Infantil	15,60%	1	<i>Mayor</i>
Primaria	10,00%	0,40	
Secundaria	10,10%	0,41	
Media	9,10%	0,30	
Título de grado	7,30%	0,11	<i>Gmen</i>
Posgrado	6,30%	0	<i>Menor</i>
F. Profesional	7,50%	0,13	<i>Gmen</i>
Todos los niveles	8,60%	0,25	<i>Gmen</i>

Fuente: elaborada por los autores.

Adicionalmente, utilizamos la escala de colores asociados a la temperatura para representar los niveles de producción *Mayor*, *Gmay*, *Gmen* y *Menor*, y aquellos que se encuentran entre 0,25 y 0,75, como mostramos en la Tabla 5.

Tabla 5 – Asignación de colores a los niveles de producción

Color	Nivel de producción	Intervalos de valores normalizados
	<i>Mayor</i>	$x = 1$
	<i>Gmay</i>	$0,75 \leq x < 1$
		$0,25 < x < 0,75$
	<i>Gmen</i>	$0 < x \leq 0,25$
	<i>Men</i>	$x = 0$

Fuente: elaborada por los autores.

Luego del proceso de normalización de los porcentajes de producción de los niveles educativos para cada valor de las variables, obtuvimos una figura resumen por cada variable que indica la producción de cada nivel educativo. En la Figura 1 mostramos, como ejemplo, el resumen de la producción de los niveles educativos en cada valor de la variable enfoque.

Nivel educativo	Actividad	Enfoque		
		Ensayo	Innovación	Investigación
Infantil		GMEN	MAYOR	
Primaria		GMEN		
Secundaria	GMAY	GMEN		GMEN
Media	MAYOR	GMEN		MENOR
Título de grado			GMEN	
Posgrado	MENOR	GMAY	MENOR	
F. Profesional	GMEN	MENOR	GMEN	MAYOR
Todos los niveles	GMEN	MAYOR	GMEN	GMEN

Figura 1 - Producción de los niveles educativos en cada valor de la variable enfoque

Fuente: elaborada por los autores.

Por último, tomamos los resúmenes de los niveles de producción documental en cada variable. Nos centramos en los resultados de educación media. Así, identificamos los valores en los que este nivel educativo se destaca por tener el mayor, uno de los mayores, uno de los menores o el menor porcentaje de publicaciones en comparación con los otros niveles.

5 Resultados

A continuación, describimos el contenido de la documentación relacionada con educación media respecto a las variables enfoque, matemáticas escolares, currículo y año de publicación. Luego, presentamos el comportamiento de cada variable desde 1986 hasta 2017. Finalizamos con la identificación de los valores de las variables en los que la producción documental en media se distingue de la producción en los otros niveles educativos.

5.1 Descripción del contenido de los documentos de educación media

Describimos el contenido de los documentos de educación media en términos de los valores de las variables del estudio. Respecto a la variable enfoque, encontramos que los documentos, en su mayoría, están asociados con investigaciones (43%). El 48% incluye documentos que presentan actividades de clase o ensayos. El porcentaje restante de trabajos está asociados a diseños curriculares de actividades o cursos (innovaciones).

Los documentos que tratan cuestiones de educación media se centran en geometría y álgebra (Figura 2). Del primer tema, se abordan especialmente conceptos de trigonometría. Dentro del tema álgebra, el énfasis está en el estudio de funciones. Vemos que hay un porcentaje reducido de trabajos relacionados con estadística, probabilidad y medida. Aproximadamente, la cuarta parte de los documentos tratan cuestiones de álgebra y números.

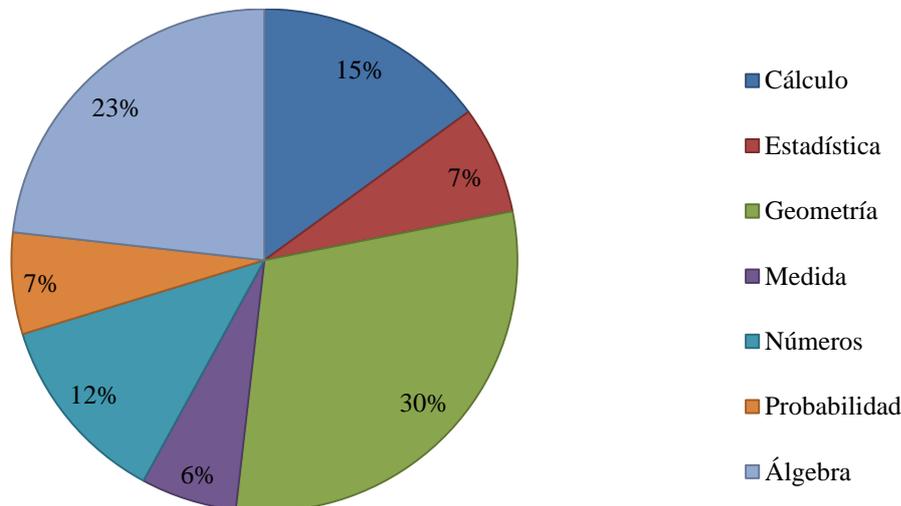


Figura 2 - Distribución de temas de matemáticas escolares en documentos de educación media
Fuente: elaborada por los autores.

