

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA³

ANÁLISIS DE LOS TRABAJOS PUBLICADOS EN LOS SIMPOSIOS DE LA SEIEM (1997-2010)

Godino, J. D.¹, Carrillo, J.², Castro, W. F.³, Lacasta, E.⁴, Muñoz-Catalán, M. C.²,
Wilhelmi, M.R.⁴

¹Universidad de Granada, ²Universidad de Huelva, ³Universidad de Antioquia
(Colombia), ⁴Universidad Pública de Navarra

Resumen. *En esta ponencia se describe el planteamiento general del seminario sobre métodos de investigación celebrado en el XV Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM). Se ha realizado un estudio cualitativo y cuantitativo de los trabajos presentados en los Simposios de la SEIEM desde su constitución en 1997 hasta 2010, desde el punto de vista de los métodos de investigación usados en dichos trabajos, así como otras variables relacionadas. En esta ponencia conjunta se describen los resultados globales obtenidos y se comparan con resultados de otros estudios relacionados en los que se analizan los métodos de investigación en educación matemática. Los análisis detallados de los métodos cuantitativos, cualitativos y mixtos son objeto de tres ponencias específicas, presentadas, asimismo, en el Seminario.*

Palabras clave: Métodos de investigación, ciencimetría, simposios SEIEM, reflexión metodológica.

Abstract. *This presentation describes the general approach of the seminar on research methods held at the XV Symposium of the Spanish Society for Research in Mathematics Education. A qualitative and quantitative study of the papers presented at the SEIEM Symposia since its creation in 1997 until 2010 has been performed. The study is focused on the research methodologies and other related variables used in the invited papers and research reports included in the proceedings. In this joint presentation the overall results are presented and compared with results from other related studies on research methodology in mathematics education. Detailed analysis of quantitative, qualitative and mixed methods is the subject of three papers presented, also, in the Seminar.*

Key words: Research methods, scientometric, SEIEM symposium, methodological reflection

³ Godino, J. D., et al. (2011). Métodos de investigación en educación matemática. Análisis de los trabajos publicados en los Simposios de la SEIEM. En M. Marín et al (Eds.), *Investigación en educación matemática XV*. Ciudad Real: SEIEM.

1. INTRODUCCIÓN

El análisis metodológico de las investigaciones se ha realizado teniendo en cuenta una serie de variables o categorías que se han definido como resultado del ajuste entre los aspectos que concretan y definen la metodología y las características de los estudios presentes en las actas de la SEIEM. Las variables consideradas son: método de investigación, área problemática, nivel educativo, métodos e instrumentos de información utilizados, tipo de informantes o fuentes de información y número de informantes (además del año de la publicación y del tipo -ponencia o comunicación).

La variable *métodos de investigación* es la que nos ha servido para organizar las tres ponencias siguientes (Carrillo y Muñoz-Catalán, 2011; Castro y Godino, 2011; Wilhelmi y Lacasta, 2011), en las que realizamos el análisis de las actas cruzando cada tipo de método (cualitativo, cuantitativo y mixto) con las demás variables.

Consideramos que los métodos son el conjunto de técnicas de recogida y/o análisis de datos utilizados en una investigación (Ernest, 1998). Suele identificarse con el término de metodología, pero ésta incluye los posicionamientos epistemológicos y ontológicos del investigador que justifican los métodos elegidos. En Carrillo y Muñoz-Catalán (2011) se aclara la diferencia entre métodos y metodología y la incorrecta asociación que frecuentemente se establece entre un tipo de método y un determinado paradigma. Los indicadores y descriptores para esta variable son:

1. Cuantitativo (uso de estadística descriptiva y/o inferencial; predominio de variables cuantitativas).
2. Mixto (uso de variables cualitativas y cuantitativas, con recuentos de frecuencias en muestras o poblaciones).
3. Cualitativo (interpretativa, estudio de casos, descripciones narrativas, etc.).
4. Teórico (discusión o ensayo filosófico).

La variable *Área problemática principal (y secundaria)* hace referencia a los tópicos de la didáctica de la matemática que son objetos de investigación en las actas de la SEIEM. Los valores que hemos considerado para esta variable han emergido del cruce entre los grupos de la SEIEM y la clasificación en la que el grupo PME organiza las aportaciones a los congresos. A cada ponencia o comunicación le hemos asignado hasta un máximo de dos áreas, destacando en primer lugar la que define el objeto del estudio. Estas áreas son:

1. Didáctica de la estadística, probabilidad y combinatoria.
2. Didáctica de la matemática como disciplina científica (epistemología; fundamentos teóricos).
3. Pensamiento numérico y algebraico.
4. Historia de la educación matemática.
5. Didáctica del análisis.
6. Conocimiento, formación, y desarrollo profesional.
7. Aprendizaje de la geometría y medición.
8. Aspectos afectivos, socioculturales y de género.

Métodos de investigación en educación matemática.
Análisis de los trabajos publicados en los simposios de la SEIEM (1997-2010)

9. Estudio de procesos matemáticos genéricos (Visualización e imaginación; Modelización matemática; Métodos de prueba; Resolución de problemas).
10. TIC (Ordenadores, calculadoras y otros recursos tecnológicos).
11. Creencias y concepciones.

En la variable *nivel educativo* incluimos las distintas etapas educativas en las que se centran los estudios de la SEIEM. Distinguimos 5 etapas:

1. Educación Infantil (0-6 años).
2. Primaria (7-12 años).
3. Secundaria obligatoria (13-16 años).
4. Bachillerato y ciclos de formación superior (17-18 años).
5. Universidad (más de 18 años).

