

LA INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA

Mónica Ester Villarreal
 Universidad Nacional de Córdoba
 Córdoba. (Argentina)

Este artículo tiene como objetivo caracterizar las actividades vinculadas con el campo de la Educación Matemática y detenernos específicamente en la actividad de investigación a fin de exponer los componentes, tareas y criterios que permiten establecer la calidad de un trabajo de investigación en Educación Matemática.

La Educación Matemática es un área que ha crecido significativamente en nuestro país. Las actividades asociadas a ella cubren un espectro amplio que va desde la elaboración de complejas teorías de enseñanza o aprendizaje hasta actividades de innovación, producción de materiales y textos didácticos y su experimentación en las aulas, pasando por investigaciones que analizan los procesos de aprendizaje de los estudiantes, las dificultades en la comprensión de conceptos matemáticos o el desarrollo de métodos alternativos de enseñanza, entre otras problemáticas.

Así, las actividades vinculadas a la Educación Matemática pueden ser consideradas como:

- De práctica: relacionadas con el propio acto de enseñar.
- De desarrollo: vinculadas a la producción de materiales didácticos o textos, elaboración de propuestas curriculares, realización de experiencias innovadoras o alternativas, etc.
- De investigación.

Dependiendo de las actividades que desarrollen, las personas involucradas con la Educación Matemática pueden ser profesores o maestros de Matemática, matemáticos, psicólogos, formadores de profesores, etc. Sabemos que el acto de enseñar Matemática y el interés por una mejor educación matemática se remonta a varios milenios. Sin embargo, es a fines del siglo XIX, debido a la preocupación por una mayor y mejor formación de profesores en el nivel superior, que la Educación Matemática surge como un campo profesional, con una identidad propia y comienza de manera incipiente la actividad investigativa.

Según Jeremy Kilpatrick (1992), prestigioso investigador de la Universidad de Georgia, en el campo de la Educación Matemática

"La historia de la investigación en Educación Matemática es parte de la historia de un campo (Educación Matemática) que se ha desarrollado a lo largo de los últimos dos siglos cuando matemáticos y educadores volcaron

su atención hacia cómo y qué Matemática es, o debería ser, enseñada y aprendida en la escuela.” (p. 3)

Existen dos disciplinas básicas que han tenido una influencia crucial sobre la investigación en Educación Matemática: la Matemática y la Psicología. Posteriormente el campo se vuelve interdisciplinar, incorporando el aporte de la Sociología, Filosofía, Historia de la Matemática, entre otras disciplinas. La Educación Matemática como área de investigación es reconocida en la comunidad científica internacional, siendo numerosos los congresos internacionales que la tiene como protagonista. Tal es el caso del ICME (*International Congress of Mathematical Education*) que se realiza cada cuatro años desde 1969 y de las conferencias anuales del grupo internacional PME (*Psychology of Mathematics Education*) que se llevan a cabo desde 1977. En estos congresos se conjugan aportes provenientes de diferentes disciplinas tales como Filosofía (de la Matemática y de la Educación), Psicología, Ciencias de la Educación, entre otras, teniendo siempre a la Matemática y la problemática de su enseñanza y aprendizaje como eje temático común. Así, al investigar en Educación Matemática se hace necesario tener dominio, tanto de conocimientos didácticos como matemáticos. Es por esto que la evaluación de las actividades de investigación que se desarrollan en el ámbito de la Educación Matemática resulta difícil por tratarse de un área poco desarrollada en nuestro país y con pocos especialistas.

Trataremos ahora de caracterizar la actividad de investigación. Podemos decir que una investigación es una “búsqueda disciplinada” (Kilpatrick, 1992). La palabra “búsqueda” se asocia a la presencia de una pregunta específica que se desea responder. La calificación “disciplinada” se refiere no sólo a que la investigación sea realizada siguiendo una determinada metodología, sino que además pueda ser examinada y verificada, que sea pública, abierta a la crítica y posibles refutaciones. En el caso de la Educación Matemática se trata de una búsqueda disciplinada en torno a la problemática de la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática.

