

TENDENCIAS EN LAS TESIS DE MAESTRÍA EN MATEMÁTICA EDUCATIVA



Román E. Navarrete Domínguez, Jesús E. Pinto Sosa
roman_navarrete@hotmail.com, psosa@uady.mx
Dirección General de Educación Tecnológica Industrial,
Universidad Autónoma De Yucatán
Formación de investigadores
Reporte de Investigación
Posgrado

Resumen

Se estudiaron las tesis realizadas en los programas de Maestría en Matemática Educativa del CINVESTAV en el período 1990 – 2005, con interés de conocer cuáles han sido las principales líneas de investigación, el diseño y metodología empleados, así como los sujetos de estudio. Se empleó una metodología basada en la ciencimetría y la bibliometría, llevando a cabo un análisis de aleatoriedad, para determinar tendencias. Se encontró que *Pensamiento Variacional* fue la línea más abordada, así como el empleo de datos mixtos, enfocados en su mayoría a los estudiantes del nivel medio superior y superior como sujetos de estudio, y dirigidos hacia la solución de problemas en el aula.

Palabras clave: *Tendencias, Investigación, Matemática, Educativa*

1. Introducción

La Matemática Educativa es una disciplina recientemente constituida como campo de investigación. Kilpatrick, Rico y Sierra (1994) datan sus inicios en 1908, cuando se estableció una comisión para revisar el estado de la enseñanza de la matemática a nivel mundial. En México, la Matemática Educativa surgió ante la reforma educativa en la década de 1970, cuando se estableció la necesidad de desarrollar posgrados y líneas de investigación para mejorar la comprensión del proceso enseñanza-aprendizaje de las matemáticas (Hitt, 2001).

Durante la década de los 90, se llevaron a cabo estudios en México para conocer el estado de la investigación en educación de manera general, los cuales utilizaron datos cuantitativos sin profundizar (Colina 2004), sin embargo, el estado de la investigación en Matemática Educativa ha sido considerado pocas veces como un tema de investigación, y estudios en donde se indiquen las líneas de investigación y las temáticas abordadas por los investigadores en el área son escasos Tejeda (2007).

El conocimiento del estado de la producción en las instituciones académicas sirve como guía realizar investigaciones, y paralelamente le proporciona a los profesores e investigadores un panorama de lo que se está desarrollando, permitiendo apreciar tanto las fortalezas como las debilidades de los departamentos a su cargo, además permite detectar deficiencias o necesidades en temas que no han sido estudiados en amplitud, o que requieren ser abordados con otra perspectiva o metodologías, para permitir el desarrollo y el avance en el conocimiento del fenómeno en su complejidad (Bellavista, Guardiola, Méndez y Bordons, 1997; Torralbo, Vallejo, Fernández y Rico, 2003, Aguilar 2000).

La interrogante que originó esta investigación fue ¿cuál es el estado de la investigación realizada por los egresados de la Maestría en Matemática Educativa en el período 1990-2005?, y estuvo relacionada con la orientación que ha tenido el programa de Maestría en Matemática Educativa

del CINVESTAV, por lo que el propósito fue describir lo realizado en dicho programa, a partir de lo cual se obtuvo una aproximación a la orientación metodológica de la investigación documentada, que permitió detectar la existencia de tendencias en su desarrollo y una mejor comprensión de su estado actual.

2. Marco de referencia

Actualmente, la evaluación de la investigación supera la revisión por pares al posibilitar el uso de otras técnicas como son las encuestas, los modelos econométricos, los trabajos bibliométricos, así como algunas derivadas de combinaciones de otras técnicas (Sanz, 2004). Estas técnicas se basan en indicadores que son datos estadísticos obtenidos de los documentos científicos que permiten manejar, clasificar y analizar grandes volúmenes de información, poseen claridad y precisión de descripción, facilidad de cálculo, y conveniencia para su aplicación e interpretación, y mediante ellos se analiza un campo de investigación a través de sus productos, propiciando diferentes reacciones dentro de la comunidad científica y ocasionando un impacto indudable en el fortalecimiento de los grupos y centros de investigación (Acevedo, 2002, Akerman 2001).

Por su parte, los estudios cuantitativos contemplan a la ciencia como una actividad económica, por lo que se le considera como parte de la sociología de la ciencia (Araújo y Arencibia, 2002). Su metodología está fundamentada sobre dos bases: una teórica, que se orienta hacia el estudio cuantitativo del trabajo científico, los modelos matemáticos y el análisis objetivo de la administración de la ciencia; y una metodológica desarrollada de manera multidisciplinar, conformada por la estadística, la sociología, la teoría de la información, la historia de la ciencia y la lingüística (Torralbo 2002).

