



Exploración de la producción científica mundial en matemática educativa. Una mirada cuantitativa

Exploring the world scientific production in mathematics education. A quantitative look

Dr. C. Miguel Cruz Ramírez

mcruzr@uho.edu.cu

Universidad de Holguín, Cuba

Profesor titular de la Universidad de Holguín y Doctor en Ciencias Pedagógicas. Sus principales publicaciones están relacionadas con el planteo de problemas matemáticos, la cuantimetría de la educación, y los métodos estadísticos aplicados a las investigaciones sociales. Es miembro de la Junta Directiva Nacional de la Sociedad Cubana de Matemática y Computación, organización que en 2017 le confirió el Premio Nacional Pablo Miquel Merino en Enseñanza de la Matemática (<http://orcid.org/0000-0002-1697-1624>).

RESUMEN

A partir de la recuperación de 4995 registros de Scopus relacionados con la investigación en Matemática Educativa, se conforma una matriz de datos que facilita el análisis de la producción científica mundial. Se observa un crecimiento diacrónico exponencial, la concentración de las citas en torno a un subconjunto relativamente restringido de documentos y autores, el incremento de la colaboración internacional, así como la presencia de 17 colegios invisibles con diferentes grados de relación y actividad.

Palabras clave: matemática educativa, cuantimetría, investigación educativa.

ABSTRACT

After recovering of 4995 entries from Scopus indexed journals related to research in mathematics education, a data matrix is shaped to facilitate the analysis of world scientific production. The findings highlight an exponential diachronic growth, clustering of citations around a relatively restricted subset of documents and authors, the increase of international collaboration, as well as the presence of 17 invisible colleges with different degrees of relationship and activity.

Keywords: Mathematics education, science technology, educational research.

El desarrollo de la enseñanza de la matemática constituye un fenómeno notable si se compara con las disquisiciones didácticas en otros campos del conocimiento. Son muchos los factores que inciden en este proceso, principalmente el elevado grado de organización y gestión de la actividad científica que se promueve a escala mundial desde el International Commission on Mathematical Instruction (ICMI), organización adscrita a la International Mathematical Union (IMU) con la cual Cuba sostiene relaciones desde el 4 de noviembre de 1950. Uno de los propósitos de la IMU consiste en "...fomentar y apoyar otras actividades matemáticas en cualquiera de sus aspectos: pura, aplicada o educativa" (International Mathematical Union, 1987, p. 1). La actividad científica envuelve el desarrollo de centenares de eventos científicos especializados, donde el más cosmopolita consiste en el International Congress on Mathematics Education (ICME).

En el contexto latinoamericano se experimenta un proceso de desarrollo, matizado de lazos históricos por los cuales José Martí exclamó con vehemencia que "...vivimos aquí, orgullosos de nuestra América, para servirla y honrarla" (Martí, 1975, p. 140). Un trabajo relevante viene desarrollando el Clame (Comité Latinoamericano de Matemática Educativa), donde se destaca la organización de la RELME (Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa) y la divulgación de resultados científicos importantes en la revista RELIME (Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa) que constituye su publicación científica oficial. De igual modo, en muchas regiones del mundo se desarrollan procesos organizativos similares, e incluso al nivel nacional. Cuba, particularmente, desarrolla su gestión científica en instituciones docentes del Sistema Nacional de Educación, donde juegan un rol fundamental el Instituto Central de Ciencias Pedagógicas (ICCP) y numerosos centros de estudio especializados en las universidades del país.

La Sociedad Cubana de Matemática y Computación (SCMC) patrocina el desarrollo de investigaciones relacionadas con la enseñanza de la matemática, especialmente bajo el marco de la Sección Científica de Enseñanza de la Matemática (Acuerdo 18/13 de la SCMC, 22 de enero de 2013). De forma similar a los contextos internacionales, la SCMC organiza bianualmente su congreso Compumat, evento donde se han divulgado cientos de resultados científicos relacionados con la investigación básica, aplicada y la enseñanza de esta ciencia exacta. Pero al igual que en el ámbito internacional, no solo la organización intencionada de esta actividad produce volumen de producción científica. Existen otros aspectos, donde el interés por resolver las dificultades históricas en el aprendizaje constituye el catalizador más universal.

A la luz de los avances contemporáneos de las ciencias de la información, se ha acrecentado la motivación por el estudio del progreso científico. Precisamente este trabajo centra su atención en el desarrollo de la Matemática Educativa, aunque es necesario precisar primero los márgenes de esta disciplina científica. En efecto, son muchas las denominaciones que se pueden encontrar a escala mundial afines a la enseñanza de la Matemática y en muchos idiomas, tales como "*Didactics of Mathematics*" "*Didaktik der Mathematik*", "*Didattica della Matematica*", "*Dydaktyka Matematyki*", "*Didactique des Mathématiques*", entre otras. Sin embargo, la terminología más conocida "*Mathematics Education*" ha sido acuñada por el monopolio occidental de la información. Por este motivo, en lengua española puede encontrarse amplia literatura relacionada con la "Educación Matemática" que no es más

que una traducción literal. Subsiste, sin embargo, en el contexto latinoamericano el término “Matemática Educativa”.

