UNIVERSIDAD DE GRANADA

DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICA

ANÁLISIS CIENTIMÉTRICO, CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO DE LAS TESIS DOCTORALES ESPAÑOLAS EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA (1976-1998)

Tesis doctoral que presenta

D. Manuel Torralbo Rodríguez

Bajo la dirección de los Doctores:

Dr. D. Antonio Fernández Cano

Dr. D. Luis Rico Romero

GRANADA, 2001

Esta tesis ha sido realizada en el Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada dentro del Grupo de Investigación "Didáctica de la Matemática. Pensamiento Numérico" FQM-193 del Plan Andaluz de Investigación de la Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía y ha recibido financiación del V Programa Propio de Fomento de la Investigación "Ayudas a la realización de Tesis Doctorales" de la Universidad de Córdoba y del Plan Andaluz de Investigación de la Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía en la convocatoria de "Ayuda a la Investigación".

A Lucía, Pedro y Bartolomé, quienes han sufrido mis ausencias de tantas horas con la comprensión y aliento que de ellos siempre he tenido.

A mi madre y a mi hermana, por su esfuerzo y generosidad sin los cuales no habría sido posible mi formación universitaria.

A mis familiares ausentes hoy, pero siempre presentes en mi memoria.

Agradecimientos:

A los Doctores D. Antonio Fernández Cano y D. Luis Rico Romero por su dirección y estímulo; pero, sobre todo, por sus sabios consejos.

A la Universidad de Córdoba y a la Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía que, a través de su V Programa Propio y del II Plan Andaluz de Investigación respectivamente, me han permitido contar con la ayuda financiera necesaria para realizar esta investigación en las mejores condiciones.

A mis compañeros del anterior y actual Equipo de Gobierno de la Universidad de Córdoba, que no sólo me han animado y estimulado a la realización de esta tesis sino que han asumido, en muchas ocasiones, buena parte de mis obligaciones para facilitar una mayor dedicación a la investigación que me ocupaba.

A los profesores y compañeros del Seminario de Investigación del Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada, a los miembros del Departamento de Matemáticas de la Universidad de Córdoba y a los investigadores de otras universidades españolas por su incondicional apoyo y oportunas sugerencias.

A Pilar Gutiérrez, Mónica López, Mónica Vallejo y Alexander Maz por su eficaz e inestimable colaboración. Con ellos, no cabe duda, este trabajo ha sido una maravillosa experiencia humana y profesional a la vez.

Al personal de la Biblioteca de la Universidad de Córdoba y de otras universidades españolas, de quienes siempre obtuve con la mayor diligencia la documentación y datos que les demandé, así como a los doctores que, personalmente me han proporcionado ejemplares de sus tesis.

A los amigos y amigas que tanto me han alentado durante el tiempo que ha durado este trabajo.

De todos me confieso deudor. El cariño y afecto de unos y la amistad y apoyo de otros hacen que me sienta un hombre afortunado.

ÍNDICE

1º PARTE. CONCEPTUALIZACIÓN Y MARCO TEÓRICO 1

CAPÍTULO 1: EL ÁREA PROBLEMÁTICA DE INDAGACIÓN 3

1.1. Conceptualización genérica de evaluación de la investigación. 4

1.1.1. Consideraciones previas en la evaluación de la Ciencia. 8

1.2.Cienciometría y evaluación de la investigación. 9

1.3. Evaluación de la Educación Matemática. 10

1.4. La Ciencia de la Ciencia y la Cienciometría. 12

1.4.1. Una breve exposición histórica. 12

1.4.2. La Cienciometría como campo disciplinar. 15

1.4.3. La Cienciometría en España. 16

1.4.4. Visión actual de la Cienciometría. 16

1.5. Bibliometría. 17

1.5.1. Posibilidades evaluativas de la bibliometría. 20

1.6. Indicadores bibliométricos básicos. 21

1.7. Formatos usuales de los informes de investigación. 24

1.8. Bases de datos y evaluación de la investigación. 26

1.8.1. Bases de datos de tesis españolas: La base TESEO. 28

1.8.2 Bases de datos de Educación Matemática 29

1.9. Proyección internacional de la investigación educativa española. 29

1.10. Investigación educativa y evaluación de la investigación en España. 31

CAPÍTULO 2: INDICADORES, PATRONES Y LEYES CIENTIMÉTRICAS BÁSICAS. 37

2.1. Indicadores de calidad científica: Opiniones de expertos. 37

2.2. Indicadores de la actividad científica. 38

2.2.1. Número y distribución de publicaciones. 38

2.2.2. Productividad de los autores. 38

2.2.3. Colaboración en las publicaciones. Índice firmas/trabajo. 38

2.3. Indicadores de impacto. 39
2.3.1. Número de citas recibidas. 39
2.3.2. Índices de citación. 40
2.3.2.1. Factor de impacto de las revistas. 40
2.3.2.2. Indice de inmediatez. 41
2.3.3. Vida media. 41
2.4. Asociaciones temáticas. 42
2.4.1. Análisis de citas comunes: Cocitación. 42
2.4.2. Análisis de referencias comunes. 42
2.4.3. Análisis de palabras comunes. 42
2.5. Otras tipologías de indicadores. 43
2.6. Los pros y contras del uso de indicadores bibliométricos en evaluación de la investigación. 44
2.6.1. El análisis de citas. 46
2.6.2. Productividad: El número de trabajos de investigación publicados. 47
2.6.3. La medida de la calidad. 49
2.6.4. La eminencia de los autores. 50
2.6.5. Otros errores asociados. 50
2.7. Leyes básicas de la Cienciometría. 51
2.7.1. Ley del crecimiento exponencial de la información científica (Price, 1956). 51
2.7.2. Ley de la dispersión de la literatura científica (Bradford, 1948). 53
2.7.3. Ley cuadrática inversa de la productividad de autores (Lotka, 1926). 54
2.7.4. Ley de envejecimiento u obsolescencia de la literatura científica (Price, 1956). 55

CAPÍTULO 3: EDUCACIÓN MATEMÁTICA 57

3.1. Referentes históricos de la investigación en Educación Matemática. 57
3.2. Educación Matemática en España. 63
3.2.1. Antecedentes 63
3.2.2. Situación actual 66
3.2.3. La formación profesional de los profesores de Matemáticas como inicio de la Educación Matemática en España. 68
3.2.4. Investigación en Educación Matemática en España. 70

CAPÍTULO 4: TESIS DOCTORALES 75

4.1. Concepto. 75
4.2. Antecedentes históricos. 76
4.3. Programas de doctorado en Didáctica de la Matemática 78
4.4. Estudios sobre tesis doctorales 80

2º PARTE. ESTUDIO EMPÍRICO 83

CAPÍTULO 5: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 85

5.1. Consideraciones generales previas. 85
5.2. Planteamiento del problema de investigación. 87
5.3. Revisión de la literatura de investigación. 88
5.4. Objetivos de estudio. 90
5.5. Hipótesis. 92
5.6. Definición de términos clave. 92

CAPÍTULO 6: MÉTODO 95

6.1. Diseño de la investigación. 95
6.1.1. Amenazas a la validez del diseño. 97
6.2. Población y muestra. 98
6.2.1. Unidad básica de análisis. 100
6.3. Instrumentos de recogida de datos. 101
6.3.1. Validez y fiabilidad de los instrumentos. 101
6.3.2. Instrumento de recogida de datos cientimétricos. 102
6.3.3. Instrumento de recogida de datos conceptuales. 109
6.3.4. Instrumento de recogida de datos metodológicos. 128

CAPÍTULO 7: ANÁLISIS DE RESULTADOS 187

7.1.Técnicas de análisis de resultados. 187
7.2. Análisis de datos cientimétricos. 188
7.2.1. Variable 1: Productividad diacrónica. 188
7.2.2. Variable 2: Sexo del autor. 191
7.2.3. Variable 3: Número de directores. 192
7.2.4. Variable 4: Productividad de los directores. 193
7.2.5. Variable 5: Sexo de directores. 195
7.2.6. Variable 6: Productividad institucional. 197
7.2.7. Variable 7: Colaboración institucional. 202
7.2.8. Variable 8: Institución de directores. 203
7.2.9. Variable 9: Departamento de realización. 206
7.2.10. Variable 10: Área de conocimiento de los directores. 208
7.2.11. Variable 11: Colaboración inter-área. 210
7.2.12. Variable 12: Número de citas. 211
7.2.13. Variable 13: Citas en español. 212
7.2.14. Variable 14: Citas en inglés. 214
7.2.15. Variable 15: Citas en francés. 216
7.2.16. Variable 16: Citas en otras lenguas. 217
7.2.17. Variable 17: Revistas citadas. 219
7.2.18. Variable 18: Revistas en español. 221
7.2.19. Variable 19: Revistas en inglés. 222
7.2.20. Variable 20: Revistas en francés. 224
7.2.21. Variable 21: Revistas en otras lenguas. 225
7.2.22. Variable 22: Diez revistas más citadas. 227
7.2.23. Variable 23: Libros citados. 228
7.2.24. Variable 24: Libros en español. 230
7.2.25. Variable 25: Libros en inglés. 231
7.2.26. Variable 26: Libros en francés. 233
7.2.27. Variable 27: Libros en otras lenguas. 234
7.2.28. Variable 28: Otras citas. 235
7.2.29. Variable 29: Media de edad de las citas (Índice de obsolescencia). 238
7.2.30. Variable 30: Variabilidad promedio de las citas. 239
7.2.31. Variable 31: Autores citados. 240
7.2.32. Variable 32: Lengua en que está elaborada la tesis. 241
7.2.33. Variable 33: Número de páginas. 242
7.2.34. Variable 34: Número de páginas de anexos. 244
7.2.35. Variable 35: Financiación o no para la realización de la tesis. 245
7.3. Análisis de datos conceptuales. 249
7.3.1. Variable A: General. 249
7.3.2. Variable B: Política educativa y sistema educativo. 250
7.3.3. Variable C: Psicología de la Educación Matemática. Investigación en Educación Matemática. Aspectos sociales. 252
7.3.4. Variable D: Educación e instrucción en matemática. 254
7.3.5. Variable E: Fundamentos de las matemáticas. 255
7.3.6. Variable F: Aritmética. Teoría de números. Cantidades. 256
7.3.7. Variable G: Geometría. 258
7.3.8. Variable H: Álgebra. 260
7.3.9. Variable I: Análisis. 261
7.3.10. Variable K: Combinatoria y teoría de grafos. Estadística y probabilidad. 262
7.3.11. Variable M: Modelos matemáticos, matemáticas aplicadas. 264
7.3.12. Variable N: Matemáticas numéricas. Matemáticas discretas. *Software* matemático. 265
7.3.13. Variable U: Materiales y medios educativos. Educación tecnológica. 266
7.3.14. Análisis de contingencia de datos conceptuales 268
7.3.15. Análisis global de datos conceptuales 273
7.3.16. Variable T: Descriptores de Teseo. 279
7.4. Análisis de datos metodológicos. 287
7.4.1. Variable 1: Paradigma-enfoque metodológico. 287
7.4.2. Variable 2: Teoría. 289
7.4.3. Variable 3: Cuestión de investigación o problema. 291
7.4.4. Variables 4 y 5: Exposición de objetivos. 292

7.4.5. Variable 6: Hipótesis. 293
7.4.6. Variable 7: Metodología. 294
7.4.7. Variables 8 y 9: Revisión y referencias bibliográficas. 296
7.4.8. Variable 10: Definición de términos. 297
7.4.9. Variables 11 y 13: Instrumentos de recogida de datos. 298
7.4.10. Variable 12: Instrumento específico. 301
7.4.11. Variable 14: Validez del instrumento. 303
7.4.12. Variable 15: Tipos de validez de los instrumentos. 305
7.4.13. Variable 16: Fiabilidad del instrumento. 307
7.4.14. Variable 17: Procedimientos de fiabilidad. 308
7.4.15. Variable 18: Unidad básica de análisis. 310
7.4.16. Variable 19: Nivel académico. 311
7.4.17. Variable 20: Identificación de la población. 313
7.4.18. Variable 21: Selección aleatoria. 314
7.4.19. Variable 22: Técnicas de muestreo. 315
7.4.20. Variable 23: Tamaño muestral. 317
7.4.21. Variable 24: Tipo de diseño general. 319
7.4.22. Variable 25: Diseño específico. 321
7.4.23. Variable 26: Temporalización. 324
7.4.24. Variable 27: Amenazas a la validez del diseño. 325
7.4.25. Variable 28: Control a las amenazas. 326
7.4.26. Variables 29 y 30: Estadísticos descriptivos. 327
7.4.27. Variable 31: Uso de valores *p*. 330
7.4.28. Variables 32 y 33: Inferencia estadística. 331
7.4.29. Variables 34 y 35: Técnicas correlacionales y multivariadas. 334
7.4.30. Variable 36: Análisis cualitativo. 336
7.4.31. Variable 37: Triangulación. 339
7.4.32. Variable 38: Hallazgos. 341
7.4.33. Variable 39: Cuestiones abiertas. 342
7.4.34. Variable 40: Implicación a la teoría. 343
7.4.35. Variable 41: Implicaciones prácticas. 344
7.4.36. Variables metodológicas según los momentos de la tesis 345

CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES. 349

8.1. Conclusiones sobre los datos cientimétricos 349
8.2. Conclusiones sobre los datos conceptuales 353
8.3. Conclusiones sobre los datos metodológicos 356
8.4. Conclusiones en relación a las hipótesis. 360
8.5. Aportaciones de la investigación. 362
8.6. Cuestiones abiertas. 363
8.7. Recomendaciones. 364

3ª PARTE. BIBLIOGRAFÍA. 365

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. 367

TESIS DOCTORALES ANALIZADAS. 382

TESIS DOCTORALES NO RECUPERADAS. 402

1ª PARTE

CONCEPTUALIZACIÓN

Y

MARCO TEÓRICO

CAPITULO 1: EL ÁREA PROBLEMÁTICA DE INDAGACIÓN.

La Ciencia y la Tecnología han adquirido una enorme importancia en la sociedad actual, tanto es así que existe un amplio consenso sobre la imposibilidad de lograr un desarrollo económico, político y cultural si no es sobre un sólido sistema de Ciencia-Tecnología-Empresa. Es ésta, precisamente, la causa de la fuerte competencia que existe entre los países y que lleva consigo que tanto Ciencia como Tecnología sean cada vez más un objetivo prioritario en la política de las naciones más desarrolladas (Solís, 2000). Además, hay que añadir que en estos momentos existe un notable aumento de la demanda presupuestaria y de formación por parte del profesorado respecto a la investigación en diferentes ámbitos científicos, y por ello se han incrementado los fondos que se destinan a los procesos de investigación, desarrollo e innovación.

Por estos motivos, el análisis y la evaluación de la investigación es una preocupación que comparten todos los países desarrollados, se practica tanto en el sector público como en el privado y a distintos niveles, para apreciar los resultados individuales y para determinar la calidad y eficacia de los programas de investigación o para determinar los resultados de las actividades científicas de organismos considerados en su totalidad. Todo ello justifica el que surja la necesidad de evaluar el rendimiento de la actividad científica y su impacto en la sociedad con el fin primordial de adecuar convenientemente la asignación de los recursos destinados a los mismos y de establecer mecanismos de gestión y planificación que consigan una rentabilidad máxima de inversiones (Solís, 2000). Prueba de ello es que en la mayoría de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 1994) siguen algún sistema de evaluación de la investigación científica de las universidades (Bellavista *et. al.,* 1992), aunque siguiendo las añejas directrices del Manual Frascati. Ello permite describir la dirección y calidad del trabajo, profundizar en el sistema de organización, determinar la asignación de recursos y valorar la relación entre los *inputs* del trabajo y los objetivos que se pretenden. Las evaluaciones del quehacer científico se convierten así en una actividad institucionalizada en los países más destacados en Ciencia y Tecnología. La competencia es inherente a la existencia de los centros de investigación modernos, y el creciente interés que suscita la evaluación de los resultados de la investigación juega un importante papel en su organización (Solís, 2000).

1.1. Conceptualización genérica de evaluación de la investigación.

Según el *Joint Committee on Standards for Educational Evaluation* (citado en Fernández Cano, 1995a), se entiende por evaluación de la investigación el enjuiciamiento sistemático de la valía o el mérito de esa investigación en base a ciertos criterios explícitos de valoración.

Para Bellavista *et. al.* (1997), la evaluación de las actividades científicas tiene dos objetivos fundamentales. Por una parte tiene la misión de distribuir de la mejor manera, posibles recursos existentes entre los investigadores y las instituciones. Por otra, servir de ayuda en la toma de decisiones de política científica tales como el establecimiento de prioridades, el lanzamiento de nuevos programas de investigación y la reorientación o terminación de programas existentes.

Según Moravcsik (1989), las razones que expresan esta necesidad de evaluar la ciencia y los científicos, son las siguientes:

1. *Los resultados son intangibles.* El producto de la ciencia no es obvio, sino intangible: es el conocimiento y la comprensión del mundo que nos rodea. Tal conocimiento sólo es comprensible por un especialista y sólo él puede evaluar su importancia. Puesto que los resultados de la Ciencia no son obvios ni tangibles, y por tanto no se pueden evaluar "automáticamente" es importante realizar evaluaciones que permitan comprobar el rendimiento de la Ciencia.

2. *Gran impacto.* Aunque el número de individuos directamente implicados en la Ciencia es pequeño, como también es pequeña la fracción de recursos que se gasta en actividades científicas, los efectos directos o indirectos de aquel pequeño grupo y de esta pequeña proporción de recursos son enormes en muchos aspectos: económicos, culturales, sociales y políticos. A causa de la gran influencia de la Ciencia, nos ha de interesar vivamente cómo funciona ésta y cuál es su rendimiento. Los fondos que sostienen las actividades científicas proceden en su mayor parte de sectores públicos o de empresas comerciales privadas, y quienes los aportan desean y tienen el derecho de conocer si su dinero se gasta bien o no.

3. *Productividad sesgada.* La productividad de los científicos presenta una distribución fuertemente sesgada. Como se verá más adelante, según la ley de Lotka, hay pocos científicos muy productivos, pero a ellos se debe una gran proporción del progreso de la Ciencia. Es preciso asegurarse de que los recursos se destinan a los científicos que pueden resultar más productivos. Esta es otra razón de la importancia de una evaluación.

4. *La administración de la Ciencia.* Podemos decir que, con una relación bastante aproximada, mientras más recursos tiene un país, más cantidad de Ciencia puede producir. Esta diferencia se debe a muchas causas, como la calidad de los recursos humanos, la cantidad de burocracia que entorpece las actividades de investigación, la preparación de los jefes de los equipos, etc.

El propio Kuhn (1975), ha insistido en la necesidad de realizar investigaciones empíricas sobre el progreso científico para poder explicar el por qué la ciencia progresa de la forma en que lo hace. Esta necesidad, puesta igualmente de manifiesto por Ortega y Gasset, es la que nos induce a plantear la elaboración de esta tesis:

> *"Esta (la ciencia) necesita de tiempo en tiempo, como orgánica regulación de su incremento, una labor de reconstitución, y [...], esto requiere un esfuerzo de unificación, cada vez más difícil que complica regiones más vastas del saber total".* (Ortega y Gasset 1983, p. 115)

La investigación es susceptible de ser evaluada de la misma manera que lo son otras actividades intelectuales y profesionales (Bellavista *et. al.*,1991). Así, la búsqueda de indicadores para evaluar la calidad, impacto y evolución de la investigación ha tomado una importancia creciente en los últimos años. Sin embargo, como comenta Solís (2000), en nuestro país no están aún muy consolidadas las prácticas de evaluación de las políticas científicas. No ha sido hasta la década de los noventa cuando han ido surgiendo grupos de investigación preocupados por las cuestiones relativas a la evaluación de la investigación, sobre todo en el seno de algunas Universidades, como por ejemplo, el grupo HUM-567 "Evaluación de la investigación y de programas Educativos Andaluces" patrocinado por la

Consejería de Educación de la Junta de Andalucía y dirigido por el profesor Fernández Cano. Fuera de las Universidades también han surgido otros grupos en el Instituto de Estudios Sociales Avanzados del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

La Ciencia, como objeto de investigación, se nos presenta como un fenómeno complejo que requiere un enfoque transdisciplinario para poder descubrir las complejas relaciones internas entre los aspectos cognitivos, sociales y psicológicos de la ciencia y las múltiples interacciones entre la ciencia y la sociedad. A la hora de llevar a cabo este análisis, tendremos que tener en cuenta que la investigación es una actividad cuya naturaleza y cuyos resultados pueden ser analizados según cinco dimensiones (Callón *et. al.*, 1995):

- La investigación contribuye a la producción de conocimientos cuya calidad y cuyo interés son evaluados por la comunidad científica. Sólo sobreviven y se difunden aquellos resultados que han resistido a la crítica colectiva.
- La investigación obedece a una lógica, que es la de la competitividad intelectual y económica.
- La investigación puede movilizarse igualmente para contribuir a acciones de interés general. El mecanismo de regulación no es ni el aumento de los conocimientos como tal ni la creación de ventajas competitivas, sino el poder, el prestigio, el bienestar social que se obtiene de la valoración política y del debate al que da lugar.
- La contribución a las actividades de formación constituye una aplicación esencial para la investigación. Los conocimientos y técnicas elaborados por los investigadores se transforman en competencias transmitidas a otros seres humanos.
- La investigación no puede desarrollarse en una sociedad hostil a la ciencia y al progreso técnico.

Pero, lo más importante ¿qué conseguimos mediante la evaluación? ¿qué información relevante nos puede proporcionar? A estos interrogantes nos responde Fernández Cano (1995a), el cual piensa que con la evaluación del desarrollo de la ciencia se podrían conseguir los siguientes objetivos:

- Adecuar la praxis investigadora a las normas prescriptivas del desarrollo de la ciencia; o sea, asegurar que la investigación se ajusta a las normas aceptadas en cada disciplina o campo disciplinar.
- Proteger la investigación de injerencias políticas o de acciones que inviten a distintas interpretaciones.
- Considerar los aspectos éticos y/o deontológico inherentes a la investigación con seres vivos para cuestionar y denunciar, si la hubiere, cualquier violación de los estándares comúnmente aceptados.
- Detectar y evitar plagios y fraudes.
- Valorar la calidad y viabilidad de proyectos de investigación, si se pretende obtener becas y ayudas, racionalizando entonces la competencia por la primacía y las conductas en disputas intelectuales.
- Aceptar tesis que cumplan los requisitos pertinentes, al objeto de ascender de grado académico.
- Seleccionar informes de investigación para publicar, según la calidad de los mismos, en revistas o en libros.
- Seleccionar informes presentados a reuniones profesionales bien para ser expuestos, discutidos y/o incluidos en las actas.
- Juzgar la valía, difusión e interés de instrumentos de medida estandarizados al objeto de incluirlos en compendios y anuarios. Una función afín y colateral a esta sería la revisión de libros para justificar su publicidad en revistas.
- Valorar la producción investigadora personal al objeto de promoción/selección profesional o de obtención de recompensas/subvenciones.
- Aumentar el control y la calidad de la producción investigadora.
- Justificar con cierto rigor, la inclusión de estudios en bases de datos y centros de documentación. Ello permitiría superar la saturación actual de trabajos almacenados sin ningún control de calidad.
- Seleccionar investigaciones para una posterior síntesis o metaanálisis.
- Marcar una correcta productividad *per cápita* y ordinalizada de departamentos universitarios, equipos y centros de investigación.
- Valorar la investigación subvencionada según criterios de productividad y eficacia.

- Reorientar y fortalecer la capacidad de I + D de una nación o comunidad, coadyuvando a una toma de decisiones ajustadas ante la propuesta de prácticas innovadoras.
- Asegurar el crecimiento del conocimiento a partir del esfuerzo reconocido y acumulativo de muchos científicos individuales (pares).

Una vez vistos los objetivos que podemos conseguir con la evaluación de la ciencia, veamos a continuación una serie de puntos importantes previos que hay que tener en cuenta antes de llevar a cabo dicha evaluación.

1.1.1. Consideraciones previas en la evaluación de la Ciencia.

La evaluación tradicional de la investigación se basa casi de forma exclusiva en datos cuantitativos, sin embargo la evaluación institucional debe recoger opiniones internas y externas y, sobre todo, considerar una perspectiva global, emitiendo juicios de valor y proponiendo acciones estratégicas de mejora (Valcárcel, 1998).

A la hora de llevar a cabo una actividad tan compleja como es la evaluación de la ciencia y de los científicos, deben tenerse en cuenta una serie de aspectos (Moravcsik, 1989):

- *Los objetivos de la Ciencia.* Es importante al emprender una evaluación de determinados aspectos de la ciencia o de los científicos, especificar cuales son los objetivos de la ciencia que queremos estudiar en dicha evaluación particular.
- *La Ciencia está inmersa en un medio multidimensional.* La actividad científica está inmersa en una red compleja de actividades y factores relacionados.
- *Objetivos de la evaluación.* Es muy importante definir cuáles han de ser los objetivos de una evaluación, desde el mismo comienzo del proceso, porque de ello depende la forma en que se estructure esta evaluación. Esta es una manera también de evitar conflictos y para dar fiabilidad y consenso a la evaluación una vez realizada.
- *Indicadores compuestos.* Como el sistema que estamos evaluando es siempre multidimensional, el resultado de todo proceso de evaluación será un indicador compuesto, esto es, un conjunto de indicadores individuales. Es imposible sustituir dicho conjunto de indicadores por uno solo.

- *Construcción de un sistema de indicadores propio.* El mejor método consiste en construir un sistema especial, hecho a medida, para cada evaluación determinada.

Una vez llegados a este punto, referiremos a continuación cual es la parte de la ciencia que se encarga de realizar estas evaluaciones y cual es el principal instrumento que utiliza para ello.

1.2. Cienciometría y evaluación de la investigación.

Para evaluar la Ciencia necesitamos de métodos e instrumentos que puedan ayudarnos en esta labor tan difícil y para ello nos valemos de los medios que nos brinda la Ciencia misma. El campo disciplinar que se encarga de esta labor es la llamada *Cienciometría*[*]. La línea de investigación emprendida por la Cientometría está desarrollando nuevos métodos y técnicas de investigación que permitirán analizar sistemática y objetivamente muchos aspectos del pasado y del presente de la ciencia.

Para Terrada y Peris (1988), el análisis cientimétrico permite la obtención de indicadores de la actividad científica, útiles para conocer el nivel de institucionalización de una disciplina científica, ofrecer un panorama global de las investigaciones realizadas, identificar de modo empírico los campos científicos y las direcciones de las disciplinas, servir de base para investigaciones posteriores, planificar la investigación científica y orientar a los usuarios de dicha información. Este tipo de análisis es una labor necesaria para la evaluación permanente del estado de la cuestión y de las tendencias del desarrollo de todo el entramado metodológico en la ciencia mundial, al tiempo que la evaluación del equipo metódico de las propias investigaciones se convierte en una importante función en todos los niveles de la administración de la Ciencia en cualquier país.