La cuantimetría no ha sido sometida a un proceso de socialización, por lo que su mayor audiencia se da en grupos científicos de mayor especialización, a pesar de que es en el proceso de formación de las comunidades científicas, donde la cuantimetría contribuye a detectar contenidos específicos que merecen estudios y análisis socioculturales particulares (Acevedo, 2002).

3. Método

Para conocer el estado de la investigación en cualquier área se requiere un método que permita analizar de manera objetiva los documentos, de modo que reflejen el sentido científico de su contenido, y considerando que la cuantimetría es una metodología que hace posible medir el aporte científico y la investigación mediante el análisis de los documentos, basándose en indicadores presentes en las tesis, los artículos científicos y las patentes, su empleo sería recomendable para identificar las tendencias en la actividad científica en un área determinada (Escorsa y Maspons, 2001, Callon, Courtial y Penan, 1995).

Este estudio se considera documental orientado hacia la obtención de conocimiento, en el cual se partió del análisis de textos particulares para inferir la regularidad en la investigación en Matemática Educativa entre los años 1990 y 2005 e indagar sobre aspectos metodológicos, propios de la estructura de los estudios seleccionados para el análisis (Bisquerra, 1989).

Se seleccionó el programa de Maestría en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa del Departamento de Matemática Educativa del CINVESTAV y seguidamente se eligieron las

tesis defendidas en el período comprendido entre 1990 y 2005 como unidades de análisis. Se analizaron 278 de los 296 trabajos registrados en el período.

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron dos, uno para el registro de los indicadores cuantitativos y otro para los metodológicos, los cuales se elaboraron a partir de la revisión de textos utilizados para la enseñanza de Metodología de la Investigación (Bisquerra, 1989, Hernández, Fernández y Baptista, 2006), así como la clasificación de líneas de investigación mencionada en el reglamento de la Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa (Comité Latinoamericano de Matemática Educativa, s.f.). Se basaron en los utilizados por Torralbo (2002), considerados válidos al haber sido sometido por el juicio de expertos en el área de la Bibliometría. Por tanto, debido a que este estudio requirió de indicadores contextualizados y afines al área en la que se investiga, se obtuvo la validación a partir del juicio de expertos.

Se analizaron los datos obtenidos para obtener estadísticos descriptivos que posteriormente se agruparon empleando como base el año de la defensa de la tesis. Estos datos fueron sometidos a una prueba de aleatoriedad por medio del método de rachas, con la finalidad de identificar si la variación en los indicadores determinó tendencias en la investigación dentro de los programas estudiados, o si los indicadores se distribuyeron de manera aleatoria.

4. Resultados

Líneas de investigación: Sólo siete líneas agruparon al 56.6% de los trabajos, siendo las cinco más usuales las que reunieron trabajos en los cuales se indagó acerca de la matemática en el aula, donde la más empleada fue *Pensamiento variacional*, seguida de *Tecnología avanzada*. Las investigaciones realizadas dentro de *Pensamiento variacional* abarcaron temáticas del cálculo primordialmente, con algunas en las que se trataron temas de la Física, atendiendo siempre a los aspectos matemáticos presentes en ellos. Por otro lado, en la línea de *Tecnología avanzada* se encontraron estudios sobre temas diversos de la matemática, relacionadas con el uso de la tecnología para la enseñanza y el aprendizaje, en tanto que *Gráfica y funciones* agrupó trabajos cuyo tema principal fue la enseñanza de las funciones en un entorno escolar, partiendo de representaciones gráficas y estudiando su comportamiento.

Por su parte, *Resolución de problemas*, concentró tesis orientadas al aprendizaje por medio de problemas prestando principal atención al razonamiento matemático, y la quinta línea de investigación en importancia fue *Pensamiento asociado con probabilidad y estadística*, que se formó con las tesis en las que se investigó acerca de la enseñanza y el aprendizaje de estas dos disciplinas, incluyó trabajos realizados en varios niveles educativos, aunque los predominantes fueron aquellos realizados en el nivel básico.

Nivel escolar: El nivel básico contó con el 27% de los trabajos, que se distribuyeron de modo que *Primaria* y *Secundaria* tuvieron el 13% cada uno, y *Preescolar* apenas un 1%. *Bachillerato*, en donde se incluyeron también los bachilleratos tecnológicos, contó con un porcentaje de presencia de 26.2%, y por su parte, el nivel en el que se situaron las investigaciones con mayor frecuencia fue el superior, tanto en licenciaturas como en ingenierías, con un 36% de tesis.

