
LA COMUNIDAD COLOMBIANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA: DIVERSIDAD Y EVOLUCIÓN

THE COLOMBIAN MATHEMATICS EDUCATION COMMUNITY: DIVERSITY AND EVOLUTION

Paola Castro Pedro Gómez***

Resumen: en este documento se presentan los resultados de la caracterización de la comunidad colombiana de Educación Matemática en términos de la diversidad y evolución de su documentación. Se analizaron 3252 documentos de acceso abierto, producidos por la comunidad entre 1983 y 2016. Los documentos se clasificaron de acuerdo con el tipo de trabajo que abordan (ensayo, investigación o innovación). Se establecieron las características de la evolución de la comunidad en términos del comportamiento diacrónico de los tipos de trabajos, el comportamiento de la cantidad total de documentos publicados por año, los focos temáticos de la comunidad —en términos del nivel educativo, nociones pedagógicas y contenido matemático— y el comportamiento de las proporciones en las que la comunidad trata los focos temáticos. Los resultados ponen de manifiesto una relación permanente entre la investigación y la innovación. La cantidad de documentos producidos en el tiempo, en ambos casos, tiene un crecimiento exponencial. La proporción de investigaciones tiende a aumentar, mientras que la de ensayos disminuye. La proporción de innovaciones es permanente en el tiempo. El crecimiento de la cantidad de documentos publicados por año evidencia que la Educación Matemática en Colombia se consolida como un frente de estudio. Los focos de interés que caracterizan la comunidad corresponden a los niveles educativos pregrado, media, secundaria y primaria; las nociones pedagógicas aprendizaje, aula y enseñanza; y los temas de matemáticas geometría, álgebra y números. Se evidencia cómo en la comunidad colombiana de Educación Matemática, tanto la investigación como la innovación educativa cobran un papel fundamental en el desarrollo de la disciplina.

Palabras clave: comunidad, documentación, Educación Matemática, innovación, investigación.

* Licenciada en Matemáticas, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Magister en Educación —concentración en Educación Matemática—; candidata a Doctora en Educación, Universidad de los Andes, Colombia. Universidad de los Andes, Colombia. E-mail: dp.castro116@uniandes.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3333-2461>

** Matemático e Ingeniero Industrial, Universidad de los Andes, Colombia. Doctor en Matemáticas —especialidad Didáctica de la Matemática—, Universidad de Granada, España; Máster of Arts en Economía, University of Kent at Canterbury, Inglaterra; Máster of Science en Lógica y Método Científico, the London School of Economics, Inglaterra. Universidad de los Andes, Colombia. E-mail: argeifontes@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9929-4675>

Abstract: in this document results of the characterization of the Colombian community of Mathematics Education in terms of the diversity and evolution of its documentation are presented. The analysis of 3252 open access documents, produced by the community between 1983 and 2016 are presented. The documents are classified according to the type of work they develop (research, essay or innovation). The characteristics are established of the evolution of the community in terms of the diachronic behavior of the types of work, the behavior of the total number of documents published per year, the thematic focuses of the community —about educational level, pedagogical notions and mathematical content— and the behavior of the proportions in which the community studies its thematic focuses. The results show a permanent relationship between research and innovation. The number of documents produced over time in both cases has exponential growth. The proportion of research documents tends to increase, while the proportion of essays decreases. The proportion of innovations is permanent over time. The growth in the number of documents published per year shows that Mathematics Education in Colombia has consolidated as a study front. The focuses of interest that characterize the community correspond to the degree of university, middle, secondary and primary, the pedagogical notions of learning, classroom, teaching, and the topics of geometry, algebra and numbers. We see how in the Colombian community of Mathematics Education, both research and educational innovation play a fundamental role in the development of the discipline.

Key Words: community, documentation, Mathematics Education, innovation, research.

1. Introducción

Puede afirmarse que la Educación Matemática se ha consolidado como disciplina científica en Colombia, en tanto es investigada y enseñada, tiene publicaciones académicas específicas y se desarrollan encuentros de carácter internacional, nacional y regional en torno a ella. Se percibe un crecimiento importante de la producción documental en esta disciplina como resultado de la consolidación de una comunidad de investigadores y educadores matemáticos. Por tanto, resulta relevante hacer un balance de esta producción respecto a sus focos de interés.

En la actualidad, se han realizado estudios relacionados con la investigación y su papel en la práctica pedagógica, [1]. Otros trabajos dan cuenta de la evolución de la disciplina de acuerdo con hechos históricos que marcan el desarrollo de la comunidad, [2-4]. En lo que respecta al análisis de la documentación, se han realizado algunos estudios relacionados con las memorias del Encuentro Colombiano de Matemática Educativa, [por ejemplo, 5, 6, 7], pero no se identifican resultados que den cuenta del comportamiento de la globalidad de la producción ni de los énfasis de trabajo de la comunidad. Es importante analizar la diversidad de trabajos que surgen respecto a la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Al respecto, la documentación de acceso abierto se convierte en una posibilidad de acercarse a diferentes tipos de documentos, tanto de investigación como de innovación curricular.

En este estudio, se caracteriza aquí la comunidad colombiana de Educación Matemática en términos de la diversidad y evolución de su documentación producida entre 1983 y 2016. Establecemos el comportamiento diacrónico de la producción y los focos temáticos de interés de la comunidad.