En la Figura 3, presentamos la importancia relativa de los temas de currículo. La distribución de documentos de educación media respecto a los valores de la variable currículo, ordenada de mayor a menor, es la siguiente: otras nociones de Educación Matemática; aprendizaje; aula; enseñanza. Hay un porcentaje reducido de documentos de educación media en los que se aborda la Educación Matemática y otras disciplinas, investigación e innovación en Educación Matemática, y alumno y profesor. Los temas de currículo que menos se han trabajado en educación media son sistema educativo, centro educativo, evaluación y currículo (suman el 9%).

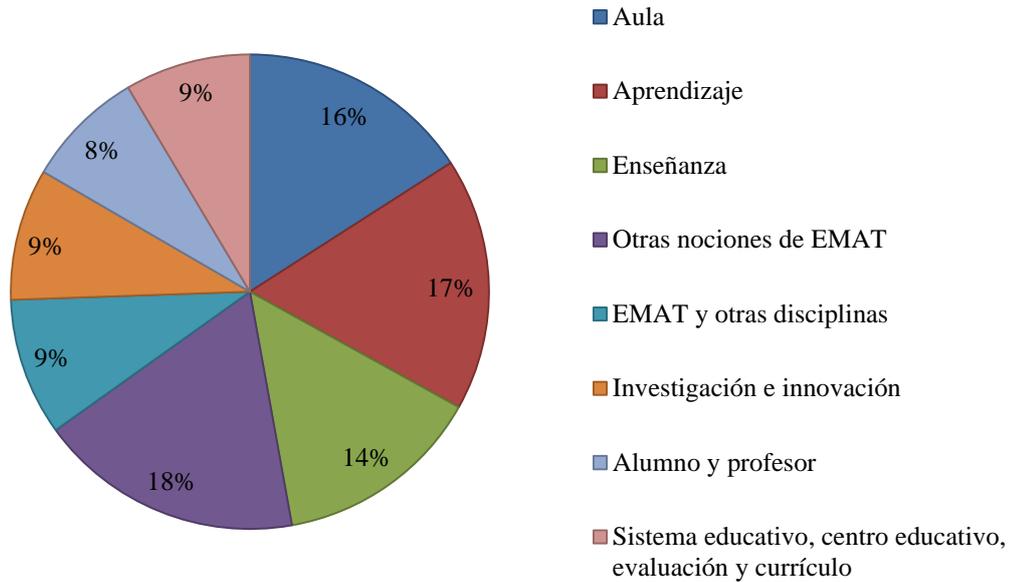


Figura 3 - Distribución de temas de currículo en documentos de educación media
Fuente: elaborada por los autores.

En la Figura 4, presentamos la cantidad de documentos publicados por año de educación media desde 1986 hasta junio de 2017. En los años 2003 y 2013, se presentaron los picos de la producción asociada a este nivel educativo. Esta situación se puede justificar en la realización simultánea de encuentros de docentes e investigadores y la publicación de sus memorias en los mismos años. Encontramos que la cantidad promedio de trabajos que se asocian a la educación media por año es de 71. Entre 2003 y 2015, la publicación de documentos fue superior a 100 por año.