La variable *métodos e instrumentos de recogida de información utilizados* hace referencia a la existencia o no de interacción entre el investigador y las fuentes de información cuando se implementan durante el proceso de investigación. Desde esta perspectiva, siguiendo a Goetz y LeCompte (1988), distinguimos entre, métodos interactivos y métodos no interactivos, y añadimos, métodos mixtos,, cuando en un mismo estudio se combinan ambos tipos de métodos e instrumentos de recogida de información.

1. *Métodos interactivos*: implican una interacción entre investigadores y participantes, y, como resultado, producen reacciones en estos últimos que pueden afectar a la información reunida (entrevistas, observación, etc.).
2. *Métodos no interactivos*: exigen una escasa o nula interacción entre investigadores y participantes (cuestionarios, materiales docentes, documentos personales elaborados –diarios del profesor, por ejemplo-).
3. *Mixtos*.
4. *Ninguno*: no se recogen datos porque el estudio es de tipo teórico o filosófico.

La siguiente variable la hemos denominado *tipo de informantes o fuentes de información* y se refiere a los materiales y colectivos educativos a través de los cuales el investigador obtiene información. En un estudio se puede asignar más de un indicador:

1. Alumnos.
2. Profesor.
3. Padres y madres.
4. Materiales y recursos educativos (ya sea analógico o digital).
5. Centro o institución.
6. Documentos oficiales.
7. TESEO, revistas y bases especializadas.

Número de informantes (tamaño de muestra)

La variable *técnica de muestreo* sólo es pertinente para los estudios que utilizan métodos cuantitativos y hace referencia a la representatividad de la muestra con relación a la población. Los valores son los siguientes:

1. Si se ha explicitado la técnica de muestreo y su pertinencia.
0. En caso contrario.

En la sección 2 de esta ponencia conjunta mencionamos algunos antecedentes sobre el análisis de las metodologías de investigación en educación matemática, problema de interés en el campo general de la cuantimetría o estudio de los aspectos cuantitativos de la ciencia como disciplina o actividad económica. En la sección 3 presentamos los resultados cuantitativos globales del análisis de los métodos de investigación usados en los trabajos publicados en las actas de la SEIEM, teniendo en cuenta las variables anteriormente descritas.

En un Anexo incluimos un conjunto de indicadores de calidad metodológica de los trabajos de investigación en el campo de las ciencias sociales que puede servir como “Guía para la reflexión metodológica”, tanto para los autores como para los revisores de los trabajos que se presenten en los próximos Simposios. Se trata de una guía o pauta simplificada elaborada a partir de diversas fuentes metodológicas, en particular Ramos-Álvarez y Catena (2004), Buela-Casals (2003), Bryman, Becker y Sempik (2008), Creswell (2009).

2. EL ANÁLISIS DE LAS METODOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN COMO CAMPO DE INDAGACIÓN

En este apartado presentamos una breve síntesis de trabajos realizados sobre el uso de los métodos de investigación en educación matemática, lo que nos permitirá establecer relaciones con nuestro estudio y situar éste en una perspectiva más amplia. Usaremos básicamente dos fuentes: el artículo de Torralbo, Vallejo, Fernández y Rico (2004) en el que se realiza un análisis metodológico de la producción española de tesis doctorales en educación matemática en el periodo 1976 – 1998, y el artículo de Hart, Smith, Swars, y Smith (2009) donde se hace un análisis similar de los artículos publicados en revistas de alto nivel de educación matemática en el periodo 1995 a 2005.

Es importante advertir que nuestro estudio tiene fuertes diferencias con los anteriormente mencionados, ya que los trabajos que estudiamos son básicamente “comunicaciones” presentadas en los Simposios de la SEIEM y, por tanto, se trata de trabajos de extensión reducida, donde el método se describe de manera sucinta.

2.1. El análisis metodológico de Torralbo et al.

Se trata de un estudio cuyo principal objetivo es describir de manera sistemática las características metodológicas de la investigación española sobre educación matemática reflejada en las tesis doctorales realizadas en el periodo 1976 – 1998 en las universidades españolas. Se realizó accediendo a la práctica totalidad de las fuentes documentales (135 tesis), por lo que se puede considerar como un estudio censal.

El número total de variables analizadas fue de 41, agrupadas según las fases metodológicas del proceso de investigación: 1) Ubicación de la investigación (paradigma, teoría, marco metodológico, revisión de la literatura; 2) Definición del problema (problema, objetivos, hipótesis, ...); 3) Diseño y trabajo de campo (instrumentos, validez, fiabilidad, ...); 4) Tratamiento y análisis de datos (uso de estadística descriptiva, inferencial, triangulación, ...; 5) Discusión de resultados (hallazgos, cuestiones abiertas e implicaciones)

Dado el carácter más limitado de nuestra investigación el número de variables que hemos considerado es menor, aunque tratamos que cubrir los aspectos más relevantes del proceso metodológico. En nuestro caso, las variables que hemos considerado se corresponden básicamente con el estudio de Hart et al. (2009).

2.2. El análisis metodológico de Hart et al.

Hart et al. (2009) realizan un estudio sobre la prevalencia de los métodos cualitativos, cuantitativos y mixtos en una muestra de artículos publicados en revistas internacionales de alto nivel sobre educación matemática. Estos autores adoptan definiciones operativas para la clasificación de los artículos en las distintas categorías de métodos. Consideran como métodos de recogida de datos cualitativos los siguientes: etnografías, estudios de casos, entrevistas, observaciones, análisis de documentos, y análisis del discurso.

Los análisis cualitativos de estas fuentes de datos implican la aplicación de unos códigos *a priori* o emergentes para facilitar la interpretación del significado. Como métodos de recogida de datos cuantitativos consideran: instrumentos que proporcionan directamente datos numéricos, típicamente a partir de diseños experimentales (esto es, pretest-postest aleatorizados), diseños cuasi-experimentales (esto es, no aleatorizados), meta-análisis, o diseños no experimentales (por ejemplo, encuestas). También se incluyen recuentos de elementos de datos textuales que no requieren interpretación de significado previo al recuento (p. e., número de artículos que usan el término “métodos mixtos” en el resumen).