La discusión acerca de qué terminología resulta más adecuada suele culminar en muchas encrucijadas. Por ejemplo, el dilema de utilizar en singular “matemática” o en plural “matemáticas” ya es suficientemente complejo en el plano epistémico. La Educación Matemática puede contrastar con el concepto amplio de educación, especialmente si se asume como subconjunto la instrucción matemática. También puede encontrar cuestionamientos la llamada Matemática Educativa, fundamentalmente si se especula sobre la existencia de una matemática “no educativa” como una inferencia indirecta. Tales elucubraciones suelen resultar virulentas y no conducen al desarrollo científico. Para lograr mayor precisión, en la presente investigación se utiliza el término de Matemática Educativa bajo dos premisas esenciales. Primero, el precepto de que el singular “Matemática” enfatiza la unidad de la geometría, el álgebra, el análisis, la teoría de probabilidades, entre otras ramas como una ciencia única. Segundo, que el adjetivo “educativa” enfatiza el noble propósito de educar por medio de la instrucción.

No se rechazan las restantes terminologías, sino que se adopta una bajo un precepto pedagógico más explícito desde la lengua española. También hay espíritu loable en “Educación Matemática” que acentúa la formación en esta ciencia básica, asimismo la “didáctica de la matemática” reconoce el binomio inseparable de la enseñanza y el aprendizaje. La asunción de una denominación no puede desconocer que el uso de las restantes también persigue designios pedagógicos universales. Por tanto, se interpretan todas estas denominaciones como expresión genérica de un mismo concepto, independientemente del idioma o de cualquier obstáculo epistemológico.

Existen numerosos caminos para explorar el desarrollo científico de la Matemática Educativa. Uno de ellos parte del procesamiento de información normalizada, almacenada en bases de datos. Como ocurre para el conjunto de las ciencias sociales, existen dos fuentes primordiales donde confluye la mayor parte del conocimiento fidedigno: los libros y los artículos científicos. De aquí que un estudio holístico del desarrollo debe aprehender al menos ambas fuentes. Existen bases de datos especializadas en el registro de libros, donde los informes de investigación como las tesis doctorales y de maestría son esenciales. También existen numerosas bases de datos que recuperan información formalizada de revistas especializadas, en forma de metadatos.

Para el campo de la Matemática Educativa existen bases de datos especializadas como MathEduc (www.zentralblatt-math.org/matheduc/), la cual se apoya en un importante sistema de normalización establecido para los campos del conocimiento de esta disciplina científica: el MESC (*Mathematics Education Subject Classification*). Si bien el nivel de especialización es alto, la información almacenada para cada documento es limitada en comparación con bases de datos extendidas a todo el campo de la educación como ERIC (*Education Resources Information Center*, <http://www.eric.ed.gov/>), y todavía más taxativa que en SCCI-WoS y Scopus. Además, las prestaciones de los motores de búsqueda y la profusión de los datos exportados también son superiores en estas últimas. Por tal motivo se ha seleccionado la base de datos Scopus de Elsevier (www.scopus.com), partiendo de los elevados indicadores de calidad exigidos y también del notable volumen de documentos que en ella se registran. Así, el objetivo del presente trabajo consiste en explorar el desarrollo de la producción científica en el campo de la Matemática Educativa, por intermedio de la recuperación de metadatos en Scopus.

Métodos

Múltiples son los obstáculos que se deben sortear para emprender un estudio de tipo censal-documental, pues al tratar de compilar un inventario minucioso de las publicaciones en Matemática Educativa pronto salen a la luz problemas relacionados con palabras claves, con la clasificación de la ciencia, con el análisis automatizado de resúmenes, entre otros. Por estas razones, se conforma una matriz de datos que no exige exhaustividad, pero si volumen y diversidad, de modo que su estudio aporte una caracterización lo suficientemente amplia y objetiva del desarrollo de la Matemática Educativa a escala internacional. Sobre la base de estas restricciones, el diseño general empleado para el procesamiento de la información puede clasificarse de tipo descriptivo-explicativo.

Establecimiento de una matriz de datos

Para conformar una matriz de datos se realiza una búsqueda en Scopus el día 2 de mayo de 2017, tomando como criterio la aparición en títulos, resúmenes y palabras claves del término “*mathematics education*” que se presupone conceptualmente equivalente. Por tanto, la sentencia lógica disyuntiva utilizada para la búsqueda automatizada es la siguiente:

TITLE-ABS-KEY(“Mathematics education”)

La base de datos exporta un archivo de tipo CSV, el cual se explora manualmente con el fin de buscar la mayor homogeneidad y completitud de los datos. Algunos años inexistentes en los metadatos se recuperan con la ayuda de una búsqueda complementaria en Google Académico. También se sustituyen varios caracteres latinos extendidos presentes en algunos nombres propios que no son aceptados por procesadores estadísticos o bien exigen configuraciones especiales. Finalmente, se homogenizan manualmente varios nombres de personas naturales y jurídicas (autores e instituciones principalmente).