Una de las principales herramientas que se utilizan para el estudio, análisis y evaluación de la Ciencia es la Bibliometría o Metodología Bibliométrica. El motivo es que el volumen de producción de literatura científica que cada año se publica en forma de artículos o libros es impresionante. A esto hay que añadirle las toneladas de informes, de tesis o de normas que salen de los laboratorios o de los centros de investigación. Estas cifras hacen comprensible por qué son necesarias las técnicas cuantitativas, e igualmente también explica

[*] Usaremos los términos Cienciometría y Cientometría de manera intercambiable.

el interés suscitado por la Cienciometría ya que ningún ser humano es capaz de seguir y tratar una marea de información de tal calibre (Callón *et. al.*, 1995). Por ello, obtener métodos objetivos para evaluar la calidad de la investigación es un deseo compartido y perseguido por los gestores de política científica de todo el mundo. Sin embargo, y a pesar de los esfuerzos realizados, este deseo no está todavía satisfecho, al ser "la calidad de la investigación" una noción subjetiva, de difícil valoración.

En la búsqueda de indicadores que aporten objetividad al proceso de evaluación surgen los indicadores bibliométricos basados en el análisis de las publicaciones científicas. El uso de este tipo de indicadores con fines de evaluación es hoy una práctica común en los países más avanzados. Por tal motivo hemos centrado nuestro interés en la Cienciometría, y más específicamente en la Metodología Bibliométrica que comprende el análisis estructural de la información, contenida principalmente en informes de investigación científica.

En aras de una clasificación conceptual, hemos de exponer la relación no siempre patente manifiesta entre Cienciometría y Bibliometría. Cienciometría es el estudio de la ciencia, sus agentes, ideas, productos, instituciones y la interrelación entre ellos, utilizando una metodología cuantitativa, la propia del método científico positivista. Bibliometría sería aquella parte de la Cienciometría preocupada por el estudio de las producciones en soporte bibliográfico de los científicos. La Bibliometría es pues una disciplina cientimétrica y el método bibliométrico es su herramienta propia y, por tanto, también de la Cienciometría.

1.3. Evaluación de la Educación Matemática.

Rico y Sierra (2000) nos definen la Educación Matemática como un conjunto de ideas, conocimientos, procesos, actitudes y, en general, de actividades implicadas en la construcción, representación, transmisión y valoración del conocimiento matemático que tiene lugar con carácter intencional. Se propone dar respuesta a problemas y necesidades derivados de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

En las sociedades contemporáneas las matemáticas son parte esencial de la formación básica que han de compartir todos sus miembros. Son una de esas herramientas intelectuales, parte de la herencia cultural que se transmite por medio del sistema educativo (Rico y Sierra,

2000). Por esto, tiene sentido hablar de Educación Matemática, ya que se trata de una actividad social clave para la formación de los ciudadanos en una sociedad democrática avanzada. La Educación Matemática abarca desde las primeras nociones sobre la cantidad, la forma y la deducción que enseñamos a nuestros niños hasta su culminación en una formación profesional o en estudios superiores (Rico, 1999). La educación y el papel de las matemáticas en nuestra sociedad constituyen parte del marco epistémico en que se fundamenta nuestra disciplina. Este marco debe permitir la interpretación, predicción y actuación sobre los fenómenos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, así como su posterior valoración.

En la Educación Matemática podemos distinguir tres ámbitos distintos, cada uno de los cuales establece un campo diferente de actuación e investigación (Rico, 1999; Rico y Sierra, 2000):

a) El conocimiento matemático como objeto de enseñanza aprendizaje; la finalidad de la Educación Matemática se centra aquí en enriquecer y estructurar de manera adecuada los diversos significados de los conceptos matemáticos. También se refiere a los planes de formación necesarios para que estos conocimientos sean transmitidos, aprendidos, utilizados y compartidos socialmente por la totalidad de los ciudadanos. Este ámbito lo denominamos diseño, desarrollo y evaluación del currículo de matemáticas.
b) Educación Matemática como actividad social. La totalidad de acciones y condiciones que hacen posible la enseñanza de las matemáticas. En este ámbito, la Educación Matemática se refiere al análisis y estudio de las condiciones para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Parte importante de este ámbito se refiere al conocimiento y desarrollo profesional de los profesores y, por ello, lo denominamos conocimiento profesional y formación del profesor de matemáticas.
c) Educación Matemática como disciplina científica, la didáctica de la matemática tiene como objeto delimitar y estudiar los problemas que surgen durante los procesos de organización, comunicación, transmisión, construcción y valoración del conocimiento matemático junto con su propia fundamentación teórica.

Por tanto, podemos decir que son dos, principalmente, las razones que justificarían la necesidad de evaluar la Educación Matemática. Por un lado, como cualquier otra disciplina

científica, y por otro lado, la enseñanza de la matemática es también actividad social y parte integrante de la educación en general. Considerando que la evaluación es una de las partes más importantes de cualquier proceso educativo, es lógico pensar que la Educación Matemática sea susceptible también de ser evaluada. Prueba de ello es que la preocupación por la calidad de la investigación en Didáctica de la Matemática ha sido una constante desde el despegue de este campo de investigación y ha ido en paralelo con el avance metodológico en investigación educativa (Rico y Sierra, 2000). Pero algunos de los problemas que se detectan al evaluar la calidad de una investigación en Didáctica de la Matemática es que no parece haber consenso sobre el modo de establecer la calidad de las investigaciones en Educación Matemática y además no existe un sistema público de valoración.

Los muy escasos estudios en Educación Matemática (Johnson, 1980; Fox, 1969, Donoghue, 1999 y Reys, 2000) se han ido enfocando hacia problemas más concretos y con metodologías cada vez más especializadas. Estos cambios pueden impedir a los educadores de matemáticas formar fuertes estructuras teóricas en el desarrollo de un cuerpo unificado de conocimientos que asegure una eficaz enseñanza y aprendizaje. Por ello, antes de comenzar a exponer de manera detallada nuestro objeto de estudio realizaremos una breve revisión histórica de la evolución sufrida tanto de la Cienciometría como de la Investigación en Educación Matemática ya que como nos indica Rico (1999), es un paso previo necesario si se quiere comprender con cierta perspectiva la situación actual de cualquier disciplina científica.

1.4. La Ciencia de la Ciencia y la Cienciometría.

1.4.1. Una breve exposición histórica.

Si nos adentramos en los precedentes de la aparición de la Cienciometría, observamos que a primeros de siglo XX existían dos corrientes, la "Ciencia de la Ciencia" en Estados Unidos y la "naukovodemia" en los países del Este, con objetivos similares: estudiar científicamente la actividad de investigación para favorecer su desarrollo, es decir, estudiar la ciencia desde la propia ciencia. Los primeros trabajos cientimétricos, aunque sin una estructura teórica, podemos encontrarlos en la Polonia de finales del siglo XIX y comienzos del actual. Méndez (1986) sitúa en 1885 la primera aportación de este tipo de enfoque en la figura de Alphonse de Candolle en su *Historie des sciences et des savants depuis deux siècles*,

donde será el primero en aplicar métodos matemáticos relacionados con el desarrollo científico. Pero el primer estudio completamente cuantitativo de historia de la ciencia data de 1917 (citado en Kragh, 1989), y en él Cole y Eames aplicaban métodos bibliométricos a la historia de la anatomía. Otra obra que tuvo mayor importancia para el posterior desarrollo del método es la de Merton en 1938 titulada *Science, Technology and Society in Seventeenth Century England*. Según López Piñero y Terrada (1992a), los aspectos que intentaron integrarse en los primeros trabajos cientimétricos fueron los siguientes:

1. Los análisis de los documentalistas sobre la producción y el consumo de la información y, en general, sobre los procesos de comunicación científica.
2. Los trabajos de los sociólogos acerca de la comunidad científica, el puesto de los científicos en la sociedad y la función sociopolítica de la ciencia.
3. Las indagaciones de los historiadores de la ciencia dedicadas a los condicionamientos socioeconómicos, políticos y culturales de los modos cambiantes de la actividad científica.

A estos tres aspectos, podemos añadirle las preocupaciones y ajustes de los metodólogos de la investigación sobre el uso de metodologías, los cambios de paradigmas metodológicos y el análisis metodológico a posteriori de estudios (Fernández Cano y Bueno, 1998).

Durante el cuarto de siglo que siguió, se enriqueció notablemente el contenido del área y se inició la institucionalización de su cultivo. Sin embargo, no será hasta la década de los años sesenta cuando Derek de Solla Price impulsará este campo de investigación: el análisis estadístico y sociométrico de la literatura científica; y acuñará el concepto de *Ciencia de la Ciencia*. Entonces, empezaron a aplicarse los recursos y métodos científicos al análisis de la ciencia misma (López Piñero y Terrada, 1992a) y apareció en 1978 la revista *Scientometrics* editada conjuntamente por *Akadémia Kiado* de Budapest y *Elsevier* de Amsterdam e impresa y coordinada por el Departamento de Documentación y Estudios sobre la Ciencia de la Academia Húngara de las Ciencias. Estos hechos dieron lugar al origen de la Cienciometría (Spinak, 1996). A pesar de ello, al examinar la literatura de la Ciencia de la Ciencia, se constata la falta de investigaciones sistemáticas sobre la estructura y delimitación de este nuevo campo de investigación, además de la ausencia de consenso en su misma definición (Romera, 1989). Así por ejemplo López Yepes (citado en Romera, 1989), define la Ciencia de

la Ciencia como *"ciencia compleja que integra los resultados obtenidos por las ciencias de las ciencias particulares y sobre esta base descubre leyes y regularidades que gobiernan el desarrollo de la ciencia, creando bases teóricas para una política científica nacional"*. Esta concepción es la que mantienen los autores que conciben esta disciplina como el estudio científico de la ciencia, siendo Price uno de sus máximos exponentes. López Piñero (1973), introductor del análisis estadístico y sociométrico de la literatura científica en España, define la Ciencia de la Ciencia de la siguiente forma:

> *"Más que una disciplina nueva, la ciencia de la ciencia es todavía un programa, o mejor dicho, una zona de convergencia de varias disciplinas. Su núcleo central es, por supuesto, el intento de aplicar los recursos de la ciencia a un análisis de la Ciencia misma, de nivel y significación diferentes a los estudios humanísticos y filosóficos a que esta es habitualmente sometida".*

La Ciencia de la Ciencia va más lejos que la elaboración y la aplicación de instrumentos estadísticos, su finalidad es identificar las leyes y las regularidades que rigen la actividad científica considerada en su globalidad. Aplica a la ciencia sus propios métodos de medición (Callón *et. al.*, 1995). Los estudios cuantitativos de la ciencia, con el tiempo se han constituido en un nuevo campo de investigación denominado "Cientometría", evidenciándose así la misma trayectoria seguida en otras disciplinas como la psicología (psicometría), sociología (sociometría), economía (econometría), etc. Para ampliación de la definición del término Cienciometría véase Kragh (1989); Sancho (1990); Bellavista *et.al.* (1997); Spiegel-Rösing (en Romera, 1989).

La Cienciometría, por consiguiente, estudia tanto los recursos y los resultados como las formas de organización en la producción de los conocimientos y técnicas. Sin embargo, hasta la fecha reciente se ha ocupado casi exclusivamente del análisis de los documentos redactados por los investigadores y los tecnólogos (Callón *et. al.*, 1995). Hitos básicos en el desarrollo de la Cienciometría han sido:

- Las publicaciones de los libros *Little science, big science* (1963) de Derek J. de Solla Price, en el tomo colectivo *The science of science* y *Nauka o Nauke* (1966) de G. M. Dobrov, en donde se definieron las características de esta nueva área.

- La aparición de la primera revista especializada *Science studies,* donde queda reflejada la trayectoria de este campo. Publicación que comenzó en el año 1971 y que en 1975, adoptó el nombre actual de *Social Studies of Science.*
- La aparición del primer número de la revista *Scientometrics* en el año 1978.
- La aparición de un volumen editado por Elkana *et. al.* (1978) titulado *Toward a Metric of Science. The Advent of Science Indicators* (Hacia una métrica de la Ciencia. El advenimiento de los indicadores científicos).

1.4.2. La Cienciometría como campo disciplinar.

Según López Piñero y Terrada (1992a), al enriquecimiento de este campo ha contribuido el desarrollo de las aportaciones de la documentación científica, la sociología de la ciencia y la historia social de la ciencia. No obstante, el factor fundamental ha sido el paso a primer plano de la economía, la antropología social y la psicología social de la actividad científica.

La metodología del análisis cientimétrico (López Piñero, 1973; Terrada, 1983) podemos decir que se fundamenta sobre dos bases:

- Una teórica, denominada Ciencia de la Ciencia, cuyo punto de partida fue el libro de John D. Bernal *The Social Function of Science* (1939). Esta obra fue consecuencia del impacto que produjo a su autor la contribución soviética al segundo Congreso Internacional de Historia de la Ciencia en 1931; en ella se plantean tres aspectos fundamentales:
  - * El estudio cuantitativo de la literatura y el personal científico.
  - * El uso de modelos matemáticos.
  - * El análisis objetivo de la política y la administración científicas.
- La segunda base metodológica es de tipo técnico referida a la producción científica, la cual se desarrolla a partir de un núcleo multidisciplinar (López Piñero, 1973; Terrada, 1983) en el que hallamos lingüística, estadística, teoría de la información, filosofía, sociología e historia de la ciencia. En ese contexto, se

desarrolla la investigación en torno a un modelo teórico de las necesidades y del empleo de la información por parte de la comunidad científica.

En un principio esta metodología no atrajo mucho la atención hasta que Lotka, Bradford y Zipf propusieron sus respectivos modelos teóricos de productividad de los autores científicos, dispersión de las publicaciones y dispersión de palabras en lingüística. Fue a partir de estos trabajos y los estudios posteriores cuando se demostró que la literatura científica tiene la propiedad de mostrar un comportamiento estadístico regular.

1.4.3. La Cienciometría en España.

En España, las primeras realizaciones empíricas se acometen en disciplinas médicas y de las ciencias naturales a principios de los setenta (Navarro, 1977 y López, 1996). La primera obra en nuestro país se produce en 1935 *La misión del bibliotecario* de Ortega y Gasset siendo posteriormente Terrada (1983) y López Piñero (1973) los primeros en utilizar este tipo de metodología. En 1977 y en 1985 la edición de las revistas *Revista Española de Documentación y Política Científica*, respectivamente, dan una mayor solidez a este tipo de trabajos. Más tarde Carpintero (1981), Pérez Alvarez-Ossorio (1990), Ferreiro (1993) y de Moya (1999) continúan sus estudios en el Estado español.

1.4.4. Visión actual de la Cienciometría.

Merton (1979), señala que han sido dos los acontecimientos que han contribuido al enorme desarrollo de los trabajos realizados en este área, la producción del *Science Citation Index*, que ha proporcionado la base de datos para muchos de estos estudios y las investigaciones de Price. A estos dos hechos habría que añadir el progresivo acercamiento de los investigadores de la historia, sociología de la ciencia y metodología a la medición de la actividad científica. Actualmente, también la política y la planificación de la ciencia han adquirido gran relieve como impulsoras de indagaciones a partir de las necesidades prácticas concretas. En casi todos los países existen hoy departamentos universitarios o centros de investigación consagrados al área, algunos de los cuales son de nueva creación, mientras que otros se han constituido por fusión de unidades anteriores de disciplinas concretas.

En la actualidad, las revistas *Social Studies of Science*, *Scientometrics* y otras revistas destacadas como (véase Spinak, 1996): *Journal of the American Society for Information Science* (USA), *Journal of Documentation* (USA), *Revue Francaíse de Biblíométrie y Cahíers* (Societé Francaise de Biblíométrie Appliquée y Association pour le Dévelopement et L'Etude de la Scientometríe et de la Technométríe), *Research Evaluation* (Holanda); y algunas en idioma español como *Interciencia* (Venezuela) y la *Revista Española de Documentación Científica*, son los principales órganos de expresión de las figuras que encabezan ese desarrollo. Un listado de revistas afines encuadradas como Información Científica, aparecen en los *Social Science Citation Index* y *Journal Citation Reports* del *Institute for Scientific Information* de Filadelfia*.

Los estudiosos de la Cienciometría comparten tres convicciones inamovibles que garantizan la coherencia necesaria a esta disciplina (Callón *et. al.*, 1995):

- El estudio de las ciencias y de las técnicas pasa necesariamente por el análisis sistemático de las producciones literarias de los investigadores.
- Los estudios cuantitativos enriquecen la comprensión y la descripción de la dinámica de las tecnociencias.
- La prioridad absoluta y casi obsesiva que conceden a la concepción de instrumentos de análisis sólidos y fiables.

Veamos seguidamente una de las principales herramientas que utiliza la Cienciometría para realizar sus estudios: la Bibliometría.

1.5. Bibliometría.

Rico, en el prólogo que hace al libro de Fernández Cano (1995a), señala que la expansión del conocimiento científico en nuestro siglo constituye un ejemplo de crecimiento impresionante, que plantea cuestiones serias al investigador. Dentro de estas podemos destacar una serie de consecuencias importantes:

* Research Policy; R and D Evaluation Newsletter; Política Científica; Science and Science of Science; Journal of Information Science; Science; R & D Management; Science, Technology & Human Values; Knowledge; American Documentation; La Recherche; Higher Education Quarterly.

- El conocimiento relevante producido en un campo científico específico supera las posibilidades de control, no sólo de los individuos sino de la mayoría de los grupos de especialistas de tamaño medio.
- Las grandes cantidades de información producidas en cualquier campo, crean evidentes problemas de gestión.
- Si hay que seleccionar información dentro de ese campo científico, es necesario establecer criterios que permitan decidir qué es lo importante en cada caso.

Por estos motivos, un objetivo básico del conocimiento científico es establecer instrumentos intelectuales para una economía del pensamiento y de la comunicación. Hay que aprender a seleccionar la información relevante con un espíritu crítico, en definitiva, a valorar la calidad de la investigación. Es más, la relevancia de la evaluación de la investigación, en estos momentos de superproducción, es crucial no sólo para discernir el grano de la paja sino como mecanismo que permita tomar decisiones ajustadas sobre personas que realizan investigación (Fernández Cano, 1995). Para subsanar esta necesidad pueden ayudar los métodos bibliométricos, por ello comentamos seguidamente su origen y evolución. Un desarrollo histórico de la Bibliometría es localizable en Pritchard (1969) y Spinak (1996).

Pritchard definió la Bibliometría como la aplicación de las matemáticas y los métodos estadísticos para analizar el curso de la comunicación escrita y el curso de una disciplina. Dicho de otra manera, es la aplicación de tratamientos cuantitativos a las propiedades del discurso escrito y los comportamientos típicos de éste (Spinak, 1996). Algunas definiciones aportadas por otros autores están localizables en López Piñero (1972); Bertolín (1990); Bellavista *et.al.* (1997).

Los objetivos que se pretenden alcanzar al utilizar la Bibliometría, según López Piñero (1973) pueden concretarse en estos dos:

a) El análisis del tamaño, crecimiento y distribución de la bibliografía científica.
b) El estudio de la estructura y la dinámica social que la producen y la utilizan.

A partir de los años sesenta se produjo un gran auge de los estudios bibliométricos, para evaluar los resultados de las investigaciones. La informatización de las bases de datos

facilitó enormemente la búsqueda de información, y una demanda mayor por parte de las autoridades responsables de la planificación científica para evaluar la eficacia de sus políticas. En la obra de Narin (1976) titulada *"Evaluative bibliometrics. The use of publication and citation analysis in the evaluation of scientific activity"* (citada en López Piñero y Terrada, 1992a), fue donde por vez primera se examinaron a fondo las posibilidades de la Bibliometría para la evaluación de la actividad científica.

Para situar en un marco más general los análisis bibliométricos dentro del sistema de investigación, Fernández Cano (1995a), nos muestra que existe un modelo general de clara ascendencia economicista, para evaluar un sistema productivo a través del estudio de la relación *inputs-outputs* de ese sistema. En el caso de considerar a un sistema de investigación como sistema productivo, dos son los productos o *outputs* fundamentales: productos científicos y técnicos:

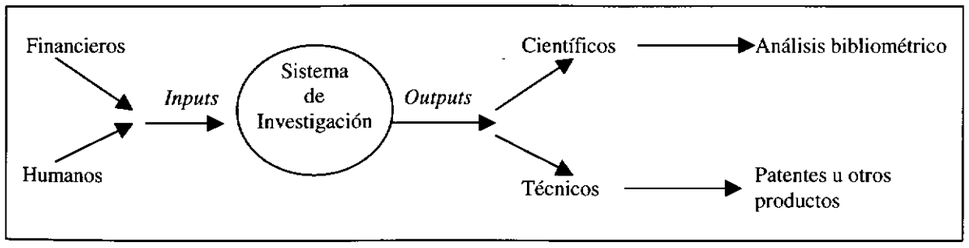

Figura 1. Elementos de entrada y salida de un sistema de investigación.
Tomado de: Fernández Cano (1995)

Según Bellavista *et. al.* (1991), es importante el análisis de las técnicas utilizadas en la actualidad para cuantificar y calificar el trabajo de los investigadores y sus resultados, los *inputs* y los *outputs* de la ciencia.

Por tanto, para estudiar los productos científicos se suele utilizar el análisis bibliométrico a partir del cual podemos valorar todo un sistema nacional, una comunidad, un miembro o una investigación puntual.

1.5.1. Posibilidades evaluativas de la Bibliometría.

Como ya se ha comentado, uno de los grandes retos es la forma de medir e interpretar el conocimiento científico y su crecimiento. La información básica para ello la ofrecen las publicaciones, el medio natural de intercambio de los procesos científicos que además ofrecen gran cantidad de datos que son susceptibles de cuantificación y análisis para el estudio de la ciencia. El producto de la actividad científica solamente se realiza cuando su autor comunica su aportación y la pone al alcance de toda la comunidad científica. Los científicos en sus actividades de investigación, intentan obtener información nueva, descubriendo nuevos datos o formulando nuevos conceptos y teorías. Sin embargo, sus formulaciones no serán reconocidas como contribuciones científicas a menos que sean comunicadas de tal forma que puedan ser comprendidas y verificadas por otros científicos: La comunicabilidad es una característica distintiva de un producto científico. Por ello, Price insiste en que la publicación no es, en modo alguno un subproducto o epifenómeno del trabajo que se está haciendo: es el producto final de la actividad científica (López Piñero y Terrada, 1992). Además, el sistema de publicación formal cubre satisfactoriamente el dominio de los resultados científicos. Es poco probable que un resultado valioso se quede fuera porque su autor no sienta la necesidad de publicarlo o porque sea injustamente rechazado; y es más improbable aún que algo se constituya como resultado científico completamente al margen de ese sistema oficial (Maltrás, 1996). Esta es la razón de que los indicadores basados en las publicaciones, los bibliométricos, tengan una posición fundamental en los estudios cienciométricos (López Piñero y Terrada, 1992).

Un sistema básico para medir la calidad científica y su productividad es la utilización de técnicas bibliométricas (Bellavista *et. al.*, 1997), por eso gran parte de las investigaciones en el campo de la Cientometría son de naturaleza Bibliométrica. La Bibliometría, al proporcionar una medida objetiva cuantitativa se considera una fuente de información útil para los expertos que evalúan la producción científica, para los responsables de la política científica y tecnológica y para los gestores de I+D en su tarea de asignar fondos y recursos. Puede servir como una herramienta de apoyo en las decisiones o como una ayuda para percibir con mayor claridad determinadas cuestiones que necesiten una respuesta (Bellavista *et. al.*, 1997).

Para concluir este apartado, debemos aclarar que no se pueden confundir los términos Bibliometría con Cienciometría. Spinak (1996), aclara que la Bibliometría estudia la organización de los sectores científicos y tecnológicos a partir de las fuentes bibliográfcas y patentes para identificar a los actores, a sus relaciones y tendencias. La Cienciometría, por el contrario, va más allá de las técnicas bibliométricas pues la clave está en que también examina el desarrollo y las políticas científicas. Los análisis cuantitativos de la Cienciometría consideran a la ciencia como una disciplina o actividad económica. Por esta razón la Cienciometría puede establecer comparaciones entre las políticas de investigación entre los países analizando sus aspectos económicos y sociales.

Por tanto podemos considerar la Bibliometría como una parte dentro de la Cienciometría. Los temas que interesan a la Cienciometría incluyen el crecimiento cuantitativo de la ciencia, el desarrollo de las disciplinas y subdisciplinas, la relación entre ciencia y tecnología, la obsolescencia de los paradigmas científicos, la estructura de la comunicación entre los científicos, la productividad y creatividad de los investigadores, las relaciones entre el desarrollo científico y el crecimiento económico, etc. La Cienciometría usa técnicas matemáticas y el análisis estadístico para investigar las características de la investigación científica.

1.6. Indicadores Bibliométricos básicos.

Debido a que la investigación es una actividad compleja, no existe una medida adecuada que exprese la eficacia científica en su conjunto. Para ello, hay que recurrir a una serie de indicadores, cada uno de los cuales tiene en cuenta un aspecto distinto de esta eficacia o rendimiento. Estos indicadores individualmente deben ser considerados como parciales o imperfectos (Bellavista *et. al.*, 1997).

No deberíamos sacralizar los indicadores bibliométricos pues tienen también abundantes limitaciones. Tales indicadores son susceptibles de completar, e incluso de corregir, mediante otras aproximaciones suplementarias a este peculiar fenómeno. Los trabajos bibliométricos, por su naturaleza metodológica eminentemente descriptiva limitada a un análisis elemental del contenido inserto, pueden considerarse estudios para-evaluativos de la investigación indicada. Será el propio lector el que, tras reflexión crítica pertinente, realice

su valoración específica a la luz de criterios personales, hasta que no dispongamos de estudios comparativos que introduzcan un matiz referencial o de valor (Fernández Cano y Bueno, 1998). Bellavista *et. al.* (1997, p. 37) define así el concepto de indicador bibliométrico:

> *"Los indicadores bibliométricos son medidas cuantitativas elaboradas a partir de la bibliografía científica. Su empleo en la evaluación se fundamenta en la idea de que la investigación científica se da a conocer, se transmite y se comunica por medio de publicaciones"* .

Para Gómez y Bordons (1996), los indicadores bibliométricos son datos estadísticos deducidos de las publicaciones científicas que permiten manejar, clasificar y analizar grandes volúmenes de éstas y precisamente su fiabilidad disminuye al descender el tamaño de la unidad a analizar. Su uso se apoya en el importante papel que desempeñan las publicaciones en la difusión de los nuevos conocimientos.