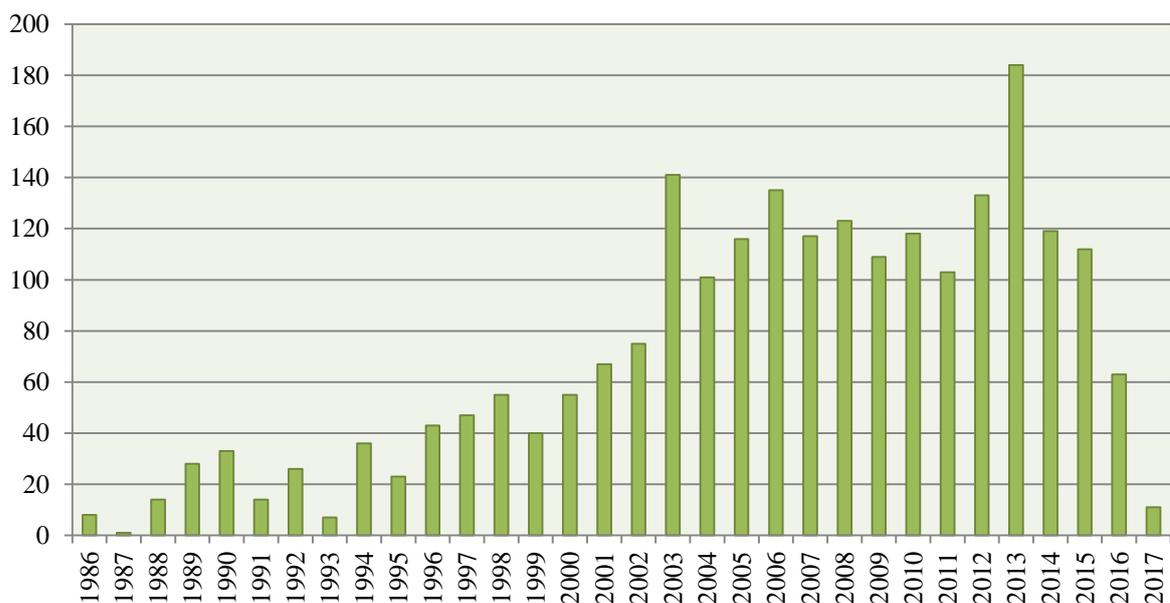


Figura 4 - Cantidad de documentos publicados por año en educación media
Fuente: elaborada por los autores.

En la Figura 5, presentamos el comportamiento de la producción documental en educación media en comparación con la producción que no aborda este nivel educativo. Encontramos que, aunque la cantidad de documentos de educación media ha aumentado (Figura 4), su porcentaje de publicación en comparación con la producción de otros niveles educativos ha descendido. Hasta 1996, esta se había mantenido, en promedio, por encima del 50%. A partir de este año, la producción en educación media ha tenido un descenso considerable. Desde el año 2008, en promedio, la documentación asociada a la educación media no supera el 30% del total de la documentación.

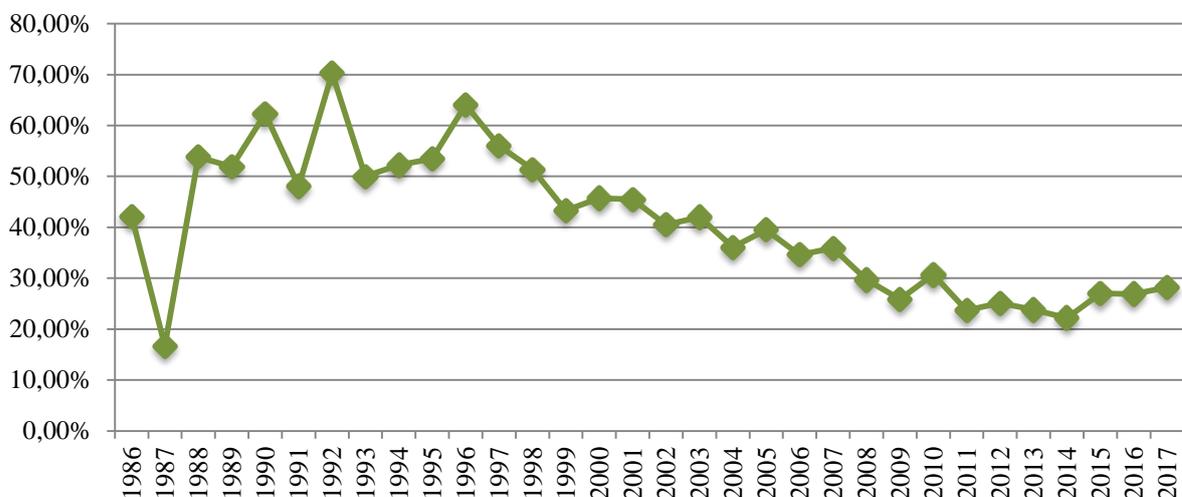


Figura 5 - Producción documental de educación media
Fuente: elaborada por los autores.

A continuación, analizamos el comportamiento de las variables enfoque, matemáticas escolares y currículo respecto a la variable año en la documentación de educación media.

5.2 Comportamiento de las variables por año

Presentamos el comportamiento de las variables enfoque, matemáticas escolares y currículo desde 1986 hasta junio de 2017. Agrupamos los años en nueve intervalos: [1986, 1993], [1994, 1996], [1997, 1999], [2000, 2002], [2003, 2005], [2006, 2008], [2009, 2011], [2012, 2014] y [2015, 2017]. Hacemos énfasis en los valores de las variables que se destacaron en algunos periodos de tiempo.