Diseño del estudio: Se observó que el diseño más empleado fue *Descriptivo* con poco más del 30%, y el menos utilizado fue *Evaluación* con menos de un 1%. En segundo término con 22.3% se encontró la categoría *Propuestas*, en la cual se agruparon trabajos en los cuales se hicieron

2. Aproximaciones teóricas en Matemática Educativa

propuestas de enseñanza o de materiales de apoyo, *Experimental* contó con un 18.9%, y agrupó tesis en las que se compararon métodos de enseñanza, técnicas o recursos tecnológicos empleados en el aula. Por su parte, la categoría *Crítico o socioepistemológico*, empleada en su mayoría en los últimos seis años del período analizado, contó con el 12.3% de los trabajos.

Metodología: Se consideró al indicador como el tipo de estudio de acuerdo a la naturaleza de los datos utilizados, y se observó que los trabajos que emplearon datos cualitativos representaron el 39.8%, el 21.7% emplearon una metodología mixta, en la cual analizaron datos cuantitativos, pero ampliando la información obtenida con entrevistas y observaciones de naturaleza cualitativa, y las tesis que contaron únicamente con datos cuantitativos tuvieron una frecuencia de 18.2%.

Se encontraron tesis en las que se utilizaron datos mixtos, siguiendo una estructura específica llamada *Ingeniería didáctica*, que representó el 14% de los casos. Esta técnica parte generalmente de un análisis de textos previo a la elaboración del instrumento de recolección de datos, para su posterior aplicación, ampliando los datos con entrevistas, ya sea durante o después que los sujetos contesten el instrumento. Finalmente los estudios de caso y los etnográficos se relacionaron con temáticas que fueron poco atendidas, y en consecuencia tampoco contaron con una alta frecuencia, y sólo se emplearon en 4.2% y el 2.1% respectivamente.

Unidades de estudio: Las tesis estuvieron dirigidas en el 58% de los casos hacia el trabajo con estudiantes, seguidas del 24.8% en las cuales se trabajó con textos únicamente. Por su parte, los estudios con profesores se llevaron a cabo en 10.8% de los trabajos.

Orientación de los resultados: Las categorías que conformaron este indicador quedaron contempladas dentro de lo que el programa de posgrado en Matemática Educativa se propone, siendo la dirección más usual las técnicas didácticas, con el objetivo de mejorar la enseñanza en el aula en el 44.4% de los trabajos. El 31.1% únicamente pretendieron aportar conocimiento a la línea de investigación en la que se desarrollaron fueron el 31.1%. Los trabajos que concluyeron proponiendo cambios al currículo alcanzaron el 8.5% de los casos, mientras que aquellos en los que los autores manifestaron que sus resultados fueron una base para investigaciones futuras fueron el 8%, y en el 7% de las tesis se encontraron investigaciones que tuvieron como conclusión la elaboración de un producto, con la finalidad de ser utilizado en la enseñanza de las matemáticas, generalmente de un texto, un software para la enseñanza o material didáctico.

Análisis de tendencias: Las variables consideradas para este segundo análisis se obtuvieron de las categorías con mayor frecuencia en el caso de los valores nominales, y los valores medios por año para los valores numéricos.

Línea de investigación: En ningún caso existió evidencia que permitiera afirmar que el comportamiento de esta variable no fuera aleatorio.

Nivel educativo: El nivel superior contó con evidencia suficiente para considerar la existencia de tendencias, de 1990 a 1995 tiene un descenso en el número de tesis, y posteriormente, en 2002 y 2003 vuelve a tener un incremento. Por su parte las demás variables se comportaron de manera aleatoria al no tener la evidencia para rechazar esta hipótesis.

Diseño del estudio: El diseño descriptivo a partir de 1999 y hasta el 2005 contó con una presencia creciente, en tanto que las propuestas tuvieron un comportamiento descendente de 1990 a 1996.

Por su parte, la variable *Experimental* contó con dos períodos de aumento, que fueron de 1990 a 1994, y de 1996 a 2000, y un período de descenso entre 2000 y 2002.

Propuestas: Al realizar el análisis, las propuestas didácticas presentaron una tendencia, al contar con un período de descenso entre 1994 y 1996 y posteriormente aumentar considerablemente su presencia en dos períodos que van de 1996 a 1999 y de 2001 a 2005.

Por su parte, las propuestas de textos contaron con un periodo en el cual obtuvieron una frecuencia importante, éste va de 1992 a 1997. Posteriormente no se registraron propuestas de texto por parte de los tesisistas.