Alan Bishop (1992), destacado investigador en el área de la Educación Matemática desde hace 40 años, indica que para determinar el carácter de investigación de una producción realizada en el campo de la Educación Matemática son necesarias tres componentes:

Indagación: es la razón de la actividad de investigación. Representa la búsqueda sistemática del conocimiento, la búsqueda de comprensión, dando dinamismo a la actividad. La investigación debe ser búsqueda intencional.

Evidencia: es necesaria para que la investigación esté relacionada con la realidad de la situación educativa en estudio, se trate de clases, programas, textos o documentos históricos. Las evidencias muestran la realidad sobre la cual se focaliza la teorización.

Teoría: es el modo en que se representa el conocimiento y comprensión provenientes de cada investigación. La teoría es el producto esencial de la actividad de investigación y la teorización es, por lo tanto, su objetivo esencial.

Complementando lo anterior, Bishop (1992) señala que:

"... algunas actividades tales como la mera acumulación de datos, el informe de incidentes que ocurren accidentalmente, detallar análisis abstractos, brindar especulaciones "de sillón", la planificación de currículum o una clase, el diseño de algunos materiales de enseñanza, o el ajuste de una evaluación, no constituyen por sí mismos actividades de investigación, si bien cada una de ellas puede contribuir a algún estado del proceso de investigación." (p. 713)

Esta cita de Bishop es contundente y, al mismo tiempo, nos brinda ciertos criterios para establecer diferencias con la actividad de investigación. Las actas de congresos y libros de resúmenes de reuniones de Educación Matemática realizadas en nuestro país muestran una diversidad de trabajos relacionados con la Educación Matemática como actividad de práctica o desarrollo: relatos de experiencias, propuestas didácticas, propuestas curriculares, estudios exploratorios o diagnósticos y también reflexiones generales con o sin sustento desde la práctica educativa (Villarreal & Esteley, 2002). Sin embargo, los trabajos que pueden ser considerados como de investigación son escasos cuando son mirados desde la óptica de los componentes que indica Bishop (1992).

Todo investigador desarrolla su actividad de investigación como miembro de una comunidad que tiene una ideología y se inscribe en un determinado paradigma de investigación. Recordemos que un paradigma es aquello que los miembros de una comunidad comparten, donde "aquello" se refiere a los supuestos sobre lo que es relevante ser investigado y cómo debe ser investigado, entre otras cuestiones. Así, aunque los propósitos de la investigación en Educación Matemática son variados, siempre estarán vinculados, implícita o explícitamente, a algún paradigma de investigación en Educación. Son tres los que caracterizaremos según sus objetivos:

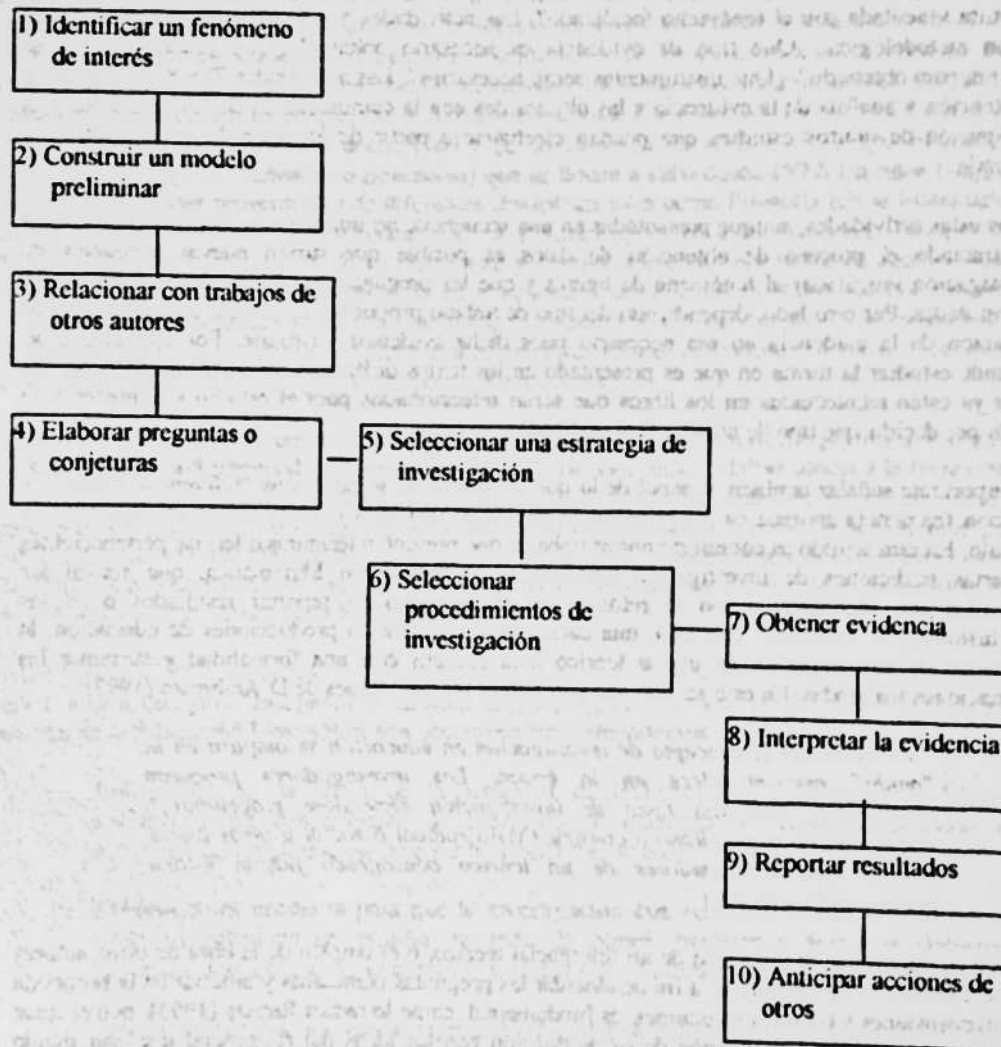
Empírico-analítico. Sus objetivos básicos son explicar, predecir y controlar los elementos involucrados en la actividad educativa (asociado a las Ciencias Naturales).

Interpretativo. Su objetivo es comprender los significados que la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática tienen para aquellos que están involucrados en tales actividades (asociado a la Antropología).

Crítico. Su objetivo es mejorar la práctica educativa e involucrar a los participantes de dicha práctica en la producción de esa mejora (asociado a la Sociología).

En la investigación en Educación Matemática ha habido durante los últimos 20 años un alejamiento del paradigma empírico-analítico, en dirección al interpretativo y en menor medida hacia el crítico, pasando de un abordaje analítico a un abordaje sistémico.

Independientemente del paradigma de investigación en el que se enrole un investigador existen actividades esenciales vinculadas a cualquier investigación y que pueden resumirse en el siguiente esquema de la autoría de Thomas Romberg (1992):



Las cuatro primeras actividades están vinculadas con el planteo del problema a ser estudiado: ¿Cuál es el fenómeno que interesa? ¿Cuáles son las preguntas que guiarán la investigación? ¿Qué otros estudios han sido realizados en torno al fenómeno que nos ocupa? ¿Podemos elaborar algún modelo que nos indique relaciones posibles entre los componentes del problema? ¿Es posible generar alguna conjetura vinculada con el fenómeno focalizado?. Las actividades 5 y 6 están relacionadas con la opción metodológica: ¿Qué tipo de evidencia es necesario obtener? ¿Qué procedimientos se seguirán para obtenerla? ¿Qué instrumentos serán necesarios?. Las actividades 7) y 8) se refieren a la obtención y análisis de la evidencia y las últimas dos con la comunicación de los resultados y la anticipación de futuros estudios que puedan efectuarse a partir de lo obtenido en el trabajo ya realizado.