Los análisis cuantitativos de estas fuentes de datos aplican alguna forma de estadística descriptiva o inferencial (p. e., comparaciones entre grupos, correlaciones, ANOVA). A partir de estas distinciones los autores definen los métodos mixtos como el uso de métodos cualitativos y cuantitativos en cualquier parte del estudio.

Hart et al. (2009) abordan, entre otras cuestiones, la siguiente: ¿cuál es la prevalencia del uso de métodos cuantitativos, cualitativos o mixtos en los artículos empíricos de educación matemática publicados en una colección de revistas prominentes publicadas en inglés entre 1995 y 2005? Las fuentes de datos usadas fueron los artículos de investigaciones en educación matemática publicados en una muestra intencional formada por las siguientes revistas:

- Journal for Research in Mathematics Education (JRME).
- Educational Studies in Mathematics (ESM).
- Journal of Mathematics Teacher Education (JMTE).
- Elementary School Journal (ESJ).

- Early Childhood Research Quarterly (ECRQ).
- American Educational Research Journal (AERJ).

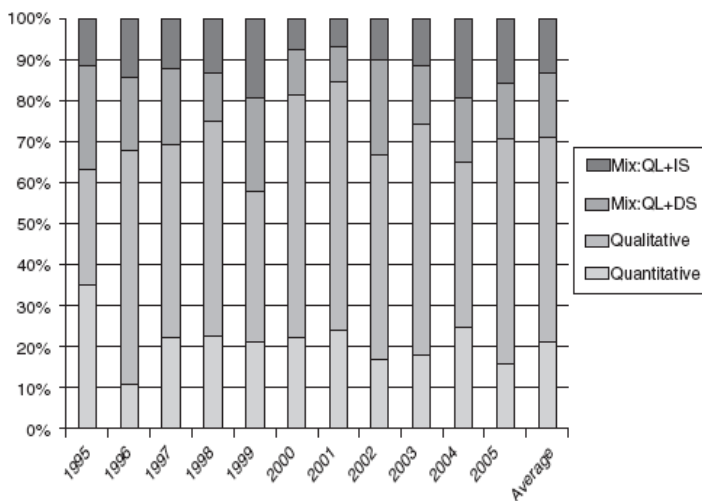
El estudio aplicó análisis cualitativos del texto de los artículos para determinar los métodos usados, y de manera más específica: (a) identificar los estudios empíricos que hacían mención explícita de su naturaleza experimental en el enunciado de los objetivos y en las secciones de metodología, y (b) determinar estudios que estaban relacionados con la educación matemática. Con estos criterios examinaron un total de 1636 artículos, de los cuales 1324 eran artículos de investigación empírica, y 710 eran de educación matemática.

La Tabla 1 resume la información sobre la prevalencia de los distintos tipos de investigación en el meta-análisis de Hart et al. (2009).

Tipo de investigación	Frecuencia	Porcentaje
Cualitativa solo	352	50
Cualitativa y estadística descriptiva	115	16
Cualitativa y estadística inferencial	92	13
Total métodos mixtos	207	29
Cuantitativa solo	151	21

Tabla 1. Frecuencias y porcentaje de prevalencia de tipos de investigación

La Figura 1 indica el porcentaje de los distintos métodos de investigación por año en el meta-análisis de Hart et al. (2009).



Note: QL + IS = Qualitative and Inferential Statistics; QL + DS = Qualitative and Descriptive Statistics

Figura 1. Porcentaje de los tipos de investigación en el periodo 1995-2005

3. RESULTADOS GLOBALES DEL ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN EN LOS TRABAJOS PUBLICADOS EN LAS ACTAS DE LA SEIEM

En este apartado incluimos un resumen cuantitativo de las variables consideradas en nuestro estudio. Cuando procede comparamos nuestros resultados con los informados en los estudios de Torralbo et al. (2004) y Hart et al. (2009).

3.1. Número de trabajos presentados y su distribución temporal

El número total de trabajos analizados han sido de 271, de los cuales 109 son ponencias (40%) y 162 comunicaciones (60%). Hay que informar que en los primeros cuatro años de celebración de los simposios no se había establecido la posibilidad de presentar comunicaciones, sino que las contribuciones eran solicitadas a los autores por el Comité Científico. Así mismo, hemos excluido del análisis las contribuciones realizadas exclusivamente por investigadores extranjeros.

La Figura 2 incluye una tabla de frecuencias y un diagrama con la distribución de los trabajos por años.

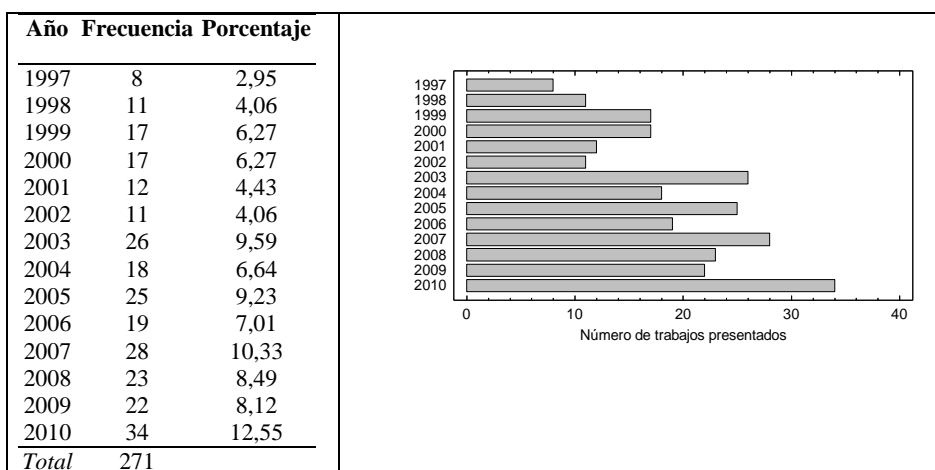


Figura 2. Número de trabajos presentados por años

3.2. Tipo de método de investigación preferente

La Tabla 2 indica las frecuencias del uso de los métodos de investigación aplicados.