Ya desde principios de siglo se vienen empleando indicadores bibliométricos para estudiar la estructura y el progreso de la ciencia y para evaluar distintos aspectos de la actividad. Como resultado de una reunión convocada por la Dirección General de Asuntos Científicos de la OCDE en Frascati, población cercana a Roma (Solís, 2000), se editó en 1963 el llamado *Manual o Informe Frascati*, donde se marca un hito en la historia de la evaluación científica en Europa, porque propone la normalización de los indicadores sobre investigación y desarrollo. Los instrumentos o indicadores que han sido o son actualmente utilizados para recoger criterios cuantitativos sobre actividades de investigación podemos agruparlos en dos grandes categorías (Solís, 2000):

- *Los indicadores relativos al sistema de recompensa.* Es decir, la comunidad científica reconoce el valor de los trabajos de sus miembros de múltiples maneras: admisión en sociedades prestigiosas, premios, concesiones de grado *honoris causa* y otros. Estas recompensas, cuya atribución parte del juicio por pares, constituye un indicador serio del reconocimiento de un científico por sus colegas. Sin embargo es difícil evaluar este tipo de indicadores.
- *Los indicadores relativos a las publicaciones, es decir, los indicadores bibliométricos.* Estos pueden proporcionar cuatro clases de información para la evaluación (Bellavista *et. al.*, 1997):

  - La primera trata de la cantidad de conocimiento producido. El recuento de publicaciones es un indicador crudo de la cantidad de conocimiento científico nuevo que un individuo o un grupo produce.
  - En segundo lugar, la temática y el carácter del conocimiento producido.
  - En tercer lugar el impacto de la investigación. Hay dos tipos de indicadores de impacto, los recuentos de citas y las descripciones estructurales. El primero indica sólo la cantidad de atención que se presta al trabajo en cuestión. El segundo proporciona también información sobre en qué lugar del mapa científico se sitúa ese trabajo.
  - El último punto son las relaciones. A veces se quiere conocer si los/as investigadores/as a los que se está evaluando mantienen relaciones con otros grupos específicos, si su trabajo es leído por otros investigadores o si se relaciona con lo que otros investigadores están realizando.

Por otra parte, Terrada (1983), Sancho (1990) y Bellavista *et. al.* (1997), opinan que los indicadores bibliométricos se pueden emplear con dos grandes funciones:

a) Para analizar el tamaño o cantidad, crecimiento y distribución de la bibliografía científica, a fin de mejorar las actividades de información, documentación y comunicación científica.
b) Para el análisis de su estructura interna, para analizar los procesos de generación, propagación y uso de la literatura científica y llegar a conocer los mecanismos de la investigación científica considerada como actividad social, así como de la estructura y dinámica de los colectivos de investigadores que producen y utilizan dicha literatura.

Pero para que los indicadores bibliométricos sean útiles a los propósitos que acabamos de comentar, diversos autores señalan que deben de tenerse en cuenta una serie de condiciones y supuestos a la hora de aplicarlos en la evaluación de la actividad científica (Moravcsik, 1989; Bellavista *et. al.*, 1997). Por ejemplo su valor relativo, necesidad de obtener evidencia sobre su validez y fiabilidad, su uso conjunto y no aislado, su aceptación por la comunidad investigadora, etc.

Uno de los indicadores más comunes y que nosotros utilizaremos también en el presente estudio es el análisis de citas. De entre todos los posibles instrumentos que se utilizan en la evaluación de la producción científica, el análisis de citas ha pasado a ser uno de los instrumentos bibliométricos más válido y uno de los puntos clave de la evaluación bibliométrica (Solís, 2000). Bajo la opinión de López Piñero y Terrada (1992), en este tipo de estudios hay que distinguir con precisión entre citas (que una publicación recibe de otras posteriores) y referencias (que una publicación hace de otras anteriores). Sin embargo, en Bibliometría el uso ha terminado por considerar las palabras cita, citación y referencia como términos intercambiables, y en general no todos siguen la división enunciada (Spinak, 1996). Nosotros utilizaremos indistintamente ambos términos de acuerdo con esta última opinión.

La razón del éxito y utilidad de los análisis de citas, según Smith (citado en Fernández Cano, 1995a), es porque las citaciones son jalones que testimonian la utilización de una información, y como tales, aportan datos más válidos y realistas, con los que podemos construir la imagen de las conductas de usuarios y autores.

La referencia bibliográfica, como representación del documento científico, es la principal fuente de datos para los análisis bibliométricos. Una buena referencia bibliográfica proporciona una información muy valiosa que permite realizar análisis estadísticos ricos y variados (Maltrás, 1996).

1.7. Formatos usuales de los informes de investigación.

A) *El articulo de revista científica.*

De entre la inmensa cantidad de publicaciones científicas y de diversos tipos que existen, destacan las revistas científicas como los más potentes estructuradores de la comunicación científica. Por su carácter activo y por las relaciones que se establecen entre ellas, desempeñan un papel primordial en el control de la calidad de lo que se publica en los canales científicos y en la diferenciación de las disciplinas. Todo ello las convierte en un objeto de la mayor relevancia para el análisis biliométrico: en primer lugar delimitan el conjunto de los documentos a los que está justificado atender; en segundo lugar, proporcionan un criterio para la distribución temática y la definición de marcos de referencia adecuados; por último, permiten realizar estimaciones sobre la calidad de los documentos (Maltrás, 1996).

La aparición de las revistas científicas, que data de mediados del siglo XVII, se debe principalmente a la instauración y el mantenimiento de la propiedad intelectual. Su origen social fue la necesidad que sintieron los científicos de registrar sus contribuciones y de reservárselas, de proclamar como propias sus aportaciones.

B) *Literatura Gris.*

Aparte de las revistas, existen un tipo de comunicación que tiene importancia en todas las áreas de la actividad científica y en todos los estratos de la comunidad científica y es la comunicación informal (conversaciones, comunicación entre colegas, reuniones y conferencias, cartas, intercambio de preprints, etc). Normalmente se suele tratar de trabajos en curso para informar o pedir opinión sobre puntos específicos, algunos de los cuales constituyen la *literatura gris* (Maltrás, 1996). Estos canales informales sostienen los vínculos personales que están en la base de los *colegios invisibles* (Price, 1973). Sin embargo es en los canales formales, y sólo en ellos, donde se constituyen los *resultados científicos.*

C) *Tesis doctoral.*

Otro tipo de literatura que se utiliza como transmisión del conocimiento científico son las memorias e informes de circulación limitada que constituyen un grupo heterogéneo y de carácter impreciso. Incluyen escritos impresos con procedimientos destinados a tiradas reducidas, como las microformas, principalmente las microfichas, y las distintas técnicas de *offset* de oficina. Con ellos suelen difundirse tesis doctorales como informe científico, lecciones y otros textos académicos. También incluyen textos y documentos simplemente manuscritos, mecanografiados o grabados en soportes electrónicos. La tesis doctoral incorpora una evaluación por un comité de expertos, que la literatura gris no conlleva.

D) *Comunicación oral.*

Como reacción frente a las dificultades de comunicación planteadas por la gran masa de literatura científica, Price pensaba que habían surgido los que él llamó *colegios invisibles*, expresión que utilizó en 1961 para referirse a los grupos de científicos que, trabajando en

lugares distintos sobre temas semejantes, intercambiaban información por medios distintos de la literatura impresa (López Piñero, 1973). Tenían como finalidad sustituir la comunicación formal a través de textos impresos por contactos personales entre los que estaban realizando avances de importancia en un determinado campo. Como los científicos que forman los "colegios invisibles" constituyen la parte más activa e influyente de los cultivadores de su tema o disciplina, el término ha pasado igualmente a designar los grupos dirigentes que fijan la temática, los métodos y la terminología en cada momento, que publican en las revistas, series y editoriales más prestigiosas, organizan las reuniones y congresos "nucleares" y conforman los comités de evaluación de tesis.

E) *El libro o monografía.*

La monografía es otro modo de informar los resultados de una investigación, aunque no suele ser un formato muy usual en el contexto español. En general las monografías ofrecen un conocimiento más sedimentado, elaborado mediante recopilación y síntesis de diversos estudios. Últimamente algunas tesis consiguen el salto a la monografía con su ISBN correspondiente, pero tan importante avance no es usual por tratarse de libros altamente especializados para una audiencia muy reducida y por consiguiente poco rentable en el aspecto económico.

1.8. Bases de datos y evaluación de la investigación.

Muy importante en el desarrollo de las evaluaciones bibliométricas, sobre todo en el análisis de revistas científicas, e íntimamente relacionado con el análisis de citas ha sido la posibilidad de acudir a las bases de datos automatizadas que, con su enorme caudal de información y facilidad de extraerla utilizando las estrategias oportunas, permiten obtener la información a cualquier persona. Por este motivo, durante los últimos años, los indicadores bibliométricos han pasado de ser un instrumento empleado únicamente por un núcleo muy reducido de especialistas a convertirse en un tema de difusión casi general.

Dentro de las bases de datos más utilizadas en los estudios bibliométricos podemos destacar: *Science Citation Index* (SCI), *Social Science Citation Index* (SSCI) y *Arts & Humanities Citation Index* (A&HCI). Mediante estas bases de datos son posibles los análisis

de citas bibliográficas, así como el cálculo de otros indicadores que se dirigen a medir la calidad de la producción científica. Sin embargo hay que tomar las debidas precauciones al hacer uso de la base de datos adecuada y hay que conocerla bien, su estructura, su sistema de clasificación y demás útiles que permitan extraer la información de forma correcta y pertinente.

En España, el primer estudio donde se realizó un análisis pormenorizado de toda la producción científica española recogida en esta base de datos en versión CD-ROM, fue el realizado por Maltrás y Quintanilla (1992) dentro del EPOC (Evaluación de Políticas Científicas) en la Universidad de Salamanca y financiado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología. El periodo de tiempo analizado fue significativo y actual (1981-1989). Con este trabajo pretendían elaborar una información relevante para la toma de decisiones en política científica. Pero como cualquier otra base de datos, son conocidos algunos de los problemas típicos de las bases bibliográficas (como se esbozarán a continuación) y es por ello que en este estudio y según los procedimientos de análisis que se han utilizado, se ha conseguido minimizar estos inconvenientes.

Ferreiro y Jiménez (1986), nos indican que los responsables de las bases seleccionan las revistas que a su juicio deben ser examinadas "vaciadas" o recensadas. Los expertos y especialistas examinadores determinan, también subjetivamente, la calidad de los trabajos publicados por las revistas seleccionadas. Después de ello, los trabajos "aprobados" por los expertos pasan a engrosar los archivos de las bases automatizadas o a ocupar sus lugares correspondientes en las páginas de las bases impresas.

Estos sesgos se autoperpetúan por la propia naturaleza del sistema de selección basado en citas. Así, por ejemplo, utilizar la presencia en el SCI/SSCI como indicador de calidad en sí mismo es más adecuado para las áreas básicas de investigación y para países de lengua inglesa, y resulta especialmente inadecuado para las áreas aplicadas o para las ciencias sociales de países no angloparlantes. El sesgo del SCI es reconocido incluso por usuarios privilegiados del mismo (Fernández Cano, 1999). Por tanto y en conclusión, el uso no crítico de los datos derivados del análisis de citas procedentes de esta base de datos, o cualquier otra, como único criterio o incluso como el más importante para valorar la literatura científica puede llevar a errores, ya que, como hemos visto no proporciona un panorama real.

1.8.1. Base de datos de tesis españolas: La base TESEO.

Una de las fuentes documentales más pertinentes para estudiar el estado de la investigación en un país a través de su literatura científica, es la literatura correspondiente a las Tesis Doctorales necesarias para obtener el grado de Doctor. Si queremos investigar este tipo de literatura en España, debemos acudir a la base de datos TESEO, gestionada actualmente por el Centro de Proceso de Datos del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte en la que recoge los datos referenciales sobre las tesis doctorales aprobadas en las Universidades españolas a partir del curso 1976/77. Esta base de datos tiene su origen en la orden de 16 de julio de 1975 (BOE, 1 de septiembre) la cual dispuso que la Dirección General de Universidades e Investigación y la Secretaría General Técnica del entonces Ministerio de Educación y Ciencia, constituyeran y mantuviesen un fichero mecanizado de tesis doctorales. Su consulta en línea a través de INTERNET puede hacerse en la siguiente dirección: http://www.mcu.es/TESEO. La base de datos TESEO es referencial, y cada registro contiene los siguientes campos informativos (estos registros son los que figuraban en dicha base en el momento de la búsqueda, actualmente han sufrido una serie de cambios):

- Clave.
- Autor.
- Director de la tesis.
- Titulo de la tesis.
- Resumen de la tesis.
- Universidad.
- Facultad o E.T.S.
- Centro de realización
- Curso.
- Descriptores de Materias.
- Descriptores UNESCO.

Hay que dejar claro que el resultado de la búsqueda es un dato orientativo, ya que la cobertura de la base no es completa, puesto que el método de recogida de datos no permite la exhaustividad. Los centros universitarios de toda España tienen la obligación de enviar al M.E.C. (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte) las referencias de las tesis que se leen

en ellos, pero esto no se cumple siempre (López, 1996). El resultado, por tanto, es que contamos con una base de datos que no sabemos qué porcentaje de las tesis leídas en los centros recoge. En todo caso, es el instrumento más completo que tenemos en lengua española, aunque muy lejos de los *Dissertation Abstracts* producidos por la *University Microfilms Internacional* que desde finales del siglo XIX viene recopilando, indizando y divulgando la producción norteamericana relativa a tesis y *masters*.

Dada la problemática planteada, Breimer y Breimer (1995), incluso han propuesto la creación de una *Thesis-Line* de acceso libre a través de la red Internet que permita la consulta de este tipo de literatura gris. Sin embargo hoy por hoy seguimos teniendo las mismas dificultades a la hora de realizar una búsqueda exhaustiva de este tipo de trabajos.

1.8.2. Bases de datos de Educación Matemática.

Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM) es una base de datos de origen alemán que referencia artículos, libros y actas de congresos. ZDM proporciona información sobre gran cantidad de publicaciones europeas, en particular de países del este de Europa, y de otros con idiomas minoritarios como alemán, griego, italiano, etc. En el apartado 6.3.3 se describe con detalle los campos existentes en esta base de datos.

La Sociedad Andaluza de educación Matemática *"Thales"* ha creado el centro de documentación de Didáctica de la Matemática *Thales*: http:// thales.cica.es, en el que se reciben la mayoría de libros y revistas importantes relacionadas con la Didáctica de la Matemática, y a la que pueden solicitarse búsquedas bibliográficas en sus fondos y fotocopias y publicaciones específicas.

1.9. Proyección internacional de la investigación educativa española.

Fernández Cano (1999), presenta un estudio donde trata de indagar la productividad educativa española contenida en el *Social Science Citation Index* (SSCI). Los resultados que obtuvo fueron los siguientes:

- Se han contabilizado un total de 155 productos para el periodo 1988-97; además, todos ellos, excepto dos en francés y alemán respectivamente, están escritos en lengua inglesa.
- Los 155 productos contabilizados corresponden a 302 autores. También se incluyen los autores extranjeros que firman en colaboración. Esto origina un grado de autoría múltiple de 2 autores por trabajo; dato que indica que la producción educativa española contenida en el SSCI está aún bastante individualizada y no se ofrece como trabajo de un colectivo.
- Se presenta una visión del autor español en el ámbito internacional como productor ocasional y unas prácticas de divulgación de la investigación educativa española caracterizadas por una excesiva dispersión.
- La concentración de productos en torno a un mismo autor oscila entre uno (la inmensa mayoría), hasta algunos que logran contar con cuatro obras.
- Cuando se relaciona la producción educativa española con respecto a la mundial (la contenida en el SSCI), la razón alcanza el 3.7‰. Este dato podría ser una manifestación aproximada del aporte español a la producción mundial en ciencias de la educación.
- La revista tipo del SSCI, en que la que publican autores españoles, suele ser una revista inglesa o americana. No se ha localizado revista española alguna, ni escrita en español, dentro del campo de la educación.
- Parte de la producción educativa española se concentra en una serie de pocas revistas nucleares y el resto se dispersa por una multitud de revistas ocasionales (Ley de Bradford).
- Las revistas en que publican los autores españoles no son las más destacadas del campo de la educación.
- Son tres las categorías de contenidos o tópicos sobre los que más se ha publicado: dimensión didáctica del hecho educativo, educación científica y aspectos psicológicos de la educación. Dichos tópicos se corresponden con tres de nuestras áreas de conocimiento: Didáctica de las Ciencias Experimentales, Didáctica y Organización Escolar y Psicología de la Educación.

En vista de los resultados no parece que sea sencillo publicar en revistas foráneas incluidas en el SSCI. Esta pobre tasa de edición internacionalista de nuestros trabajos podría

ser achacable a factores como: falta de tradición de publicar en revistas extranjeras y más en publicaciones en lengua inglesa; a la muy limitada incardinación de los investigadores educativos españoles en colegios invisibles internacionales. Sin embargo, es evidente la escasa proyección internacionalista de la producción educativa española, no sólo por el reducido número de productos incluidos en el SSCI sino porque ninguna de nuestras revistas del campo de la educación está indizada en dicha base de datos. Esto no quiere decir que las publicaciones nacionales hayan de ser consideradas como de baja calidad. La causa de que muchas de estas revistas no estén incluidas en los índices internacionales es en ocasiones su interés local o el idioma y no su baja calidad. Además, parece peregrino el evaluar la producción investigadora española apelando a que los productos que se contabilizan deben estar indizados en el SSCI. Con sólo alrededor de 155 productos indizados a lo largo de diez años y sin ninguna revista española incluida en el SSCI, difícilmente podría evaluarse a un colectivo tan amplio como el adscrito a las áreas de conocimiento del campo de la educación (Fernández Cano, 1999).

Podría decirse que la ciencia básica es la ciencia "internacional" por excelencia. Sin embargo la ciencia aplicada puede encontrar un buen vehículo de transmisión en las revistas de carácter nacional (Gómez y Bordons, 1996). Las revistas nacionales de investigación educativa, aunque en su mayoría no estén indizadas en repertorios internacionales (Fernández Cano, 1997), sin embargo, son capitales para el desarrollo de la investigación y, en definitiva, de la actividad científica de un país.

1.10. Investigación educativa y evaluación de la investigación en España.

El peculiar fenómeno de la evaluación de la investigación educativa española, es que cuanto más la conocemos, más detectamos sus deficiencias pero cuando menos la conocemos más la echamos en falta y más necesitamos saber de ella. Sin embargo, en los últimos años autores como Tejedor (1982), Bisquerra (1989), Fernández Cano (1995a, 1995c), Buendía et. al. (1997), entre otros, han ido realizando aportaciones metodológicas con el propósito de fomentar una mejora en la investigación educativa. Por tanto, a veces se hace necesario realizar una visión retrospectiva para evaluar lo realizado, cómo se evaluó y que proyecciones del pasado aún tienen vigencia y nos siguen afectando (Fernández Cano, 1997). En España, dos son los graves obstáculos para el manejo razonable de indicadores de actividad científica (López Piñero y Terrada, 1992):

- La postura de los que podemos llamar "cipayos científicos", personas de origen español integradas a mayor o menor nivel en el mundo científico angloamericano y que se arrogan el papel de jueces de lo que sucede en España.
- Consiste en confundir la comunidad científica internacional con la del mundo angloamericano, convirtiendo a éste en la única fuente de normas y criterios para conceder o negar validez a la actividad científica española.

Así pues, varias notas características podrían definir el estado de la investigación española en educación (Fernández Cano, 1995a):

a) La publicación de informes en revistas altamente endogámicas (de centro, universidad o área de conocimiento).
b) Escasa difusión y lectura de las publicaciones tanto entre los prácticos de la educación como entre los propios investigadores.
c) Un sistema de aceptación/rechazo de informes poco estructurado en el que la revisión ciega nos suena como algo frío y distante.
d) Ausencia de estudios de capacidad e impacto por revistas, instituciones, autores o áreas.

Dentro del campo de las Ciencias de la Educación, destacan los trabajos de Fernández Cano (1997) donde se realiza una revisión integrativa que trata de construir una visión general y sistemática de cómo se ha venido abordando la evaluación de la investigación educativa realizada en nuestro país. El periodo concreto de tiempo que cubre esta revisión comprende desde el trabajo más antiguo, UNESCO en 1973, hasta el más reciente, Fernández Cano y Bueno en 1998. Abarca el intervalo temporal de los 25 últimos años, en el que la investigación educativa española ha estado sometida a profundos cambios.

Los primeros estudios bibliométricos suelen centrarse en la cuantificación de (Fernández Cano, 1997):

- La productividad personal de los autores que firman sus trabajos.

- El nivel de colaboración entre autores como un medio para denotar grupos de investigación y/o "círculos invisibles".
- Los contenidos pedagógicos según cierto índice de catalogación coinciden a grandes rasgos con las disciplinas y subdisciplinas educativas.
- El ajuste a leyes cientimétricas, sobre todo la Ley de Lotka y la Ley de dispersión de Bradford.
- Ciertos patrones de citación: autores que más citan y autores más citados.

Desde finales de los setenta hasta mediados de los ochenta, empieza a constatarse una serie de patrones:

- El predominio de estudios descriptivos basados en el registro, clasificación y categorización de ciertas cualidades (áreas temáticas, tópicos pedagógicos, etc).
- Patrones difusos de productividad institucional, asociada a universidades y de productividad personal, asociada a autores y directores de trabajos.
- La ausencia de colegios "invisibles" interdepartamentales y/o interáreas; sólo detectables mediante estudios de citación y difícilmente mediante indicadores de productividad, como se pretendía denotarlos.
- La existencia de ciertas líneas de investigación, aunque poco consolidadas y estables; al par que notables cambios de tendencia en ciertos tópicos según el devenir histórico.

En los años noventa, se van acometiendo nuevas realizaciones, síntoma de preocupación y fertilidad del tópico de la evaluación de la investigación. Notas comunes en todos estos últimos estudios empíricos de los noventa son: su perspectiva mayoritariamente metricista, la centralización en el indicador productividad, la pretensión de denotar círculos científicos existentes, el mayor o menor ajuste a normas de información científica y la descripción de la evolución diacrónica de la producción evaluada en el seno de su respectiva disciplina científica.

Posteriormente, Fernández Cano y Bueno (1998) realizan una revisión cienciométrica que trata de sintetizar las realizaciones bibliométricas españolas en el campo de la educación a partir de una serie de indicadores presentes en 29 estudios recuperados. La recuperación de estos estudios se ha realizado por una doble vía:

- Búsqueda informática en el Índice Español de Ciencias Sociales. Serie A: Psicología y Ciencias de la Educación, ISOC-CSIC.
- Completada artesanalmente, o sea, mediante citaciones cruzadas de títulos que no aparecen en la búsqueda informática.

Los resultados obtenidos desvelan los siguientes patrones, algunos de los cuales ya aparecían en el trabajo comentado anteriormente:

- Las diversas descripciones de la evaluación diacrónica de la producción evaluada en el seno de su respectiva disciplina científica, presentan fuertes discontinuidades que hacen cuestionable un crecimiento.
- La inmensa mayoría de las investigaciones proceden de estas tres fuentes expuestas por orden de importancia: artículos de revistas, trabajos no publicados procedentes de tesis y tesinas y contenidos en las bases de datos y, por último, investigaciones expuestas en libros.
- El predominio de estudios descriptivos basados en el registro, clasificación y categorización de ciertas cualidades o contenidos (áreas temáticas, tópicos pedagógicos,...). Se manifiesta una fuerte preocupación por el tema del rendimiento académico y, más específicamente, por los desempeños lingüísticos.
- El escaso grado del multiautoría pues los trabajos son individuales. El productor prototípico en educación es un autor aislado y ocasional bien lejos de los deseables grupos de investigación e incluso colegios invisibles. La realidad investigadora se nos presenta con un aislamiento preocupante.
- La ausencia de colegios invisibles interdepartamentales y/o interáreas.
- El escaso ajuste a dos leyes cientimétricas capitales: la de Bradford y Lotka.
- La productividad personal, pese a la variabilidad debida a la especialización, exhibe un núcleo de autores como: García Hoz, Secades Marcos, Fernández Huerta, etc.
- En la mayor parte de los estudios revisados apuntan que el área más indagada es Didáctica; englobando en ella tanto la general como las especiales.
- La productividad institucional correlaciona positivamente con la antigüedad de las secciones universitarias de pedagogía; asociada a las universidades que dispusieron de estudios superiores de educación (Madrid-Complutense, Barcelona-Central y Valencia).
- Las citas acumuladas son escasas y prima la citación de autores extranjeros. Escolano Benito es el autor más citado en los 29 estudios bibliométricos revisados.
- La metodología de investigación más utilizada es la encuesta por cuestionario. Abrumadoramente, los métodos cuantitativos superan a los cualitativos. Y es preocupante la ausencia de estudios longitudinales.

Los problemas con los que se encara la evaluación de la investigación educativa en el contexto español serían los siguientes (Fernández Cano, 1997):

- La persistente tendencia a valorar, y en consecuencia subvencionar, la investigación aplicada frente a la básica o fundamental.
- Las dificultades endémicas en la difusión y utilización de la investigación que la hacen estéril o de valor bastante limitado.
- La adecuación de la investigación a agendas o líneas de investigación prioritarias establecidas centralmente bien por autoridades nacionales o internacionales, e incluso autonómicas.
- La escasa especialización de la mayoría de nuestros autores lo que acarrea que bastantes subdisciplinas sean abordadas por demasiados autores ocasionales.

Con respecto a la investigación realizada en los Institutos de Ciencias de la Educación (ICEs), podemos decir que la mayoría de los estudios que intentan evaluar la investigación realizada en éstos, son análisis cuantitativos que tratan de clasificar las investigaciones a realizar (proyectos) o ya realizadas (informes) según área temática, utilizando el tesauro EUDISED. Son todos ellos, respecto al método de investigación que utilizan, estudios descriptivos de registro (Fernández Cano, 1997).

Las implicaciones positivas de los ICEs respecto al ámbito de la evaluación de la investigación educativa española fueron las siguientes:

- Asombra que una institución como la red INCIE-ICEs facilitase una producción tan ingente (457 investigaciones hasta 1983) contando con tan escasos recursos para su

subvención y estando sometida a continuos vaivenes institucionales por decisiones políticas.

- La red auspició el trabajo colectivo bajo formas cooperativas de equipos multidisciplinares y multinivelares; ellos a su vez posibilitó una visión de la educación proempírica y aplicada.

Consideraciones negativas también podrían denotarse:

- La escasa incidencia efectiva en la realidad educativa, ni en las administraciones. Faltó la acción en interacción con la investigación para dar lugar a la verdadera innovación.
- El propio INCIE (1978), en un documento interno, reconocía la posible inadecuación de los mecanismos de difusión de la red.
- La desconsideración de la investigación básica o centrada en la conclusión ante la preponderancia de la aplicada u orientada a la decisión.
- Cierta ingenuidad y falta de precisión en los diseños y en las técnicas de tratamiento de datos.
- El escaso poder de generalización de los hallazgos a todo el país.
- La evolución del número de proyectos fue progresivamente regresiva, los equipos de trabajo no se consolidaron, no se perfilaron líneas de indagación estables, no hubo especialización por centros en áreas concretas que actuasen como foco dinamizador y los estudios a largo plazo fueron escasos.

A pesar de las consideraciones negativas (ver Fernández Cano, 1997), podemos decir que la red INCIE-ICEs cumplió eficazmente el papel que la historia le asignó en aquel momento y el estado actual de la investigación educativa española, deudor de aquella institución, sería indudablemente menos maduro si tal red no hubiese existido.

CAPITULO 2: INDICADORES, PATRONES Y LEYES CIENTIMÉTRICAS BÁSICAS.

El número de indicadores que existen es ingente, por ello se hace necesario una posible clasificación u ordenación. A continuación se comentarán algunos de los indicadores de más amplia difusión, así como algunas clasificaciones aportadas por distintos autores.