Todas estas actividades, aunque presentadas en una secuencia, no implican un recorrido lineal. Una vez iniciado el proceso de obtención de datos es posible que surjan nuevas preguntas de investigación vinculadas al fenómeno de interés y que las preguntas iniciales sean abandonadas o reformuladas. Por otro lado, dependiendo del tipo de trabajo propuesto, es posible que el proceso de obtención de la evidencia no sea necesario pues dicha evidencia ya existe. Por ejemplo, si se pretende estudiar la forma en que es presentado en los textos didácticos un determinado tema, los datos ya están recolectados en los libros que serán seleccionados para el estudio y entonces sólo queda por decidir que tipo de análisis será realizado.

Es importante señalar también el papel de lo que comúnmente se denomina "referencial teórico" y que con frecuencia aparece en los primeros capítulos de una tesis o las primeras secciones de un artículo. En este sentido es común encontrar trabajos que presentan términos o teorías pertenecientes a ciertas tradiciones de investigación reconocidas en Educación Matemática, que suelen ser utilizados con incoherencia, no se retoman en el momento de reportar resultados o en las conclusiones. Se manifiesta con esto, una característica común en producciones de educación: la necesidad de ampararse en un marco teórico para cumplir con una formalidad y sustentar las afirmaciones realizadas. En este sentido son pertinentes las reflexiones de D'Ambrosio (1997):

"Normalmente el concepto de investigación en educación se ampara en la "moda" que prevalece en la época. Los investigadores procuran identificarse con una línea de investigación diciéndose piagetiano o vygotskiano o ausubeliano o constructivista radical o social u otras líneas. (...) Al decirse seguidores de un teórico consagrado juzgan estarse prestigiando." (p. 81.)

Si bien es importante la presencia de un referencial teórico, o el empleo de la obra de otros autores que se consideren significativos, a fin de elucidar las preguntas planteadas y auxiliar en la búsqueda de comprensiones y posibles soluciones, es fundamental, como lo indica Bicudo (1993), que el autor del trabajo explicita la articulación de su producción con las ideas del referencial que está siendo empleado, a fin de que su propio pensamiento no quede oculto tras las palabras de los

autores reconocidos y se obtengan conclusiones, sólo a partir de lo que tales autores hubieran dicho.

Las discusiones en torno a las cuestiones metodológicas han sido y continúan siendo motivo de debates en la comunidad de educadores matemáticos. Dependiendo del paradigma que implícita o explícitamente sustente la actividad del investigador, y de la problemática de investigación que se desee abordar las opciones metodológicas pueden ser de distinto carácter. Los métodos de investigación de las Ciencias Exactas y Naturales están lejos de ser adecuados para abordar ciertas problemáticas vinculadas con la educación. El paradigma de investigación propio de estas ciencias (Empírico-analítico) fue extendido al ámbito de las Ciencias Humanas en procura de un sustento científico del cual estas últimas parecían carecer. No obstante ello, la cuantificación de los fenómenos educativos parecía ser un modo de dar validez científica a estudios realizados en este ámbito.

Esta tendencia dominó por mucho tiempo el desarrollo de investigaciones en Psicología, por ejemplo, y en consecuencia en la EM. En la década del 70 tuvo una influencia marcada en la realización de estudios comparativos tendientes a determinar que método o estrategia didáctica era mejor para enseñar algún contenido particular. Tal mejoría era cuantificada y medida a partir de los resultados de tests. Este tipo de estudios, generalmente basados en técnicas estadísticas, no informaban por qué ciertos métodos eran mejores que otros, sin mencionar que los métodos innovadores ya contaban con una ventaja *a priori* sobre los tradicionales: quienes trabajaban en este nuevo contexto estaban motivados para hacerlo y esto marca una diferencia cualitativa, de gran influencia en los resultados que es difícil cuantificar.

En la década del 80, el auge de la resolución de problemas y el surgimiento de estudios sobre los procesos que siguen los estudiantes y los expertos al resolverlos, o las comprensiones de estudiantes en relación con diferentes conceptos matemáticos, creó la necesidad de emplear otros métodos de investigación tales como la entrevista clínica o el razonamiento en voz alta.

Las preocupaciones acerca del funcionamiento del aula y las relaciones que en ella se desarrollan, trajeron al interior de la Educación Matemática, métodos propios de la Antropología, como lo es la Etnografía y hoy existen estudios de caso que dan cuenta de la Etnografía de ciertas clases de Matemática.