Principales variables de investigación

Las variables principales están relacionadas con la productividad diacrónica, el índice de impacto por número de citaciones, el grado de colaboración (según autores específicos y según las nacionalidades), los tipos de documentos, y también el tipo de revista (según la denominación y según el/los campo/s del conocimiento asociado/s). El procesamiento de tablas y gráficos se realiza con ayuda de Matlab® (v. 8.5.0.197613, R2015a). También se emplea el paquete en desarrollo VOSviewer (v. 1.6.6, 2017, <http://www.vosviewer.com/>) para mapear relaciones subyacentes que expresan redes objetivas de asociación.

Resultados y discusión

Bajo las restricciones del algoritmo de búsqueda, la base de datos registra un total de 4995 documentos. El pionero se titula: “*Accuracy in school children. Does improvement in numerical accuracy ‘transfer’?*” de W. H. Winch (*Journal of Educational Psychology*, 1(10), 557-589, 1910). En todo el período 1910-1959 apenas se registra una docena de documentos, lo cual responde al mayor volumen compilado por Scopus desde 1960. En la Figura 1 se muestra el crecimiento diacrónico de las publicaciones desde el año

1960 sin contar el año 2017 en que se realiza la búsqueda, con un comportamiento marcadamente exponencial si se toma el intervalo más estable 1975-2016 ($y \sim 4.0017e^{0.1142x}$, $R^2 \approx 0.9527$). Como puede verse, la producción anual para 2020 tiende a ser cinco veces la del año 2000.

De los documentos registrados, 3402 son artículos en revistas científicas, mientras que 639 son ponencias en actas de congresos; ello totaliza 4041 (80.9%). Por otra parte, se contabilizan 106 libros y 354 capítulos de libros; en suma 460 (9.21%). Aunque la Matemática Educativa focaliza sus designios hacia propósitos de interés social, la productividad científica se comporta de modo similar al campo de las ciencias naturales y exactas, por un amplio predominio de los artículos respecto a los libros.

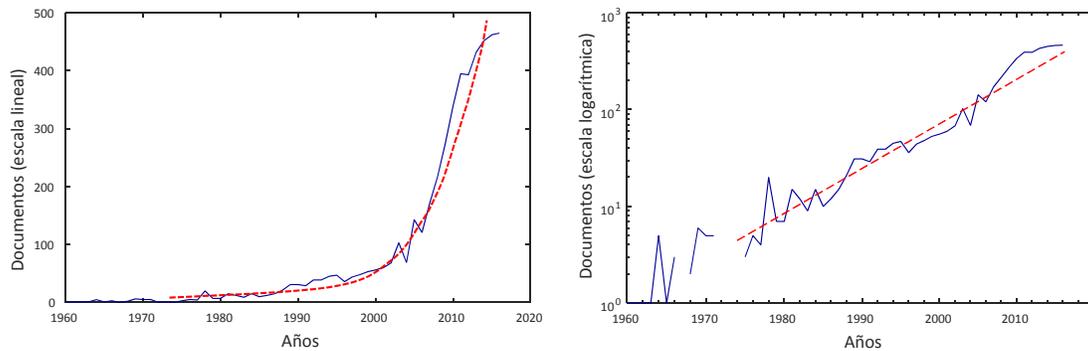


Figura 1. Crecimiento diacrónico exponencial de la producción científica registrada en Scopus
(Fuente: elaboración propia utilizando Matlab)

En varios estudios se ha constatado que las investigaciones sociales tienden a otorgar un valor consustancial a la difusión del nuevo conocimiento por medio de libros y monografías (Bornmann, Thor, Marx, & Schier, 2016). Ello está condicionado por una eventual orientación idiosincrásica, la diversidad de formas de citar y referenciar, los hábitos de publicación de las comunidades científicas, el uso frecuente de métodos cualitativos, entre otras causas (Cruz, Escalona, Cabrera, & Martínez, 2014). Por tanto, desde el punto de vista cuantitativo, las evidencias confirman la tendencia a erigir la Matemática Educativa como una disciplina científica no supeditada a la didáctica general, la psicopedagogía, la sociología de la educación, entre otros campos con los cuales se relaciona estrechamente (Bikner-Ahsbahr & Vohns, 2016; Gascón, 1998). La Tabla 1 contiene la distribución de los documentos por diferentes áreas del conocimiento científico, conforme a la clasificación de Scopus.