2. Marco teórico

En una disciplina que surge desde y para la práctica, como las disciplinas educativas, se deben vincular la innovación y la investigación —vistas como la práctica pedagógica y la generación de conocimiento, respectivamente—. Resulta indispensable la colaboración entre la investigación y la enseñanza, [8]. Si bien los investigadores producen conocimiento mediante la realización de estudios en los que incorporan saberes y cuestionamientos provenientes de la práctica, los profesores son profesionales que generan un saber desde la acción y la reflexión. El conocimiento que proviene de la investigación y el que se deriva de la práctica deberían articularse, dialogar entre sí y apoyarse recíprocamente, [9].

Desde un enfoque sociológico, la Educación Matemática es una disciplina que está consolidada en y por una comunidad, académica y de práctica, que tiene espacios propios de comunicación y difusión del conocimiento. Los sistemas de conocimiento en la disciplina evolucionan de acuerdo con las prácticas de la comunidad, [10]. En la comunidad de Educación Matemática, se emplean diversos medios de divulgación de sus hallazgos, [11]. La comunidad produce artículos y libros que resultan de investigaciones, pero también produce documentación que surge de reflexiones y posturas teóricas, o de innovaciones curriculares. Por lo tanto, caracterizar su evolución y avances, a partir de la documentación que produce, requiere atender a la diversidad de sus trabajos, a sus intereses y a sus focos temáticos.

2.1. Tipos de trabajos en una disciplina

Se clasifica la documentación producida por la comunidad de acuerdo con tres tipos de trabajos que hacen referencia a su propósito [12]: ensayo, investigación e innovación. El ensayo es el trabajo que presenta una opinión o postura y que no requiere procesos sistemáticos de justificación. En un ensayo, el autor expone ideas y opiniones sin que utilice puntualmente una metodología científica, [13]. Una investigación es aquel trabajo que surge de un proceso sistemático de indagación, cuya metodología es clara y da cuenta de coherencia. Una investigación puede ser una contribución empírica o teórica al conocimiento. La investigación corresponde a un proceso de sistemático que lleva al descubrimiento del conocimiento, [14, 15]. Una innovación es un trabajo que expone un diseño curricular de una actividad o curso, y que da cuenta del uso del conocimiento disciplinar (pedagógico, didáctico, contenido). Los resultados de la innovación educativa aportan de manera empírica al desarrollo de las teorías y de las prácticas en la disciplina, [15].

2.2. Estudio de la ciencia

La cienciometría, denominada la ciencia de la ciencia, permite cuantificar actividades científicas en una disciplina [16] y posibilita la evaluación del desarrollo de la producción científica de una comunidad [17], al ofrecer una visión panorámica y cuantificada en un contexto, un tiempo y un campo científico, [18]. Entre las unidades de análisis que emplea la cienciometría para el estudio de una disciplina, se destaca el estudio de las publicaciones. Los artículos de investigación son la materia prima principal; sin embargo, otros documentos merecen ser investigados, [19]. En ese sentido, pueden incluirse como fuente de información otros documentos como comunicaciones, actas de congresos, trabajos de grado, tesis y documentos de trabajo.

Las leyes cienciométricas actúan como criterios normativos que describen el comportamiento de los procesos de producción científica, [20]. Estas leyes permiten identificar comportamientos regulares en el tiempo en relación con la producción y el consumo de la información científica. La evolución de cada disciplina se da en tres etapas: precursores, crecimiento exponencial y crecimiento lineal. En la etapa de precursores, se generan las primeras publicaciones de la disciplina; en la etapa de crecimiento exponencial, la disciplina se convierte en un frente de estudio; y, en la etapa de crecimiento lineal, el crecimiento de la producción se desacelera, [21]. La ley de crecimiento exponencial se concibe como una regla fundamental para cualquier análisis de la ciencia, [22].

2.3. Términos específicos en Educación Matemática

Para determinar los focos temáticos de la comunidad objeto de estudio, seleccionamos la taxonomía de términos clave, específica a la Educación Matemática, propuesta por Gómez y Cañadas, [12]. Esta taxonomía se basa en la organización de la base de datos *MathEduc* [23] y proporciona una estructura jerárquica de términos clave constituida por categorías.

2.3.1. Nivel educativo

La categoría denominada nivel educativo se centra en el tipo de formación a los que hace referencia el documento. Los términos clave incluidos en la categoría son educación infantil (0 a 6 años), educación primaria (7 a 12 años), educación secundaria (13 a 16 años), educación media (17 y 18 años), título de grado universitario, estudios de posgrado, formación profesional, educación de adultos, todos los niveles educativos, otro nivel educativo y ningún nivel educativo.

2.3.2. Temas de teoría curricular

Los autores presentan una categoría que está basada en un marco conceptual específico a la Educación Matemática y en un enfoque curricular que aborda cuatro cuestiones: el conocimiento, el aprendizaje, los métodos de enseñanza y la valoración de los aprendizajes, [24]. A partir de la teoría, se proponen los siguientes términos clave: sistema educativo, centro educativo, aula, alumno, profesor, aprendizaje, enseñanza, evaluación y currículo. Los autores incluyen otros términos clave

en esta categoría: otras nociones en Educación Matemática, Educación Matemática y otras disciplinas, e investigación e innovación en Educación Matemática. Dada la diversidad de los términos incluidos en la categoría de teoría curricular, nos referimos a ellos como nociones pedagógicas en lo que sigue del documento.