5.2.1 Enfoque

En la Figura 6, podemos ver que el 75% de los documentos publicados entre los años

1986 y 1993 fueron actividades. Desde 1994, el porcentaje de este tipo de documentos disminuyó. La producción de investigaciones tuvo un comportamiento inverso al de la producción de actividades. Fue creciente desde 1986 y llegó al 70% entre 2015 y 2017. La producción de trabajos que presentan una opinión o postura, sin procesos sistemáticos de justificación (ensayos), no superó el 30%. La producción de innovaciones curriculares no superó el 15%.

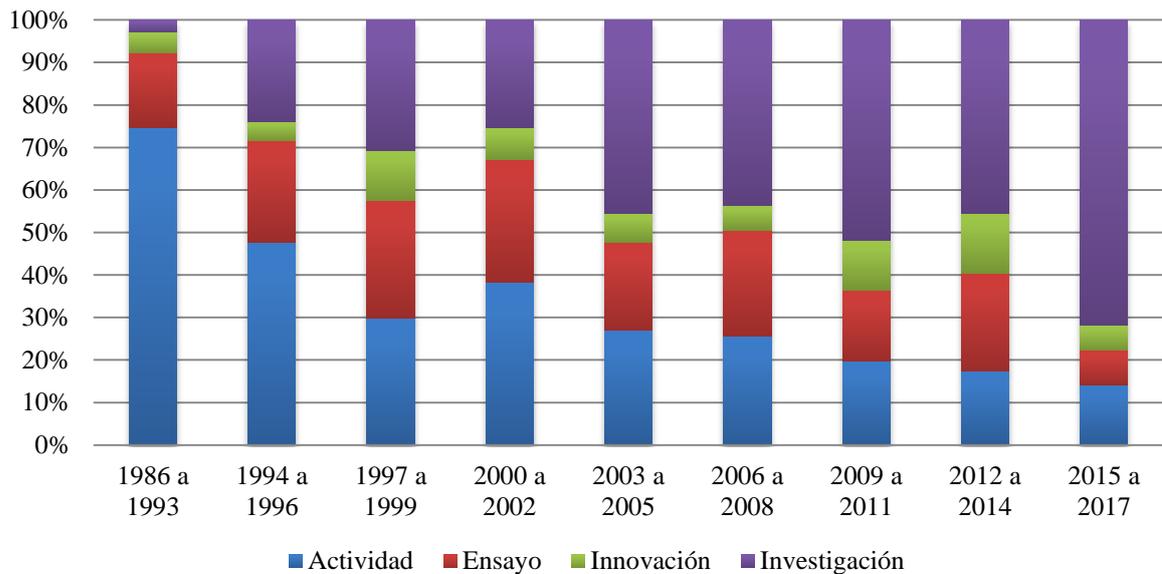


Figura 6 - Comportamiento de la variable enfoque
Fuente: elaborada por los autores

5.2.2 Matemáticas escolares

En la producción documental asociada a la educación media, el porcentaje de trabajos relacionados con geometría se mantuvo por encima de otros temas. Solo entre 1994 y 1999, estuvo por debajo del 25%. Entre 1994 y 2014, la producción de documentos que tratan álgebra estuvo entre el 20% y el 30%. En dos periodos de tiempo ([1986, 1993] y [2015, 2017]), estuvo cerca al 15% y nunca fue menor del 13%. Aunque el porcentaje de producción de documentos de cálculo no tuvo un comportamiento regular, encontramos una tendencia a aumentar. Caso contrario ocurre con el tema medida, cuyo porcentaje de producción decreció desde 1986 hasta 2017. El tema números fue tratado en menos del 10% de la documentación en los años 2003 a 2005 y 2012 a 2017.

5.2.3 Currículo

En la variable currículo, identificamos algunos temas que mostraron un crecimiento en