Metodología: La categoría *Estudio de caso*, contó con la existencia de una tendencia de aumento de frecuencia a partir de 1999 y hasta el 2003.

Unidad de análisis: Únicamente *Textos*, contó con un comportamiento en descenso entre 1994 y 1999. Es notable que hasta 1998 el porcentaje de presencia de la variable estuviera por encima de la media, en tanto que a partir de 1999, se contó un bajo porcentaje de presencia entre los estudios llevados a cabo por los tesisistas.

Orientación de los resultados: Los cambios al currículo contaron con una tendencia entre 1990 y 1996, periodo en el cual esta orientación de las tesis tuvo un descenso, partiendo de un porcentaje considerable hasta una nula presencia. De igual forma, *Texto para un curso*, tuvo un comportamiento descendente de 1990 hasta 1995, y aunque en 1996 y 1997 superó la media de presencia, a partir de 1998 no volvió a figurar entre los propósitos que los tesisistas tuvieron para sus resultados.

En resumen, al llevar a cabo el análisis de aleatoriedad, se encontraron algunas tendencias importantes en la distribución de los trabajos a través de los 16 años abarcados en el estudio. El uso de las secuencias didácticas, los estudios descriptivos y los estudios de caso, aumentaron su presencia en las tesis entre los años 2000 y 2005. Por su parte, los estudios experimentales mantuvieron una tendencia en aumento en los trabajos realizados entre 1993 y 2000, posteriormente este diseño disminuyó considerablemente su presencia.

Durante el primer tercio del período estudiado, se presentaron tendencias en los estudios que contaron con propuestas en general y textos como unidades de análisis, así como la ubicación en el nivel superior, el análisis de contenidos, y la intención final de originar cambios en el currículo y la redacción de textos. Como se pudo notar, en esos años la figura importante fueron los textos, tanto para análisis como el producto final de las tesis que se desarrollaron, en su mayoría en el nivel superior.

5. Conclusiones

Se observó que durante los primeros 10 años fueron bastante frecuentes tanto las propuestas didácticas como los experimentos de enseñanza, y durante los últimos años del período aumentaron los estudios socioepistemológicos. Otro punto importante fue que en su mayoría los estudios estuvieron enfocados hacia los estudiantes, seguidos de los textos, y con poco más del 10% se encontraron aquellos orientados hacia los profesores, por lo que los cuestionarios y las secuencias didácticas resultaron ser los instrumentos más utilizados. También fue posible observar que en su mayoría, los tesisistas trabajaron con muestras, que tendieron a ser pequeñas, y

seleccionadas generalmente de modo intencional, con sujetos que cumplieran los requisitos necesarios para los objetivos del estudio.

Lo anteriormente observado se relaciona con el principal enfoque que los tesisistas dieron a sus trabajos, que a su consideración fue la propuesta de técnicas de enseñanza, para favorecer el aprendizaje de los conceptos, aunque sin considerar el punto de vista de los alumnos, y anteponiendo el conocimiento matemático en las situaciones estudiadas. Es posible notar que el alumno y el contenido matemático son las figuras centrales en los trabajos, considerando que los problemas se dan en el aprendizaje más que en la enseñanza. No se observó una cantidad considerable de trabajos que se centraran completamente en la formación y la actualización del profesor en un tema en específico, y en cambio sí se encontraron trabajos centrados exclusivamente en conceptos matemáticos, sin atender siquiera a los alumnos.

El comportamiento de las tendencias en las categorías estudiadas es acorde al cambio en la manera de abordar los problemas en el aula, que se comenzaron a estudiar de un modo más específico y con datos cualitativos, para intentar un conocimiento profundo del problema. Se observa precisamente con los estudios de caso, que aumentaron considerablemente a partir del año 2000, y aunque no manifestaron propiamente una tendencia, fue también en esos años que los estudios de corte socioepistemológico cobraron mayor importancia, al igual que las propuestas didácticas, que a pesar de contar con dos descensos, en 1995–1996 y en el 2000, aumentaron hasta representar el 100% de las propuestas elaboradas para los últimos años. En contraste, las propuestas de textos tuvieron una presencia importante hasta 1996, a partir de entonces no se volvieron a reportar este tipo de trabajos, del mismo modo que finalidad de los tesisistas hacia el uso de su trabajo como texto para un curso, presentó un comportamiento similar.