Tabla 1. Distribución de documentos por área del conocimiento*

Área	Doc.	%	Área	Doc.	%
Ciencias Sociales	4098	82.04	Bioquímica, Genética y Biología Molecular	25	0.50
Matemática	2151	43.06	Ciencias Medioambientales	21	0.42
Ciencias de la Computación	546	10.93	Agricultura y Ciencias Biológicas	17	0.34
Psicología	531	10.63	Ciencias Planetarias y de la Tierra	16	0.32
Ingeniería	356	7.13	Ingeniería Química	14	0.28
Artes y Humanidades	258	5.17	Profesional de la Salud	14	0.28

Física y Astronomía	68	1.36	Energía	12	0.24
Medicina	50	1.00	Ciencias de los Materiales	12	0.24
Negocios, Gerencia y Contabilidad	42	0.84	Química	9	0.18
Economía, Econometría y Finanzas	38	0.76	Enfermería	6	0.12
Neurociencias	37	0.74	Farmacología, Toxicología y Farmacia	5	0.10
Multidisciplinaria	33	0.66	Inmunología y Microbiología	4	0.08
Ciencias de la Decisión	28	0.56	Indefinido	3	0.06

(*) Un mismo documento puede estar contemplado en varias áreas del conocimiento.
 (Fuente: elaboración propia a partir de la matriz de datos)

Al considerar la nacionalidad del primer autor, en la matriz de datos figuran 105 países (descontando 267 documentos indefinidos por la ausencia de la nacionalidad correspondiente en los metadatos). Estados Unidos ocupa el primer lugar con 1714 documentos (34.31%), seguido por Reino Unido con 338, Australia con 381 y Turquía con 300. Un total de 11 países tienen al menos 100 registros para un total de 3970 documentos. Por tanto, el 10.48% de los países publica el 69.7% del volumen total. También se localizan 157 autores con cinco o más documentos, de ellos 13 con 15 o más. Los cinco más prolíficos son L. Verschaffel con 32, B. Sriraman con 29, J. R. Star con 19, P. Ernest con 18, y O. Skovsmose con 18. Un total de 2561 documentos (51.27%) procede de 100 instituciones más productivas, de ellas 24 con al menos 30 publicaciones. De 160 instituciones con al menos 10 documentos, salvo tres, todas las restantes son universidades. De estas últimas, ocupan los cinco primeros puestos la Universidad de Utrecht (Países Bajos) con 62, la Universidad Estatal Paulista (Brasil) con 60, la Universidad Estatal de Michigan (Estados Unidos) con 52, la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica) con 47, y la Universidad Purdue (Estados Unidos) con 43. La Tabla 2 refleja las primeras 15 revistas científicas con al menos 30 documentos en la base de datos. Entre todas comprenden 1904 documentos (38.12%).

Tabla 2. Revistas científicas con mayor cantidad de artículos sobre Matemática Educativa

Revista científica	Documentos
Educational Studies in Mathematics	364
Mathematics Education Research Journal	274
ZDM International Journal on Mathematics Education	260
International Journal of Mathematical Education in Science and Technology	152
Bolema Mathematics Education Bulletin	146
Journal for Research in Mathematics Education	125
Journal of Mathematical Behavior	106
International Journal of Science and Mathematics Education	92
Procedia Social and Behavioral Sciences	80
Journal of Mathematics Teacher Education	71
Primus	54
ZDM Mathematics Education	49
Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education	48

Teaching and Teacher Education	45
Research in Mathematics Education	38

(Fuente: elaboración propia a partir de la matriz de datos)

De especial interés resulta analizar el impacto de estas revistas donde se concentra el mayor número de resultados científicos. La figura 2 refleja la evolución del índice SJR (*SCImago Journal & Country Rank*, www.scimagojr.com). No necesariamente el mayor volumen productivo implica mayor índice de impacto. Por ejemplo, la revista *Journal for Research in Mathematics Education*, del *National Council of Teachers of Mathematics* en Estados Unidos, ha mantenido un índice superior a 2 durante los últimos años, incluso SJR = 2.699 en el año 2015. Asimismo, la revista RELIME aparece en la base de datos desde 2009, y en el trienio 2014-2016 presenta valores de SJR iguales a 0.298, 0.139 y 0.134, respectivamente.