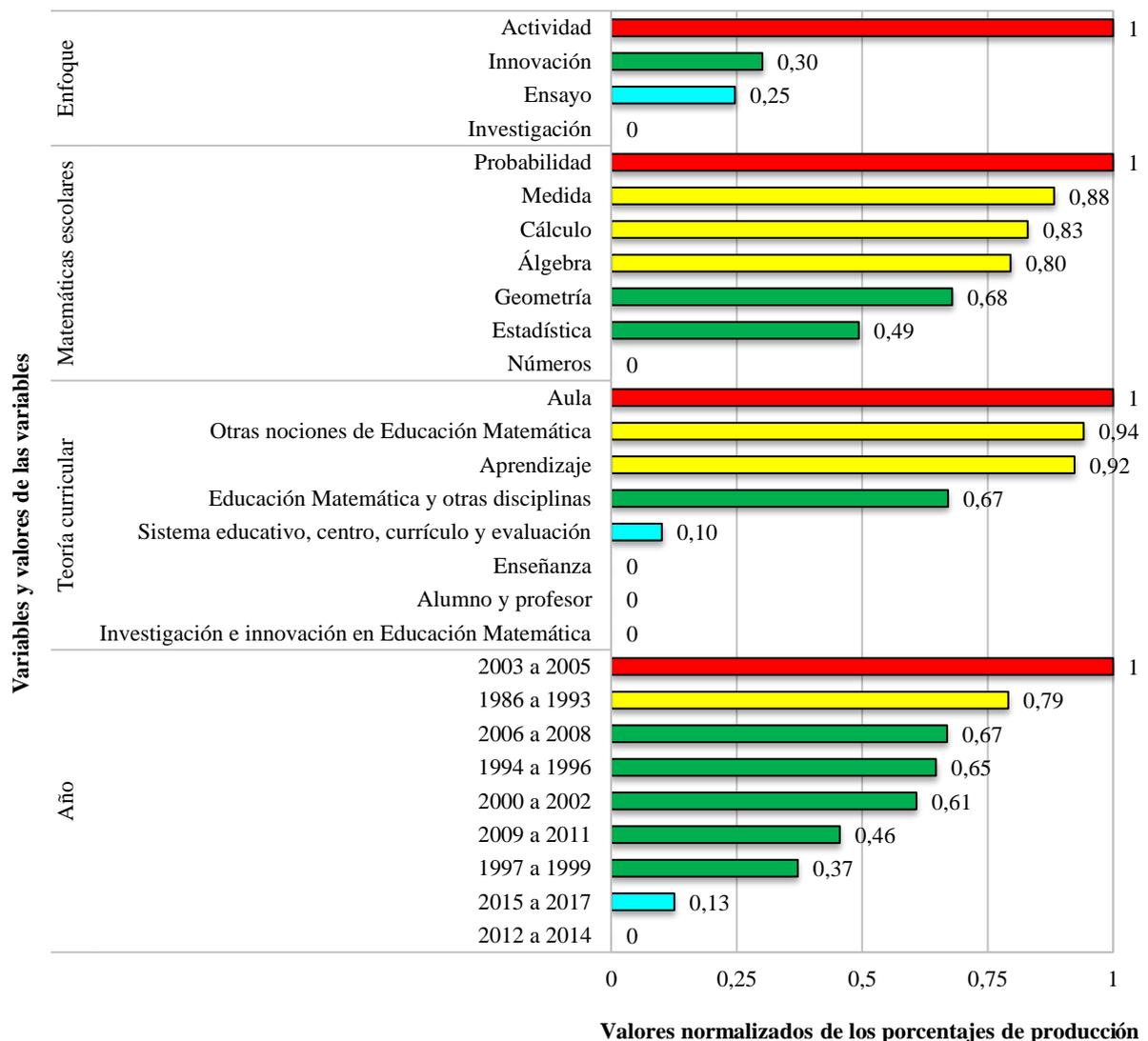
la producción documental que aborda la educación media desde 2003: aprendizaje, investigación e innovación en Educación Matemática y la unión de alumno y profesor. En el intervalo [1997, 1999], los valores investigación e innovación en Educación Matemática y sistema educativo, centro educativo, currículo y evaluación tuvieron su mayor porcentaje. La producción de documentos asociados al tema denominado Educación Matemática y otras disciplinas tuvo un comportamiento decreciente a partir del año 2003. Las proporciones en las que se trataron las cuestiones enseñanza y otras nociones de Educación Matemática no tuvieron mayores variaciones desde 1986 hasta 2017.

5.3 Distinción de la educación media respecto a los otros niveles educativos

En este apartado, identificamos los valores de las variables en los que la educación media se distingue de los demás niveles educativos de acuerdo con el porcentaje de producción de documentos. Realizamos el análisis de la producción documental que es específica en educación media. Cruzamos las variables enfoque, matemáticas escolares, currículo y año con la variable nivel educativo, e hicimos el proceso de normalización que explicamos en la sección de método.

De este modo, presentamos los valores de las variables en los que la educación media se distingue de los otros niveles educativos por tener el mayor, el menor, uno de los mayores o uno de los menores porcentajes de producción de documentos, como mostramos en la Figura 7. Empleamos la relación color, nivel de producción e intervalos que mostramos en la Tabla 5. Recordamos que el valor normalizado 0 (cero) no está asociado a un 0% de producción sobre el valor de una variable, sino que representa el valor con menor porcentaje de producción.

Encontramos que la documentación específica de educación media se destaca entre los otros niveles educativos por tener el menor porcentaje de publicación de investigaciones, un porcentaje de publicación de ensayos que está entre los menores y el mayor nivel de producción de actividades. Como se observa en la Figura 7, para la variable matemáticas escolares, la educación media se distingue de los otros niveles en los valores probabilidad (mayor producción), cálculo, medida y álgebra (entre los mayores porcentajes de producción) y números (menor producción).