Tipo de método de investigación	Frecuencia	Porcentaje
1. Cuantitativo (uso de estadística descriptiva y/o inferencial; predominio de variables cuantitativas)	31	11,44
2. Mixto con estadísticas descriptivas	45	16,61
3. Cualitativo (interpretativa, estudio de casos, descripciones narrativas, etc.)	94	34,69
4. Teórico / filosófico / ensayo.	101	37,27

Tabla 2. Frecuencias de los tipos de método de investigación

Destacamos el elevado porcentaje de estudio de tipo ensayo teórico (37,3%), lo cual refleja el peso relativamente alto de las ponencias invitadas, las cuales con frecuencia se orientan a reflexiones de carácter general sobre distintos tópicos de investigación. Igualmente resalta el alto porcentaje de estudios de naturaleza cualitativa (34,6%).

En la investigación de Torralbo et al, el 38,5% de las tesis se clasificaron dentro del paradigma interpretativo, mientras que las de tipo mixto fue del 31,1 y las positivistas (llamadas por estos autores, paradigma nomotético) el 18,5%. No es de extrañar que no se hayan desarrollado tesis doctorales calificables como “ensayos teóricos”, sino que se prefiere orientarlas hacia aspectos empíricos de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Respecto del uso del paradigma mixto estos autores afirman que, “Ninguna de las tesis analizadas se posiciona explícitamente en este nuevo paradigma, sino que suelen argumentar que se toman aportaciones del paradigma positivista o nomotético y del paradigma interpretativo, según los problemas considerados y el juicio del investigador” (p. 46).

La Tabla 3 muestra las frecuencias absolutas y relativas (por filas y columnas) de los distintos métodos de investigación usados y su prevalencia a lo largo del período 1997-2010. La tabla permite observar, si nos fijamos en las columnas, la evolución temporal del uso de cada método, mientras que por filas indica el peso relativo de cada método dentro de cada año.

Año	Cuantitativo	Mixto	Cualitativo	Teórico	Total
1997	0 ⁽¹⁾	0	1	7	8
	0,00 ⁽²⁾	0,00	12,50	87,50	
	0,00 ⁽³⁾	0,00	1,06	6,93	2,95
1998	0	0	2	9	11
	0,00	0,00	18,18	81,82	
	0,00	0,00	2,13	8,91	4,06
1999	0	1	1	15	17
	0,00	5,88	5,88	88,24	
	0,00	2,22	1,06	14,85	6,27
2000	0	1	1	15	17
	0,00	5,88	5,88	88,24	
	0,00	2,22	1,06	14,85	6,27
2001	1	4	3	4	12
	8,33	33,33	25,00	33,33	
	3,23	8,89	3,19	3,96	4,43
2002	1	2	2	6	11

Métodos de investigación en educación matemática.

Análisis de los trabajos publicados en los simposios de la SEIEM (1997-2010)

	9,09	18,18	18,18	54,55	
	3,23	4,44	2,13	5,94	4,06
2003	8	2	9	7	26
	30,77	7,69	34,62	26,92	
	25,81	4,44	9,57	6,93	9,59
2004	1	1	11	5	18
	5,56	5,56	61,11	27,78	
	3,23	2,22	11,70	4,95	6,64
2005	2	6	15	2	25
	8,00	24,00	60,00	8,00	
	6,45	13,33	15,96	1,98	9,23
2006	2	1	6	10	19
	10,53	5,26	31,58	52,63	
	6,45	2,22	6,38	9,90	7,01
2007	6	8	8	6	28
	21,43	28,57	28,57	21,43	
	19,35	17,78	8,51	5,94	10,33
2008	2	8	12	1	23
	8,70	34,78	52,17	4,35	
	6,45	17,78	12,77	0,99	8,49
2009	4	4	10	4	22
	18,18	18,18	45,45	18,18	
	12,90	8,89	10,64	3,96	8,12
2010	4	7	13	10	34
	11,76	20,59	38,24	29,41	
	12,90	15,56	13,83	9,90	12,55
Total por Columna	31	45	94	101	271
	11,44	16,61	34,69	37,27	100,00

Contenido de las celdas: ⁽¹⁾Frecuencia Observada; ⁽²⁾Porcentaje de la Fila; ⁽³⁾Porcentaje de la Columna

Tabla 3. Métodos según años (frecuencias absolutas y relativas por filas y columnas)

Se observa que, en total, el número de estudios teóricos es mayoritario en el recuento total si bien su número por año muestra variaciones notables. El gráfico de mosaico de la Figura 2 muestra la misma información de manera más expresiva que la tabla 3.