2.3.3. Temas de matemáticas

Los autores diferencian las matemáticas escolares de las matemáticas superiores. La categoría de matemáticas escolares incluye los términos clave cálculo, estadística, geometría, medida, números, probabilidad, álgebra y otros temas de matemáticas escolares. La categoría de matemáticas superiores incluye los términos álgebra, análisis, combinatoria, cálculo, ecuaciones diferenciales, estadística, geometría, lógica matemática, matemática discreta, probabilidad, teoría de conjuntos, teoría de grafos, teoría de la medida, teoría de números, topología y otros temas de matemáticas superiores. Consideramos que estos términos se pueden agrupar de acuerdo con el contenido matemático global, sin diferenciarlos por nivel educativo.

Con base en la taxonomía que presentamos previamente, analizamos el contenido de la documentación producida por la comunidad colombiana de Educación Matemática en términos de los niveles educativos, las nociones pedagógicas y el contenido matemático que abordan.

3. Objetivos

El objetivo de este trabajo es caracterizar la comunidad colombiana de Educación Matemática en términos de la diversidad y evolución de su documentación. Los siguientes son los objetivos específicos:

- Establecer el comportamiento diacrónico de la cantidad y la proporción de documentos de ensayo, investigación e innovación producidos por la comunidad.
- Identificar el modelo al que se ajusta el comportamiento de la cantidad total de documentos publicados por año.
- Establecer los focos temáticos de la comunidad, en términos del nivel educativo, las nociones pedagógicas y el contenido matemático que se trata en la documentación, y su comportamiento en el tiempo.

4. Método

El análisis cuantitativo de una disciplina se realiza a partir de su documentación en un estudio documental ex post facto.

4.1 Fuentes de información

Se toma como población del estudio la producción documental digital de acceso abierto de la comunidad colombiana de Educación Matemática 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. La muestra corresponde a 3252 documentos publicados entre 1983 y 2016.

Los documentos que fueron analizados corresponden a memorias de 17 eventos de docentes e investigadores liderados por agremiaciones que difundieron su documentación de manera abierta. Algunos de estos eventos son el Encuentro Colombiano de Matemática Educativa, el Encuentro de Geometría y sus Aplicaciones de Colombia, el Encuentro Nacional de Educación Matemática y Estadística, y el Coloquio Regional de Matemáticas y Simposio de Estadística. Así mismo, tomamos artículos de 24 revistas editadas en Colombia que han publicado trabajos de investigación e innovación curricular en Educación Matemática. De estas revistas, cuatro son específicas en la disciplina (Revista EMA, Revista Ejes, Revista Latinoamericana de Etnomatemática y Revista Colombiana de Matemática Educativa). Accedimos a trabajos de grado de licenciatura y tesis de posgrados (especialización, maestría y doctorado) en Educación Matemática difundidos en repositorios institucionales de 12 universidades públicas y privadas. Otros documentos corresponden a libros, capítulos de libros y 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 que no fueron publicados en revistas del país.

El muestreo no es probabilístico, sin embargo respaldamos la representatividad de la muestra debido a la diversidad de los documentos que se encuentran en ella y a la cantidad de fuentes consultadas. De las 20 fuentes identificadas, que difunden documentación exclusiva de Educación Matemática en la web, no contamos con las actas de 3 congresos. En la tabla 1, presentamos la cantidad de documentos analizados en este estudio por tipo de fuente y la proporción de la muestra a la que corresponde esta cantidad.

Tipo de documento	Cantidad	Proporción
Contribución a actas de eventos	1343	41,30%
Artículo	738	22,70%
Capítulo de libro editado	443	13,62%
Conferencia, comunicación	221	6,80%
Tesis	214	6,58%
Licenciatura	202	6,21%
Documento de trabajo	45	1,38%

Libro	41	1,26%
Recursos de enseñanza	5	0,15%

Tabla 1. Distribución de documentos por tipo de fuente. **Fuente:** elaboración propia de los autores.

4.2 Variables

El año de publicación de los documentos es la variable principal del estudio, pues nos permite analizar el comportamiento diacrónico de los tipos de trabajos y de los focos temáticos de la comunidad. Definimos cuatro conjuntos de variables dicotómicas para las siguientes categorías de acuerdo con el marco conceptual del estudio: tipo de trabajo, nivel educativo, nociones pedagógicas y contenido matemático. En la tabla 2, presentamos las variables organizadas por categorías.

Categoría de variables	Variables
Tipo de trabajo	Ensayo, investigación, innovación
Nivel educativo	Preescolar (0 a 6 años), primaria (7 a 12 años), secundaria (13 a 16 años), educación media (17 y 18 años), educación de adultos, formación continua/técnica, pregrado, posgrado, todos los niveles (en general), otro nivel educativo y ningún nivel educativo
Nociones pedagógicas	Sistema educativo, centro educativo, aula, alumno, profesor, aprendizaje, enseñanza, evaluación, gestión curricular, análisis de contenido (historia de los contenidos, sistemas de representación y fenomenología), resolución de problemas, otras disciplinas, metodología de investigación y otras nociones
Contenido matemático	Álgebra, cálculo, estadística y probabilidad, geometría, medida, números, otros temas y todos los temas

Tabla 2. Variables del estudio organizadas por categorías. **Fuente:** elaboración propia de los autores.