Valores normalizados de los porcentajes de producción

Figura 7 - Niveles de producción documental en educación media en comparación con otros niveles educativos
Fuente: elaborada por los autores.

Como resultado de la comparación de los porcentajes de producción entre los diferentes niveles educativos en la variable currículo, concluimos que la educación media se distingue de los otros niveles por tener el mayor porcentaje de documentos relacionados con aula y uno de los mayores porcentajes de producción en temas de aprendizaje y otras nociones de Educación Matemática. También, se distingue por tener el menor porcentaje en temas de enseñanza, investigación e innovación en Educación Matemática, y alumno y profesor. El valor que reúne los temas sistema educativo, centro educativo, currículo y evaluación tiene uno de los menores porcentajes.

Finalmente, identificamos que los intervalos de años en los que la producción en educación media se distingue de los otros niveles educativos son los siguientes: [2003, 2005] (mayor porcentaje), [1986, 1993] (entre los mayores porcentajes), [2012, 2014] (menor porcentaje) y [2015, 2017] (entre los menores porcentajes).

6 Conclusiones

Para analizar la producción documental asociada a educación media, realizamos un muestreo no probabilístico de documentos de acceso abierto producidos por la comunidad de habla hispana en Educación Matemática e hicimos el análisis de su contenido desde una aproximación semántica.

Encontramos que, en su mayoría, los documentos relacionados con educación media y todos los niveles educativos están asociados con investigaciones y hay un bajo porcentaje de trabajos que aborda diseños curriculares de actividades o cursos. La naturaleza de las fuentes de información puede explicar estos resultados, pues trabajamos, por ejemplo, con un número considerable de memorias eventos en Educación Matemática y de artículos publicados en revistas cuyo interés principal está en la investigación (p. ej., el simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática y la Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa – RELIME).

Los documentos que tratan cuestiones de educación media se centran en geometría y álgebra; específicamente en trigonometría y funciones. El énfasis en geometría puede estar relacionado con que hay una fuente de información que es específica a este tema: el Encuentro de Geometría y sus Aplicaciones.

La categoría otras nociones de Educación Matemática, que se destaca en la variable currículo, trata con mayor énfasis sistemas de representación y resolución de problemas. Los otros temas asociados al currículo que sobresalen son aprendizaje, aula y enseñanza. Estos resultados ponen de manifiesto que el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas, la resolución de problemas, el uso de recursos tecnológicos en las prácticas de aula y la formación de profesores son temas de atención en la comunidad de habla hispana en Educación Matemática en relación con la educación media.

Los procedimientos de normalización y cruces de variables nos permitieron establecer los valores de las variables en los que la producción documental en educación media se distingue de los otros niveles educativos por tener el mayor, uno de los mayores, uno de los menores o el menor porcentaje de publicación. Al respecto, vemos que, en este nivel educativo, se produjo la mayor cantidad de actividades de clase.

En cuanto a los temas de las matemáticas escolares, el tema más tratado fue probabilidad. Este resultado puede ser consecuencia de que el Encuentro Colombiano de Educación Estocástica es una de las fuentes de información de este estudio.

En la educación media, también constatamos el interés, por parte de investigadores y

educadores matemáticos, por abordar los temas de cálculo, medida y álgebra, todos estos asociados a trigonometría y álgebra de funciones. Las cuestiones relacionadas con aula fueron tratadas, en mayor medida, en la educación media, en comparación con los otros niveles educativos. Entre los aspectos de interés sobre cuestiones relacionadas con el aula, se destaca el uso de recursos didácticos, específicamente, de recursos informáticos.

El intervalo de tiempo en el que se han publicado más documentos de educación media que de otros niveles es [2003, 2005]. Esta situación puede estar relacionada con el hecho de que, especialmente en el año 2003, se desarrollaron varios eventos que generaron gran cantidad de publicaciones.

El estudio que presentamos se destaca de otros estudios documentales realizados en Educación Matemática porque posibilita la identificación de patrones de producción de la disciplina asociados al contenido de la documentación, más allá de indicar quiénes producen para establecer redes de colaboración. En este trabajo, profundizamos en el contenido de los documentos. Determinamos qué temas de las matemáticas escolares y del currículo se tratan en educación media de acuerdo con los fenómenos y problemas que se abordan en los documentos, y proporcionamos información relacionada con la población que se estudia y los años de publicación.

Si bien los resultados se enfocaron en los valores de las variables en los que la educación media se destaca por tener porcentajes altos de publicación en comparación con los otros niveles educativos, identificamos algunos temas de la teoría curricular que se han tratado en menor medida. Estos temas son enseñanza, alumno y profesor. Consideramos valioso que la comunidad en Educación Matemática los vea como oportunidades de trabajo.