Según Callón *et. al.* (1995), los análisis cienciométricos se clasifican tradicionalmente en dos categorías, según que conduzcan a indicadores de actividad o indicadores de relación. Los primeros proporcionan datos acerca del volumen y del impacto de las actividades de investigación, los segundos rastrean los lazos y las interacciones entre investigadores y campos, de tal forma que queden descritos los contenidos de las actividades y su evolución. Otra posible clasificación es la que nos ofrece Sancho (1990) y que presentamos a continuación.

2.1. Indicadores de calidad científica: Opiniones de expertos.

Los indicadores a través de los cuales se obtiene información sobre los aspectos de calidad, sólo pueden ser: indicadores basados en percepciones (opiniones de expertos), que juzgan las publicaciones por su contenido científico, y se basan en las estimaciones que se forman los colegas observadores a través del estudio de los trabajos publicados, cuestionarios, cartas, entrevistas, etc. acerca de la investigación llevada a cabo y los científicos que la realizan.

La evaluación de las actividades o de los proyectos de investigadores científicos por parte de otros científicos especializados en la misma área, es el sistema de evaluación empleado con más frecuencia (Bellavista *et. al.*, 1997).

2.2. Indicadores de la Actividad Científica.

2.2.1. Número y distribución de Publicaciones.

El cómputo del número de publicaciones de determinados grupos, instituciones o países y su distribución es también un elemento fundamental en casi todos los sistemas de indicadores cienciométricos. El número de publicaciones es el indicador bibliométrico más sencillo y seguramente el primer indicador empleado conscientemente como tal (Maltrás, 1996).

Según Bellavista *et. al.* (1997), se ha demostrado que el número de publicaciones se correlaciona en muchas ocasiones con su calidad, sin embargo hay que decir que la cantidad por sí sola es un indicador insuficiente de las características de los trabajos publicados.

2.2.2. Productividad de los autores.

La productividad científica de un investigador/a se mide generalmente por el número de trabajos originales de investigación que publica. La única condición que se impone a la hora de aplicar este indicador es que la bibliografía estudiada sea lo más completa posible y cubra un periodo de tiempo suficientemente amplio. La productividad de los autores es función de variables como:

a) características personales.
b) medio ambiente o situación del autor.

El índice de productividad de un autor propuesto por Lotka es el que más se utiliza y es considerado por los más exigentes especialistas en Bibliometría el más adecuado para la valoración comparada de autores y grupos.

2.2.3. Colaboración en las Publicaciones. Índice firmas/trabajo.

Este índice es utilizado para determinar la actividad y cooperación científica que existe entre instituciones o grupos de científicos. La frecuencia relativa del número de trabajos

escritos en colaboración entre grupos es proporcional al grado de cooperación científica del grupo, y proporciona un índice de dicho grado de cooperación. Un problema que suele aparecer en este tipo de indicadores es el de la atribución de resultados cuando son varios los nombres que encabezan un documento científico publicado, ya que admite varias interpretaciones y alternativas técnicas. Así existen varios procedimientos para asignar los resultados a sus productores (Maltrás, 1996):

- *Asignación completa*: a cada autor se le atribuye el resultado completo, del mismo modo que si lo hubiera producido en solitario. No se fracciona el resultado.
- *Asignación exclusiva al primer autor*: todo el crédito se le asigna al primer autor, y ninguno al resto de los coautores.
- *Fracción igual para cada autor*: el resultado se divide en tantas partes iguales como coautores lo hayan producido y todos reciben idéntica fracción.
- *Más al primero que al resto*: el resultado se divide en fracciones de modo que una sea mayor y el resto iguales entre sí. La mayor se asigna al primer autor.
- *Fracción decreciente por orden de firma*: atribuir un sentido jerárquico a la lista de autores, de tal manera que la ordenación exprese la importancia de la aportación de cada autor al resultado final; se le asigna una fracción diferente a cada autor menor cuanto más retrasado aparezca en la lista.

La participación de varios autores en la elaboración de un trabajo es consecuencia de la profesionalización de la comunidad científica. En la actualidad, la mayoría de las publicaciones representan un esfuerzo colaborativo entre varios autores. Heffner (citado en Sancho, 1990), investigó la relación entre colaboración y soporte financiero, observando que la proporción de artículos firmados por varios autores aumenta cuando se trata de trabajos que reciben ayuda económica.

2.3. Indicadores de impacto.

2.3.1. Número de citas recibidas.

La tabulación sistemática de las citas y el análisis de su frecuencia nos dará una medida de la actividad investigadora, de la comunicación entre autores, o del impacto de los

trabajos de investigación, aunque hay que tener claro que el número de citas que recibe un trabajo no se puede utilizar como único criterio o medida de su calidad científica. Para que la investigación tenga un impacto, el primer paso es permitir, mediante su publicación, que los demás investigadores tengan la oportunidad de formarse una opinión sobre la calidad básica de ese trabajo. Cuando esa investigación tiene una calidad básica, sólo entonces es posible que alcance impacto.

La importancia de una publicación es su influencia potencial en su campo de acción. Es decir, la influencia que tendría en el avance del conocimiento científico si la comunicación fuera perfecta. Depende también de otros factores tales como el lugar de trabajo, el prestigio, el idioma y la distribución de las revistas en las que se publican los trabajos. Una vez que se admite que el número de citas es sólo un indicador parcial del impacto científico, disminuyen algunos de los problemas metodológicos asociados al análisis de citas (algunos de estos problemas los veremos más adelante).

Platz demuestra que la distribución citas/autor sigue la ley de Lotka (Sancho, 1990). De esta forma, el logaritmo de las citas provocadas por un autor en un contexto dado puede tomarse como índice de visibilidad de su obra. Demuestra también que no existe correlación entre los autores más productivos y los más citados.

2.3.2. Índices de citación.

2.3.2.1. *Factor de impacto de las revistas.*

El factor de impacto de las revistas fue introducido por Garfield. Es uno de los indicadores más utilizados y a su vez con mayor polémica. El factor de impacto es una aproximación a la evaluación de la calidad de una investigación y consiste en medir el impacto de la misma sobre investigaciones posteriores, en base a las citas bibliográficas que se hagan de aquélla (Fernández Cano, 1995a). Supone la relación entre las citas recibidas en un determinado año, por los trabajos publicados en una revista durante los dos años anteriores, y el total de artículos publicados en ella durante esos dos años anteriores.

A pesar de todos los inconvenientes que se le atribuyen, parece universalmente aceptada la propuesta de Garfield de que el impacto de una revista es una medida indirecta pero representativa de la calidad del trabajo que contiene.

Los *Journals Citation Reports* (JCR) emitidos por el *Institute for Scientific Information*, proporcionan anualmente las listas de revistas ordenadas por su correspondiente factor de impacto, número de citas recibidas, índice de inmediatez, etc.

2.3.2.2. *Índice de inmediatez.*

Con respecto al índice de inmediatez (*immediacy index*), representa la medida de la "rapidez" con que se citan los artículos de una revista determinada. Considera las citas hechas durante el año en el cual fueron publicados los artículos citados. Se define como el cociente que resulta de dividir la cantidad de citas que reciben los trabajos publicados durante el año en la revista evaluada –el mismo de la cita- por la cantidad de trabajos que aquélla publica durante dicho año.

2.3.3. Vida media.

Es otro dato interesante que proporcionan los JCR (*Journal Citation Reports*). La vida media de las citas que recibe una revista, *cited half-life*, informa de la velocidad de obsolescencia de la información que publica esa revista.

La vida media puede ser interpretada como un indicador del ritmo al que los artículos de una revista se convierten en obsoletos. Puede reflejar el ritmo de obsolescencia de la información en el área cubierta por esa revista. Cuando hay que valorar un trabajo que no recibe ninguna o pocas citas, se calcula si la edad del artículo excede a la vida media de la revista en la que fue publicado. Según Garfield (citado en Bellavista *et. al.*, 1997), si es así la investigación recogida en el trabajo puede que sea obsoleta o poco popular, en vez de tratarse de un trabajo de baja calidad.

2.4. Asociaciones temáticas.

En los estudios de trabajos relacionados entre si es posible hacer dos enfoques para agruparlos: los que incluyan referencias bibliográficas comunes (enlace bibliográfico) y los que son citados simultáneamente por un mismo trabajo (cocitaciones).

2.4.1. Análisis de citas comunes: Cocitación.

Consiste en el cómputo y análisis de los artículos que son citados simultáneamente por otro trabajo, y de la relación que existe entre ellos. Este indicador se basa en dos principios:

a) Cuando dos artículos se citan juntos por un tercero, existe una relación entre ellos.
b) la fuerza de esta relación es proporcional a la frecuencia de cocitación (número de documentos que citan conjuntamente a dos mismos trabajos).

El análisis de cocitas se puede usar también para averiguar la estructura de los campos de investigación o especialidades, así como los autores que trabajan en esos temas, la comunicación entre ellos, y la identificación de los frentes de investigación activos. Muy importante también es la determinación de los autores que trabajan en la misma especialidad y que forman los llamados colegios invisibles.

2.4.2. Análisis de referencias comunes.

Si dos publicaciones poseen una o más referencias comunes, se puede decir que están bibliográficamente relacionadas y, por tanto, pertenecen al mismo campo del conocimiento. Cuantas más referencias comunes aparecen en los trabajos, más cercana será la temática de los mismos.

2.4.3. Análisis de palabras comunes.

El análisis de palabras comunes o análisis co-verbal consiste en detectar las palabras clave que describen el contenido de los trabajos de un determinado tema, y de relacionar estos según el grado de co-ocurrencia de aquellas, para producir gráficos o mapas que describan las

asociaciones más significativas de las palabras clave en un conjunto dado de documentos de esa especialidad. Este indicador ofrece nuevas oportunidades para la validación de estudios cuantitativos sobre la estructura y desarrollo de la ciencia.

2.5. Otras tipologías de indicadores.

La proliferación de indicadores cientimétricos raya en la plétora, pues se han contabilizado más de 60. La cuestión es pues decidir cuáles son los más relevantes. Disponemos de diversas clasificaciones de estos abundantes indicadores. Véase al respecto, Moravcsik (1989), Elkana (citado en Terrada y López Piñero, 1990), Price (citado en Terrada y López Piñero, 1990) y Fernández Cano y Bueno (1998), Solís (2000).

Aquí presentamos la clasificación tipológica, propuesta por Fernández Cano y Bueno (1998), de los indicadores más utilizados en el análisis bibliométrico de la literatura educativa española y que serán sobre los que se sustentará nuestro estudio empírico posterior:

- *Productividad diacrónica*. Entendida sobre todo como el número de estudios/año. Adicionalmente podrían usarse otros indicadores paralelos al anterior del tipo: número de páginas/año o promedio de páginas/volumen, pero su uso es escaso.

- *Productividad de autores*. Que incorpora los siguientes subindicadores:

  - Distribución de número de estudios/número de autores.
  - Verificación de la ley de Lotka.
  - Verificación de la ley de dispersión de Bradford.
  - Relación de autores más productivos, o productividad personal.
  - Multiautoría o grado de colaboración.

- *Productividad institucional*. Se distingue entre:

  - Distribución de trabajos por institución.
  - Relación de instituciones más productivas o *ranking* institucional.

- *Citación*. Con los siguientes subindicadores:

  - Distribución de citas por estudios.
  - Promedio de citas/estudio.
  - Relación de autores más citadores.
  - Relación de autores más citados.
  - Red de citaciones o cocitaciones

- *Contenidos de los estudios*. Según:

  - Categorías conceptuales relativas a bloques temáticos, tópicos o materias, utilizando tesauros estandarizados o bien una clasificación no estandarizada más propia del área considerada.
  - Evolución diacrónica de contenidos.
  - Categorías metodológicas, o sea, clasificaciones según el método de investigación utilizado.

- *Otros*. Resultado de cruzar dos indicadores anteriores.

Como vemos existe una gran variedad a la hora de clasificar los indicadores bibliométricos y cualquiera de estas clasificaciones podemos considerarla como válida. Lo realmente importante es saber cuál de ellos vamos a utilizar en nuestra investigación para que sirva mejor a nuestros propósitos y conocer cuáles son las ventajas e inconvenientes que conlleva su utilización.

2.6. Los pros y contras del uso de indicadores biliométricos en evaluación de la investigación.

Tampoco los indicadores bibliométricos pueden librarse de numerosos problemas asociados a ellos. La razón es que no pueden escapar de las limitaciones impuestas por su procedencia, es decir, la literatura científica no tiene como función principal servir como base para la evaluación externa de la ciencia (Maltrás, 1996). La actitud de la comunidad científica ante el uso de los indicadores bibliométricos ha atravesado una fase negativa que tuvo lugar a

finales de los años sesenta y principios de los setenta. Las razones fueron las siguientes (Terrada y Piñero, 1990):

- La ignorancia de lo que son los indicadores de actividad científica y de los objetivos de la Cienciometría, o de su limitación a noticias superficiales y llenas de equívocos.
- Una actitud negativa de carácter ideológico. Reacción ante lo que se considera una pérdida de privilegios de la posición social del científico.
- La subordinación de nuestra actividad científica a lo que podría denominarse imperialismo científico y cultural. La dependencia del imperialismo científico angloamericano significa importar no solamente conocimientos e ideas, métodos y técnicas, sino también patrones de conducta y valores ajenos que son asumidos, por lo general, de modo inconsciente y acrítico. Se bloquea el peso de la tradición científica propia y a un tiempo se difunde el convencimiento de que la actividad científica es una especie de monopolio de las potencias dominantes y la resignación a convertirse en una colonia científica.

Asociado a ello y a lo largo de la reciente historia del análisis estadístico y sociométrico de la literatura científica se le han achacado una serie de puntos débiles como son:

- Insuficiente base empírica.
- Métodos de medida en ocasiones improvisados y a menudo imprecisos.
- Explicaciones unas veces superficiales y otras demasiado osadas.
- Dispersión de los trabajos por ausencia de líneas de investigación suficientemente claras.

Sin embargo en el polo opuesto está situada la actitud de los que esperan que el análisis estadístico y sociométrico de la literatura científica se convierta en una panacea que permita un estudio "realmente objetivo" de la realidad científica. El mito de una ciencia neutra sólo resulta mantenible en la actualidad desde la ceguera más recalcitrante. Evidentemente ninguna de las dos posturas es la más acertada, ni se pueden utilizar los

indicadores acríticamente con una confianza ciega en ellos, ni tampoco excluirlos de antemano pensando que carecen de toda validez.

Los estudios bibliométricos han recibido numerosas críticas en los últimos años y las ideas básicas sobre la Cienciometría son objeto de duras controversias entre los científicos de la información de todo el mundo. El propio método bibliométrico está sometido a cambios continuos a medida que se amplia su base empírica. Sin embargo, la mayor parte de estas críticas no cuestionan el valor de la Bibliometría, sino el uso inadecuado que se hace de ella. Para solventar muchos de estos problemas, habrá que tener en cuenta que son primariamente datos numéricos sobre fenómenos sociales de la actividad científica relativos a la producción, transmisión y consumo de la información en el seno de comunidades determinadas, y que en ningún modo pueden considerarse como mediciones de importancia y menos de calidad, y su utilización está condicionada en las evaluaciones por contextos siempre muy complejos de los fenómenos sociales a los que cada uno de ellos se refiere.

La función de los indicadores de actividad científica no puede limitarse a amontonar datos estadísticos yuxtapuestos. Hay que integrarlos para conseguir explicaciones lo más sólidas que sea posible acerca de las actividades relacionadas con la ciencia.

En resumen podemos decir que es importante evitar el empleo aislado de un indicador como baremo único, sin matizar con otra información y sin atender a las características propias de la disciplina en la que se aplica. Veamos a continuación las principales limitaciones que presentan los indicadores.

2.6.1. El análisis de citas.

El análisis de citas y referencias es uno de los capítulos más desarrollados y complejos de la Bibliometría, como ya se ha comentado, y se utiliza para estudiar el consumo de la información científica en un país o por parte de un autor, grupo, institución, revista, etc., así como para conocer la repercusión o impacto que su producción ha tenido en comunidades científicas determinadas. Es decir, estos análisis de citas presuponen que cuanto mayor es la influencia de una investigación descrita en una publicación determinada, con más frecuencia se cita en la literatura científica y mayor es su impacto. Para muchos autores esta opinión es

discutible por varias razones tanto técnicas (asociadas al empleo de SSCI) como de distinta índole. Sancho (1990), Fernández Cano (1995a), Callón *et. al.* (1995) y Bellavista *et.al.* (1997), recopilan una serie de razones que hacen cuestionable tales indicadores de citación por limitaciones en su validez y fiabilidad.

El análisis de citas proporciona una medida de la actividad científica, pero no dice nada acerca de la naturaleza del trabajo ni de la razón de su utilidad o impacto. Desgraciadamente ha alcanzado amplia difusión en España el cómputo bruto de citas con el que aficionados y espontáneos pretenden obtener mediciones absolutas del impacto (López Piñero y Terrada, 1992).

El recuento de citas es por tanto una medida imperfecta de la contribución de la ciencia. Por eso es útil considerar tres características de los trabajos científicos publicados, su calidad, su importancia y su impacto para así obtener una valoración más acorde con la realidad.

Como conclusión decir que la investigación en torno a las citas y referencias ha demostrado que la realidad es mucho más compleja. Para considerar los resultados tangibles del trabajo científico de modo más profundo que con un mero recuento, es necesario saber mucho más acerca de la organización social de la ciencia y de la psicología del científico (Price, 1973).

La mayoría opina que la investigación no ofrece una interpretación unitaria que sirva de base a un modelo estadístico, por lo que los indicadores basados en las citas y referencias deben ser manejados con extrema cautela, y después de ser sometidos a un riguroso examen crítico.

2.6.2. Productividad: El número de trabajos de investigación publicados.

A la hora de llevar a cabo el recuento de publicaciones tendremos que tener en cuenta una serie de problemas que pueden surgir y cuestionar la validez de este (Maltrás, 1996; Callón *et. al.*, 1995):

- El resultado de la suma de productos de un autor es lo que denominamos *producción científica*, noción que difiere significativamente de la de *contribución científica*. La confusión entre ambas nociones es una de las principales causas de discordancias respecto a la validez de los recuentos. Los críticos de estos recuentos alegan que estos no pueden representar la importancia o significación de la contribución científica.
- El problema de la atribución de resultados. A veces habrá que solucionar los problemas metodológicos que origina la colaboración científica.
- Los defectos de forma de las bases de datos bibliográficas que se utilizan para recabar estos datos. La validez de las cifras obtenidas en el cómputo de publicaciones depende de la calidad de las bases de datos utilizadas y de su representatividad.

Pero algunos autores llegan a más en sus críticas. Así por ejemplo Terrada y López Piñero (1990), vienen a decir que para que el recuento de publicaciones tuviese una validez incuestionable habría que asumir estas dos premisas:

- Que todo el conocimiento obtenido por los científicos se encuentra en esos trabajos.
- Que cada uno de los trabajos contiene igual proporción de conocimiento.

Y evidentemente, estos dos puntos son cuestionables. Por tanto, según estos autores, las cifras brutas de revistas científicas y técnicas no pueden utilizarse como indicadores. Está demostrada la falta de relación entre dichas cifras brutas y el nivel de actividad científica desarrollada en un país o por los cultivadores de una disciplina. Por ello debe de actuarse con mucha cautela ya que la cantidad de publicaciones no garantiza la calidad. Con el fin de ponderar el criterio de cantidad hay que utilizar indicadores de calidad y debe tenerse en cuenta la calidad de la revista y el impacto posterior que tiene aquella publicación, impacto medido por la veces que un trabajo es citado en otras publicaciones (Bellavista *et. al.,* 1997).

2.6.3. La medida de la calidad.

Un aspecto bastante discutido, que no está exento de polémica y al que hemos hecho mención en alguna ocasión anteriormente es la relación existente entre impacto y "calidad" de una obra. Se tiende a considerar que si una obra es citada con frecuencia por los colegas de su disciplina, tenderá a juzgársela importante y de "gran calidad". Sin embargo, ha de actuarse con mucha cautela, ya que la cantidad de publicaciones no garantiza la calidad. Se ha comprobado, por ejemplo, que el empleo de referencias que no tienen ninguna importancia real para la obra en cuestión, es un fenómeno muy difundido en la ciencia moderna. Ello se debe en parte al hecho de que se piensa que un gran número de referencias da más peso a un artículo y hace que resulte más impresionante. También se evita sistemáticamente citar una buena parte de la bibliografía porque se incluye como saber tácito, ya asumido, que todos los de la especialidad en cuestión conocen. Además pueden surgir fácilmente conflictos de prioridad, u otras formas de controversia, al dejar deliberadamente fuera de la lista de citas las publicaciones de un competidor.

El problema acerca de la calidad de la Ciencia se presentó de un modo ineludible cuando se comenzó a vislumbrar un uso extensivo de los indicadores cuantitativos más básicos, los recuentos de publicaciones, en los primeros años de la década de los sesenta (Maltrás, 1996). Estaba claro que los recuentos medían la cantidad, sin embargo quedaba pendiente averiguar que sirvieran también para medir la calidad, o si existían otras medida complementarias capaces de hacerlo. Si la calidad se convierte en un criterio de la ciencia, habrá de ser identificada de manera justa, fiable y más objetiva posible; de otro modo, el criterio efectivo estaría formado en realidad por las preferencias o caprichos de cada evaluador. Incluso con la mejor intención por parte de estos jueces, pueden llegar a producirse apreciables diferencias tanto en el sentido como en la justificación de sus veredictos particulares (Maltrás).

Por otro lado, la palabra calidad es un tanto ambigua. Según Moed (citado en Bellavista *et. al.,* 1997), la calidad de un trabajo se puede referir a distintos valores. En relación con la investigación científica, se puede distinguir entre calidad cognitiva, calidad metodológica y calidad estética. La calidad cognitiva se relaciona con la importancia del contenido específico de las ideas científicas. La calidad metodológica se relaciona con la

exactitud de los métodos y las técnicas y se valora de acuerdo con las reglas y criterios imperantes en cada área científica particular. La calidad estética está en relación con el grado de atracción de fórmulas matemáticas y modelos. La valoración de este tipo de calidad es subjetiva y se basa en la relación entre la sencillez de una fórmula y su valor explicativo.

Los indicadores bibliométricos que puedan construirse como reflejo de la calidad se referirán, primariamente, a los resultados científicos. Las inferencias que, a partir de los resultados, conduzcan a emitir valoraciones acerca de la investigación o de su autor pertenecen a otro ámbito distinto del de los indicadores bibliométricos (Maltrás, 1996).

2.6.4. La eminencia de los autores.

También es discutida la relación existente entre productividad y "eminencia" de los científicos. Existe la creencia de que si un científico es muy prolífico, es decir, posee en su haber una gran cantidad de obras publicadas, es porque se trata de una persona eminente en su campo. Price (1973) sostenía que, en general, se da una correlación bastante buena entre la eminencia de un científico y la cantidad de escritos que produce ya que para ser un buen científico hace falta tener perseverancia, cualidad que frecuentemente se refleja en una obra escrita continuada.

Sin embargo "calidad" y "eminencia o "éxito" no son lo mismo; sólo una minoría de los autores más prolíficos pueden contarse entre los que normalmente se consideran personas que han contribuido con algo importante al progreso científico. La presión que en ocasiones sufre el científico para publicar, en especial en los ámbitos académicos, provoca distorsiones de este índice. La cantidad de artículos demuestra tan solo que el investigador es activo.

2.6.5. Otros errores asociados.

También existe el error de creer que los medios para realizar evaluaciones ya existen y que sólo hay que aplicarlos. Los métodos que deben emplearse dependen de las cuestiones que se plantean para la evaluación. Esto hace que en ocasiones deban desarrollarse métodos nuevos o aplicaciones nuevas para evaluar determinados programas o proyectos, o también pueden adecuarse y moldear las técnicas a cada caso en particular (Bellavista *et. al.,* 1997). Si

nos decidimos por esta última opción, habrá que tener en cuenta que para que un parámetro resulte adecuado a la entidad llamada ciencia hay que exigir:

* Que sea razonablemente "realista", en el sentido de que concuerde con la teoría general y cualitativamente fundamentada de lo que es la ciencia.
* Que sea razonablemente "objetivo", es decir, el parámetro elegido no debe ser ambiguo ni estar sometido a particularidades.

Otro aspecto a tener en cuenta, a la hora de llevar a cabo las evaluaciones mediante la utilización de los indicadores bibliométricos, son los objetivos que pretendemos conseguir. Si estos son inalcanzables, desbordando las posibilidades de la evaluación, los procedimientos utilizados son incongruentes con los fines perseguidos o bien que estos fines sean completamente inútiles, ocurre que los resultados obtenidos por tales indicadores no son del todo satisfactorios y se suele pensar que la culpa de ello la tienen estos indicadores y no las razones expuestas anteriormente.

Las críticas más duras que se le han realizado a los indicadores bibliométricos proceden del informe que redactaron los expertos del Comité de Naciones Unidas en el año 1984 (Sancho, 1990), donde se observa una falta de base teórica para el desarrollo y análisis de indicadores, y se pone en duda la total validez y veracidad de los actuales indicadores.

2.7. Leyes básicas de la Cienciometría.

Cualquier estudio cientimétrico estudio básicamente las leyes que a continuación se van a exponer.

2.7.1. Ley del crecimiento exponencial de la información científica (Price 1956).

Esta es la más célebre de las contribuciones de Price relacionada con el crecimiento de la ciencia. Su primera publicación sobre el tema procede de 1951 en un artículo publicado en los *Archives Internationales d'Historie des Sciences.* Lo que viene a decir esta ley es que la información científica crece a un ritmo muy superior al de otros procesos o fenómenos sociales. Este hecho se puede apreciar en que cada cincuenta años se multiplican por diez el

número de revistas científicas, libros científicos, revistas de resúmenes, bases de datos, número de investigadores y otros indicadores del crecimiento científico.

Si el tamaño de la ciencia se duplica cada 15 años, significa que un 87,5 % de la ciencia de todos los tiempos es actual. Sin embargo, aunque el crecimiento del conjunto de la ciencia sea exponencial, no todas sus manifestaciones crecen exactamente a este ritmo, algunas son más rápidas y otras son más lentas. Price siguió matizando esta ley y consideró que si en el mundo real las cosas no crecen indefinidamente hasta llegar al infinito, el crecimiento exponencial alcanza en algún momento un límite ante el cual el proceso tiene que decaer y detenerse antes de convertirse en absurdo. Esto le llevó a postular que la forma real de crecimiento de la ciencia corresponde a una curva logística, utilizada habitualmente para el crecimiento demográfico.

Esta ley ha alcanzado una difusión realmente extraordinaria. Subyace a todos los indicadores bibliométricos, en especial a los relativos a la producción y condiciona sus aplicaciones. Sin embargo esto no la ha librado de numerosas críticas desde las más diversas posiciones. Prototipo de esta clase de ataques es el realizado por la redacción de *Nature* (citada en López Piñero, 1973, p. 11): "*la ley y esta clase de investigaciones implica un desprecio de la individualidad del científico y desconoce que lo realmente importante en el desarrollo de la ciencia son los grandes genios, la estadística no puede aplicarse en la investigación histórica y social, ha de reducirse a la puramente experimental*".