4.3 Procedimientos

Se realiza una aproximación semántica a la documentación con el propósito de identificar el tipo de trabajo y los fenómenos y problemas de Educación Matemática que trata cada documento. Codificamos los documentos en términos de las variables dicotómicas que presentamos en la tabla 2. Un documento solo podía ser codificado en una de las variables de la categoría tipo de documento, pero podía ser codificado en una o más variables de las categorías nivel educativo, nociones pedagógicas y contenido matemático. Organizamos los resultados de la codificación en bases de

datos. Establecimos un éxito si el documento está codificado en una variable (p. ej., ensayo, valor 1) y un fracaso, si no lo está (valor 0).

Un equipo de codificadores, con conocimiento en Educación Matemática, registró la información bibliográfica de cada documento y determinó los términos clave que describen su contenido de acuerdo con las variables del estudio. Posteriormente, un revisor, con maestría en Educación Matemática, verificó la validez y precisión de la codificación de cada documento. Por último, un segundo revisor, doctor en Educación Matemática, revisó aleatoriamente el trabajo realizado por el revisor de primer nivel de la codificación.

Luego de organizar los resultados de la codificación, realizamos procedimientos estadísticos que nos permitieron satisfacer los objetivos del estudio. En primer lugar, determinamos la distribución porcentual de documentos de ensayo, investigación e innovación que fue producida por la comunidad entre 1983 y 2016. Con una prueba de bondad de ajuste, identificamos si la producción de los tres tipos de trabajos distribuye de manera uniforme. Para confirmar si el comportamiento en el tiempo de la proporción de los trabajos de ensayo, investigación e innovación evidencia o no alguna tendencia, analizamos cada serie temporal. Realizamos la prueba de Phillips-Perron (**PP**) para rechazar o no la hipótesis nula de que cada serie no es estacionaria en media.

Con el propósito de establecer el comportamiento diacrónico de la cantidad de documentos de ensayo, investigación e innovación, empleamos gráficos de líneas e identificamos el modelo que mejor se ajusta a los datos, de acuerdo con el coeficiente de determinación. Usamos este mismo procedimiento para identificar el modelo al que se ajusta el comportamiento de la cantidad total de documentos publicados por año. A partir de esta información, verificamos si la documentación de la comunidad colombiana, en cada tipo de trabajo o de manera conjunta, satisface la ley de crecimiento de la ciencia, [22]. También, verificamos si las etapas evolutivas de la Educación Matemática en Colombia [4] se evidencian en el desarrollo de la documentación la comunidad que configura la disciplina.

Se determinan los focos temáticos de la comunidad en las categorías nivel educativo, nociones pedagógicas y contenido matemático. En cada categoría, hallamos la frecuencia de cada variable. Por ejemplo, identificamos cuántos documentos, de los 3.252 que fueron estudiados, trataron la noción aprendizaje o cuántos documentos trataron el contenido cálculo. Empleamos un diagrama de Pareto que nos presenta, de mayor a menor, la medida en la que se trata cada variable en los documentos y su porcentaje acumulado. Finalmente, realizamos pruebas Phillips-Perron (**PP**) para establecer si, en términos de las variables del estudio, los focos temáticos se comportan o no como series temporales estacionarias.

5. Resultados

Organizamos los resultados en tres secciones, de acuerdo con los objetivos específicos del estudio.

5.1 Comportamiento diacrónico de los documentos organizados por tipo

Los 3252 documentos producidos por la comunidad de Educación Matemática entre 1983 y 2016 no están distribuidos de manera equitativa en términos de su tipo. Existe suficiente evidencia muestral para aseverar que la distribución de documentos de investigación, ensayo e innovación no es uniforme (P -valor = 2,95 E-123). La comunidad difunde más documentación de investigación que de otro tipo (52% de los documentos). El 30% de los documentos corresponde a innovaciones y el 18% a ensayos.

5.1.1 Cantidad de documentos por tipo en el tiempo

Se analiza el comportamiento diacrónico de los trabajos de ensayo, investigación e innovación simultáneamente. Tomando 1996 como el año de inicio para este análisis, pues solo a partir de ese momento la comunidad difundió trabajos de los tres tipos. En la figura 1, se expone el comportamiento diacrónico de la cantidad de documentos que fueron producidos en Colombia entre 1996 y 2016 en cada tipo.