Así, el interés por nuevas problemáticas creó la necesidad de recurrir a métodos de investigación que estuvieran en concordancia con los nuevos objetivos de investigación. En los últimos años, los estudios en Educación Matemática pasaron de ser cuantitativos a ser de tipo cualitativo, donde lo descriptivo tiene un papel fundamental. El trabajo en equipo para cotejar observaciones, la triangulación de los datos a través del uso de diferentes fuentes, la transcripción de videotapes y el análisis de los mismos por un equipo de investigadores, son algunas de los procedimientos utilizados en un estudio cualitativo.

Una vez terminado un trabajo de investigación, surge la necesidad de comunicarlo y exponerlo a una evaluación externa, ya sea para su publicación o presentación en algún congreso o reunión del área. Los criterios que permiten juzgar la calidad de un trabajo de investigación en Educación Matemática han sido ampliamente debatidos y estudiados por investigadores como Jeremy Kilpatrick (1993). En el marco del simposio titulado *Criterios para la Calidad y Relevancia científica en Didáctica de las Matemáticas* y llevado a cabo en Dinamarca en 1992, Kilpatrick (1993) propuso una lista de ocho criterios que el autor no considera inmutables, fijos ni exhaustivos. Tales criterios son:

Relevancia: se refiere a la utilidad del estudio realizado y para quién/es es útil.

Validez: se refiere a las conclusiones extraídas del estudio, a la posibilidad de aplicar los resultados de la investigación en contextos diferentes. Está vinculada con la pregunta: ¿nuestro método de investigación nos permitió investigar lo que pretendíamos?

Objetividad: la objetividad en la investigación en EM es relativa, no obstante es deseable, como un medio para alcanzar cierto tipo de objetividad, que el investigador haga explícitas las posiciones personales que puedan influir su actividad de investigador.

Originalidad: no significa novedoso, ni sin conexión con investigaciones previas, sino con una nueva mirada sobre lo ya conocido.

Rigor y precisión: están relacionados con el cuidado con que se desarrolla la investigación, la atención que se presta a los detalles, la disposición a considerar alternativas, la precisión de los significados (no de medidas), la densidad descriptiva.

Posibilidad de predicción: está relacionada con la posibilidad de anticipar tendencias generales, buscar regularidades o modelos de comportamiento en circunstancias similares a aquellas estudiadas en la investigación. Se aplica más bien a un conjunto de estudios antes que a trabajos individuales.

Posibilidad de reproducción: la investigación debe ser pública, compartida y relatada de tal forma que pueda ser reproducida por otros investigadores. Esto no significa que las conclusiones vayan a ser necesariamente las mismas.

Relacionamiento: si bien la EM tiene un carácter interdisciplinario, una investigación en este campo debe estar relacionada tanto con Matemática como con procesos educacionales. El estudio debe iluminar la Matemática que está siendo enseñada y aprendida.

Aunque ausentes en esta lista me gustaría agregar dos criterios propuestos en 1994 por los editores de la revista *Journal for Research in Mathematics Education* y que son la coherencia y la ética (citados en Kilpatrick 1995). La coherencia se refiere a la armonía entre los distintos componentes del estudio: preguntas, método, procedimientos, análisis de datos, resultados y conclusiones. La ética se refiere a la necesidad de que quienes investigan realicen su trabajo con el consentimiento de quienes participan en él, con un compromiso de confidencialidad y un reconocimiento hacia quienes contribuyeron en sus investigaciones.