Otro tipo de críticas están dirigidas a las malas interpretaciones de la ley, como es el caso de S. Rose (citado en López Piñero, 1973, p. 11) subrayando que "*muchos de los conceptos que Price utiliza han sido muy mal entendidos, abusándose de ellos más allá de lo creíble*". Pero la crítica más importante que se ha hecho a Price procede de los autores soviéticos. Estos han subrayado la formulación por parte de Engels de la ley del desarrollo acelerado de la ciencia, escrita entre 1873 y 1883 y no publicada hasta 1925: la ciencia progresa proporcionalmente a la masa del conocimiento acumulado por la generación precedente, es decir, en las condiciones más corrientes también en progresión geométrica. Esta ley fue utilizada sistemáticamente como fundamento por los documentalistas, filósofos e historiadores de la ciencia soviéticos, pero rectificando la curva de crecimiento propuesta por Engels, que era una parábola. La acusación fundamental es que utiliza un método abstracto

como historiador de la ciencia, desconociendo el condicionamiento socioeconómico, político y cultural de su crecimiento.

2.7.2. Ley de la dispersión de la literatura científica (Bradford 1948).

Bradford formuló por primera vez su ley en 1934 pero no recibió atención hasta que la publicó en 1948. Buscando un método para optimizar esfuerzos hizo un análisis estadístico sobre artículos publicados en dos temas: geofísica y lubrificación. De las tablas de frecuencias de artículos por revistas preparó dos gráficas semilogarítmicas y vio que la relación entre el logaritmo de la acumulación de revistas y la cantidad de artículos se ajustaba a una recta. De las gráficas enunció una formulación algebraica (Spinak, 1996).

La dispersión de la información científica, en especial de la publicada en revistas, es una cuestión de claro interés teórico y de gran importancia práctica. Desde comienzos de la década de los treinta, Bradford venía ocupándose de esta cuestión. Sus estudios estadísticos le condujeron a la idea de que todas las revistas podían distribuirse en zonas concéntricas de productividad decreciente en relación con una determinada materia científica. Sobre esta base, en 1934 y 1948, acabó proponiendo un modelo matemático conocido con el nombre de ley de Bradford, imprescindible para la moderna documentación.

Esta ley dice (Turuget, 1989), que si consultamos literatura especializada sobre un tema determinado, este tema será publicado en gran parte en un pequeño número de revistas (núcleo) y a partir de esta zona, si queremos recuperar el mismo número de artículos hará falta un número muy superior de revistas y así sucesivamente, siendo el número de revistas en el núcleo y en las zonas siguientes como 1, n, n^2,...; ofreció además una formulación gráfica de su ley consistente en una curva ascendente que en un punto determinado se convertiría en una recta, definiendo las coordenadas de dicho punto al núcleo.

S.D. Haitun (citado en Bertolín, 1990), estadístico ruso ha mostrado que la aplicación de las modernas teorías estadísticas a los datos de las ciencias sociales es "inadmisible", es decir, no funciona. Otros autores han sugerido que la ley de Bradford puede no ser tan aplicable a la dispersión de autores como para la literatura.

En los años posteriores a la formulación de esta ley, se hicieron decenas de análisis de la distribución y se presentaron varias formulaciones alternativas para ajustar las discrepancias entre la fórmula original y los datos observados. Vickery en 1948 analizando las referencias de 1600 revistas de varias bibliotecas, fue el primero en notar que la gráfica suministrada por Bradford no era equivalente con la formulación teórica, pues la parte rectilínea de la gráfica sólo se ajusta a la porción superior de la distribución. Se han llegado a identificar hasta 22 modelos matemáticos de la ley de Bradford aunque la mayoría son variantes más o menos similares de unas pocas formulaciones básicas (Spinak, 1996).

2.7.3. Ley cuadrática inversa de la productividad de autores (Lotka 1926).

Así como la ley de Bradford se basa en la distribución de publicaciones, generalmente revistas, en una disciplina particular o de artículos en un grupo de revistas, la ley de Lotka se basa en el número de autores que publican sobre una disciplina o campo.

Lotka propuso una "ley del cuadrado inverso" de la productividad científica en la que estableció que, el número de autores que publican "n" trabajos es inversamente proporcional a "n^2", con independencia de la disciplina científica y con la única condición, además de contar con una población de autores suficiente, de que la bibliografía recogida sea lo más completa posible y cubra un periodo amplio de tiempo. Esto implica que el 25% de trabajos corresponde a un 75% de autores (los de más baja productividad), mientras que los dos autores de máxima productividad reúnen otro 25% de trabajos y los diez máximos productores el 50%:

$$p(n) = k / n^2$$

donde "p" es el número de autores que producen "n" trabajos y "k" es una constante característica de cada materia.

Sobre la base del índice de Lotka (citado en Piñero y Terrada, 1992, p. 143), se acostumbra a distribuir los autores de un conjunto determinado de publicaciones en tres niveles de productividad: pequeños productores (con un solo trabajo y un índice de productividad igual a cero), medianos productores (entre 2 y 9 trabajos e índice de productividad entre 0 y 1) y grandes productores (10 o más trabajos e índice de productividad igual o mayor que 1). Esta distribución sirve para obtener lo que Price llamó índice de transitoriedad, es decir, el tanto por ciento que en un conjunto determinado de publicaciones corresponde a los autores ocasionales o transitorios (los de un solo trabajo).

Un tema de gran relieve para la evaluación es la colaboración en los trabajos científicos. El índice firmas/trabajo está en correlación positiva con indicadores económicos de apoyo estatal o privado a la actividad científica, lo que lo convierte en un interesante indicador de las diferentes disciplinas por países o grupos. La ley de Lotka se cumple también en la distribución de la productividad fraccionaria. Por el contrario, el orden de firmas no está en correlación con la productividad bruta o fraccionaria, lo cual significa una grave limitación para los repertorios que, como el SCI, solamente incluyen el nombre del primer firmante.

2.7.4. Ley del envejecimiento u obsolescencia de la literatura científica (Price 1956).

Un problema inseparable del crecimiento de la ciencia es el rápido envejecimiento de la literatura científica, es decir, la acelerada tendencia a que las publicaciones científicas caigan en desuso. La literatura científica pierde actualidad cada vez más rápidamente. En concreto el número de citas que reciben las publicaciones se divide por dos cada trece años.

La obsolescencia se puede definir como la disminución con el tiempo de la utilización de la información. Para medir la obsolescencia de la información científica se utiliza el "índice de Price" que proporciona el número de referencias de no más de cinco años de antigüedad con respecto al total de referencias. Parece comúnmente aceptado que en base a la media de la antigüedad de las citas que la investigación avanzada en ciencias "duras" está entre 0 y 5 años, las ciencias sólidas entre 5 y 10 años y los estudios humanísticos más de 10 años (Garfield, 1983).

Pero el concepto de semiperiodo lo había manejado Price como un valor absoluto para una determinada disciplina en un momento dado. Aunque hay que poner de manifiesto la relatividad del concepto ya que depende de la tasa de crecimiento y de la de envejecimiento de una determinada literatura científica.

CAPITULO 3: EDUCACIÓN MATEMÁTICA.

3.1. Referentes históricos de la investigación en Educación Matemática.

No será hasta finales del siglo XVIII cuando se den en Europa las condiciones para la emergencia de la Didáctica de la Matemática, como resultado de las ideas que sobre la educación se habían generado durante la Ilustración (Rico y Sierra, 2000). Felix Klein, a finales del siglo XIX (Klein, 1948), destacó con fuerza los valores educativos formales que pueden tener las matemáticas. Apeló a una educación más vivenciada y un tratamiento más vigoroso de las matemáticas en los *gymnasiums* y en las universidades. Defendió que los futuros profesores conociesen las matemáticas hasta el punto de que pudieran realizar investigación independiente. Desde el comienzo del siglo XIX, como consecuencia de la implantación de sistemas escolares nacionales, se hizo necesario formar un mayor número de profesores y mejorar su preparación profesional. Según Kilpatrick (1994) en este contexto tiene lugar el comienzo de la Didáctica de la Matemática como disciplina. Con el tiempo, y en diferentes países, la Educación Matemática llegó a ser reconocida como materia universitaria.

Durante siglos las matemáticas habían tenido un lugar seguro en el currículum escolar, pero a finales del siglo XIX se encontró compitiendo por un lugar en el currículum de secundaria y bachillerato con materias más actuales como historia, ciencias naturales y lenguas modernas extranjeras. Los miembros del incipiente campo de la Educación Matemática, en vista de las opiniones acerca de la escasa utilidad de la matemáticas en la vida diaria, argumentaron sobre el valor formativo de sus materias. El argumento de que lo que se aprende al estudiar matemáticas no se transfiere a otros dominios generó una reconsideración de las justificaciones para enseñar matemáticas (Kilpatrick, 1994).

En el cuarto Congreso Internacional de Matemáticos de Roma en 1908, se constituyó una nueva organización: la Comisión Internacional para la Enseñanza de las Matemáticas. La revista *l'Enseignement Mathématique*, fundada en 1899 por Fehr y Charles Laisant, pasó a ser la revista oficial de la comisión. El propósito explícito de la comisión fue informar sobre el estado de la enseñanza de las matemáticas en los diferentes niveles de la escolaridad, en todos los países del mundo. Los informes

elaborados por la Comisión Internacional para la enseñanza de las Matemáticas señalaron el comienzo de los esfuerzos de matemáticos y educadores matemáticos no sólo por reformar las matemáticas escolares sino también por recoger información que pudiera utilizarse en esa reforma (Kilpatrick, 1994).

Después de la segunda guerra mundial se produce una rápida expansión de la educación obligatoria y su ampliación a la educación secundaria, provocado por la revisión de los valores que sustentan la educación y la necesidad de una mayor difusión y democratización de la cultura. Esta situación plantea nuevos retos en la enseñanza de las matemáticas que rebasan el ámbito estricto de las disciplinas matemáticas y hará surgir la necesidad de que colaboren matemáticos, psicólogos y pedagogos para atender a las nuevas necesidades que van apareciendo (Rico y Sierra, 1991). Surgiría así la Didáctica de las Matemáticas como una disciplina a caballo entre las ciencias de la educación, preocupadas por las dificultades de aprendizaje, y las disciplinas matemáticas, preocupadas por la calidad de los conocimientos. Este hecho provocó la necesidad de desarrollar un campo propio para la Didáctica de la Matemática (Rico y Sierra 1991), y el despegue inicial de esta disciplina.

Hacia mediados de los sesenta es cuando comienza la institucionalización definitiva de la Didáctica de la Matemática a nivel internacional como disciplina. Este hecho se comprueba en las siguientes actuaciones (Rico y Sierra, 2000):

- Celebración de Congresos internacionales específicos.
- Aparición de publicaciones periódicas específicas de investigación sobre Educación Matemática.
- Incorporación plena al mundo universitario.

Pasemos a comentar a continuación y de forma más concreta cómo se ha desarrollado la investigación en Educación Matemática a nivel internacional.

La investigación en Educación Matemática es una indagación disciplinada acerca de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas y desde su comienzo, ha luchado por lograr su propia identidad. Durante las dos últimas décadas la tarea de autodefinición ha sido lograda en su mayor parte. Aunque han dominado los métodos de

la tradición empírico-analítica en la investigación en Educación Matemática durante más de un siglo, las aspiraciones científicas de explicación, predicción y control nunca han sido tan fuertes como motivación para esta investigación como el deseo de comprender y, especialmente, de mejorar tanto el aprendizaje como la enseñanza de las matemáticas. A pesar de este deseo, sin embargo, la comprensión y la mejora no han significado por lo general aceptar la visión de los implicados en el proceso educativo o considerar el contexto docente como problemático (Kilpatrick, 1994).

Como la propia Educación Matemática, la investigación en Educación Matemática comenzó inicialmente en la universidades. A comienzos del siglo XIX, la universidades protestantes de Prusia iniciaron una reforma de la educación superior que sirvió para la diferenciación y profesionalización de las disciplinas científicas modernas. Así la educación comenzó a estudiarse en Europa como una disciplina académica diferenciada, si bien los progresos fueron lentos.

Durante todo el siglo XIX las universidades graduaron a profesores de matemáticas para los centros de secundaria, pero la formación sobre enseñanza de las matemáticas fue una parte separada y minoritaria de la formación del profesorado. En Alemania se organizaron seminarios pedagógicos dentro de las universidades desde comienzos del siglo con el fin de preparar a los estudiantes universitarios para enseñar en los *gymnasiums*. Sólo a finales de siglo comenzaron los estudiantes de las universidades alemanas a recibir entrenamiento práctico sobre la enseñanza de las matemáticas.

Los primeros trabajos destinados a la obtención de un título oficial universitario y relacionados con la Educación Matemática fueron la tesis escrita para una graduación universitaria que realizó W. McClelland en 1910 en la Universidad de Edimburgo, titulada *"Un estudio experimental de los diferentes métodos de sustracción"* (durante mucho tiempo los estudios e investigación realizados sobre la comparación de métodos para enseñar tópicos matemáticos han sido populares como trabajos de investigación) y la tesis doctoral defendida en Göttingen por Rudolf Schimmack en 1911, dirigida por Felix Klein, del que ya hemos hablado anteriormente. En otros países los estudiantes

que se preparaban para enseñar estudiaban matemáticas, con algunas clases adicionales sobre gestión del aula o educación moral como preparación profesional.

Nisbet (1985) en 1965 observó que ha sido únicamente en los últimos 25 años cuando la investigación en educación ha recibido ayuda pública a una escala sustancial. Antes de 1960 la investigación era principalmente un asunto de aficionados en sus ratos libres, desorganizada y frecuentemente ignorada hasta que sus logros se hubiesen infiltrado en los valores generalmente aceptados. Durante los años 1965-70 la ayuda institucional a la investigación educativa y el desarrollo se ampliaron a un nivel sin precedentes. En Inglaterra el gasto público en investigación educativa se multiplicó por diez entre 1964 y 1969, mientras que el gasto en los Estados Unidos se duplicó anualmente entre 1964 y 1967. No debemos esperar asistir de nuevo a un crecimiento de estas dimensiones.

El siguiente gráfico muestra los datos sobre las disertaciones tomados de las compilaciones anuales de Suydam desde 1955 hasta 1988 de los artículos publicados en revistas y los estudios de informes sobre disertaciones en todos los grados, desde el jardín de infancia hasta el grado 12; comparados con los datos de la bibliografía de Frobisher y Joy sobre tesis y disertaciones realizadas en Inglaterra e Irlanda desde 1910 hasta 1977. Aunque no todos los datos de Suydam son de América del Norte, si lo son la mayoría.

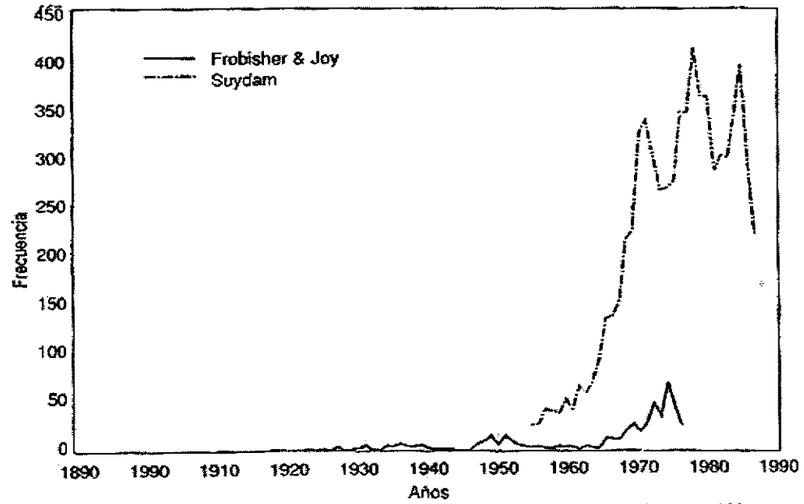

FIGURA 1.2. Tesis y disertaciones en educación matemática de 1910 a 1988.

Figura 2. Tesis y disertaciones en Educación Matemática de 1910 a 1988.

Tomado de: Kilpatrick (1994)

Gran parte del crecimiento en el número de trabajos realizados procede de la implantación de nuevos programas de doctorado en Educación Matemática, principalmente en Estados Unidos, pero también en otros lugares. En algunos casos estos programas tienen lugar dentro de departamentos de matemáticas, pero la gran mayoría tienen lugar en escuelas o Facultades de Educación. El establecimiento y expansión de los programas de doctorado ha creado oportunidades para los educadores matemáticos con un interés destacado en la investigación para obtener posiciones académicas en las que ellos puedan no sólo enseñar matemáticas, sino también dirigir estudios de investigación con ayuda de graduados (Kilpatrick, 1994).

Según el mismo Kilpatrick (1994), hay dos disciplinas que han tenido una influencia fecunda sobre la investigación en Educación Matemática desde su origen: la matemática y la psicología. Podemos decir que las raíces matemáticas se emplean principalmente en la investigación sobre qué contenidos matemáticos se enseñan y se aprenden, mientras que las raíces en psicología se relacionan principalmente con la investigación sobre cómo el contenido es enseñado y aprendido. Los matemáticos han

tenido que estar interesados en las matemáticas de secundaria y primeros cursos de universidad, mientras que los psicólogos se han interesado con preferencia por las matemáticas elementales. La investigación psicológica sobre el pensamiento matemático ha servido de complemento y ha extendido las intuiciones que los matemáticos tienen sobre su propio trabajo. Sin embargo, no ha tenido una influencia tan penetrante sobre la investigación en Educación Matemática como la que han tenido los estudios de enseñanza y aprendizaje. En estos últimos el investigador trata de examinar los efectos de los tratamientos de instrucción. La enseñanza se considera como un tratamiento y el aprendizaje como un efecto. Al ser la Didáctica de la Matemática una disciplina fronteriza entre las ciencias de la educación y las disciplinas matemáticas, posee un carácter multidisciplinar que se refleja en que actualmente no hay marco teórico predominante con el cual abordar la totalidad, o la mayor parte, de los problemas que estudia y tampoco hay orientación metodológica exclusiva. Por este motivo, el desarrollo actual de la investigación en Didáctica de la Matemática muestra una situación abierta, con diversidad de problemas que proceden de distintos ámbitos y preocupaciones; también detectamos multitud de cuestiones prácticas en estudio y diferentes marcos teóricos para su tratamiento e interpretación; igualmente, las aproximaciones metodológicas están diversificadas en distintos paradigmas. Los principales marcos de referencia en el área y los problemas estudiados en la Educación Matemática son señalados en el *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (Grouws, 1992).

No deberíamos olvidar tampoco que la investigación en torno a la enseñanza de las matemáticas es una disciplina relativamente joven: de hecho, su evolución se mide únicamente en décadas. Y aunque ha habido una extraordinaria cantidad de avances en los últimos años aun queda un largo camino por recorrer (Schoenfeld, 2000). Los congresos del grupo PME son actualmente el principal foro de información y debate internacional sobre la investigación reciente en Didáctica de la Matemática, allí asisten los principales investigadores del área, con lo cual las actas del PME son una de las formas de conocer el estado actual de la investigación (Gutiérrez y Maz, 2001).

El educador matemático debe conseguir competencia y estatus investigador combinando "juiciosamente" el conocimiento sustantivo de la disciplina, la competencia

metodológica y una sana actitud ético-deontológica, ya que esta cuestión impregnará inevitablemente todo proceso de investigación (Fernández Cano, 1995c).

Bishop *et. al.* (1996) ofrecen indicaciones sobre las nuevas direcciones en que se está dirigiendo la investigación en Educación Matemática. Por ello el principal objetivo para las próximas décadas es seguir con la construcción de un corpus de teorías y métodos que permitirán que la investigación acerca de la enseñanza de las matemáticas se convierta en un campo de investigación aún más sólido (Schoenfeld, 2000).

3.2. Educación Matemática en España.

3.2.1. Antecedentes.

Rico y Sierra (1994) han estudiado el desarrollo histórico de la Educación Matemática en España durante el siglo XX. A continuación presentamos una síntesis de dicho desarrollo histórico centrándonos en el aspecto único de la investigación en Educación Matemática.

En el caso de España, por causas históricas y sociales, el desarrollo de la matemática y de la ciencia en general ha sido peculiar y durante siglos las disciplinas matemáticas han estado al margen de la universidad. No es hasta mediados del siglo XIX, cuando las matemáticas alcanzan un estatus propio dentro de la universidad española. A pesar del retraso, actualmente España, con respecto a la construcción y producción de conocimiento matemático, tiene una aportación propia similar a la de otros países. La matemática española se encuentra suficientemente integrada en los grupos y agendas internacionales de investigación (Rico y Sierra, 2000).

Se desarrolla y consolida nuestro sistema escolar durante esta época. A ello contribuye la creación del Ministerio de Instrucción Pública en 1900. El primer tercio del siglo XX es una época en la que el compromiso social y político tiene manifestaciones destacables en el campo de la educación, conforma una época activa y comprometida en los fenómenos educativos; en estos años tiene su inicio la Educación Matemática como campo de trabajo diferenciado en España (Rico y Sierra, 1994).

La incipiente investigación en Educación Matemática en el primer tercio del

siglo XX está influida por las corrientes europeas predominantes durante ese periodo. En lo que se refiere a la Educación Matemática podemos observar dos vertientes: la primera, el influjo de la *Commission Internationale de l'Enseignement Mathématique* (CIEM); la segunda, la influencia que ciertos autores relevantes como Pestalozzi, Froebel, Montessori, Mercante y Barth, entre otros, y movimientos como el de la *Escuela Nueva*, ejercen sobre el llamado *movimiento normalista español*. De forma más detallada, Rico y Sierra (1994) resumen a continuación las publicaciones, personas e Instituciones que se considera han realizado aportaciones a la investigación en Educación Matemática en España durante este periodo:

- *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza (BILE)*. La Institución libre de enseñanza se fundó en 1876 y ejerció gran influencia sobre la cultura española hasta el 1936. Con respecto a la Educación Matemática, en este boletín se han encontrado trabajos y contribuciones que muestran su preocupación sistemática en este campo. Entre 1876 y 1936 se han encontrado 36 artículos que se ocupan del área de Didáctica de las Matemáticas.
- *Revista de la Sociedad Matemática Española*. En 1911 comienza la publicación de esta revista y en su primer número, se informa de la creación de la Sociedad Matemática Española (SME); uno de sus objetivos era trabajar en pedagogía matemática, "en la que se impone una transformación profunda".

  El interés por la didáctica de la matemática en la revista se alimenta principalmente de los contactos con los Congresos de la CIEM y que, al decaer la actividad de la Comisión con el comienzo de la Primera Guerra Mundial, la reflexión iniciada se adormece. La indagación realizada en la Revista de la SME muestra claramente un bajo nivel de producción en Pedagogía Matemática; sin embargo, se detectan tentativas por engarzar con las corrientes internacionales del momento.
- *La obra pedagógica de D. Julio Rey Pastor*. La influencia de Julio Rey Pastor (1888-1962) en la Matemática en España es determinante para su organización, desarrollo y evolución posterior a lo largo de este siglo. Le bastaron 25 años de labor ejemplar para que ya en los años 30 en España existiera una cultura matemática contemporánea, con aportaciones originales de nivel europeo. Sus libros contribuyeron a una renovación de la enseñanza de la matemática en los Institutos, y se han seguido utilizando hasta fechas recientes.
- *La Revista de Escuelas Normales*. Publicada entre 1923 y 1936, fue el órgano principal de expresión de los profesores de esos Centros, desde la que propusieron diversas iniciativas pedagógicas. Al indagar en esta revista, se revela que los Profesores de Matemáticas más activos en el movimiento normalista participan en iniciativas como:

  - Defender a ultranza la profesionalización de la enseñanza de las Matemáticas en las Escuelas Normales.
  - Abogar por la necesidad de considerar la Metodología de las Matemáticas como una parte específica de la formación de Maestros, superando el carácter de apéndice que le atribuía el Plan de Estudios.
  - Recoger de forma explícita las influencias de la pedagogía extranjera, en particular de la europea, en la enseñanza de las matemáticas.

La guerra civil española cortó un desarrollo prometedor de la Educación en España y, en particular, de la Educación Matemática. De forma resumida, Rico y Sierra (1994) exponen los rasgos más sobresalientes de este periodo:

- La década de los cuarenta se caracteriza por la falta de actividad explícita en Educación Matemática, como en tantos otros ámbitos de la cultura.
- En los años cincuenta, durante el Ministerio de Ruiz Jiménez (1951-1956) se producen importantes reformas en la enseñanza primaria y secundaria, destacando con luz propia la figura de Pedro Puig Adam.
- La década de los sesenta marca la introducción de la "matemática moderna" en el Bachillerato.
- Los setenta comienzan con la promulgación de la Ley General de Educación (LGE) que supone la extensión de la escolaridad obligatoria y gratuita hasta los catorce años en la llamada Educación General Básica (EGB), la implantación del Bachillerato Unificado y Polivalente (BUP) y la formación universitaria de los Maestros.

En relación con la Didáctica de la Matemática, es a partir de los años setenta, con la promulgación de la Ley General de Educación, la constitución de los Institutos de Ciencias de la Educación (ICEs) en las universidades y el Instituto Nacional de Ciencias de la Educación (INCIE) cuando se da un impulso a la investigación educativa y en particular a la investigación en Educación Matemática. Prueba de ello es la labor de distintas Sociedades y otros colectivos que ha sido muy activa en este periodo, promoviendo la mejora de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas y contribuyendo de modo destacado al perfeccionamiento del Profesorado. Rico y Sierra (1994), refieren a continuación algunas de estas sociedades:

En 1978 surge la Sociedad Canaria "Isaac Newton", en 1980 la Sociedad Andaluza de Profesores de matemáticas "Thales" y en 1981 la Sociedad Aragonesa "Pedro Ciruelo". En 1984 surge la Asociación de Profesores de Matemáticas de Andalucía, que se fusiona con la Sociedad Andaluza "Thales" en la Sociedad Andaluza de Educación Matemática "Thales" en 1987. Estas sociedades inician en 1987 un proceso de federación que culmina en 1989 con la constitución de la *"Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas"*. La federación proporciona un marco de referencia para las sucesivas sociedades que se van constituyendo, cada una de ellas con su propia identidad jurídica.

3.2.2.Situación actual.

La Didáctica de la Matemática aparece en los años setenta como materia en el nuevo plan de estudios derivado de la Ley General de Educación, así como en la especialidad de Metodología de la licenciatura de Matemáticas que imparten algunas universidades. Estas circunstancias favorecen la aparición de grupos que inician investigaciones en la disciplina, a través de los Planes Nacionales de Investigación educativa.

La Ley de Reforma Universitaria de 25 de agosto de 1983, trata de responder a los cambios producidos en la Sociedad y en la Universidad española en los años anteriores. En este marco se destaca que la educación es un servicio social y público de primera magnitud, cuya organización y finalidades deben responder a las necesidades de

la sociedad española, mediante el ejercicio de las funciones universitarias de docencia, investigación y difusión (Rico y Sierra, 1994).