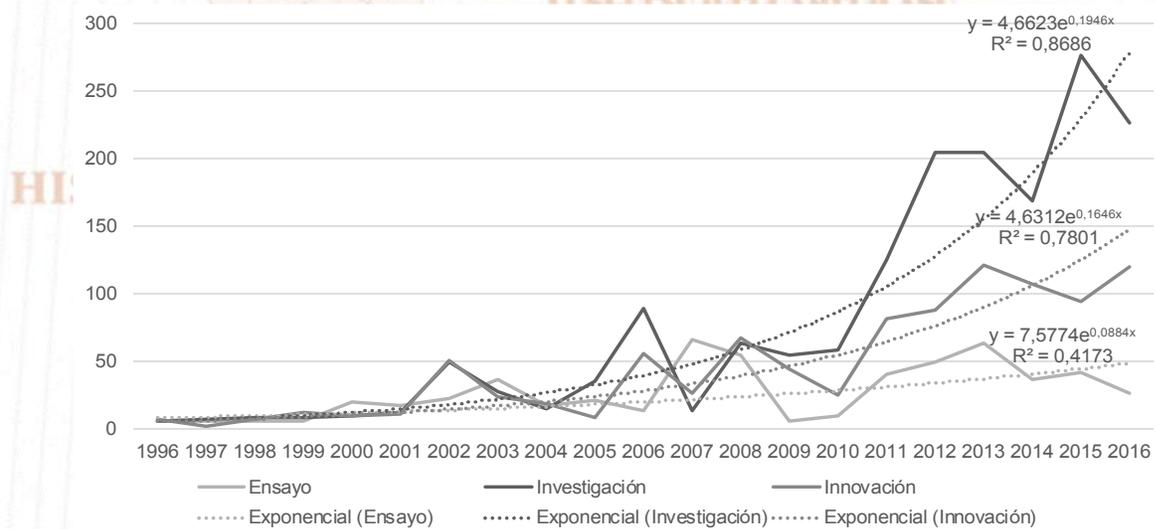


Figura 1. Documentos por tipo de trabajo por año. **Fuente:** elaboración propia de los autores.

El modelo que mejor se ajusta al comportamiento de la documentación en los tres tipos de trabajo es el exponencial. Los coeficientes de determinación muestran que la variación en la cantidad de los trabajos de investigación y de innovación se explica por la variación en el tiempo en un 87% y 78%, respectivamente. La cantidad de documentos de investigación se incrementa en 19 por año y el incremento de documentos de innovación es de 16 por año. La tasa de crecimiento de los documentos de ensayo es la más baja (alrededor de 9 documentos por año).

5.1.2 Porcentaje de documentos por tipo en el tiempo

Con el propósito de verificar si la proporción de documentos de cada tipo por año se mantiene en el tiempo, se analiza el comportamiento de las series temporales correspondientes a cada tipo de trabajo (figura 2).

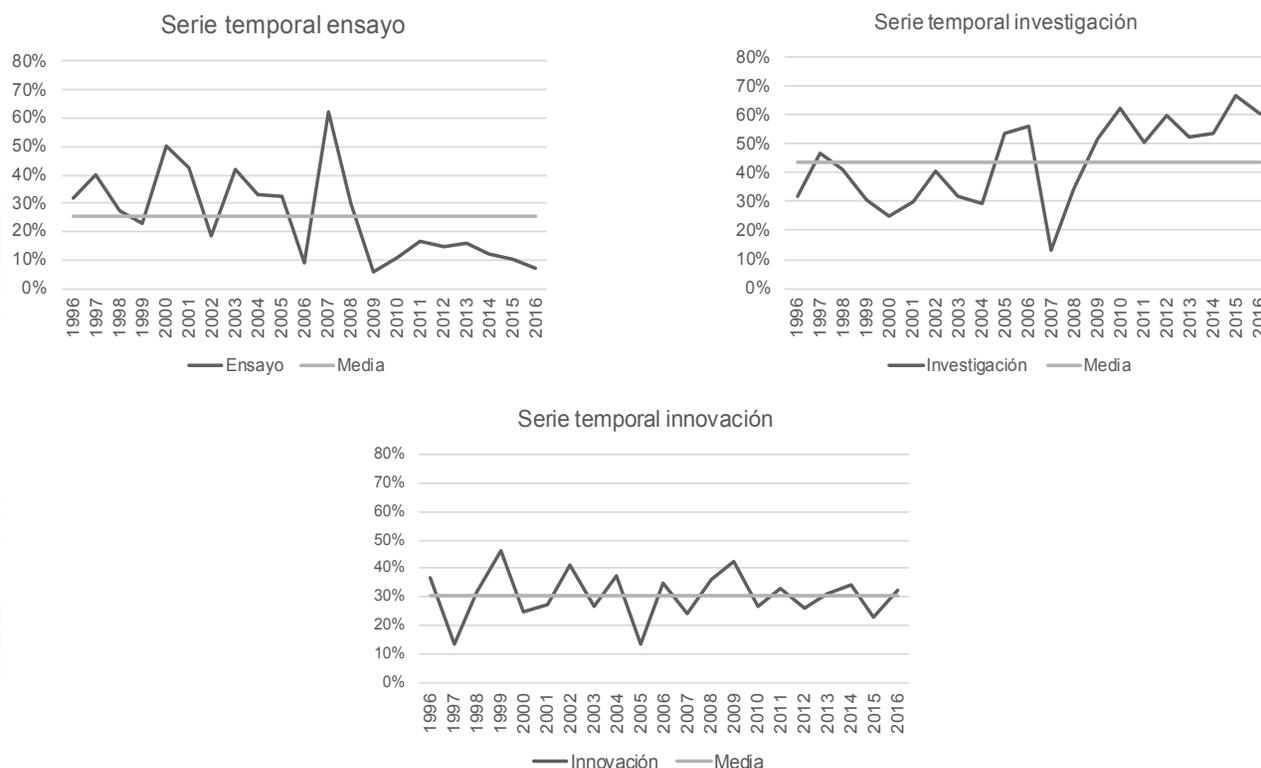


Figura 2. Series temporales de los tipos de trabajo. **Fuente:** elaboración propia de los autores.