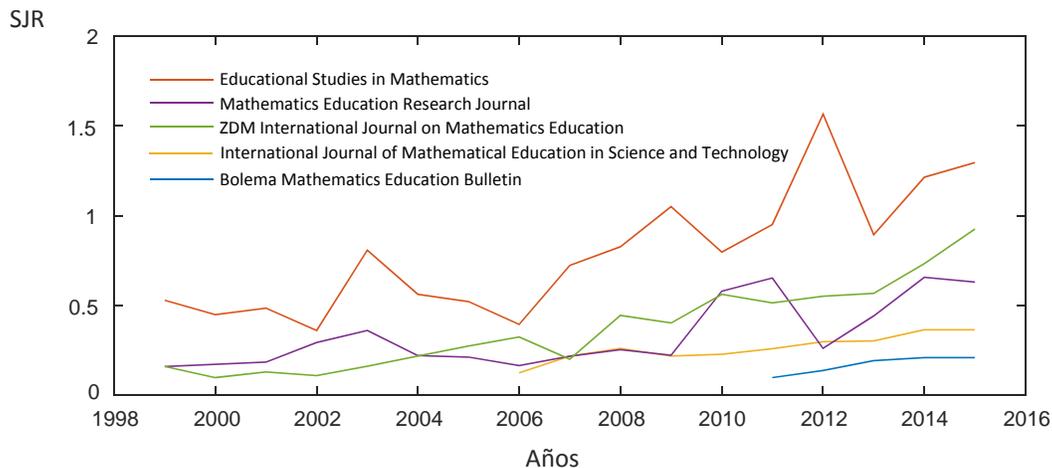


Figura 2. Evolución del índice de impacto en cinco revistas de elevada productividad
(Fuente: elaboración propia utilizando Matlab e información de SCImago)

Otro aspecto importante está relacionado con la colaboración internacional. La figura 3 contiene una red de asociaciones fuertes determinadas por VOSviewer, donde la escala de las burbujas es proporcional al volumen de documentos por cada país (Eck & Waltman, 2017). El grosor de cada línea de conexión indica el grado de asociación correspondiente. Los colores simbolizan 10 clústeres con diferentes grados de relación. El gráfico tiene una estructura central y estrellada. En el centro aparece Estados Unidos con conexiones fuertes con los núcleos más productivos de los restantes clústeres (Reino Unido, Canadá, Alemania, Australia, Turquía, Israel y Brasil). En la dirección superior-izquierda aparece un clúster donde se concentran países latinoamericanos (Argentina, Brasil, Chile, Colombia y Venezuela), junto a otros países europeos (España, Portugal, Dinamarca, Francia, Italia y Noruega).

En este complejo entramado de colaboración se ponen de manifiesto dos aspectos principales. Primero, la concentración de información en torno a los países donde se hospedan las revistas indexadas en Scopus, con la condición adicional de exigir el idioma correspondiente con predominio casi absoluto del inglés. Segundo, el hecho de que las conexiones más visibles evidencian el elevado valor de los lazos históricos, geográficos y culturales que unen a varios países. Un ejemplo de ello consiste en la multiplicidad de relaciones que reflejan España y Portugal con varios países latinoamericanos. Asimismo,

estas naciones también mantienen estrecha relación con otros países europeos, pero menos que en el conglomerado formado, por ejemplo, por países asiáticos.

Llama la atención la lejanía de la Federación de Rusia de los polos productivos fundamentales, así como la escasa cantidad de documentos (10 con solo una citación) registrados en Scopus. Idéntico comportamiento manifiesta la República de la India (16 con 13 citaciones) y vínculos fuertes principalmente con el Reino de Tailandia. Este último aspecto invita a reflexionar sobre la necesidad de incorporar otras tecnologías de búsqueda de información en estudios posteriores, pues realmente Rusia e India son países con un volumen poblacional elevado y un legado científico y cultural significativamente importante para la educación mundial. Estudios cuantitativos locales así lo han demostrado (Dhawan, Gupta, & Jatana, 2016; Guskov, Kosyakov, & Selivanova, 2016).