Uno de los objetivos básicos de la Ley de Reforma Universitaria es el de convertir los Departamentos en los elementos básicos de la organización de las Universidades, cada uno de ellos especializado en un área de conocimiento determinada, o varias. Una opción ha consistido en diversificar el campo clásico de las disciplinas tradicionales en el nuevo catálogo de Áreas de Conocimiento, más adaptado al desarrollo actual de las ciencias y más acorde con las necesidades sociales y problemas que se plantean (Rico y Sierra, 1994).

Esta ley define el área de conocimiento como aquellos campos del saber caracterizados por la homogeneidad de su objeto de conocimiento, una común tradición histórica y la existencia de comunidades investigadoras nacionales o internacionales.

Es en este marco donde surge el Área de Conocimiento "Didáctica de la Matemática" como uno de los campos de conocimiento básico en torno a los que se va a estructurar la Universidad, reconociendo el esfuerzo realizado en los últimos treinta años por la comunidad de educadores matemáticos de nuestro país (Rico y Sierra, 1994).

Desde este momento las condiciones legales para la docencia e investigación en Didáctica de la Matemática tienen pleno reconocimiento a nivel universitario. Es en la década de los ochenta cuando se produce la institucionalización de la Didáctica de la Matemática como disciplina científica en la universidad española. Podemos considerarlo así, si tenemos en cuenta los siguientes datos:

* Aparece la Didáctica de la Matemática como Área de Conocimiento específica en la universidad.
* Se establecen programas de doctorado de Didáctica de la Matemática en algunas universidades españolas y la realización de las primeras tesis doctorales específicas, con el consiguiente despegue de la investigación.
* Presencia de investigadores españoles en congresos y reuniones científicas relevantes.

* Proyectos de investigación en convocatorias competitivas regionales, nacionales y europeas.
* Aparición de revistas específicas de Educación Matemática.
* Celebración periódica de Congresos y Reuniones.

En la década de los noventa se produce un cambio importante en España como es la profesionalización del investigador en Didáctica de la Matemática. En la actualidad la gran mayoría de los investigadores trabajan en la universidad; se identifican por su conexión o pertenencia a grupos internacionales y, fundamentalmente, por su producción regular de trabajos de investigación en este campo, sometidos a la crítica y control de los expertos de la comunidad. En sentido estricto, estos investigadores constituyen la comunidad de especialistas en Didáctica de la Matemática.

Todo esto significa la normalización de nuestra disciplina, paralela a la del resto de las disciplinas matemáticas y educativas. También supone el desarrollo de unas señas de identidad propias de la Didáctica de la Matemática en España.

Una de las Instituciones clave en la organización y desarrollo de la Didáctica de la Matemática es la SEIEM (Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática), constituida en 1996 (Sierra, 2001).

3.2.3. La formación profesional de los profesores de matemáticas como inicio de la Educación Matemática en España.

Al examinar las páginas de la Revista de Escuelas Normales, la Revista de Pedagogía, el Boletín de la Institución Libre de Enseñanza y los libros publicados por profesores de matemáticas pertenecientes al movimiento normalista, se revelan sus contribuciones a la Educación Matemática en la formación de profesores de primaria. Estas contribuciones pueden ser consideradas en tres niveles diferentes (Sierra, 1994):

a) A nivel teórico, donde se intentaba identificar los elementos básicos en la formación de profesores de matemáticas de primaria.

b) A nivel profesional, llamando a la presencia de una metodología matemática (en el sentido en el que nosotros llamamos hoy Educación Matemática) en los programas de estudio de las Escuelas Normales.
c) A nivel práctico, realizando prácticas que ayudasen a la formación de profesores de primaria.

Las iniciativas propuestas por el movimiento normalista culminaron, con el advenimiento de la Segunda República (1931), en la reforma de las Escuelas Normales elevando el estatus de estos Centros a nivel universitario, promulgándose el Plan de Estudios de 1931 conocido sintomáticamente como "Plan Profesional". En este plan de estudios aparece una asignatura titulada "Metodología de las Matemáticas" que significa una ruptura epistemológica con la concepción dominante en los anteriores Planes de Estudio en la formación matemática de los Maestros.

Finalmente debemos señalar que el programa de estudios de 1931 formó a excelentes maestros de matemáticas, pero este esfuerzo de reforma se truncó por el comienzo de la guerra civil española (1936-39). Ésta y sus consecuencias posteriores frustraron este intento de insertar la formación de los Maestros en instituciones de nivel superior y de profesionalizar sus estudios académicos. Por lo que se refiere a nuestra disciplina, supone un salto atrás ya que la mención a la metodología y a la didáctica es mínima, inferior a los planteamientos del Plan de 1914 (Sierra, 1995).

Con respecto a la formación del profesorado de enseñanza secundaria en España, se ha seguido una filosofía distinta que la del profesor de primaria. Son escasos los esfuerzos para una renovación de la enseñanza de las Matemáticas en la Enseñanza Secundaria por parte de las Facultades universitarias, poniendo el énfasis en alcanzar niveles de calidad científica y despreocupándose significativamente por las cuestiones pedagógicas y didácticas. No obstante hay instituciones al margen de la Universidad que se destacan en sus intentos por la renovación de la enseñanza de las Matemáticas y las Ciencias, como es el caso de la Institución Libre de Enseñanza.

Una nueva experiencia sobre formación de profesorado de secundaria se produce en 1918, fecha en la que el Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes crea en Madrid el "Instituto-Escuela" con el doble fin de experimentar nuevos métodos de

enseñanza en la educación secundaria y formar el profesorado de dicho nivel. La preparación tenía dos partes: la primera en España, con un plazo mínimo de dos años y la segunda en el extranjero durante un año, para los aspirantes más cualificados. El plan de estudios comprendía:

a) Práctica en el Instituto-Escuela con enseñanza de una materia de la especialidad ante un grupo de alumnos y colaboración en la organización del Centro.
b) Preparación científica.
c) Estudios pedagógicos y filosóficos, con asistencia a lecciones de Filosofía y Pedagogía, impartidas en la Universidad Central y en la Escuela de Estudios Superiores del Magisterio; lecturas comentadas de libros sobre Educación, Filosofía y Pedagogía; asistencia a algunas de las enseñanzas que se imparten en la sección preparatoria del Instituto-Escuela.

El último intento para dotar a la formación del profesorado de Enseñanza Secundaria de un carácter profesional fue con motivo de la aprobación de la Ley de Reforma Universitaria en 1983. El Gobierno Central creó una serie de grupos de expertos para que emitiesen Informes sobre la reforma de los Planes de Estudio. Uno de estos grupos propuso dos titulaciones para el profesorado de educación secundaria: Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Profesor de Educación Secundaria Postobligatoria, en ambos casos con mención a una disciplina concreta. De esta manera la formación del profesorado de Secundaria en Educación Matemática puede ser uno de los campos de actuación de mayor riqueza y variedad para el desarrollo y consolidación de la disciplina en España (Rico *et. al.*, 2000).

3.2.4. Investigación en Educación Matemática en España.

Con carácter general, por investigación entendemos la actividad de indagación basada en el método científico, sostenida por un marco epistemológico y orientada a la transformación del medio humano. El objeto de estudio y trabajo de la investigación en Educación Matemática se encuentra, principalmente, en los problemas que se detectan y surgen en sus tres campos de actuación: diseño, desarrollo y evaluación del currículo, conocimiento profesional y formación del profesor, y fundamentación epistémica y elaboración teórica (Rico, 1999).

Toda investigación en Didáctica de la Matemática puede caracterizarse mediante tres componentes: su marco teórico, su marco metodológico y su ámbito de actuación. La investigación en Educación Matemática tiene que avanzar en varios frentes: debe profundizar en sus fundamentos teóricos y mejorar sus esquemas metodológicos, pero también tiene que abordar cooperativamente los grandes problemas que se plantean en el sistema educativo, entre otros, con profesores, escolares, materiales curriculares y sistemas de valoración. Nuestra investigación tiene que diversificar sus prioridades y atender a las necesidades de la práctica. Sin renunciar a las cuestiones conceptuales y cognitivas, la Educación Matemática debe profundizar en sus dimensiones culturales, éticas y sociales.

Para que se plantee y se aprecie una cierta preocupación por los problemas y cuestiones que estudia la Didáctica de la Matemática es necesaria la presencia de una comunidad activa de matemáticos con producción propia y presencia en la universidad.

Las instituciones dedicadas al desarrollo de la actividad científica en España han sido, tradicionalmente, la Universidad y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Sin embargo, no se conoce actividad investigadora realizada por el CSIC en Didáctica de la Matemática durante los sesenta años de su existencia.

A partir de 1970, y como consecuencia de la Ley General de Educación, del *III Plan de Desarrollo* y de las ayudas de los organismos internacionales, podemos encontrar en las memorias del *Instituto Nacional de Ciencias de la Educación* (INCIE) las investigaciones educativas llevadas a cabo durante la década de los setenta, donde aparecen enumerados trabajos de investigación en Didáctica de la Matemática.

La ausencia de un centro específico de investigación en Didáctica de la Matemática con personal y objetivos estables, hacen que la parte más significativa y la producción más continuada de la investigación en este campo haya estado localizada en la Universidad.

A partir de 1983, los profesores que trabajan en Didáctica de la Matemática y que, posteriormente, constituyeron este área de conocimiento fueron la parte principal

de los investigadores que concentraron su esfuerzo en la realización de tesis en Didáctica de la Matemática. Pero no fueron los únicos; también algunos profesores de las áreas de Didáctica y Organización Escolar, Psicología Evolutiva y de la Educación y Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación (MIDE), interesados por los problemas del área hicieron sus tesis doctorales en Educación Matemática.

La dificultad existente con anterioridad a la LRU para realizar tesis doctorales en Didáctica de la Matemática queda superada con la nueva estructuración departamental, entre cuyas competencias se encuentra la organización de programas de Doctorado. La organización de estos Programas de Doctorado posibilita la elaboración y defensa de Tesis Doctorales en Didáctica de la Matemática. De este modo se produce el reconocimiento institucional de la investigación en nuestra área y de su validez académica (Rico y Sierra, 1994).

Desde la constitución del área se incrementa notablemente la realización de tesis doctorales en Didáctica de la Matemática, pero en programas y departamentos de otras áreas educativas; estas tesis concluyen en su mayoría a finales de los ochenta y comienzos de los noventa y constituyen una segunda generación de investigadores, centrados sobre la educación y sobre las matemáticas, pero todavía sin una visión específica y profunda del propio campo. La tercera generación la constituyen los doctores formados ya dentro de los programas de doctorado de Didáctica de la Matemática.

La creación de departamentos universitarios a partir de 1985 que integran el área de Didáctica de la Matemática ha supuesto disponer de medios personales y materiales, ayudas institucionales y recursos que potencian la docencia e investigación en esta área.

En la actualidad hay en España cuatro departamentos universitarios de Didáctica de la Matemática: en la Universidad Complutense de Madrid, Granada, Sevilla y Valencia; hay otros 16 departamentos que agrupan el área de Didáctica de la Matemática con otras áreas de Didácticas específicas; en el resto de las universidades (18) el agrupamiento se realiza con áreas de matemáticas. En total la Didáctica de la Matemática como área de conocimiento está presente en 38 universidades españolas (Torralbo *et. al.*, 2001).

La Didáctica de la Matemática es una materia presente en la optatividad de muchas licenciaturas de matemáticas, de pedagogía y psicopedagogía, incluso en alguna licenciatura de estadística. También aparece en las asignaturas troncales, obligatorias de universidad y optativas de los planes de estudio de las diversas titulaciones de maestro.

La investigación no se ha limitado a la realización de Programas de Doctorado y Tesis; dentro de los programas nacionales de investigación, convocados por la Dirección General de Investigación Científica y Técnica del Ministerio de Educación, se han presentado y aprobado proyectos relativos al Área Didáctica de la Matemática. En la convocatoria del curso 89-90 del Plan Nacional de Formación de Personal Investigador se asignó la primera beca en el Área de Didáctica de la Matemática. La evaluación de tramos de investigación al profesorado universitario ha estimulado la investigación en general y, en particular, ha impulsado la realización de investigaciones sistemáticas en Educación Matemática, con el surgimiento consiguiente de líneas de trabajo y grupos especializados. También se ha producido la incorporación española a equipos y agencias internacionales de investigación (Rico y Sierra, 1994).

Otro dato importante para valorar el desarrollo de la Investigación en Educación Matemática en España es la presencia de especialistas e investigadores españoles en los puestos de dirección y organización de las Comisiones, Grupos de trabajo y Congresos Internacionales en nuestra Área de conocimiento. Así como la participación de muchos otros en actividades realizadas por la comunidad internacional.

Los profesores e investigadores españoles presentan trabajos con regularidad a encuentros que se celebran fuera de nuestras fronteras y empiezan a ser invitados con asiduidad a programas que se realizan en el extranjero. La firma de convenios de algunas universidades y la participación en los programas *Erasmus* y *Tempus*, así como los establecidos por la Organización de Estados Americanos para la Ciencia y la Cultura, están contribuyendo a abrir la comunidad española de Educación Matemática a múltiples contactos con sus colegas de otros países (Rico y Sierra, 1994).

Las posibilidades abiertas por la LRU no deben hacer olvidar las dificultades reales con las que se encuentran los profesores universitarios del Área de Didáctica de la

Matemática en su trabajo diario. El hecho de que algunas universidades hayan prestado apoyo al esfuerzo mantenido durante muchos años por grupos significativos de profesores no debe hacernos olvidar que este reconocimiento se hace a esfuerzos sostenidos y de calidad contrastada, que cada ayuda recibida lleva una enorme cantidad de trabajo detrás y que no siempre el trabajo realizado ha recibido el reconocimiento adecuado; la realidad del profesor medio del Área de Didáctica de la Matemática en una universidad española es más prosaica y tiene un horizonte, por lo general, limitado a la docencia (Rico y Sierra, 1994).

En España, como nos encontramos en una etapa de constitución y consolidación de la Didáctica de la Matemática no disponemos aún de revistas especializadas en exclusiva sobre investigación en Didáctica de la Matemática. "*Enseñanza de las Ciencias*" es la revista que mejor se ajusta a los criterios mencionados, pero necesita tomar autonomía de las secciones de ciencias experimentales, ampliar su producción y agilizar su aparato crítico.

Tampoco disponemos aún en España de congresos especializados, que incluyan la selección y presentación de informes de investigación y su difusión posterior.

Podemos asegurar que la parte principal y más importante de la producción investigadora española en Didáctica de la Matemática, hasta el momento, corresponde a las tesis doctorales.

La constatación de esta actividad científica e investigadora es el objeto de estudio del proyecto de investigación que presentamos. Una apuesta innovadora teniendo en cuenta que desde 1976 hasta 1998 se vienen desarrollando una serie de investigaciones, consolidadas en tesis doctorales, referidas a la Educación Matemática que no han sido objeto de evaluación ni sometidas a análisis.

CAPITULO 4: TESIS DOCTORALES.

4.1. Concepto.

La Real Academia Española la define como *"Disertación escrita que presenta a la Universidad el aspirante al título de doctor en una Facultad"*.

El Decreto 7 de julio de 1944 la definía como *"un trabajo de rigurosa investigación científica y significará por su contenido y extensión una aportación positiva al estudio del tema sobre que verse"*.

En la misma línea, el Real decreto 185/1985 del Ministerio de Educación y Ciencia define la tesis doctoral como *"un trabajo original de investigación"*. Es decir, "un trabajo original sobre materia relacionada con el campo científico, técnico o artístico propio del programa de doctorado realizado por el doctorando" (Gallego, 1987).

La tesis doctoral constituye una investigación científica que se realiza con el fin de obtener el título de doctor universitario, máximo título académico que otorga la Universidad. Como ya sabemos, la investigación científica es una parte esencial de la función de la Universidad y la tesis doctoral supone el inicio de la actividad investigadora. En España, para obtener el grado de Doctor es necesario estar en posesión del título de Licenciado, Arquitecto o Ingeniero; realizar y aprobar los cursos y seminarios del programa de Doctorado correspondiente y presentar y aprobar una tesis doctoral consistente en un trabajo original de investigación (Real Decreto 185/1985).

El título de Doctor en nuestro país es imprescindible para acceder a los Cuerpos de Catedráticos de Universidad o Escuela Universitaria y al de profesores Titulares de Universidad, no siendo necesario para acceder al de profesores Titulares de Escuela Universitaria.

Las tesis doctorales forman parte de aquellos documentos que se producen y difunden por cauces de edición y distribución no convencionales. Con frecuencia las tesis doctorales no

se publican o se publican de forma incompleta y, en caso de publicarse, su distribución es restringida careciendo de una difusión comercial, lo que dificulta enormemente su adquisición. Todo esto contribuye a que las tesis doctorales presenten habitualmente dificultades para su disponibilidad, pese a que la información que aportan al desarrollo de la investigación científica suele ser de gran interés (Sabater, 2000).

La tesis doctoral se diferencia de otros trabajos científicos de investigación, como el artículo científico, en los aspectos académicos. Es decir una tesis no sólo ha de tener el mismo rigor científico que cualquier otra publicación científica, sino que se la puede considerar como el prototipo de los trabajos de investigación. Además el hecho de que tenga que sufrir el examen de un tribunal la obliga a que reúna del modo más perfecto posible todos los requisitos exigidos por la investigación científica (Sierra Bravo, 1996).

La tesis, a diferencia del artículo, suele contemplar más de un tema, ofreciendo distintos enfoques en su análisis. Según Granjel (citado en Sabater, 2000), todo ello lleva a que la extensión de una tesis sea mucho más amplia y se parezca más a una monografía.

4.2. Antecedentes históricos.

El actual concepto de tesis doctoral es de mediados del siglo XIX. En 1845 el Real Decreto de 17 de septiembre (Plan Pidal) pretendió darle un valor más científico y profesional. Este Real Decreto dictaba que para el doctorado se tendrían que realizar dos cursos después de la licenciatura. Según el reglamento de 22 de octubre de ese mismo año, los estudios de doctorado se centralizaban en Madrid.

El reglamento de 19 de agosto de 1847 dictaba que los estudios para obtener el grado de doctor había que realizarlos en Madrid; el ejercicio consistía en una lección oral y finalmente, el candidato escribiría una tesis sobre un punto cualquiera de la Facultad o ciencia, y la debía imprimir, entregando al rector los ejemplares impresos con la anticipación de ocho días para repartirlas al claustro. El día de la ceremonia, el doctorando debía leer el discurso y defender sus argumentos durante media hora. Finalizada la defensa, el candidato prestaría juramento (Sabater, 2000).

La Ley de Instrucción Pública de 9 de septiembre de 1857 (Ley Moyano) mantiene que el grado de doctor sólo se obtiene en la Universidad de Madrid. El reglamento de las Universidades del Reino de 22 de mayo de 1859 dictaba que el grado de doctor había de consistir en el desarrollo por escrito, y en el tiempo que el graduado necesitara, de un tema de entre los cuarenta que acerca de la carrera compondría todos los años la Junta de Catedráticos de cada Facultad o sección en Madrid.

Seguirán distintas modificaciones (Sabater, 2000) hasta que, el Real Decreto 185/1985 de 23 de enero por el que se regula el tercer ciclo de estudios universitarios, la obtención y expedición del título de Doctor y otros estudios postgraduados, ha sido la última legislación que ha afectado a las tesis estudiadas en nuestro trabajo. La LRU concede una especial importancia a los estudios de tercer ciclo y a las condiciones de la obtención del título de Doctor. Considera que los cursos de doctorado han estado tradicionalmente desatendidos. El tercer ciclo es esencial para el progreso científico y, por ello, para el progreso social y económico de una comunidad por cuanto de la profundidad de sus contenidos y la seriedad de su planteamiento depende la formación de los investigadores. En este ciclo se inicia la formación del profesorado universitario. Por ello la LRU considera el tercer ciclo decisivo para promover la calidad de la enseñanza y para potenciar la investigación.

Se dan normas para la regulación de los programas de doctorado, estructurándose éstos en cursos y seminarios que tendrán como finalidad la especialización del estudiante en un campo científico, técnico o artístico determinado, así como su formación en las técnicas de investigación. Estos cursos comprenderán, al menos, dos años. Se crea la Comisión de Doctorado formada por profesores doctores que regulará los distintos programas y el número mínimo de alumnos. Respecto a la tesis, sigue siendo imprescindible para obtener el título de doctor.

Recientemente el Real Decreto 778/1998, de 30 de Abril por el que se regula el tercer ciclo de estudio universitario, ha supuesto un nuevo cambio significativo en determinados aspectos académicos y de procedimientos en relación con lo regulado en la ya derogado en el Decreto 185/1985.

Como dato de interés, podemos decir que menos de un 5% de los alumnos graduados llega a completar sus estudios de doctorado y aprobar la tesis. Por ejemplo, en el curso 1979-1980, con 415.107 alumnos matriculados en la Universidad, se graduaron 37.806 en las Facultades y 2.973 en las Escuelas Técnicas. De ellos 14.399 (38%) y 2.368 (82%) respectivamente se matricularon en los estudios de doctorado al año siguiente. En el curso 1980-1981 fueron aprobadas 1.758 tesis de Facultades y 178 de Escuelas Técnicas. Las Escuelas Técnicas dieron un promedio de 7,5 % de tesis aprobadas sobre los alumnos matriculados en el doctorado, porcentaje que subió al 12,2% para las facultades universitarias (Gallego, 1987).

4.3. Programas de Doctorado en Didáctica de la Matemática.

En 1988 comienzan los Programas de Doctorado en Didáctica de la Matemática en las Universidades de Granada, Valencia y Autónoma de Barcelona por vez primera en España. Desde entonces hasta ahora, otras universidades españolas han incorporado, total o parcialmente, ofertas de Didáctica de la Matemática en sus programas de doctorado. Destacamos las universidades de Almería, Autónoma de Barcelona, Extremadura, Granada, Huelva, La Laguna, Málaga, Sevilla, Valencia y Valladolid (Rico, 1999). No obstante y con anterioridad, se habían presentado y aprobado tesis doctorales realizadas por investigadores de este área de conocimiento y sobre problemas relativos a la Educación Matemática, dentro de los programas de otras disciplinas psicopedagógicas o bien mediante la firma de convenios de colaboración con universidades extranjeras (Rico y Sierra, 1994). Los programas de doctorado en Didáctica de la Matemática han formado parte de los estudios de postgrado ofertados por la Comisión Europea, han recibido estudiantes becarios de los planes de formación de personal investigador del gobierno español y de la mayoría de los países latinoamericanos (Sierra, 2001). Algunos Departamentos han organizado programas de Maestría (*Master*) en Educación Matemática como en las universidades Autónoma de Barcelona, Valencia y Alicante.

Seguidamente se ofrece una relación de las realizaciones españolas más recientes en investigación, tomando como referencia los campos a los que se refieren y las universidades en las que se estudian:

Tabla 1. Campos de Investigación por Universidades

Tomado de: Rico y Sierra (2000)

CAMPO DE INVESTIGACIÓN	UNIVERSIDAD
Investigación curricular	Granada
Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de la Geometría	Autónoma de Barcelona, La Rioja, Valencia, La Coruña y País Vasco
Investigaciones sobre la Didáctica de la Estadística, la Probabilidad y la Combinatoria	Granada, Jaén, La Laguna, Murcia, Autónoma de Madrid y Cádiz
Investigaciones sobre la Didáctica del Cálculo y del Análisis	Alicante, A. de Barcelona, Castilla-La Mancha, La Laguna, Pública de Navarra, Salamanca, Santiago de Compostela y Valladolid
Investigaciones sobre Pensamiento Numérico y Algebraico	Granada, Málaga, La Laguna, Valencia, Alicante, Almería, Córdoba, Barcelona, Publica de Navarra, Zaragoza y Valladolid
Investigación sobre los aspectos procedimentales de las Matemáticas (sobre todo resolución de problemas)	A. de Barcelona, Extremadura, Huelva, Granada, La Laguna y Valencia y en el Instituto Calasancio de la Universidad Pontificia de Somosaguas
Investigación en relación con la Educación Infantil	Cádiz, Granada, Málaga, Oviedo y Pública de Navarra
Investigaciones sobre Evaluación en Matemáticas	Almería, A. de Barcelona, Barcelona, Granada, León y País Vasco
Investigaciones sobre el conocimiento profesional, formación y desarrollo del profesor de Mat.	Cádiz, Extremadura, Granada, Huelva, León y Sevilla
Investigación sobre Historia de la Educación Matemática	Barcelona, Murcia, Salamanca y Granada
Investigación en Etnomatemáticas	A. de Barcelona y Granada
Investigación de la DM como Disciplina Científica	A. de Barcelona, Granada, Complutense de Madrid y Zaragoza

Los programas de doctorado han supuesto la institucionalización de las tesis en Didáctica de la Matemática y la promoción académica de los profesores adscritos a esta área de conocimiento. En el caso de la Didáctica de la Matemática la formación teórica previa con la que la mayor parte de los estudiantes acceden a los estudios de doctorado es muy escasa y, casi siempre, está vinculada al ejercicio profesional y práctico. Por ello, la formación que se adquiere durante el programa de Doctorado es esencial para la realización de una tesis en este campo de conocimiento (Rico, 1999).

También, los programas de doctorado, han supuesto un impulso considerable y sostenido a la investigación española en Didáctica de la Matemática. La consolidación de estos programas permite disponer de un marco adecuado para la consecución y transmisión de los avances científicos en Didáctica de la Matemática, con la aparición de investigadores cualificados de otros países en la orientación, asesoramiento y evaluación de las tesis. También han impulsado las relaciones entre investigadores de distintas líneas y de diferentes universidades. Mediante estos programas se han formado nuevos investigadores y se han consolidado equipos de investigación, que han presentado proyectos en concursos y convocatorias públicas regionales, nacionales e internacionales. Los programas han impulsado la formación de nuevo profesorado universitario y contribuyen al desarrollo profesional y científico de los titulados superiores (Rico, 1999). Así mismo establece cinco momentos en la realización de una tesis; los cuales son:

1. Detección e identificación de un problema.
2. Representación del problema dentro de un marco conceptual.
3. Tratamiento técnico del problema mediante diversas estrategias
4. Explicitación de los resultados u obtención de la solución.
5. Evaluación e interpretación de los resultados.

4.4. Estudios sobre tesis doctorales.

Es un rasgo de las sociedades científicas actuales compartir y valorar el conocimiento elaborado. Por ello la comunicación, evaluación, difusión y aplicación de los resultados de las investigaciones son momentos claves en la constitución y desarrollo de un campo científico.

La evaluación de los estudios e investigaciones constituye un requisito indispensable para delimitar la calidad del trabajo hecho, depurarlo, y en su caso, proceder a su replicación, revisión o refutación. Se trata de una condición imprescindible para el avance de una comunidad científica y es una necesidad vital para el progreso de cada campo de conocimiento.

Son varios los ámbitos en los que, reglamentariamente, está establecida la evaluación de las investigaciones. En primer lugar, los proyectos y grupos de investigación que obtienen financiación pública de algunas de las instituciones oficiales encargadas de promover el desarrollo científico, se someten a evaluación por pares. Otro ámbito general de evaluación de las investigaciones en las distintas áreas de conocimiento es la evaluación de la producción científica de los investigadores universitarios, que realiza la *Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora.*

Por último, consideramos la evaluación previa a la presentación y defensa de una tesis doctoral, o cualquier otro trabajo de investigación con validez académica, con el informe de valoración que cada uno de los miembros del tribunal debe emitir.