La evolución diacrónica de la documentación evidencia que el porcentaje de trabajos de ensayo producido por año tiende a disminuir, mientras que el porcentaje de trabajos de investigación aumenta. Desde 2008, el comportamiento de estos tipos de trabajo sugiere una relación inversamente proporcional entre sus porcentajes. Los resultados ponen de manifiesto que, con el tiempo, la comunidad colombiana de Educación Matemática tiende a formalizar y justificar de manera sistemática sus posturas. Con un nivel de significatividad de 0,01, podemos afirmar que existe suficiente evidencia muestral para afirmar que las series temporales de ensayo e investigación no son estacionarias en media ($P = 0,0171$ y $P = 0,1839$, respectivamente). Además, rechazamos la hipótesis nula de no estacionariedad de la serie temporal de innovación ($P = 0,0000$). Esto implica que la producción de innovaciones se mantiene, en el tiempo, cercana a la media, lo que evidencia su relevancia en la disciplina.

5.2 Comportamiento de la cantidad total de documentos publicados por año

En la figura 3, se representa el total de documentos publicados por año por la comunidad.

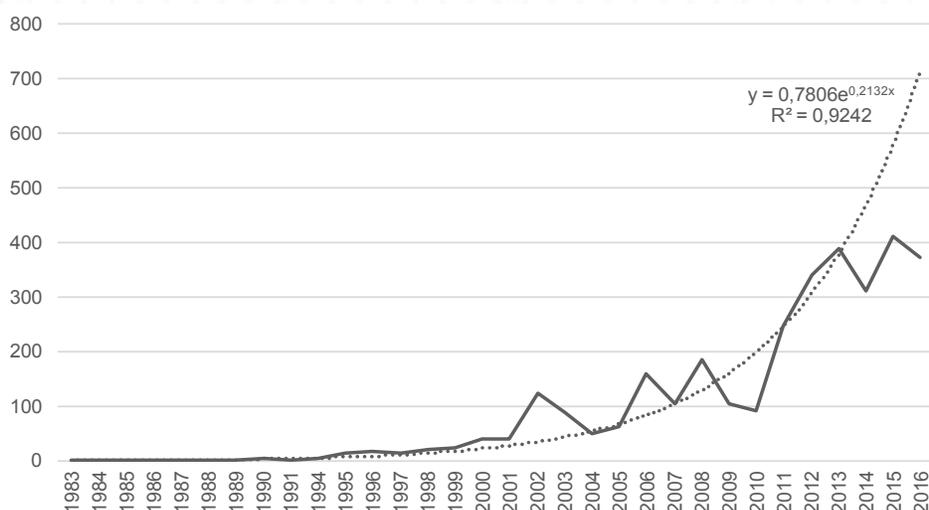


Figura 3. Cantidad total de documentos por año. **Fuente:** elaboración propia de los autores.

Encontramos que la línea de tendencia a la que mejor se ajusta el comportamiento de la documentación en el tiempo es de tipo exponencial. El 92% de la variación de la cantidad de documentos por año se explica por la variación en el tiempo. La tasa de crecimiento del conjunto de la documentación es de 21 documentos por año, de acuerdo con la función que representa la cantidad de documentos.

Entre 1983 y 1995, identificamos un comportamiento que sugiere el desarrollo de la etapa de precursores o de pioneros en la Educación Matemática como disciplina [4, 21]. El comportamiento exponencial del conjunto de la documentación producido por la comunidad ratifica la consolidación de la Educación Matemática como disciplina de estudio en el periodo comprendido entre 1996 y 1999, [22]. El análisis de la documentación confirma que, en este periodo de tiempo, se dio el despegue de la disciplina en Colombia. Este despegue es atribuible al surgimiento de grupos de investigación, agremiaciones, eventos y publicaciones específicas en Educación Matemática; así como al ajuste de programas de formación de pregrado y al inicio de programas de posgrado — especializaciones, maestrías y doctorados—, [4].

Como cuestiones adicionales, se observan algunos descensos en la línea de producción documental en los años 2009, 2010 y 2014. En 2009 y 2010 hubo una reducción importante de contribuciones a eventos. En 2014, la reducción se dio en la cantidad de artículos publicados. Esto se puede explicar debido a que en 2013 una revista no especializada en la disciplina produjo una edición especial exclusiva para Educación Matemática.

5.3 Focos temáticos de la comunidad

En relación con los focos temáticos de la comunidad, vemos que los niveles educativos que más trata la comunidad en su documentación son pregrado, educación media, secundaria y primaria. Encontramos que 983 de los 3252 documentos analizados abordan el nivel pregrado y 956 de la

misma cantidad se centran en educación media. Los niveles menos tratados son educación de adultos, preescolar y posgrado.