Una de las limitaciones de este estudio es que parte de una muestra por conveniencia, por lo que no podríamos asegurar la representatividad de los resultados para la población de toda la publicación documental de la comunidad iberoamericana de Educación Matemática de habla hispana. No obstante, consideramos que los resultados son representativos de aquellos encuentros, revistas e investigadores, reconocidos y con impacto regional e internacional, que están dispuestos a dar libre acceso a sus publicaciones. Como una oportunidad para futuras investigaciones, consideramos valioso realizar el mismo estudio con una muestra que sea representativa de toda la producción de la comunidad iberoamericana.

Reconocemos la posibilidad de realizar análisis complementarios que permitan explicar algunos de los resultados obtenidos, como describimos a continuación. Proponemos un modelo sistemático para el análisis comparativo de variables categóricas que permite establecer valores de las variables en los cuales un nivel educativo se distingue de los otros. Este tipo de análisis

se puede realizar con valores más específicos de las variables de este estudio y hacer otros cruces entre ellas. Por ejemplo, en la variable currículo, es posible analizar subvalores asociados al valor aula como gestión del aula, recursos didácticos y relaciones interpersonales. A su vez, el valor otras nociones de Educación Matemática, se puede estudiar con los subvalores evolución histórica de conceptos, fenomenología didáctica, fines, resolución de problemas y sistemas de representación.

Con los procedimientos empleados en este estudio, que permitieron distinguir un nivel educativo de los otros, es viable establecer el nivel de producción en Educación Matemática de temas específicos de las matemáticas escolares o de la teoría curricular y relacionarlos con las otras variables. Por ejemplo, si es de interés analizar la producción en un tema como geometría, se puede definir una variable denominada tema cuyos valores sean formas geométricas, geometría analítica, geometría en tres dimensiones, geometría euclídea, geometría vectorial, relaciones geométricas, teoremas, topología básica, transformaciones geométricas y trigonometría. De este modo, es posible realizar cruces de variables y procedimientos de normalización para establecer el comportamiento de cada valor de la variable tema de geometría en los valores de las variables enfoque, nivel educativo y currículo (CASTRO; GÓMEZ; CAÑADAS, sometido 2017).

Las características de las fuentes de información permiten hacer otras indagaciones bibliométricas a partir de índices de citación y autoría. Adicionalmente, el análisis del contenido de la producción documental en Educación Matemática es una oportunidad para comparar diferentes fuentes de información (revistas, eventos, avances de investigación, etc.) por país o año, y profundizar en el reconocimiento de los patrones de productividad científica de esta disciplina.

Este estudio, además de proporcionar información que permite caracterizar la producción documental de acceso abierto en la comunidad de Educación Matemática de habla hispana para la educación media, hace un aporte a la comunidad de investigadores en relación con el análisis del contenido de la producción bibliográfica en Educación Matemática, en general, y su aproximación a este a partir de descriptores específicos de la disciplina: proporciona información sobre sus focos de interés en periodos de tiempo específicos.

Agradecimientos

Este estudio se realizó con el apoyo del Fondo Francisco José de Caldas (Colciencias, Colombia), en el marco del programa de investigación 54242 —convocatoria 731 de 2015—.

Referencias

BRACHO, R. **Visualización de la investigación en Educación Matemática en España**. Análisis bibliométrico y conceptual de la producción de artículos científicos (2003-2008). Didáctica de la Matemática, Universidad de Córdoba, Córdoba, 2010.

BRACHO, R., et al. Tendencias Temáticas de la Investigación en Educación Matemática en España. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, Brasil, v.28, p. 1077-1094, 2014.

BRACHO-LÓPEZ, R., et al. La investigación en Educación Matemática a través de las publicaciones científicas españolas. **Revista española de Documentación Científica**, España, v.35, n.2, p. 262-280, 2012.

CALLON, M.; COURTIAL, J. P.; PENAN, H. C. **Cienciometría**. El estudio cuantitativo de la actividad científica: de la bibliometría a la vigilancia tecnológica. Gijón, España: Ediciones TREA, 1995

CASTRO, P.; GÓMEZ, P.; CAÑADAS, M. C. Caracterización del Encuentro de geometría y sus aplicaciones de Colombia: un estudio bibliométrico descriptivo. **Biblios**, Estados Unidos, sometido, 2017.

COLLE, R. ANATEX: Software de análisis de concurrencias. **Esc. de Periodismo PUC y Secico**, Santiago, Chile, 1988.

FERNÁNDEZ-CANO, A.; BUENO-SÁNCHEZ, A. Síntesis de estudios bibliométricos españoles en educación. Una dimensión evaluativa. **Revista española de documentación científica**, España, v. 21, n. 3, p. 269 - 285, 1998.