En España, hasta ahora, han sido escasos los estudios sobre las tesis doctorales, entre ellos destacamos algunos que a su vez son también tesis doctorales. Una tesis doctoral de la Universidad de Cádiz (Herrera, 1987) estudia la investigación científica en la Facultad de Medicina de Cádiz a través de las tesis doctorales realizadas en aquella Universidad durante el siglo XIX. Otra tesis doctoral de la Universidad de Alicante (Juan, 1997) hace un estudio de la visibilidad de las tesis doctorales españolas en medicina. Una tesis doctoral de la Universidad Complutense, a la cual no hemos podido acceder por no estar publicada, (Nascimiento, 1996) que estudia la producción científica brasileña en España a través de las tesis doctorales presentadas por autores brasileños en Universidades españolas entre 1980 y 1994. Recientemente una tesis de la Universidad de Murcia (Sabater, 2000), realiza un catálogo de 667 tesis, además de un análisis estadístico descriptivo y un estudio bibliométrico.

Sin embargo, las tesis doctorales ya están empezando a ser objeto de investigación en algunos países. Entre los estudios sobre las tesis doctorales en otros países, podemos señalar uno de Isaac (1989), que estudia los factores que influyen en la elección del tema de la tesis; Dorban (1992) hace un estudio bibliométrico de seis tesis doctorales en económicas. Además Baird (1991) estudia la productividad de publicaciones en los departamentos. Así mismo Reys (2000) analiza la escasez y alta demanda existente en doctorados en Educación Matemática.

Lo anterior evidencia la importancia de la tesis doctoral como trabajo de investigación y, por tanto, su análisis se presenta como un medio idóneo para estudiar la evolución de la investigación científica en la Universidad. Según López (1996), una de las fuentes documentales más importantes para estudiar el estado de la investigación de un país a través de su literatura científica, es la literatura correspondiente a las tesis doctorales. La tesis doctoral, en cuanto tiene que sufrir el examen de un Tribunal, parece obligado en todo caso que reúna del modo más perfecto posible los requisitos formales exigidos por la investigación científica (Sierra Bravo, 1996).

De todo lo anteriormente expuesto se evidencia la importancia de la tesis doctoral como trabajo de investigación y, por tanto, su análisis se presenta como un medio idóneo para estudiar la evolución de la investigación científica en la Educación Matemática. Además, como se ha visto, este tipo de estudios, aplicados a las tesis doctorales, apenas han sido realizados en nuestro país y desde luego tampoco han sido realizados con respecto a la Educación Matemática.

La elección de este tipo de documentos está fundamentada en la creencia de que son reflejo de una parte muy importante del nivel de la investigación científica de la Universidad y de que su estudio será de utilidad no sólo para analizar la evolución de la actividad investigadora sino que proporcionará datos de utilidad sobre el procedimiento en sí, que constituirán elementos de reflexión sobre las bases que deben constituir esta importante fase formativa.

2ª PARTE

ESTUDIO EMPÍRICO

CAPITULO 5: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

5.1. Consideraciones generales previas.

La educación es un campo disciplinar en el que participan múltiples disciplinas: psicología, sociología, antropología, historia, economía y algunas otras. Tal pluralidad aporta complejidad y riqueza al mismo tiempo. La Educación Matemática sería entonces concebible como un sector del campo disciplinar determinado por la educación general: una zona en la que precipita la matemática, como disciplina directriz, más otras muchas disciplinas (Fernández Cano, 1995). Esto nos hace pensar en la rica variedad de métodos que comprenden la familia de la indagación sistemática en educación general y, específicamente, en Educación Matemática.

Las diferencias existentes entre las matemáticas y la enseñanza de las mismas deben ser tenidas en cuenta a la hora de poder comprender la naturaleza de los métodos y resultados en la enseñanza de las matemáticas. Ambas disciplinas, por ejemplo, presentan métodos distintos para la investigación y los puntos de vista en torno a las finalidades y objetivos que la investigación en la enseñanza de las matemáticas debe tener, varían de acuerdo con los matemáticos o los investigadores educativos (Schoenfeld, 2000). En la Educación Matemática, los hallazgos son raramente definidos, más bien siempre sugieren; las pruebas tampoco son definitivas, pero tienen la capacidad de ser acumulativas de manera que al final resultan unas conclusiones que, se podría decir, están más allá de la duda razonable. El enfoque científico es posible aunque habría que tener en cuenta el uso de cuidadosos razonamientos y estándares aplicados a la evidencia que obtengamos, empleando una gran variedad de métodos apropiados para la tarea en la que estemos implicados (Schoenfeld, 2000).

Los conflictos en investigación educativa se han ocasionado en la mayoría de las veces por disputas relativas al método. El papel del método dentro de la investigación en Educación Matemática equivaldría al procedimiento sistemático que utilizan los educadores matemáticos para dar respuesta válida a preguntas relevantes (Fernández Cano, 1995b). El método a utilizar en una investigación depende del tipo de pregunta que previamente se plantee. ¿Por qué existe tan amplia oferta de métodos? Precisamente por la diversidad de preguntas posibles

de enunciar y por la diversidad de disciplinas que precipitan en el campo de la educación y que orientarán la respuesta previsible (Fernández Cano, 1995b).

Sin embargo, las consideraciones metodológicas para la investigación, específicamente, en Educación Matemática son escasas. Si bien, Mcknight et al (2000) presenta metodología concreta para el ámbito de la Educación Matemática. En la actualidad, se suelen tener en cuenta los rasgos comunes a cualquier método de investigación, es decir, que todos los métodos de investigación participan al menos de las siguientes fases (Fernández Cano, 1995b):

1. Todos ellos empiezan por una pregunta a la que se trata de dar respuesta.

2. Tratan de obtener una respuesta momentánea a partir del conocimiento ya disponible, generalmente mediante una exhaustiva revisión bibliográfica o estudio de la literatura.

3. Si no obtienen una respuesta satisfactoria, instrumentan un plan para obtenerla. Si el plan tiene una respuesta provisional pero sin evidencia que la justifique –una hipótesis- se tratará de un estudio confirmatorio. Si el estudio es exploratorio, no hay una hipótesis explícita, el plan se centrará en la complejidad del caso.

4. En esta fase se perfilan el plan para obtener la respuesta a partir de la selección de un diseño específico y adecuado. Con demasiada frecuencia, esta fase es la que erróneamente se reconoce como método, identificando método con diseño. Un método engloba a una gran diversidad de técnicas y diseños.

5. Trabajo de campo en el que el diseño se lleva a efecto.

6. En esta fase se trata de analizar la evidencia recogida mediante la técnica de análisis pertinente y obtener una respuesta y/o decidir cual es la mejor respuesta.

7. Por último, se emite un informe en el que se acometen y discuten los hallazgos, o sea, el sentido de la respuesta se relaciona con la teoría (falsándola) o con la realidad (poniendo de manifiesto el vigor heurístico de tal respuesta).

Los podemos observar mejor en el siguiente cuadro:

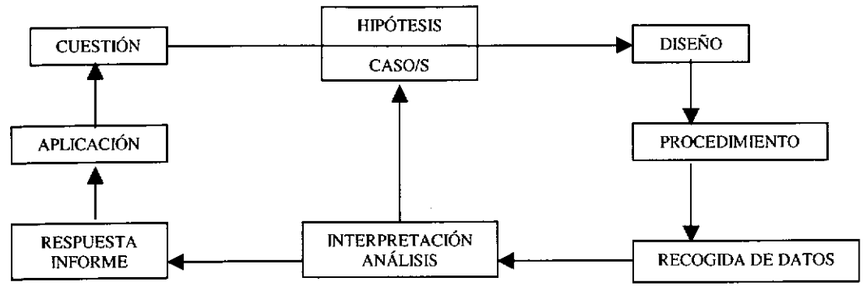

Figura 3. Fases en el proceso de investigación.

Tomado de: Fernández Cano (1995c)

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones y líneas generales sobre el método de investigación, veamos a continuación un análisis del método científico seguido en nuestro estudio.

5.2. Planteamiento del problema de investigación.

La Didáctica de la Matemática es una disciplina emergente en España con pocos años de vida y por tanto con una corta tradición investigadora. Por este motivo también ocurre que las revistas específicas de Educación Matemática en España no tienen tradición investigadora como para que sirvan al propósito de comprobar la evolución que ha sufrido esta área. Por ello, las fuentes primarias de donde se nutren muchos artículos de investigación han sido las tesis doctorales.

Esta ha sido la principal razón de que en nuestro trabajo hayamos realizado un estudio macroscópico a nivel español, utilizando tesis doctorales que tuvieran relación con Educación Matemática.

En resumen, podemos decir que nuestro estudio pretende comprobar la presumible consolidación de la Didáctica de la Matemática, en España, como una disciplina científica plenamente institucionalizada, de acuerdo con los indicadores cientimétricos, conceptuales y metodológicos habituales en este tipo de estudios, a partir de los datos obtenidos, de su análisis y comparación. Nuestro problema de estudio puede concretarse en las siguientes cuestiones:

¿Cuáles son los indicadores cientimétricos, conceptuales y metodológicos que caracterizan las tesis doctorales españolas en Educación Matemática?

¿De qué manera ha evolucionado en el ámbito académico la investigación científica sobre Educación Matemática? ¿Cómo se han desarrollado dichos estudios en el periodo comprendido entre 1976 y 1998, teniendo en cuenta las variables cientimétricas, conceptuales y metodológicas establecidas?

¿Cómo se refleja en esta evolución la constitución y consolidación de la disciplina Didáctica de la Matemática?

¿Responden, en definitiva, estas producciones investigadoras a los patrones o leyes establecidas por la Cienciometría?

5.3. Revisión de la literatura de investigación.

El análisis de la producción investigadora ha sido abordado en las más diversas ciencias y campos. Así, en el campo general de la educación podemos destacar en España varios trabajos relacionados con el tema, como por ejemplo las diversas síntesis de estudios cientimétricos españoles en educación realizadas por Fernández Cano (1995c, 1997, 1999), Fernández Cano y Bueno (1998, 1999) desde 1976 hasta 1996, y por último Fernández Cano et. al. (2000). En concreto, en el estudio realizado en 1999 por Fernández Cano y Bueno, se sintetizan 41 trabajos cientimétricos españoles sobre educación entre los que se echa en falta algún estudio específico sobre Educación Matemática en España como representativo de esta disciplina emergente.

Los estudios realizados sobre la producción científica se han hecho generalmente con artículos de revista, se han realizado análisis bibliométricos de la producción científica sobre un determinado tema, sobre una publicación concreta y en un periodo determinado. Son pocos los estudios sobre otro tipo documental. Sin embargo un ejemplo lo tenemos en el estudio de Galante y Sanchidrian (1996) que indaga los trabajos de disertación (tesis y tesinas) contenidos, como fichas bibliográficas, en las Revistas y en el Boletín de Historia de la Educación. En este trabajo y debido a las dificultades de acceso a las tesis doctorales completas, se usó información comprimida sobre estas tesis.

En el campo de la matemática destacamos dos estudios que exploran la producción investigadora. Fernández Frial et. al. (1992), examinaron la disponibilidad de las publicaciones periódicas en matemáticas en España contenidas en la base de datos DOCUMAT. El estudio de Del Pino (1988) analizó cientimétricamente la producción matemática contenida en la Revista Matemática Hipanoamericana.

Más en concreto, con respecto a la Educación Matemática, algunos ejemplos de evaluaciones sobre la investigación en este campo los tenemos en Buswell y Judd (1925), Johnson (1980b), Fox (1969), Fiorentini (1993), Donoghue (1999) y Reys (2000).

El estudio realizado por Fiorentini (1993), similar al que nos ocupa, publicado en la revista Zetetiké y que más tarde desarrollaría en su tesis doctoral (1994). En él se aborda el problema de la divulgación, dispersión y discontinuidad de las investigaciones en Educación Matemática en Brasil, debido sobre todo a la falta de un sistema de información específica sobre el área. En este trabajo se descubre y evalúa la investigación brasileña en Educación Matemática, focalizado en los siguientes puntos: las tendencias temáticas y teórico-metodológicas, las indagaciones que forman el objeto de la investigación, los investigadores y orientadores de estos estudios, y los centros o programas en los que los mismos fueron producidos. Fueron analizados 204 trabajos de investigación relativos a Educación Matemática desde 1971 hasta 1990 (190 maestrías, 12 tesis doctorales y 2 para obtener la titulación de Libre-docencia). No conocemos ningún trabajo de características similares sobre la producción investigadora en Educación Matemática.

En la investigación de Donoghue, se realizó un estudio para determinar hasta que punto se ha especializado o no la investigación en Educación Matemática y también para clasificar o categorizar los productos de esta investigación. Para él, las tendencias o modas en la metodología de la investigación pueden influir claramente en la selección de un problema. Por tanto, propone un esquema de clasificación de la investigación en Educación Matemática bidimensional donde se considera tanto la elección del problema como la metodología de la investigación simultáneamente. Para este trabajo realizó una lista cronológica de 360 estudios dirigidos en la Escuela de Maestros durante los años 1950-1997, los cuales dividió por décadas escogiendo 10 de ellos al azar, los analizó y los resultados que obtuvo fueron: al comienzo los estudios integraban una gran variedad de fuentes para ir focalizándose progresivamente hacia preguntas más específicas; también se aprecia un cambio, aunque menos pronunciado, que indica menos confianza en la creatividad individual y más dependencia de los objetivos marcados.

En el trabajo de Reys, analizando la evolución histórica de la producción de tesis desde 1980 hasta 1998, se pone de manifiesto la existencia de escasez y una alta demanda de doctores en Educación Matemática en Estados Unidos;. En este estudio se explicita que el número de tesis en los últimos 20 años se ha mantenido estable, con una media anual de 70 tesis doctorales y con una producción de 1386 tesis en 126 instituciones diferentes; de esta producción total, menos de 50 instituciones producen un 85% de las tesis. También analiza los factores que provocan la citada escasez de doctores en Educación Matemática pese a la gran demanda de profesionales en el área, aportando posibles soluciones para resolver esta situación.

Como conclusión, podemos afirmar que en la Educación Matemática española existe un vacío en cuanto a la investigación de aspectos cientimétricos, conceptuales y metodológicos de las tesis doctorales realizadas en nuestras universidades.

5.4. Objetivos del estudio.

El objetivo general de nuestro trabajo es analizar la investigación en Educación Matemática en España, mediante el estudio de las tesis doctorales realizadas entre 1976 y 1998. Este análisis nos permitirá conocer la evolución de este campo de estudio y la

incidencia que ha tenido sobre él el proceso de institucionalización de la disciplina Didáctica de la Matemática. Para ello, debemos determinar una serie de indicadores de corte cientimétrico, conceptual, metodológico.

Estudios de este tipo pueden reorientar la capacidad de I + D en Didáctica de la Matemática, posibilitando tomas de decisiones más ajustadas, detectar plagios y fraudes y confirmar el crecimiento de la disciplina mediante el esfuerzo acumulativo de sus científicos.

Para ello nos proponemos los siguientes objetivos concretos:

1.- Estudiar la producción de tesis doctorales realizadas en Educación Matemática y su evolución, aportando una visión diacrónica de las mismas.

2.- Analizar cientimétricamente dichas investigaciones, para obtener una base de datos elaborada que facilite su análisis y control.

3.- Analizar conceptualmente dichas investigaciones, para obtener una base de datos elaborada que facilite su análisis y control, detectando regularidades y patrones.

4.- Analizar metodológicamente dichas investigaciones, para obtener una base de datos elaborada que facilite su análisis y control, detectando regularidades y patrones.

5.- Examinar los indicadores cientimétricos propios de esta producción detectando patrones y verificando su ajuste a leyes cientimétricas comúnmente aceptadas.

6.- Averiguar qué hechos permiten detectar cambios en la producción científica en Educación Matemática y explicar modificaciones significativas en esta producción.

7.- Elaborar una base de datos que sirva de instrumento de trabajo para los profesionales de la Educación Matemática.

8.- Elaborar un instrumento de recogida de datos cientimétricos y metodológicos para analizar tesis doctorales en Educación Matemática.

5.5. Hipótesis.

En base al conocimiento del campo de la Educación Matemática, podemos conjeturar una serie de hipótesis que orientarán la investigación, las cuales serán sometidas al oportuno contraste:

La producción española de tesis doctorales en Educación Matemática es susceptible de identificación a través de una serie de indicadores cientimétricos, conceptuales y metodológicos.

La producción española de tesis doctorales en Educación Matemática cubre un amplio rango de marcos conceptuales, metodológicos y de ámbitos de actuación.

En términos globales, la producción de investigación española en Educación Matemática se ajusta a los patrones o leyes de la cienciometría.

Existen periodos de productividad en la investigación en Educación Matemática diferenciados en base a los indicadores detectados.

Con la consolidación del área de conocimiento de Didáctica de la Matemática como disciplina científica, se produce un cambio significativo en la producción de tesis doctorales en Educación Matemática con respecto al resto de periodos estudiados.

5.6. Definición de términos clave.

Análisis Cientimétrico: Entendemos por análisis cientimétrico un análisis cuantitativo de la estructura y propiedades de la información científica, de la organización de los sectores científicos y las leyes del proceso de comunicación. Datos relativos a productividad personal (i. e. Directores de tesis), e institucional, patrones de citación (i.e. autores más citados), etc, forman parte de los datos a analizar.

Análisis Conceptual: Con el análisis conceptual se pretende caracterizar un aspecto fundamental del contenido de las tesis doctorales, como es diferenciar los distintos temas de

investigación en Educación Matemática y crear un panorama general del campo de aplicación. Para ello se utilizará un instrumento de recogida de datos estandarizado obtenido del ZDM (Zentralblatt für Didaktik der Mathematik) que se presentará en el apartado 6.3.3.

Análisis Metodológico: Mediante el análisis metodológico se realiza una descripción y análisis de los métodos y técnicas de investigación utilizados, es decir, un análisis de cada una de las fases de las que consta el proceso de indagación científica. Para ello, se analizarán datos como: Paradigma o enfoque metodológico, teorías para las que trabaja el autor, objetivos, e hipótesis del estudio, etc. Estas variables consideran los momentos relevantes en la realización de tesis doctorales en Didáctica de las Matemáticas tal como se presenta en el apartado 4.3.

Educación Matemática: Rico, Sierra y Castro (1999) definen la Educación Matemática como un conjunto de ideas, conocimientos, procesos, actitudes y, en general, de actividades implicadas en la construcción, representación, transmisión y valoración del conocimiento matemático que tiene lugar con carácter intencional. Se propone dar respuesta a problemas y necesidades derivados de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

Tesis doctoral: Es un trabajo de investigación científica original, que se presenta en la Universidad para aspirar al título de doctor y que significará por su contenido y extensión una aportación positiva al estudio del tema sobre el que verse.

Bibliometría: Según Pritchard (1969), la Bibliometría es la ciencia que estudia la naturaleza y curso de una disciplina por medio del cómputo y análisis de varias facetas de la comunicación escrita.

CAPITULO 6: MÉTODO.

6.1. Diseño de la investigación.

Este trabajo es una revisión integrada de un total de 135 tesis doctorales españolas de Educación Matemática, catalogadas en un periodo de tiempo establecido entre 1976 y 1998, y, como ya se ha dicho anteriormente, con el fin de construir una visión general y sistemática de cómo se ha venido abordando la investigación en el ámbito de la Educación Matemática. Se pretende cubrir todos los estudios desarrollados en España que tengan relación con el campo en cuestión. La recogida de información de diversa índole y procedencia, su análisis, y su interpretación como elementos fundamentales en el trabajo de campo nos llevará a un examen crítico de los patrones generales que emerjan de esta población de documentos.

Con respecto al paradigma bajo el que nos situamos, debemos manifestar que es el nomotético o cuantitativo, preocupado por utilizar la metodología científica propia de los estudios cientimétricos. Tratamos de obtener informaciones generales a partir de casos individuales mediante una serie de indicadores cientimétricos, conceptuales y metodológicos.

A la hora de clasificar el método de investigación seguido en este estudio podemos hacerlo en base a distintos criterios que exponemos a continuación (Bisquerra, 1989):

Atendiendo al tipo de proceso formal seguido, este estudio es de tipo inductivo, es decir, se analizan casos particulares a partir de los cuales se extraen conclusiones de carácter general. En nuestro caso, a partir de una muestra, bastante importante de las tesis en Educación Matemática, extraemos una visión de la Educación Matemática española.

Según la orientación de la investigación se trataría de una investigación orientada a conclusiones, es decir, interesa contribuir a la teoría más que el buscar la solución a problemas concretos.

Según la naturaleza de los datos se trata de una metodología cuantitativa, es decir, admite la posibilidad de aplicar el método de investigación de las ciencias Físico-Naturales. En nuestro caso contamos con datos cuantitativos, frecuencia de valores e interpretaciones.

Con respecto a la concepción del fenómeno educativo, podemos decir que se trata de una investigación nomotética, es decir, dirigida al establecimiento de leyes o normas generales.

Según el objetivo de investigación, podemos clasificar el método como de tipo descriptivo-explicativo. Básicamente descriptivo porque trata de describir un fenómeno, y en menor grado explicativo porque además trata de explicar ese fenómeno, en base a ciertas relaciones entre indicadores. Nosotros realizamos un análisis de las tesis e identificación de patrones que denotan el modelo de la Educación Matemática española.

Con respecto a la fuente, nuestra investigación es de tipo documental o bibliográfica, es decir, se realiza una revisión bibliográfica del tema para conocer el estado de la cuestión; a partir de aquí se pueden formular hipótesis que posteriormente se intentarán validar. Las tesis son consideradas como documentos que tienen un valor informativo intrínseco.

Según el lugar de realización de la investigación podemos decir que se trata de un estudio de campo, donde el objetivo está en conseguir una situación lo más real posible. En nuestro caso, las tesis se recogen directamente de los Centros emisores o de los propios autores.

Se trata también de un estudio censal ya que la muestra de tesis se pretende que coincida con la población disponible. Por ello, este estudio revisional participa de muchas de las características de la investigación histórica, siendo las tesis doctorales la fuente primaria de estudio.

Por último, según la temporalidad, en la que los métodos pueden clasificarse en transversales y longitudinales, nuestro estudio debe de considerarse transversal aunque también participa de algunas de las características de ciertos estudios longitudinales (análisis de tendencias) donde se observan casos temporales recopilados a posteriori.

En este diseño se aplicarán como instrumentos de recogida de datos documentales, unas fichas técnicas de indicadores presentes en los documentos a revisar y estructurada en tres apartados, cientimétrico, conceptual y metodológico y que comprende un total de 90

indicadores o variables. El tipo de análisis utilizado vendrá determinado por la información extraída de los diferentes indicadores así como por las relaciones que de ellos puedan derivarse en investigaciones futuras.

6.1.1. Amenazas a la validez del diseño.

Para obtener como resultado una investigación válida, tanto respecto a que sus resultados sean representativos de la situación experimental en la que se da, como al poder generalizador de dichos resultados más allá de la propia situación en la que se está investigando, hay que tener en cuenta que las tesis doctorales constituirán la fuente primaria del estudio y las amenazas/críticas a la validez a las que hemos hecho frente en este tipo de análisis se podrán controlar en cada caso de la siguiente forma:

Una amenaza a la validez de este tipo de estudio sobre análisis documental es la validez externa, entendida como que los documentos que se analizan sean auténticos. En nuestro caso tal amenaza no está presente pues cada tesis (documento) se recuperó mediante préstamo interbibliotecario, o supervisión *in situ*, con garantías de autenticidad propia del sistema universitario español.

Con respecto al problema de deterioro del instrumento, es decir, que pueda producirse una modificación del procedimiento en su aplicación, la dificultad radica en identificar los valores de las variables a partir de un texto explicativo previo, y en la minimización de los cambios debidos al tedio y/o fatiga al operar en sesiones cortas. El grado de control en nuestro estudio es de un nivel medio.

Puede ocurrir que las características individuales puedan alterar la recogida de datos. Para solucionar este posible problema, los directores supervisaron exhaustivamente las hojas de recogida de datos, decidiendo sobre los datos discrepantes posteriormente. Aquí el grado de control de nuestro estudio es de un nivel medio. Estas amenazas hubiesen sido más controladas si dos o más recolectores hubieran analizado todas y cada una de las tesis. Este control escapa del ámbito propio de una tesis doctoral por ser un trabajo personalizado.

Otro problema puede ser las propias expectativas del recolector. Aquí se produce un sesgo inconsciente en el que el analista distorsiona los datos para apoyar su hipótesis personal. El modo de control es simple ya que el procedimiento de análisis está bastante estandarizado y el recolector fue entrenado a tal propósito. Aquí el grado de control es alto.

Otra posible amenaza a la validez es el llamado *testing* o efecto de pretests, es decir, las variaciones en las tesis ante el hecho de que iban a ser analizadas, efecto de alarma. Evidentemente no son posibles los cambios en las tesis o de la existencia de tesis paralelas (interno-externo). Como consecuencia el grado de control también es alto.

Y por último, con respecto a la mortalidad o atricción, es decir, la pérdida o no accesibilidad a cierto número de tesis, hemos de afirmar que se han recogido más del 90% de las tesis que conforman la población, por lo que también el grado de control es alto.

6.2. Población y muestra.

La población objeto de nuestro estudio la forman todas las tesis doctorales españolas en Educación Matemática leídas en Universidades españolas en un periodo de tiempo comprendido entre 1976-1998. El criterio para establecer que una tesis doctoral corresponde a Educación Matemática ha consistido en detectar si su objeto de estudio se refiere a la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en cualquiera de los niveles educativos, innovación, estudio y desarrollo curricular, formación del profesorado de matemáticas o fundamentación teórica del área de conocimiento Didáctica de la Matemática.

En España existe una base de datos gestionada actualmente por el Centro de Proceso de Datos del Ministerio de Educación, Cultura y Deportes llamada TESEO, como ya comentamos en apartado 1.8.1, no tiene una cobertura exhaustiva. Se consultaron además de TESEO otras bases de datos y revistas específicas con el propósito de recoger todas aquellas tesis que pudieran no haber aparecido en la primera búsqueda.

El sistema que hemos seguido para recuperar las investigaciones sobre Educación Matemática, que integraremos en nuestro estudio, y dentro de esta base de datos ha sido el siguiente:

1. Búsqueda informática en la base de datos TESEO, en la cual se utilizan una serie de ayudas para delimitar los campos. A continuación mostramos una serie de ejemplos:

Se utiliza el asterisco (*), para encontrar palabras que comiencen por una raíz común, como por ejemplo: educ* (educación, educador, educativo,...).

Educ* and matem*: busca todas las tesis doctorales que contengan los términos educ* y matem* en cualquier parte del documento.

(didactic*educacion*) and matematica*: busca todas las tesis doctorales que contengan los términos didactic* o educacion*, y matematica* en cualquier parte del documento.