En el caso de las nociones didácticas, los intereses principales de la comunidad están en la noción aprendizaje (1583 documentos), aula (1155 documentos) y enseñanza (1076). Las nociones didácticas que menos se tratan son evaluación, currículo y alumno. El análisis del contenido matemático (historia, sistemas de representación y fenomenología) tiene una importancia destacable en la comunidad. Estos resultados complementan y confirman información obtenida de otros estudios sobre la comunidad, en los que se concluyó que la investigación se enfoca en el aprendizaje más que en la enseñanza, [1].

Respecto al contenido matemático, se destaca la cantidad de documentos de la disciplina que abordan cuestiones genéricas, que resultan relacionadas con todos los temas (972 documentos). El contenido de matemáticas con mayor frecuencia es geometría (836 documentos). Le siguen álgebra (614 documentos) y números (552 documentos). La medida es el tema que menos se aborda en la documentación analizada en este estudio (121 documentos). La figura 4 expone el diagrama de Pareto para la categoría de contenido matemático.

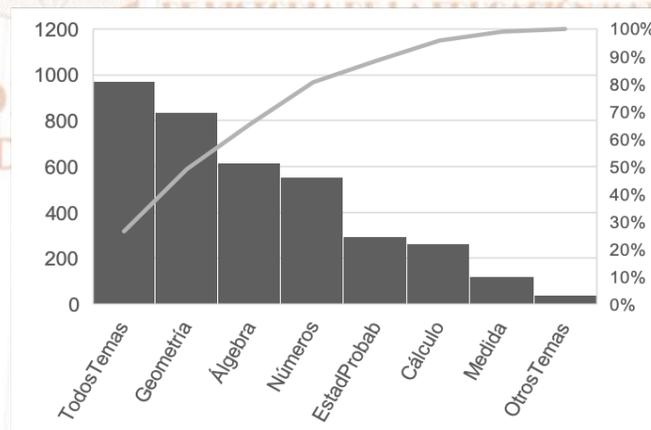


Figura 4. Documentos que tratan el contenido matemático. **Fuente:** elaboración propia de los autores.

5.3.1 Proporciones en las que la comunidad trata sus focos temáticos

Analizamos el comportamiento diacrónico de los focos temáticos de la comunidad de acuerdo con la proporción en la que trata cada variable de las categorías nivel educativo, nociones pedagógicas y contenido matemático. No identificamos grandes variaciones en la medida en la que la comunidad ha tratado las variables en el tiempo. En las tres categorías de variables, los focos temáticos se conservan en el tiempo. A partir de 1995, año en el que finaliza la etapa de precursores, observamos que la distribución porcentual de las variables por año se estabiliza.

En general, las series temporales correspondientes a cada variable, entre 1996 y 2016, no evidencian una tendencia de crecimiento o decrecimiento. Con un nivel de significancia de 0,01, no rechazamos

la hipótesis de no estacionariedad de las series correspondientes a las siguientes variables: secundaria, alumno, otras disciplinas, metodología de investigación, cálculo y todos los temas de matemáticas.

6. Discusión

La caracterización de la comunidad de Educación Matemática en Colombia de acuerdo con la diversidad de la documentación que produce evidencia el interés por formalizar los conocimientos e impactar las prácticas. La generación de ensayos disminuye a medida que la producción de investigaciones aumenta proporcionalmente y el porcentaje de innovaciones se mantiene constante de manera importante. En la comunidad, la cantidad de documentos de investigación y de innovación aumenta en el tiempo de manera exponencial. Podemos afirmar entonces que, de acuerdo con la ley de Price, la disciplina se consolida como frente de estudio en términos de estos dos tipos de trabajo. Identificamos una relación simbiótica en la que el desarrollo de la comunidad académica impulsa el desarrollo de la comunidad de práctica y viceversa. El crecimiento de la disciplina, en términos de la cantidad de documentos de investigación, puede explicarse parcialmente por la formación posgradual en la comunidad (maestrías y doctorados). Los profesores universitarios crean e impulsan el desarrollo de programas de formación de profesores en los que se promueve la reflexión sobre la práctica en el aula y la publicación de estas experiencias.

Algunos estudios señalan que, en lo que respecta a investigación, no hay continuidad en los temas de estudio [4]; sin embargo, los resultados ponen de manifiesto que, desde la diversidad de la documentación de la comunidad, sus focos temáticos se mantienen en el tiempo. Podemos conjeturar que la comunidad tiende a especializarse en sus focos de interés.

7. Conclusiones

El estudio desarrollado identificó características de la comunidad de investigadores e innovadores en Educación Matemática de Colombia a partir de su documentación de acceso abierto. Tuvimos en cuenta diversos tipos de trabajos difundidos en diversas fuentes de información. Con base en una taxonomía específica en Educación Matemática, hicimos una aproximación semántica al contenido de los documentos y los codificamos en relación con sus categorías.

Se determinó el comportamiento diacrónico de la producción documental de la comunidad, se realizaron pruebas de bondad de ajuste para determinar si la producción de ensayos, investigaciones e innovaciones curricular es uniforme. Identificamos los focos temáticos de acuerdo con las categorías nivel educativo, nociones pedagógicas y contenido matemático.

El trabajo realizado genera nuevas oportunidades de investigación en la comunidad. Se podrían definir algunas subvariables para especificar los intereses de la comunidad en lo que respecta, por ejemplo, a aprendizaje, que es la noción pedagógica más tratada. Consideramos que también hay posibilidad de comparar instituciones (programas académicos o grupos de investigación) en relación

con los documentos que producen. Además del estudio del contenido de los documentos, sería posible establecer índices de autoría y colaboración en la comunidad.