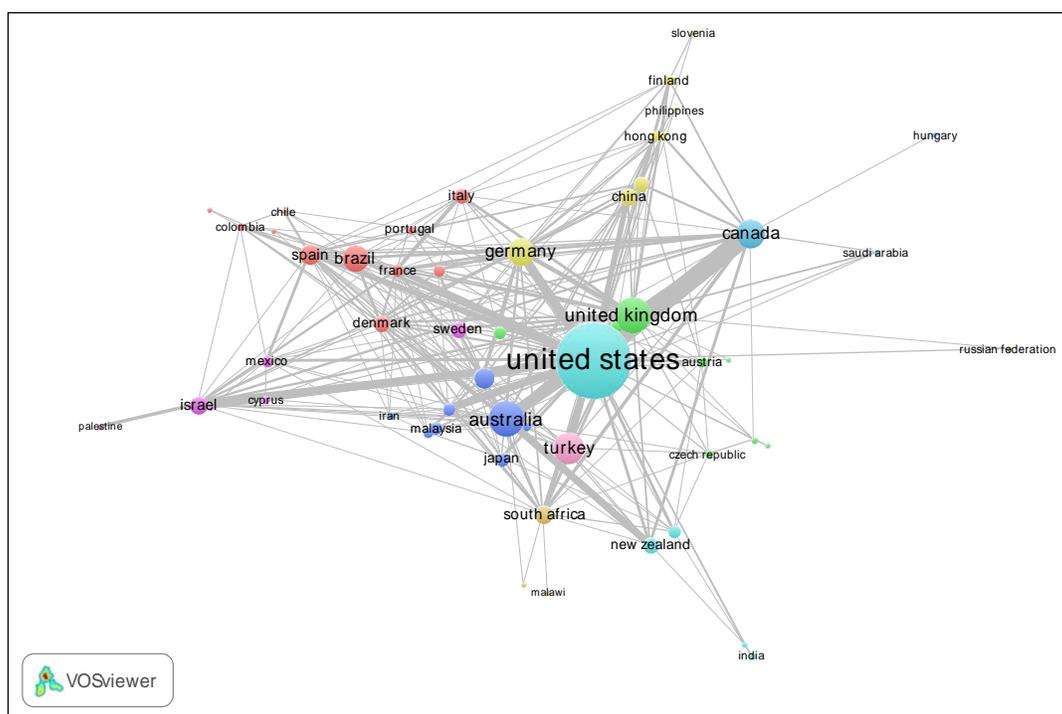


Figura 3. Relaciones de colaboración internacional en Matemática Educativa
(Fuente: elaboración propia utilizando VOSviewer)

De 7211 autores, 237 tienen al menos 5 publicaciones y de estos existen 125 con estatus de coautoría. Como resultado de las asociaciones fuertes entre nexos de colaboración, la figura 4 muestra 17 conglomerados de autores que pueden reconocerse como especie de colegios invisibles (Hattke, Vogel, & Woiwode, 2016). El clúster más numeroso está encabezado por U. D'Ambrosio, con 15 investigadores que comparten un interés común por la Etnomatemática (*ethnomathematics*).

La estructura del gráfico es alargada y estrecha, lo cual significa que existen campos de investigación relativamente alejados. Por ejemplo, los clústeres liderados por O. Skovsmose (color azul celeste, junto a D. de Bock, E. de Corte, F. Depaepe, B. Greer, G. Harel, O. N. Kwon, C. Rasmussen, y W. van Dooren) y L. Verschaffel (color magenta, junto a G. Anthony, B. Atweh, C. Keitel, T. Meaney, A. Pais, P. Valero, R.

Vithal, y M. Walshw), aparecen alejados en los extremos del gráfico. Ambos autores son de los más productivos, el primero con publicaciones sostenidas desde 1994 (10 en la última década) al igual que el segundo desde 1993 (26 en la última década). Una exploración directa de los resúmenes de sus trabajos revela que las publicaciones del primer conglomerado están relacionadas con investigaciones pioneras en el campo de la Matemática Educativa Crítica (*critical mathematics education*). Por su parte, el segundo conglomerado contiene trabajos relacionados con la resolución de problemas matemáticos con texto (*mathematical word problems*), basados en complicaciones lógico-lingüísticas que enmascaran un modelo matemático elemental.

La escala de visualización de los clústeres en la figura 4 ha sido tomada respecto al índice de citas. Puede observarse que los campos del conocimiento de mayor volumen de citaciones se concentran en los trabajos liderados por L. Verschaffel y H. P. Ginsburg, este último con investigaciones relacionadas con la formación de los conceptos matemáticos en la edad preescolar (clúster de color verde). Estos autores principales son de los tres más citados con 511 y 703 citas respectivamente. Sin embargo, el autor más citado no se visualiza en este gráfico ya que sus trabajos han sido desarrollados en un marco más estrecho de colaboración. Con solo nueve documentos, las investigaciones de M. G. Sherin totalizan 717 citaciones, principalmente los relacionados con una forma organizativa para el trabajo metodológico de los maestros denominado “video-club”, donde solo dos trabajos ya suman 395 citas.