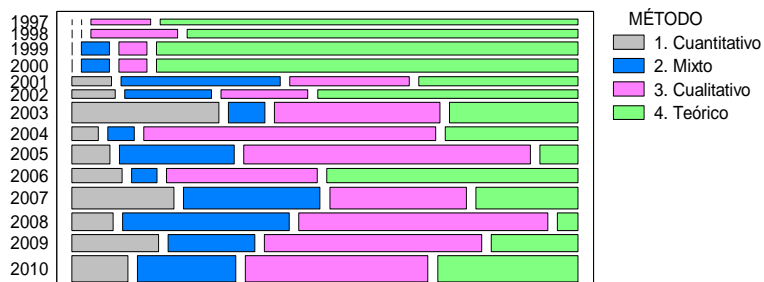


Figura 2. Gráfico de mosaico método según años

3.3. Área problemática principal

La Tabla 4 muestra la distribución de los trabajos en las distintas áreas problemáticas consideradas en nuestro estudio. El porcentaje mayor corresponde a “Pensamiento numérico y algebraico” (18.35%), seguido del “Conocimiento, formación y desarrollo del profesor” (17.23%)

Área problemática:	Frecuencia	Porcentaje
1. Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria	28	10,49
2. Didáctica de la Matemática como Disciplina científica	33	12,36
3. Pensamiento Numérico y Algebraico	49	18,35
4. Historia en la Educación Matemática	7	2,62
5. Didáctica del Análisis	28	10,49
6. Conocimiento, formación y desarrollo profesional	46	17,23
7. Aprendizaje de la Geometría y medición	31	11,61
8. Aspectos afectivos, socioculturales y de género	5	1,87
9. Estudio de procesos matemáticos genéricos	20	7,49
10. TIC (Ordenadores, calculadoras y otros recursos tecnológicos)	15	5,62
11. Actitudes, Creencias y Concepciones	5	1,87

Tabla 4: Frecuencia del número de trabajos presentados en cada área problemática.

Resulta interesante analizar también la prevalencia del uso de los distintos métodos según el área problemática, lo cual se puede hacer en la Tabla 5. La tabla permite observar, por columnas, el uso de cada método en cada área, mientras que por filas se indica el peso relativo de cada método dentro de cada área.

	Cuantitativo	Mixto	Cualitativo	Teórico	Total
1. Didáctica de la Estadística, probabilidad y combinatoria	7 ⁽¹⁾	9	5	7	28
	25,00 ⁽²⁾	32,14	17,86	25,00	
	22,58 ⁽³⁾	20,00	5,32	7,22	10,49
2. Didáctica de la matemática como disciplina científica	2	2	2	27	33
	6,06	6,06	6,06	81,82	
	6,45	4,44	2,13	27,84	12,36
3. Pensamiento numérico y algebraico	5	9	15	20	49
	10,20	18,37	30,61	40,82	
	16,13	20,00	15,96	20,62	18,35
4. Historia de la educación matemática	1	1	2	3	7
	14,29	14,29	28,57	42,86	
	3,23	2,22	2,13	3,09	2,62
5. Didáctica del análisis	0	1	17	10	28
	0,00	3,57	60,71	35,71	
	0,00	2,22	18,09	10,31	10,49
6. Conocimiento, formación y	6	2	25	13	46

Métodos de investigación en educación matemática.

Análisis de los trabajos publicados en los simposios de la SEIEM (1997-2010)

desarrollo profesional	13,04	4,35	54,35	28,26	
	19,35	4,44	26,60	13,40	17,23
7. Aprendizaje de la geometría y medición	3	11	9	8	31
	9,68	35,48	29,03	25,81	
	9,68	24,44	9,57	8,25	11,61
8. Aspectos afectivos, socioculturales y de género	2	0	0	3	5
	40,00	0,00	0,00	60,00	
	6,45	0,00	0,00	3,09	1,87
9. Estudio de procesos matemáticos genéricos	2	8	7	3	20
	10,00	40,00	35,00	15,00	
	6,45	17,78	7,45	3,09	7,49
10. TIC (Ordenadores, calculadoras y otros recursos tecnológicos)	0	2	10	3	15
	0,00	13,33	66,67	20,00	
	0,00	4,44	10,64	3,09	5,62
11. Actitudes, creencias y concepciones	3	0	2	0	5
	60,00	0,00	40,00	0,00	
	9,68	0,00	2,13	0,00	1,87
Total por columna	31	45	94	97	267
	11,61%	16,85%	35,21%	36,33%	100,00%

Contenido de las celdas: ⁽¹⁾Frecuencia Observada; ⁽²⁾Porcentaje de la Fila; ⁽³⁾Porcentaje de la Columna

Tabla 5. Métodos según área problemática (frecuencias absolutas y porcentajes por filas y columnas)

3.4. Nivel educativo investigado

Hemos considerado interesante estudiar el nivel educativo sobre el cual se centran las investigaciones y la relación entre el método y el nivel. Resalta el interés por investigar en el nivel de universidad (29.5%), seguido de la educación secundaria obligatoria (18.8%), siendo muy escasas las investigaciones en educación infantil.

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
1. Educación infantil	5	1,85
2. Primaria	23	8,49
3. Secundaria obligatoria	51	18,82
4. Bachillerato y FP	27	9,96
5. Universidad	80	29,52
6. Varios	22	8,12
No pertinente	63	23,25

Tabla 6: Nivel educativo

En el caso de la investigación de Torralbo et al., se encontraron 60 tesis doctorales sobre educación primaria (44.4%)

En la Tabla 7 se cruza el nivel educativo con el método de investigación.