FIZ KALRUHE. **MathEduc Database**, Alemania, 2010. Disponible en: <<http://www.zentralblatt-math.org/matheduc/classification/>>. Acceso: 5 sep. 2016.

GÓMEZ, P.; CAÑADAS, M. C. Development of a taxonomy for key terms in mathematics education and its use in a digital repository. **Library Philosophy and Practice (e-journal)**, Estados Unidos, 2013. Disponible en: <<http://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/903/>>. Acceso: 15 feb. 2017.

GÓMEZ, P., et al. Análisis temático de la investigación en Educación Matemática en España a través de los simposios de la SEIEM. En: M. Marín, G. Fernández, et al (Ed.). **Investigación en Educación Matemática XV**. Ciudad Real: SEIEM, 2011. p. 371 - 382.

GROOTENBOER, P.; ZEVENBERGEN, R.; CHINNAPPAN, M. (Ed.). Identities, cultures and learning spaces. En: ANNUAL CONFERENCE OF THE MATHEMATICS EDUCATION RESEARCH GROUP OF AUSTRALASIA, 29, 2006, Camberra, Australia. **Actas... Adelaide SA: MERGA**, v. 2, 2006. p. 612 - 615.

JIMÉNEZ, N., et al. Producción científica internacional en Educación Matemática en SSCI y SCOPUS (1980-2009): Construcción de descriptores. In: J. L. Lupiáñez, M. C. Cañadas, et al (Ed.). **Investigaciones en Pensamiento Numérico y Algebraico e Historia de la Matemática y Educación Matemática - 2011**. Granada: Dpto. Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada, 2011. Producción científica internacional en Educación Matemática en SSCI y SCOPUS (1980-2009): Construcción de descriptores, p. 325-335.

JIMÉNEZ-FANJUL, N.; MAZ-MACHADOR, A.; BRACHO-LÓPEZ, R. Quiénes son y qué citan los autores españoles de educación matemática en el Social Science Citation Index. **Epsilon**, España, v. 30, n. 3, p. 55-68, 2013.

KERLINGER, F. N.; LEE, H. B. **Investigación del comportamiento**. México: McGraw-Hill, 2002

MAYRING, P. Qualitative content analysis: theoretical background and procedures. En: A. Bikner-Ahsbals, C. Knipping et al (Ed.). **Approaches to qualitative research in mathematics education. Examples of methodology and methods**. Dordrecht, Holanda: Springer, 2015. Qualitative content analysis: theoretical background and procedures, p. 365-380.

MAZ, A., et al. Los Simposios de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática: Una revisión bibliométrica. In **Investigación en educación matemática XIII**: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM, 2009. p. 323-332.

MAZ-MACHADO, A., et al. La investigación en Educación Matemática en España: los simposios de la SEIEM. **PNA**, España, v. 5, n. 4, p. 163-185, 2011.

MAZ-MACHADO, A., et al. Redes académicas generadas por las tesis doctorales de educación matemática en España. **Revista de Investigación Educativa**, España, v. 30, n. 2, p. 271-286, 2012.

MULLIS, I. V. S., et al. **TIMSS 2007 Assessment Frameworks**. Chestnut Hill, Estados Unidos: Boston College, 2005

ORTIZ, J. J. La educación estadística en los Simposios de la SEIEM (1997-2009). In **Investigación en Educación Matemática XIV**: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM, 2010. p. 475-486.

RICO, L., Ed. Bases teóricas del currículo de matemáticas en educación secundaria. Madrid, España: Síntesis, 1997

SIERPINSKA, A.; KILPATRICK, J. **Mathematics education as a research domain**: A search for identity. Dordrecht: Kluwer, 1998

SPARROW, L.; KISSANEC, B.; HURST, C., Ed. Shaping the future of mathematics education. Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, 33. Adelaide SA: MERGA, 2010

TATTO, T., et al. **IEA teacher education study in mathematics (TEDS-M)**. Conceptual framework. East Lansing, Estados Unidos: Teacher Education and Development International Study Center, College of Education, Michigan State University, 2006

TORRALBO, M., *et al.* Tesis doctorales españolas en Educación Matemática. **Enseñanza de las Ciencias**, España, v. 21, n. 2, p. 295-305, 2003.

VALLEJO RUIZ, M. **Estudio longitudinal de la producción española de tesis doctorales en Educación Matemática (1975-2002)**. Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada, Granada, 2005.

VERDEJO, M. J. **Análisis de los estudios métricos de la información publicados en revistas españolas de documentación (2005-2009)**. (Grado). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2011.

**Submetido em 25 de Junho de 2018.
Aprovado em 21 de Janeiro de 2019.**