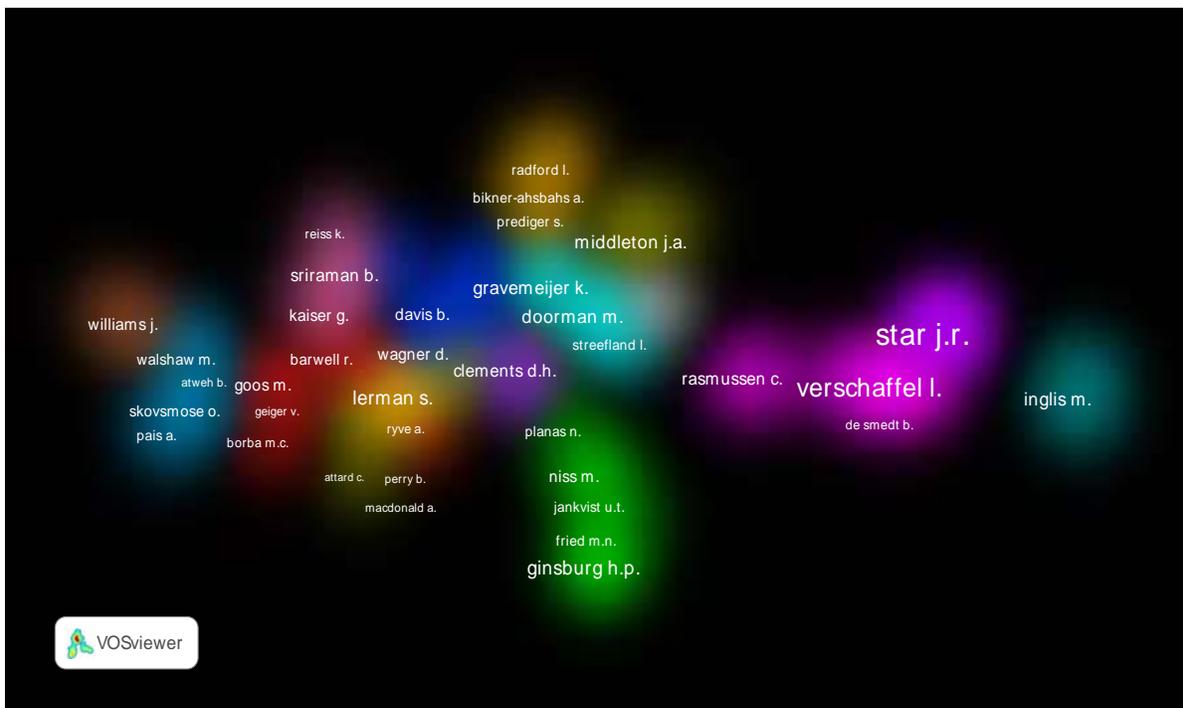


Figura 4. Colegios invisibles con intereses investigativos sobre Matemática Educativa
(Fuente: elaboración propia utilizando VOSviewer)

En general, existen 54 autores con más de 100 citas; de igual modo se observan 32 documentos con al menos 100 citas (5 con más de 200). El trabajo más citado se titula *Situated learning and education* de los autores J. R. Anderson, L. M. Reder y H. A. Simon (*Educational Researcher*, 25(4), 5-11, 1996). Por otra parte, 2951 documentos (59.08%) tienen al menos una cita, y de ellos 1338 (26.79%) al menos 5. El

promedio de citas es de 6.1 (err. típ. = 0.23) y si se adopta una media recortada al 5%, entonces se obtiene un promedio de 3.33. Esto refleja una elevada concentración de las citas en torno a un subconjunto relativamente pequeño de documentos.

Conclusiones

Los resultados del presente estudio constituyen una aproximación a la caracterización de la producción científica mundial en el campo de la Matemática Educativa. De forma general se aprecia un desarrollo diacrónico con tendencia exponencial, una marcada concentración del impacto por índice de citaciones en torno a una cantidad relativamente reducida de autores y documentos, una amplia e intensa colaboración internacional, la consolidación de un grupo de revistas especializadas en el campo, así como la existencia de 17 núcleos de investigación que constituyen colegios invisibles con intereses investigativos comunes.

Aunque la información que conforma la matriz de datos es amplia y procedente de una fuente fidedigna, la lógica de búsqueda puede tener limitaciones que impiden un estudio de tipo censal-documental. Mediante el método de búsqueda no es posible precisar el volumen de datos significativos que quedan excluidos. Solo el abordaje del problema desde perspectivas más heterogéneas puede aportar información renovada; por ejemplo, por medio del estudio de repositorios de tesis relacionadas con la Matemática Educativa o el análisis de fuentes provenientes de otras bases de datos con una mirada internacional. Otro aspecto que es necesario perfeccionar consiste en la recuperación de información procedente de países de elevada productividad y volumen poblacional cuyos resultados no son visibles en Scopus, probablemente por las barreras idiomáticas que imponen las principales revistas indexadas en esa base de datos.

Llama la atención el comportamiento de las publicaciones con marcada inclinación hacia los artículos de divulgación científica, con desbalance notable respecto a los libros y monografías. Aunque este aspecto concuerda con los esfuerzos de muchos autores por impulsar el desarrollo de la Matemática Educativa, es necesario alertar sobre la importancia de incrementar también la producción de libros relacionados con este campo del saber educacional. El desarrollo de la Matemática Educativa como disciplina científica también requiere de la sistematización del saber científico (Bikner-Ahsbahs & Vohns, 2016).