Los elementos presentados en este artículo nos muestran, de manera muy sintética, diferentes aspectos que deben tenerse en cuenta al realizar un trabajo de investigación en Educación Matemática. Existen componentes, actividades y criterios que determinan el carácter investigativo de una actividad vinculada con la Educación Matemática. En nuestro país existen personas y grupos que desarrollan investigación en Educación Matemática. Sin embargo, no podemos afirmar que exista una comunidad organizada de investigadores en el área. Se puede apreciar, sí, la existencia de un movimiento en Educación Matemática, entendido como "un conjunto de prácticas sociales entre las cuales está, obviamente, la práctica científica" (Garnica, 1999). Según Garnica (1999), investigador en EM brasileño:

"Asumir la Educación Matemática como "movimiento" implica no descalificar su vertiente práctica (...). Se pretende, sin embargo, una práctica que demande, necesariamente reflexión (...). No una mera reflexión teórica fundante supuestamente "auto suficiente", sino una reflexión que, sugerida por la práctica, busca una efectiva intervención en la acción pedagógica."
(Garnica, 1999, p. 60 - 61).

Esta noción de movimiento está en concordancia con la concepción de investigación de D'Ambrosio (1997) como siendo el nexo entre teoría y práctica. Desde esta perspectiva, puede decirse que existe una tendencia del movimiento Educación Matemática en nuestro país, en el cual detectamos la necesidad de fortalecer el nexo entre teoría y práctica. La creación de sociedades argentinas de Educación Matemática que agrupan a personas interesadas en el campo, la realización de congresos y reuniones nacionales o internacionales en el área, la presencia de algunos programas de maestría con diferentes grados de vinculación con la Educación Matemática y la visita de profesores extranjeros son indicadores que muestran un crecimiento importante y deberían contribuir para desarrollar ese nexo.

Algunas propuestas que podrían favorecer el fortalecimiento de la investigación en Educación Matemática en nuestro país (Villarreal & Esteley, 2002) son las siguientes:

- Realizar un relevamiento, para posterior divulgación, de grupos de trabajo, publicaciones y eventos nacionales vinculados con la Educación Matemática.

- Crear criterios claros y explícitos para la selección y clasificación de trabajos a ser presentados en reuniones o publicados en revistas, sean estos de práctica, desarrollo o investigación.
- Generar espacios de formación o discusión que permitan abordar la problemática de la investigación en Educación Matemática, presentando y discutiendo las condiciones a tener en cuenta para que un trabajo sea considerado de investigación y donde se brinden elementos que permitan analizar diferentes producciones en el área.
- Promover una mayor colaboración e intercambio entre instituciones nacionales e instituciones que presentan un mayor desarrollo en el área en el ámbito internacional.

Considero que estas propuestas favorecerían la constitución, en nuestro país, de una comunidad de investigadores en Educación Matemática con identidad propia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bicudo, M. A. (1993) *Pesquisa em Educação Matemática*. Pro-Posições. Vol. 4, n. 1(10).
- Bishop, A. (1992) *Internacional Perspectives on Research in Mathematics Education*. En Grouws, D. (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, p. 710-723. New York: Simon & Shuster Macmillan.
- D'Ambrosio, U. (1997) *Educação Matemática: da teoria à prática*. Campinas: Papirus Editora.
- Garnica, V. (1999) *Filosofia da Educação Matemática: algumas ressignificações e uma proposta de pesquisa*. En Bicudo, M. (Org) *Pesquisa e Educação Matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo: Editora UNESP. p. 59 - 74.
- Kilpatrick, J. (1992) *A History of Research in Mathematics Education*. En Grouws, D. (Ed), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, p. 3-38. New York: Simon & Schuster Macmillan.
- Kilpatrick, J. (1993) *Beyond face value: Assessing research in mathematics education*. En Nissen, G & Blomhoj, M (Ed.) *Criteria for scientific quality and relevance in the didactics of mathematics*. Dinamarca: Roskilde University, IMFUFA, p. 15-34.
- Kilpatrick, J. (1995) *Staking Claims*. *Nordic Studies in Mathematics Education*. V. 3, n. 4, p. 21-42.
- Romberg, T. (1992) *Perspectives on Scholarship and Research Methods*. En Grouws, D. (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, p. 49-64. New York: Simon & Schuster Macmillan.
- Villarreal, M. & Esteley, C. (2002) *Una caracterización de la Educación Matemática en Argentina*. *Revista de Educación Matemática*. V. 17, n. 2, p. 18-43. Universidad Nacional de Córdoba.