	Cuantitativo	Mixto	Cualitativo	Teórico	Total por Fila
1. Educación infantil	1 ⁽¹⁾	3	0	1	5
	20,00 ⁽²⁾	60,00	0,00	20,00	
	3,23 ⁽³⁾	6,67	0,00	0,99	1,85
2. Primaria	0	8	11	4	23
	0,00	34,78	47,83	17,39	
	0,00	17,78	11,70	3,96	8,49
3. Secundaria obligatoria	5	10	24	12	51
	9,80	19,61	47,06	23,53	
	16,13	22,22	25,53	11,88	18,82
4. Bachillerato y FP	2	4	17	4	27
	7,41	14,81	62,96	14,81	
	6,45	8,89	18,09	3,96	9,96
5. Universidad	13	13	36	18	80
	16,25	16,25	45,00	22,50	
	41,94	28,89	38,30	17,82	29,52
6. Varios	6	5	3	8	22
	27,27	22,73	13,64	36,36	
	19,35	11,11	3,19	7,92	8,12
0. No pertinente	4	2	3	54	63
	6,35	3,17	4,76	85,71	
	12,90	4,44	3,19	53,47	23,25
Total por Columna	31	45	94	101	271
	11,44	16,61	34,69	37,27	100,00

Contenido de las celdas: ⁽¹⁾Frecuencia Observada; ⁽²⁾Porcentaje de la Fila; ⁽³⁾Porcentaje de la Columna

Tabla 7. Frecuencias para el nivel según el método

3.5. Métodos e instrumentos de recogida de información utilizados

En la tabla 8 se muestra una preferencia por los métodos no interactivos (aplicación de cuestionarios, análisis de documentos).

Tipo de método	Frecuencia	Porcentaje
Métodos interactivos	70	25,93
Métodos no interactivos	89	32,96
Mixtos	10	3,70
No se recogen datos	101	37,41

Tabla 8. Frecuencia para la variable métodos de recogida de datos

El uso de algún tipo de instrumento es casi universal en todas las tesis analizadas por Torralbo (2001), preferentemente instrumentos contruidos en la propia investigación, aunque en algunos casos se usaron pruebas estandarizadas con la pretensión de alcanzar medidas más fiables.

3.6. Tipo de informantes (fuentes de información)

Los alumnos son la fuente de información que se considera con mayor frecuencia (46,1%), seguido por los profesores (10,7%) (Tabla 9). En el caso de las tesis doctorales Torralbo et al., obtuvieron que en 98 tesis (72,6%) los alumnos fueron los más investigados, mientras que los profesores lo fue en 17 tesis (12,6%).

Informantes	Frecuencia	Porcentaje
Alumnos	125	46,13
Profesores	29	10,70
Materiales y recursos	15	5,54
Documentos oficiales	10	3,69
Alumnos y profesores	2	0,74
Documentos y profesores	1	0,37
Base Teseo	1	0,37
No aplicable	88	32,47

Tabla 9. Frecuencia para la variable fuente de información

3.7. Número de informantes (tamaño de muestra)

El número total de trabajos en los cuales se informa del tamaño de muestra es de 125, con un valor máximo de 1220 individuos y mínimo de 1 (estudio de un caso). El tamaño mediano de 34 (más representativo que la media, 115, dada la fuerte asimetría de la distribución), y un rango intercuartílico de 88. La Figura 3 muestra un histograma de frecuencias de esta variable.

Resaltamos que un porcentaje alto (26,4%) de trabajos empíricos no indican el tamaño de muestra o solo refieren a porcentajes. Parece que los autores no están muy interesados en hacer inferencias a partir de la muestra tomada, lo cual está justificado por el carácter exploratorio de muchos de tales estudios.

Torralbo et al., informan que el 52,3% de las tesis utilizan un tamaño de muestra entre 31 y 100. Con frecuencias inferiores encuentran tesis cuyo tamaño de muestra se encuentra entre 1 y 10 (16,3%) (estudios de caso). Con muestras superiores a 500 encuentran 23 tesis (17%) (estudios de tipo encuesta).

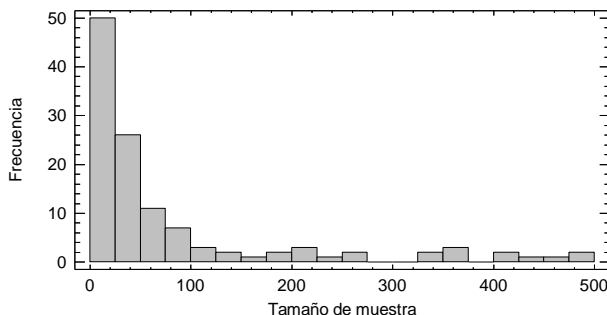


Figura 3. Histograma de la variable tamaño de muestra

Godino, J. D., Carrillo, J., Castro, W. F., Lacasta, E., Muñoz-Catalán, M. C., Wilhelmi, M. R.

Referencias

- Bryman, A., Becker, S. y Sempik, J. (2008). Quality criteria for quantitative, qualitative and mixed methods research: A view from social policy. *International Journal of Social Research Methodology*, 11 (4), 261-276.
- Buela-Casals, G. (2003). Evaluación de la calidad de los artículos y de las revistas científicas: Propuesta del factor de impacto ponderado y de un índice de calidad. *Psicothema*, 15, 1, 23-35.
- Carrillo, J. y Muñoz-Catalán, M. C. (2011). Análisis metodológico de las actas de la SEIEM (1997-2010) desde la perspectiva de los métodos cualitativos. Reflexión en torno a un caso. En M. Marín et al (Eds.), *Investigación en educación matemática XV* (pp.). Ciudad Real: SEIEM.
- Castro, W. F. y Godino, J. D. (2011). Métodos mixtos de investigación en las contribuciones a los simposios de la SEIEM (1997-2010). En M. Marín et al (Eds.), *Investigación en educación matemática XV* (pp.). Ciudad Real: SEIEM.
- Creswell, J.W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Denzin, N. (1989). *The Research Act (3rd edition)*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Ernest, P. (1998). The epistemological basis of qualitative research in mathematics education: a Postmodern perspective. En A. R. Teppo (Ed.), *Qualitative research methods in mathematics education* (Vol. Monograph No. 9, pp. 22–39). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Flick, U. (2007). *An introduction to qualitative research (3rd edition)*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Goetz, J. P. y LeCompte, M. D. 1988. *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Ediciones Morata.
- Hart, L. C., Swars, S. L. y Smith, M. E. (2009). An examination of research methods in mathematics education (1995-2005). *Journal of Mixed Methods Research*, 3, 1, 26-41.
- Ramos-Álvarez, M. M. y Catena, A. (2004). Normas para la elaboración y revisión de artículos originales experimentales en ciencias del comportamiento. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 4 (1),173-189.
- Schoenfeld, A. H. (2008). Research methods in (mathematics) education. En Lyn English (Ed.), *Handbook of international research in mathematics education, second edition* (pp. 467-519). New York: Routledge.
- Simon, M. A. (2004). Raising issues of quality in mathematics education research. *Journal for Research in Mathematics Education*, Vol. 35 (3), pp. 157-163.
- Torrallbo, M., Vallejo, Fernández, A. y Rico, L. (2004). Análisis metodológico de la producción española de tesis doctorales en educación matemática (1976-1998). *RELIEVE (Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa)*, 10 (1), 41-59.