El estudio evidencia la necesidad de caracterizar la Educación Matemática a partir de la diversidad de su documentación, no solo desde artículos de investigación. Dada la naturaleza de esta disciplina, es importante que los profesores sean innovadores, compartan y debatan sus trabajos con colegas y expertos.

Reconocimientos

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 Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación Colciencias —proyecto código 80740-179-2019—.

Agradecemos el apoyo de Marcela Carranza en el proceso de búsqueda y codificación de la documentación.

Referencias

- [1] S. Valbuena, R. Conde, y J. Ortiz, "La Investigación en educación matemática y Práctica Pedagógica, perspectiva de licenciados en Matemáticas en formación". *Educación y Humanismo*, vol. 20, no. 34, pp. 201-215, 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.17081/eduhum.20.34.2593>.
- [2] C. Sánchez y V. Albis, "Historia de la enseñanza de las matemáticas en Colombia. De Mutis al siglo XXI". *Quipu*, vol. 14, no. 1, pp. 109-157, 2012.
- [3] M. E. Murcia y J. C. Henao, "Educación matemática en Colombia, una perspectiva evolucionaria". *Entre Ciencia e Ingeniería*, vol. 9, no. 18, pp. 23-30, 2015.
- [4] A.-S. Gómez-Mulett, "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*, vol. 16, no. 16, pp. 123-146, 2018.
- [5] M. Bonilla y G. Obando, "ASOCOLME – 20 años". 2018.
- [6] P. Castro y P. Gómez, "Avances de la caracterización de la comunidad colombiana de Educación Matemática". 2018.
- [7] L. D. López-Castañeda y J. M. Cortés-Suárez, "Estudio sobre el pensamiento numérico". Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Matemáticas Pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia, 2015.
- [8] P. Freire, "Pedagogía de la autonomía. Saberes necesarios para la práctica educativa". Siglo XXI editores, 1997.
- [9] J. M. Muñoz, A. Arnal-Bailera, P. Beltrán-Pellicer, M. L. Callejo, y J. Carrillo, Eds, "Investigación en Educación Matemática XXI". Zaragoza: SEIEM, 2017.

- [10] P. Ernest, "A postmodern perspective on research in mathematics education" in *Mathematics education as a research domain: A search for identity*. A. Sierpiska y J. Kilpatrick Eds. Dordrecht, Holanda: Springer, 1998, pp. 71-85.
- [11] G. Waldegg, "La educación matemática ¿una disciplina científica?". *Colección Pedagógica Universitaria*, vol. 29, pp. 13-44, 1998.
- [12] P. Gómez y M. C. Cañadas, "Development of a taxonomy for key terms in mathematics education and its use in a digital repository". *Library Philosophy and Practice (e-journal)*, 2013. [Online]. Available: <http://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/903/>.
- [13] C. Sabino, "Cómo hacer una tesis". Segunda ed. Caracas, Venezuela: Editorial Panapo, 1994, p. 240.
- [14] E. Navarro-Asencio, E. Jiménez-García, S. Rappoport-Redondo, y B. Thoilliez-Ruano, "Fundamentos de la investigación y la innovación educativa". Universidad Internacional de La Rioja, 2017.
- [15] X. M. Souto-González, "Investigación e innovación educativa: el caso de la Geografía escolar". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, vol. XVII, no. 459, 2013. [Online]. Available: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-459.htm>.
- [16] C. A. Macías-Chapula, "Papel de la informetría y de la cienciometría y su perspectiva nacional e internacional". *ACIMED*, vol. 9, no. 4, pp. 35-41, 2001. [Online]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352001000400006.
- [17] E. Spinak, "Diccionario enciclopédico de bibliometría, cienciometría e informática". Caracas, Venezuela: UNESCO, 1996.
- [18] J. M. Medina, "La investigación odontológica en la base science citation index: un estudio cuantitativo 1974-2003". Tesis doctoral, Universidad de Granada, Granada, España, 2005.
- [19] M. Callon, J.-P. Courtial, y H. Penan, "Cienciometría. El estudio cuantitativo de la actividad científica: de la bibliometría a la vigilancia tecnológica". Gijón, España: Ediciones TREA, 1995.
- [20] J. D. Millán, F. Polanco, J. C. Ossa, J. S. Béria, y J. N. Cudina, "La cienciometría, su método y su filosofía: Reflexiones epistémicas de sus alcances en el siglo XXI". *Revista Guillermo de Ockham*, vol. 15, no. 2, pp. 17-27, 2018, doi: <https://doi.org/10.21500/22563202.3492>.
- [21] J. Ardanuy, "Breve introducción a la bibliometría." [Online]. Available: <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/30962/1/breve%20introduccion%20bibliometria.pdf>
- [22] D. J. Price, "Hacia una ciencia de la ciencia". Barcelona, España: Editorial Ariel, 1973.
- [23] FIZ Kalruhe. "MathEduc Database." <http://www.zentralblatt-math.org/matheduc/classification/> (accessed 5/9/2010).
- [24] L. Rico, "Bases teóricas del currículo de matemáticas en educación secundaria". Madrid, España: Síntesis, 1997.