Un interesante problema abierto consiste en el análisis de los colegios invisibles aquí determinados. Por ejemplo, es importante buscar otras fuentes argumentativas que justifiquen su existencia y no solo desde la mirada bibliométrica. Son inagotables los aspectos a estudiar tanto estructural como funcionalmente (Hou, Retschmer, & Liu, 2008). También es consustancial el estudio evolutivo de estos conglomerados, desde los puntos de vista diacrónico y productivo. Sin embargo, eventualmente la problemática más provechosa consiste en indagar acerca de las líneas de investigación fundamentales de estas comunidades científicas. De tal modo pueden estudiarse las tendencias investigativas a lo largo del tiempo y también en contextos diversos del entramado científico internacional (Gates & Jorgensen, 2015; Leatham, 2013).

Otra posibilidad de dar continuidad a esta investigación consiste en establecer una especie de producto cartesiano entre núcleos de actividad científica y el conjunto normalizado de campos del conocimiento

MESC, o bien respecto a las áreas determinadas en el MSC2000 (*Mathematics Subject Classification 2000*, 97-XX = *Mathematics Education*). Incluso los núcleos pueden establecerse siguiendo dos caminos: el ya descrito relacionado con el reconocimiento de patrones por conexiones de coautoría, el cual condujo a 17 colegios invisibles; y también efectuar una minería de datos centrada en los resúmenes, títulos y palabras claves, a fin de determinar áreas del conocimiento de mayor interés e incluso emergentes. Esto último nuevamente entra en correlación con el problema de las tendencias investigativas.

Recibido: enero de 2018

Aprobado: febrero de 2018

Bibliografía

- Bikner-Ahsbahr, A., & Vohns, A. (2016). Theories in mathematics education as a scientific discipline. En T. S. (Eds.), A. Bikner-Ahsbahr, A. Vohns, R. Bruder, O. Schmitt, & W. Dörfler (Edits.), *Theories in and of Mathematics Education. Theory Strands in German Speaking Countries* (págs. 3-11). Switzerland: Springer Open. Recuperado el 22 de noviembre de 2017, de <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-42589-4>
- Bornmann, L., Thor, A., Marx, W., & Schier, H. (2016). The application of bibliometrics to research evaluation in the humanities and social sciences: An exploratory study using normalized Google Scholar data for the publications of a research institute. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 67(11), 2778-2789. Recuperado el 22 de noviembre de 2017, de <http://dx.doi.org/10.1002/asi.23627>
- Cruz, M., Escalona, M., Cabrera, S., & Martínez, M. C. (2014). Análisis cuantitativo de las publicaciones educacionales cubanas en la WoS y Scopus (2003-2012). *Revista Española de Documentación Científica*, 37(3). Recuperado el 22 de noviembre de 2017, de <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2014.3.1119>
- Dhawan, S. M., Gupta, R., & Jatana, M. (2016). Comparative scientometric assessment of Social Science Research in India vis-à-vis the World during 1996-2014. *International Journal of Information Dissemination and Technology*, 6(51), 27-32. Recuperado el 22 de noviembre de 2017, de <http://www.ijidt.com/index.php/ijidt/article/download/326/280>
- Eck, J. v., & Waltman, L. (2017). Citation-based clustering of publications using CitNetExplorer and VOSviewer. *Scientometrics*. 111(2), 1053-1070. Recuperado el 22 de noviembre de 2017, de <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-017-2300-7>
- Gascón, J. (1998). Evolución de la didáctica de las matemáticas como disciplina científica. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 18(52), 7-33. Recuperado el 22 de noviembre de 2017, de https://www.researchgate.net/profile/Josep_Gascon2/publication/228769070_Evolucion_de_la_didactica_de_las_matematicas_como_disciplina_cientifica/links/0fcfd5148e6e59241c000000.pdf

- Gates, P., & Jorgensen, R. (Edits.). (2015). *Shifts in the Field of Mathematics Education*. New York: Springer. Recuperado el 22 de noviembre de 2017, de <http://dx.doi.org/10.1007/978-981-287-179-4>
- Hattke, F., Vogel, R., & Woiwode, H. (2016). When professional and organizational logics collide: balancing invisible and visible colleges in institutional complexity. En J. Frost, F. Hattke, & M. Reihlen (Edits.), *Multi-Level Governance in Universities* (Vol. 47, págs. 235-256). Recuperado el 22 de noviembre de 2017, de http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-32678-8_11
- Hou, H., Retschmer, H., & Liu, Z. (2008). The structure of scientific collaboration networks in Scientometrics. *Scientometrics*, 75(2), 189-202. Recuperado el 22 de noviembre de 2017, de <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-007-1771-3>
- International Mathematical Union. (1987). *Statutes*. Recuperado el 22 de noviembre de 2017, de <https://www.mathunion.org/fileadmin/IMU/Statutes2010.pdf>
- Leatham, K. R. (Ed.). (2013). *Vital Directions for Mathematics Education Research*. New York: Springer. Recuperado el 22 de noviembre de 2017, de <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-6977-3>
- Martí, J. (1975). Madre América. En su *Obras Completas* (Vol. 6, págs. 133-140). La Habana: Editorial de Ciencias Sociales.