Métodos de investigación en educación matemática.
Análisis de los trabajos publicados en los simposios de la SEIEM (1997-2010)

Wilhelmi, M. R. y Lacasta, E. (2011). Métodos cuantitativos en las contribuciones a los simposios de la SEIEM (2001–2010). En M. Marín et al (Eds.), *Investigación en educación matemática XV* (pp.). Ciudad Real: SEIEM.

ANEXO: INDICADORES DE CALIDAD METODOLÓGICA EN TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

(Guía para la Reflexión Metodológica)

En las tablas A a H se incluyen una lista de cuestiones que orientan la valoración de aspectos relevantes en relación con la calidad en la aplicación de los métodos de investigación en el campo de la Didáctica de la Matemática, aplicable a trabajos realizados bajo los enfoques cuantitativos, cualitativos, mixtos, así como para los ensayos de tipo teórico (tabla H). Se trata de una guía o pauta simplificada que ha emergido a partir de diversas fuentes metodológicas, en particular Ramos-Álvarez y Catena (2004), Bucla-Casals (2003), Bryman, Becker y Sempik (2008), Creswell (2009), Simon (2004), Schoenfeld (2008).

Los indicadores se agrupan según los siguientes apartados característicos de los procesos de investigación:

- a. Antecedentes y motivación de la investigación
- b. Desarrollo teórico
- c. Diseño metodológico
- d. Datos, análisis, resultados, discusión y conclusiones
- e. La comunicación de los resultados a la comunidad científica
- f. Referencias bibliográficas
- g. Visión global

		SI	NO
A1	¿Hay antecedentes que justifiquen la viabilidad y relevancia del trabajo? (La revisión de antecedentes deja clara la relevancia del estudio)		
A1	¿Está el problema adecuadamente formulado? (Un interrogante, alguna cuestión sin resolver o contradictoria que marca los objetivos)		
A4	¿Se formulan los objetivos y/o hipótesis de manera clara y precisa?		
	¿Se justifica el interés/necesidad de la pregunta y objetivos de investigación?		

Tabla A. Antecedentes y motivación de la investigación

		SI	NO
B1	¿Se describe adecuadamente el fundamento teórico? (Se describen las nociones teóricas usadas y se justifica su elección respecto de otras alternativas posibles)		

B2	¿Son adecuadas/pertinentes las referencias bibliográficas de la perspectiva teórica? (La revisión de modelos o explicaciones teóricas y de fenómenos relevantes es completa)		
B3	¿Se hace una aportación en el campo de lo conceptual, lo metodológico o sobre el dominio de aplicación?		

Tabla B. Desarrollo teórico

	C1: METODOLOGÍA CUANTITATIVA	SI	NO
C1.1	¿Es pertinente para el problema de investigación el uso de métodos cuantitativos?		
C1.2	¿Son <i>falsables</i> ⁴ las hipótesis de investigación?		
C1.3	¿Es adecuada la operativización general de <i>constructos</i> ⁵ en variables?		
C1.4	¿Son adecuadas las variables independientes? (Para cada uno de los factores se han elegido adecuadamente los niveles de los mismos)		
C1.5	¿Son adecuadas las técnicas estadísticas utilizadas y se justifica su uso? ¿El método es adecuado con relación al tamaño y la naturaleza de la muestra?		
C1.6	¿Se hace una interpretación correcta de los resultados del análisis estadístico? ¿Se atiende a la fiabilidad, significatividad y representatividad de los resultados?		
C1.7	¿Se aportan referencias específicas de los técnicas utilizadas?		
C1.8	¿Se aporta la información necesaria que permita replicar la experimentación o reproducir una observación en contextos similares con resultados equiparables?		
C1.9	¿Mediante qué medios se controla la <i>validez interna</i> ⁶ ? (Se garantiza la asignación aleatoria de participantes/sujetos a las diferentes condiciones experimentales y la aplicación aleatoria de las condiciones, así como el uso de técnicas adecuadas de aleatorización)		
C1.10	¿Se controlan las variables extrañas ⁷ para descartar interpretaciones alternativas potenciales?		
C1.11	Si se trata de un experimento en sentido estricto, ¿hay un control adecuado de las variables que se manipulan?		
C1.12	Respecto de la validez de constructo, ¿hay indicaciones de que se evitan los sesgos más destacados?		

	C2: METODOLOGÍA CUALITATIVA	SI	NO
C2.1	¿Es pertinente para el problema el uso del enfoque cualitativo? (Se justifica la adecuación de la metodología a las preguntas y objetivos de investigación)		

⁴ *Falsable*: Dicho de una proposición: Que puede ponerse a prueba y ser desmentida por los hechos o por un experimento adverso. (www.rae.es).

⁵ *Constructo*: Se dice de cualquier entidad no directamente observable o manipulable, de tal manera que su presencia debe ser detectada indirectamente. Ejemplos de constructos son la inteligencia o la competencia matemática.