Lo anterior nos da una idea de los cambios que dieron los tesisistas a sus trabajos finales, que pasaron de ser productos elaborados para un curso, a volverse propuestas de enseñanza, o una base para continuar investigando acerca de la manera de abordar un problema en la enseñanza de un concepto. Es conveniente analizar las líneas de investigación más usuales, para establecer hacia dónde se ha dirigido específicamente la atención dentro de ellas. También es importante notar la escasez de estudios enfocados en los profesores, la formación de profesores fue relegada, y se prestó mayor atención a los contenidos, los textos y los estudiantes, sin considerar al docente. Asimismo, cada vez se pretende una mayor comprensión de los problemas que se estudian, por lo que los métodos cuantitativos de investigación están siendo desplazados por los métodos de análisis cualitativos, así como estudios socioepistemológicos.

Finalmente, es recomendable que se sigan realizando estudios que permitan conocer más a fondo el estado de cada una de las líneas de investigación, para que de este modo se identifiquen problemáticas específicas que necesiten ser estudiadas, o aquellas que requieran ser vistas desde una perspectiva diferente, incluso investigaciones que permitan observar redes de colaboración entre instituciones e investigadores, que darían una mejor perspectiva del crecimiento de la investigación en Matemática Educativa en México. De igual modo sería conveniente retomar los estudios en forma de propuestas, acordes a los cambios en los programas de enseñanza que se han venido dando de manera reciente, y que han causado interés a la sociedad.

6. Referencias

- Acevedo, E. (2002). *Lo que la cienciometría no alcanza a medir*. Recuperado el 25 de enero de 2008, de <http://www.campus-oei.org/salactsi/elsa6.htm>
- Aguilar, L. (2000). La función de los posgrados en educación en México. *La Tarea*. Recuperado el 12 de noviembre de 2007, de <http://www.latarea.com.mx/articu/articu13/aguila13.htm>
- Akerman, E. (2001). *Developing comparative bibliometric indicators for evaluating the research performance of four academic nutrition departments, 1992-1996: An exploratory study*. Tesis de maestría, University of Tennessee, Knoxville, Estados Unidos Americanos. (No. de servicio de reproducción de documentos ERIC ED 462 084).
- Araújo, J y Arencibia, R. (2002). Informetría, bibliometría y cienciometría: aspectos teórico-prácticos. *Revista Cubana de los Profesionales de la Información y la Comunicación en Salud*. Recuperado el 14 de septiembre de 2007, de http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol10_4_02/aci040402.htm
- Bellavista, J., Guardiola, E., Méndez, A. y Bordons, M. (1997). *Evaluación de la investigación*. Madrid: C.I.S.
- Bisquerra, R. (1989). *Métodos de investigación educativa: una guía práctica*. Barcelona: CEAC.
- Callon, M., Courtial, J. y Penan, H. (1995). *Cienciometría. La medición de la actividad científica: de la bibliometría a la vigilancia tecnológica*. España: Trea.
- Colina, A. (2004). *Los agentes de la investigación educativa en México. Capitales y habitus*. México: Plaza y Valdez.
- Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. (s. f.). *Reglamento de la Comisión Internacional de la Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa*. Recuperado el 12 de marzo de 2007, de <http://www.clame.org.mx/documentos/reglamento.pdf>
- Escorsa, P. y Maspons, R. (2001). *De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva*. Madrid: Pearson Educación.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.
- Hitt, E. (2001). Departamento de Matemática Educativa: 25 años de investigación. *Avance y perspectiva*. 20, 17-29.
- Kilpatrick, J., Rico, L. y Sierra, M. (1994). *Educación matemática e investigación*. Madrid: Síntesis.
- Sanz, L. (2004). *Evaluación de la investigación y sistema de ciencia*. Recuperado el 5 de noviembre de 2007, del sitio Web del Consejo Superior de Investigaciones Científicas: <http://www.iesam.csic.es/doctrab2/dt-0407.pdf>
- Tejeda, Y. (2007). *Las investigaciones que se realizan en Matemática Educativa. El caso de la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Guerrero*. Tesis de Maestría no publicada, Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo, México.
- Torrallbo, M. (2002). *Análisis Científico, Conceptual y Metodológico de las Tesis Doctorales Españolas en Educación Matemática (1976-1998)*. España: Servicio de Publicaciones Universidad de Córdoba.
- Torrallbo, M., Vallejo, M., Fernández, A. y Rico, L. (2004). Análisis metodológico de la producción española de tesis doctorales en educación matemática (1976-1998). *RELIEVE*. 10, 1. Recuperado el 6 de septiembre de 2007, de http://www.uv.es/RELIEVE/v10n1/RELIEVEv10n1_3.htm