⁶ *Validez interna*: A lo largo del estudio existe una coherencia de resultados obtenidos por métodos distintos, que aporta solidez a los resultados obtenidos.

⁷ *Variables extrañas*: Variable independiente no relacionada con el estudio, pero que puede presentar efectos sobre la variable dependiente.

Métodos de investigación en educación matemática.
Análisis de los trabajos publicados en los simposios de la SEIEM (1997-2010)

C2.2	¿Se indica explícitamente cuál es el paradigma de investigación?		
C2.3	¿Se especifica claramente cuál es el diseño de investigación?		
C2.4	¿Se justifican los criterios para la selección de informantes y contextos?		
C2.5	¿Se describe el proceso de investigación, los instrumentos de recogida de datos, y el fundamento de su uso?		
C2.6	¿Los instrumentos/métodos de recogida de información son adecuados a los objetivos formulados?		
C2.7	¿Se usan estrategias múltiples para validar los hallazgos? (triangulación ⁸)		

	C3: METODOLOGÍA MIXTA	SI	NO
	<i>Además de los criterios correspondientes a los métodos cualitativos y cuantitativos usados:</i>		
C3.1	¿Es pertinente para el problema el uso del enfoque mixto?		
C3.2	¿Se justifica el uso tanto de métodos cualitativos como cuantitativos?		
C3.3	¿Es adecuado el uso de los métodos cualitativos?		
C3.4	¿Es adecuado el uso de los métodos cuantitativos?		
C3.5	¿Se integran de manera coherente los resultados e interpretaciones de los datos y técnicas de análisis cualitativos y cuantitativos?		

Tabla C. Diseño metodológico

		SI	NO
D1	¿Los datos obtenidos permiten contrastar las hipótesis o alcanzar los objetivos formulados?		
D2	¿Se ha recogido un volumen de datos suficiente para poder dar respuesta a los objetivos o respaldar las conclusiones?		
D3	¿Los resultados son enunciados de forma clara y concisa?		
D4	¿La discusión de los resultados se fundamenta en el marco teórico y remite a la revisión bibliográfica previa?		
D5	¿Se realiza alguna aportación a modo de conclusión general del trabajo que sea directamente extraíble de la investigación?		
D6	¿Se formulan limitaciones y cuestiones abiertas ⁹ que sugieran la proyección del trabajo en investigaciones futuras sobre el mismo tópico?		
D7	¿Las conclusiones proceden del análisis de los datos y se contextualizan en trabajos anteriores del área?		
D8	¿Es adecuado el análisis (cualitativo o cuantitativo) para resolver el problema que motiva la investigación?		

⁸ Denzin (1989, en Flick, 2007) distingue 3 tipos de triangulación (desarrollado en Carrillo y Muñoz-Catalán, 2011):

- Triangulación de fuentes de datos: cuando se comparan datos de un mismo fenómeno, procedentes de distintos informantes o de fases diferentes del proceso de investigación.
- Triangulación de investigadores: cuando participan diferentes observadores para minimizar los posibles sesgos que introduce la presencia del investigador.
- Triangulación metodológica: cuando se comparan datos obtenidos con distintas técnicas de recogida de información.

⁹ *Cuestión abierta*: interrogante relevante suscitado en la investigación que no tiene respuesta en la misma por no estar relacionada directamente con las hipótesis planteadas.

D9	¿Se hace una interpretación adecuada de los resultados del análisis cualitativo?		
D10	¿Se hace una interpretación adecuada de los resultados del análisis cuantitativo?		

Tabla D. Datos, análisis, resultados, discusión y conclusiones

		SI	NO
E1	¿Las secciones del informe siguen una secuencia lógica? (¿Hay coherencia e integración de las diferentes partes, una vuelta continua a un hilo rector o, por el contrario, las partes aparecen de manera discontinua, con saltos conceptuales?)		
E2	¿El informe es completo y autosuficiente? (Se ha incluido en el mismo todo lo necesario para resolver un problema de investigación o, por el contrario, da la sensación de ser un fragmento insuficiente?)		
E3	¿Se siguen las indicaciones de las normas APA sobre la forma (tipografía, denominación, orden, etc.) y composición de las distintas secciones?		
E4	¿Son las tablas, figuras y gráficos claros y necesarios?		

Tabla E. La comunicación de los resultados a la comunidad científica

		SI	NO
F1	¿Son adecuadas y relevantes las fuentes documentales usadas? (Predominan las fuentes relacionadas con el problema y el área específica de investigación, o son más bien dispersas?)		
F2	¿El formato de las referencias es homogéneo (por ejemplo, APA)?		
F3	¿Están actualizadas las fuentes documentales?		

Tabla F. Referencias bibliográficas

		SI	NO
G1	¿Supone un avance significativo respecto del conocimiento del área que se tiene hasta ese momento?		
G2	¿Existe coherencia entre el paradigma, formulación de objetivos y metodología utilizada?		

Tabla G. Visión global

		SI	NO
H1	¿Se abordan cuestiones que son importantes para la educación matemática en cualquiera de sus niveles?		
H2	¿Se ofrece un análisis profundo de las cuestiones? ¿Amplía nuestra comprensión de las mismas?		
H3	¿Se construyen conexiones fuertes dentro de una teoría o entre teorías? ¿Se hacen distinciones que no se han hecho antes o se hicieron de manera débil?		
H4	¿Tiene la discusión teórica implicaciones para la práctica en cualquier nivel de matemáticas aunque no sean inmediatas?		
H5	¿Se expresan con claridad las ideas?		
H6	Son adecuadas las referencias bibliográficas en las que se basa la nueva perspectiva teórica?		

Tabla H. Ensayos de tipo teórico