Teniendo en cuenta estas normas se han utilizando las siguientes sentencias de búsqueda (búsqueda que se realizó en cualquier parte del documento):

educ* and matem*.
educ* and matem*.
Bibliometri* and matem*.
(didactic*educacion*)and matematica*.
Matematica.
Numer*.
Razona* and matem*
(enseña* aprend*) and matem*.
Logic* and matem*.
Profesor* and matem*.
Calcul* and matem*.
Evalua* and matem*.
Problema* and matem*.
Azar and matem*.
Aritmética
Geometría and educ*
EGB and matem*
Educ* and primaria
Educ* and secundaria
Contar and matem*
Instrucción and matem*
Historia* and matem*
Escuela and matem*.
Escolar and matem*.

2. Consulta al Centro de Documentación Thales y a la Revista de Investigación Educativa, Enseñanza de las Ciencias, Epsilon, SUMA y a los Boletines de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática.

3. Mediante citaciones artesanales cruzadas, teniendo en cuenta las siguientes actuaciones:

Se ha recogido un listado del profesorado universitario en servicio activo, tanto catedráticos como profesores titulares, clasificados por áreas de conocimiento. Estas áreas son: Didáctica de la Matemática, Psicología Evolutiva y de la Educación, Didáctica y Organización Escolar y Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. El listado se obtuvo del Consejo de Universidades- Secretaría General (listado para el sorteo de comisiones), con fecha del 26 de Abril de 1999.

Con esta relación se realiza una primera búsqueda en TESEO por autores, es decir, se comprueba si los profesores que aparecen en el listado han realizado o no tesis doctorales y si estas tienen relación con Educación Matemática.

Se realiza una segunda búsqueda con la misma lista pero esta vez comprobando si a su vez estos profesores aparecen como directores de otras tesis relacionadas también con Educación Matemática.

Estas actuaciones nos llevan a asegurar un control sobre el total de tesis en Educación Matemática en ese periodo, que se concretó en un listado de 144 tesis según consta en el apartado de Bibliografía.

6.2.1. Unidad básica de análisis.

La población objeto de estudio en este trabajo está constituida, por tanto, por todas las tesis doctorales realizadas en Educación Matemática desde 1976 a 1998 en España.

Tras la recuperación de 144 referencias, sólo hemos podido realizar el estudio de 135 de ellas. O sea, hay nueve casos de mortalidad/pérdida o atricción. Este porcentaje, de menos del 10% de tesis no recuperadas, no lo consideramos lo suficientemente alto como para considerar que el estudio no sea censal. Una de las bondades de este estudio es ser de carácter censal frente a los estudios similares que son de naturaleza muestral.

En la mayor parte de los casos hemos realizado el análisis de tesis después de haberlas obtenido mediante préstamo interbibliotecario entre universidades. Sólo en muy pocas ocasiones hemos tenido que desplazarnos a la universidad de realización de la tesis para hacer su estudio y dos han sido las razones fundamentalmente: bien porque como norma en la biblioteca donde estaba depositada se excluían de préstamos las tesis o bien porque eran los propios autores los que no autorizaban el citado préstamo.

6.3.- Instrumentos de recogida de datos.

Se van a utilizar tres instrumentos para la recogida de datos. El cientimétrico se compone de 35 variables que fundamentalmente tienen un carácter descriptivo. El conceptual se compone de 14 variables y en gran medida se corresponde con el utilizado por ZDM, como se indicará en el apartado 6.3.3. Las variables de este instrumento se pueden considerar de carácter clasificatorio ya que ubican las tesis entre las distintas opciones. El metodológico contienen 41 variables que fundamentalmente tienen un carácter estructural, ya que su presencia o ausencia pueden determinar el rigor metodológico de las tesis. Antes de describir los instrumentos analizados la valides y fiabilidad de los mismos.

6.3.1. Validez y fiabilidad de los instrumentos.

Los instrumentos de recogida de datos utilizados se han elaborado a partir de las revisiones bibliográficas realizadas en la primera fase del estudio. La recogida de datos se ha basado en la elaboración de unas fichas técnicas con campos cientimétricos, conceptuales y metodológicos, que han sido incorporadas a una base de datos para su tratamiento, como indicadores representativos de cada documento.

Para determinar la validez de contenido, los instrumentos cientimétrico y metodológico fueron sometidos a consenso de expertos procedentes de distintas universidades españolas y diversas áreas de conocimiento, que fueron seleccionados por su conocimiento del campo de estudio y por indicación de los directores.

Se realizó una experiencia piloto; es decir, un ensayo del estudio real con los instrumentos creados, a 30 tesis que han formado parte de la muestra definitiva. Todo

ello con la intención de transformar, mejorar y comprobar su fiabilidad. Para comprobar esta fiabilidad se utilizó la triangulación por concordancia de observadores, es decir, esta prueba piloto fue realizada por tres personas distintas y posteriormente se confrontaron los resultados para detectar las discrepancias y resolverlas conjuntamente.

El instrumento de recogida de datos conceptuales es un instrumento estandarizado y por tanto validado por el uso generalizado en la comunidad científica de educadores matemáticos europeos.

6.3.2. Instrumento de recogida de datos cientimétricos.

A continuación se presenta el instrumento de recogida de datos cientimétricos que se ha utilizado en este estudio. En primer lugar aparecen una serie de indicaciones explicativas para su correcta cumplimentación y en segundo lugar se muestra la hoja donde se recogieron los datos:

FICHA TÉCNICA DE LOS CAMPOS A CUMPLIMENTAR EN LA BASE DE DATOS CIENTIMÉTRICOS

Tras leer la tesis doctoral cumplimente los diversos campos de la hoja de registro siguiendo su orden y atendiendo a las siguientes indicaciones.

Si en la tesis no se hace mención de alguno de los datos requeridos, registre no lo indica. Y es preferible dejar un campo en blanco, como valor perdido (*missing*) si no podemos inferir con certeza el dato.

1. **Año de lectura de la tesis.** [Dato numérico, 2 cifras].

2. **Sexo autor**. Sexo del autor de la tesis según se infiera por el nombre propio. Se anotará:
   "H", si es hombre.
   "M", si es mujer.
   "I", si no se puede determinar por el nombre propio.

3. **Número directores**. Número de directores en cifra. [Numérico, 1 cifra].

4. **Identidad directores.** Identificación de los directores de la tesis. Poner los dos apellidos. Incluir todos los directores de la tesis en caso de codirección. [dato verbal].

5. **Sexo directores**. Sexo del director de la tesis según se infiera por el nombre de propio. Se anotará:
   "H", si es hombre.
   "M", si es mujer.
   "I", si no se puede determinar por el nombre propio.
   Para codirección indicar sexo según orden de firma (p.e.: H-M: se trataría de una tesis dirigida por un hombre y una mujer). [Verbal].

6. **Institución lectura**. Universidad donde se lee la tesis. [Verbal].

7. **Número instituciones**. Número de instituciones a las que pertenecen los directores. (Si todos los directores pertenecen a la misma institución indíquese 1,...) [Numérico, 1 cifra].

8. **Instituciones directores**. Universidad o centro de investigación a la que pertenece el director. Si son dos o más, indicarlo uniéndolas (p.e.: Complutense-Valladolid) [Verbal].

9. **Centro de realización**. Centro de realización según la base de datos Teseo (p.e.: Dpto, Facultad). [Verbal].

10. **Área conocimiento directores**. Área de conocimiento del director de la tesis. Si son dos o más, indicarlo uniéndolas (p.e.: DM-MIDE). [Verbal].

11. **Número de áreas**. Número de áreas de los directores (p.e.: si todos los directores pertenecen a una misma área, indíquese con 1,...). [Numérico, 1 cifra].

12. **Número de citas***. Número total de citas dado por las referencias bibliográficas (p.e.: si una tesis consta de 23 referencias, aunque haya autores con varias, complétese con 23). [Numérico, 4 dígitos].

13. **Citas en español**. Número de referencias bibliográficas en lengua española o castellana (aquella publicación original o traducción en lengua española, no necesariamente que el autor sea español). [Numérico, 3 cifras].

14. **Citas en inglés**. Número de referencias bibliográficas en lengua inglesa. [Numérico, 3 cifras].

15. **Citas en francés**. Número de referencias bibliográficas en lengua francesa. [Numérico, 3 cifras].

* Obsérvese que asociamos número de citas a número de referencias bibliográficas. Este isomorfismo pudiera ser cuestionable aunque hoy parece ser universalmente aceptado.

16. **Citas en otras lenguas**. Número de referencias bibliográficas en idiomas distintos al español, inglés y francés. [Numérico, 3 cifras].

17. **Revistas citadas**. Número total de veces que se citan o se hace referencia a las diversas revistas (sin destacar nombre, si una misma revista es citada varias veces, n, entonces se contabiliza como n y no como 1). [Numérico, 3 cifras].

18. **Revistas en español**. Número de veces que revistas en español son citadas, aunque una misma se repita. [Numérico, 3 cifras].

19. **Revistas en inglés**. Número de veces que revistas en inglés son citadas, aunque una misma se repita. [Numérico, 3 cifras].

20. **Revistas en francés**. Número de veces que revistas en francés son citadas, aunque la misma se repita. [Numérico, 3 cifras].

21. **Revistas en otras lenguas**. Número de veces que se citan revistas en otros idiomas distintos al español, inglés y francés. [Numérico, 3 cifras].

22. **Las diez revistas más citadas**. Nombre de las diez revistas más citadas. [Verbal].

23. **Libros citados**. Número total de libros que se referencian. [Numérico, 3 cifras].

24. **Libros en español**. Número de veces que libros en español son citados. [Numérico, 3 cifras].

25. **Libros en inglés**. Número de veces que libros en inglés son citados. [Numérico, 3 cifras].

26. **Libros en francés**. Número de veces que libros en francés son citados. [Numérico, 3 cifras].

27. **Libros en otras lenguas**. Número de veces que se citan libros en otros idiomas distintos al español, inglés y francés. [Numérico, 3 cifras].

28. **Otras citas**. Número de referencias a estudios no contenidos en libros, ni en revistas. Se trataría de actas de congresos, tesis, *papers* de bases de datos tipo, ERIC o UMI, documentos internos, informes,... O sea, "literatura gris" sin ISSN o ISBN. [Numérico, 3 cifras].

29. **Media de las citas**. Antigüedad promedio de las referencias bibliográficas. Se calcula mediante la media aritmética de la distribución de antigüedad de las referencias (p.e.: si la referencia CRONBACH, 1974 está contenida en un número de BORDON de 1990, la antigüedad de la cita será de 16 años, o sea diferencia entre el año de lectura de la tesis y el año de la referencia bibliográfica). Complétese con una cifra decimal. [Numérico, ##.#].

30. **Variabilidad de las citas**. Variabilidad de la antigüedad de las referencias bibliográficas. Se calcula mediante la desviación típica de la distribución de antigüedad de las referencias. Complétese con una cifra decimal. [Numérico, ##.#].

31. **Autores citados**. Relación de autores citados, póngase solamente el primer apellido. Cuando a un mismo autor se le referencian varias obras, debe ser contabilizado tantas veces como obras (p.e.: si el autor VALDEZ se le referencian 5 trabajos debe aparecer como VALDEZ&5,...; solamente los 10 autores más citados, con el número de referencias que se citan). [Verbal].

32. **Lengua en que está elaborada la tesis**. Idioma de publicación de la tesis. [Verbal].

33. **Número de páginas**. Número de páginas de la tesis sin anexos. [Numérico].

34. **Número de páginas anexos**. Número de páginas de los anexos de la tesis.[Numérico].

35. **Financiación o no para la realización de la tesis**. Completar con:
    Si se declara, indicar la institución que financia.
    "No", si no ha sido financiada o no se reconoce explícitamente la financiación

HOJA DE RECOGIDA DE DATOS CIENTIMÉTRICOS

Autor:.....

Título de la tesis:.....

.....

Nº de identificación de la tesis (no completar, sólo tiene función de control):

1	Año	
2	Sexo autor	
3	Número directores	
4	Identidad directores	
5	Sexo directores	
6	Institución lectura	
7	Número instituciones	
8	Institución directores	
9	Centro realización	
10	Área conocimiento de directores	
11	Número áreas	
12	Número citas	
13	Cita español	
14	Cita inglés	
15	Cita francés	
16	Citas otras lenguas	
17	Revistas citadas	

18	Revistas españolas	
19	Revistas inglesas	
20	Revistas francesas	
21	Revistas otras lenguas	
22	Revistas citadas 10	
23	Libros citados	
24	Libros españoles	
25	Libros ingleses	
26	Libros franceses	
27	Libros otras lenguas	
28	Otras citas	
29	Media citaciones	
30	Variabilidad cita	
31	Autores citados	
32	Lengua tesis	
33	Número paginas tesis	
34	Número páginas anexos	
35	Financiación	

6.3.3. Instrumento de recogida de datos conceptuales.

A continuación se presenta el instrumento de recogida de datos conceptuales que se ha utilizado en este estudio. Se trata de un instrumento estandarizado recogido del ZDM (*Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*).

La sección de documentación ZDM (F.K., 1999) es un servicio bimensual de extractos (resúmenes) en el campo educativo de las matemáticas que provee un fácil acceso a publicaciones actuales sobre temas como la instrucción matemática, desde el jardín de infancia hasta el nivel universitario, problemas básicos pedagógicos y psicológicos así como matemáticas elementales y sus aplicaciones. La información aquí contenida se extrae de todos los documentos relevantes que se publican en todo el mundo. Esto incluye, artículos de publicaciones periódicas, libros de texto de cualquier índole, multimedia, *software*, tesis, conferencias y programaciones.

La sección de documentación ZDM consiste en dos partes, la sección bibliográfica y la de índice. La parte bibliográfica contiene todos los datos bibliográficos necesarios y los elementos de análisis de contenido de los documentos que se extractan. La descripción bibliográfica de los documentos se realiza de acuerdo con las normas internacionales aplicadas por *Fachinformationszentrum Karlsruhe*.

El esquema de clasificación de ZDM se organiza de la siguiente forma: todas las categorías temáticas están representadas por una anotación de tres dígitos consistente en una letra seguida de dos dígitos. La letra mayúscula determina las distintas clases tales como álgebra, geometría o material de enseñanza y multimedia instruccional. El primer dígito subdivide las clases en subclases especiales. El segundo dígito permite la caracterización del campo educativo en educación primaria, secundaria, etc.

Al igual que en el apartado anterior, en primer lugar aparecen una serie de indicaciones explicativas para su correcta cumplimentación y en segundo lugar se muestra la hoja donde se recogieron los datos:

FICHA TÉCNICA DE LOS CAMPOS A CUMPLIMENTAR EN LA BASE DE DATOS CONCEPTUALES

A continuación se presenta una clasificación de todos los campos existentes en Didáctica de las Matemáticas en ZDM (*Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*).

Cada una de estas categorías temáticas en las que puede enmarcarse la tesis, estará representada por una anotación de dos dígitos: una letra mayúscula, que determina las distintas clases generales y un dígito, que divide las clases en subclases especiales.

Ejemplo: si decimos que una tesis puede clasificarse como G20, estamos indicando que se trata de Geometría y en concreto, geometría informal.

Tras leer la tesis doctoral cumplimente los diversos campos de la hoja de registro siguiendo su orden y atendiendo a las indicaciones anteriormente dadas.

NOTA: una misma tesis podrá clasificarse dentro de varias categorías, pero no incluir nunca en más de seis.

A. **General.**

A 10. Trabajos de comprensión de matemáticas. Libros de referencia, enciclopedias y diccionarios.

* libros de texto, ver U20.
* material para reproducción, ver U90.
* trabajos de comprensión sobre disciplinas especiales, ver cada disciplina.
* tablas matemáticas, ver U70.

A 20. Matemáticas recreativas.

* juegos educativos, ver U60.

A 30. Biografías. Historia de las matemáticas y de la enseñanza de las matemáticas.

* innovación en educación, ver D30.

A 40. Temas sociológicos y políticos. La profesión de enseñar. Carreras de matemáticas, mercado de trabajo.

* aspectos sociológicos del aprendizaje, ver C60.
* educación política en la clase de matemáticas, ver D30.

A 50. Bibliografías. Información y documentación.

A 60. Actas. Informes de conferencias.

A 70. Tesis y tesis postdoctorales.

A 80. Estándares.

A 90. Historias con dibujos. Cómics. Ficción. Juegos.

* matemáticas recreativas, ver A20.
* juegos educativos, ver U60.

B. **Política Educativa y Sistema Educativo.** (Investigación Educativa, Reformas Educativas, Proyectos piloto, Documentos Oficiales, Programas de Estudio).

B 10. Investigación educativa y planificación.

B 20. Educación general.

* Programaciones, ver B70.

B 30. Educación vocacional.

* Programaciones, ver B70.

B 40. Educación superior.

B 50. Formación de profesorado (formación inicial y permanente del profesorado).

B 60. Educación Extraescolar. Educación de adultos y formación complementaria. (Escuelas de verano, trabajo en grupos, competiciones estudiantiles, estudio privado)

B 70. Programaciones, guías curriculares, documentos oficiales.

* evaluación de programaciones en clases piloto, ver D30.

C. Psicología de la Educación Matemática. Investigación en Educación Matemática. Aspectos sociales.

C 10. Trabajos comprensivos e informes.

C 20. Aspectos afectivos (motivación, ansiedad, interés, actitudes, sentimientos. Autoconcepto. Atención. Desarrollo afectivo).

C 30. Procesos cognitivos. Aprendizaje, teorías de aprendizaje (procesos de pensamiento, procesamiento de información, formación de conceptos, resolución de problemas, comprensión. Aprendizaje. Memoria. Percepción. Desarrollo cognitivo).

* concepto de enseñanza, ver E40.

* enseñanza de resolución de problemas, ver D50.

* aprendizaje social, ver C60.

* aprendizaje con textos, ver C50.

* procesos de enseñanza – aprendizaje, ver C70.

C 40. Inteligencia y aptitudes. Personalidad (talento, inteligencia, habilidades y destrezas, creatividad. Conducta. Rasgos de la personalidad, desarrollo de la personalidad).

* dificultades del aprendizaje y errores del estudiante, ver D70.

* control del rendimient, ver D60.

* educación especial, ver C90.

C 50. Lenguaje y comunicación (estilos de lenguaje del alumnado/profesorado. Adquisición del lenguaje. Aprendizaje con textos. Dificultades del lenguaje, multilingüismo, aprendizaje y enseñanza de las matemáticas en una segunda lengua. Competencia comunicativa).

* lenguaje matemático, ver E40.

* legibilidad de los libros de textos, ver U20.

C 60. Aspectos sociológicos del aprendizaje (dinámica de grupos, interacción interpersonal. Aprendizaje social. Roles. Influencias sociales económicas y culturales).

* métodos de enseñanza, ver D40.

* matemáticas y sociedad, ver A40.

C 70. Procesos de enseñanza-aprendizaje. Evaluación de la instrucción (relaciones entre los procesos de enseñanza, p.e.: actitudes del profesorado, métodos de enseñanza - y procesos de aprendizaje - e.g. actitudes del alumnado, logros. Enseñanza efectiva).

* interacción alumnado-profesorado, ver también C50, C60.

* Aprendizaje, ver C30.

* métodos de enseñanza, ver D40.

C 80. Otros aspectos psicológicos (p.e.: teoría sobre los tests, neuropsicología, métodos de investigación en psicología).

C 90. Otros aspectos educacionales (p.e.: educación especial, educación vocacional, teoría curricular, andragogía).

* enseñanza de las matemáticas, ver D.

* multimedia educativa e investigación en multimedia, ver U10.

* educación multimedia, ver U.

D. Educación e Instrucción en Matemáticas.

D 10. Trabajos comprensivos y estudios sobre la formación matemática general y en diferentes niveles y tipos. Estudios comparativos sobre la Educación Matemática en diferentes países.

D 20. Contribuciones teóricas y filosóficas a la didáctica de las matemáticas. Métodos de investigación. Teoría de la educación de las matemáticas.

* historia, ver A30.
* teorías de aprendizaje, ver C40.
* investigación de enseñanza-aprendizaje, ver C70.

D 30. Objetivos de la enseñanza de las matemáticas. Desarrollo curricular (formación matemática. Formación de las habilidades generales mediante la instrucción matemática. Competencias mínimas. Objetivos y contenidos de la formación matemática, también con respecto a las demandas culturales. Impactos de las nuevas tecnologías sobre la instrucción matemática. Innovación y tendencias. Investigación curricular. Interacción con otros temas).

* programaciones y currícula, ver B70.
* historia de la instrucción matemática, ver A30.
* política educativa en la clase de matemáticas, ver A40.
* socialización en la instrucción matemática, ver C60.

D 40. Métodos de enseñanza y técnicas de clase. Preparación de la lección. Principios educacionales (p.e.: la clase, conversación, organización de clase, enfoque de enseñanza, habilidad grupal).

* instrucción programada, ver U50.
* interacciones, ver C50, C60, C70.
* evaluación de la instrucción, ver C70.

* el lenguaje en la instrucción matemática, ver C50.
* preparación para los exámenes, ver D60.
* material didáctico para preparar lecciones, ver U30.
* enseñanza interdisciplinar,ver M10.

D 50. Investigación y resolución de problemas (p.e.: enseñanza de la resolución de problemas y estrategias heurísticas, metodología de la resolución de problemas, clasificación de ejercicios, resolución de problemas en el curriculum).

* aspectos psicológicos de la resolución de problemas, ver C30.
* ver también las teorías sobre tests C80.
* problemas y preguntas de competición, ver U 40.

D 60. Evaluación del alumnado (control de resultados y valoración. Logros matemáticos. Evaluación de los logros del alumnado. Control y medida del conocimiento, habilidades y destrezas. Exámenes, preparación para los exámenes).

* errores del alumnado, ver D70.
* libros de problemas, ver U40.
* habilidades como rasgos de personalidad, ver C40.

D 70 Diagnóstico, análisis y recuperación de las dificultades de aprendizaje, ideas equivocadas y errores del estudiante.

* educación especial, ver C90.
* control de resultados y valoración, ver D60.

D 80. Unidades de enseñanza, documentación y temas de la lección.

E. Fundamentos de las Matemáticas.

E 10. Trabajos comprensivos sobre los fundamentos de las matemáticas y su enseñanza. Metodología de la investigación matemática.

E 20. Metamatemáticas. Aspectos filosóficos y éticos de las matemáticas. Epistemología.

* historia de las matemáticas, ver A30.

E 30 Lógica. Adquisición de las habilidades del razonamiento lógico verbal en la instrucción matemática.

* álgebra de Boole, ver H50.

E 40. Lenguaje matemático. Formalización. Definición. Métodos axiomáticos y axiomática. Adquisición de los conceptos matemáticos.

* aspectos psicológicos de la formación de conceptos, ver C30.

* comunicación verbal, ver C50.

* concepto numérico, ver F20.

* planos y funciones, ver I20.

E 50. Métodos de demostración. Razonamiento y demostración en la clase de matemáticas.

E 60. Conjuntos. Relaciones. Teoría de Conjuntos.

* aplicaciones y funciones, ver I20.

E 70. Varios.

F. Aritmética. Teoría de Números. Cantidades.

F 10. Trabajos comprensivos sobre aritmética y la enseñanza de la aritmética.

F 20. Etapa prenumérica. Concepto de número, contar.

F 30. Números naturales y operaciones con números naturales. Valor posicional. Lápiz y papel aritmético, aritmética mental.

* Estimaciones, ver N20.

* representaciones de los números (matemáticas numéricas), ver N20.

F 40. Enteros. Números racionales. Operaciones aritméticas con enteros, fracciones y decimales. Extensiones del ámbito numérico.

F 50. Números reales, potencias y raíces. Operaciones aritméticas con números reales, potencias y raíces. Números complejos.

F 60. Teoría de números.

F 70. Medidas y unidades (concepto de cantidad, operaciones con medidas y unidades especificas).

* áreas, volúmenes, ver G30.

F 80. Razón y proporción. Regla de tres. Porcentajes y cálculo del interés. Problemas de mezclas (p.e.: cantidades proporcionales, cantidades inversamente proporcionales).

* las matemáticas en la formación vocacional, ver M20.

F 90. Matemáticas prácticas, resolución de problemas reales (p.e. problemas de la vida real)

* modelización y aplicaciones matemáticas, ver M.

* enseñanza de resolución de problemas D50.

* comprensión lingüística de problemas de enunciado verbal, ver C50.

G. Geometría.

G 10. Textos comprensivos de geometría y de la enseñanza de geometría.

G 20. Geometría informal (orientación espacial. Figuras geométricas básicas)

* etapa prenumérica, F20.

G 30. Areas y volúmenes. (Longitudes y áreas, volúmenes y áreas de superficies).

* cantidades y unidades, ver también F70.

* problemas verbales, ver F90.

G 40. Geometría sólida y del plano. Geometría en espacios multidimensionales.

* transformaciones geométricas, ver G50.

G 50. Transformaciones geométricas (Isometrías, semejanzas).

G 60. Trigonometría esférica.

G 70. Geometría analítica. Algebra vectorial.

G 80. Geometría descriptiva.

* dibujo técnico, ver M20.

* cartografía, ver M50.

G 90. Varios (E.g.: conjuntos convexos, embalajes, cubiertas, geometrías no euclideas, geometrías finitas).

* Fractales, ver I90.

H. Álgebra.

* métodos numéricos en álgebra, ver N30.

H 10. Trabajos comprensivos sobre álgebra y su enseñanza.

H 20. Algebra elemental (Variables, manipulación de expresiones. Teorema binomial. Polinomios. Sumas finitas.

* teoría de ecuaciones, ver H30.

H 30. Teoría de ecuaciones e inecuaciones.

* variables, términos, ver H20.

H 40. Operaciones. Grupos, anillos, cuerpos.

* reglas de computación, ver H30.

H 50. Estructuras algebraicas ordenadas. Retículos. Algebra de Boole.

* lógica proposicional, ver E30.

H 60. Algebra lineal. Algebra multilineal. (Espacios vectoriales, gráficos lineales, matrices, determinantes, teoría de las ecuaciones).

* álgebra vectorial, ver G70.

H 70. Varios (p.e.: topología algebraica, geometría algebraica).

I. Análisis.

* análisis numérico, ver N40.

I 10. Trabajos comprensivos sobre cálculo y su enseñanza.

I 20. Aplicaciones y funciones. Propiedades elementales de las funciones. Funciones especiales (Concepto de función, representación de funciones, gráficas de funciones. Funciones de una variable real. Monotonía, continuidad, límites).

* sucesiones, ver I30.

* polinomios, ver H20.

I 30. Sucesiones, series, series de potencias. Convergencia, sumabilidad (productos infinitos, integrales).

I 40. Cálculo diferencial (p.e.: dibujo de curvas, problemas de extremos).

I 50. Cálculo integral. Teoría de la medida, (Integrales de diferentes tipos. p.e. aplicaciones sobre cuerpos de revolución).

I 60. Funciones de varias variables. Geometría diferencial.

I 70. Ecuaciones funcionales (Definición de funciones. Ecuaciones en diferencias, ecuaciones integrales).

I 80. Funciones de variable compleja, aplicaciones conformes.

* números complejos, ver F50.

I 90. Varios (p.e.: análisis funcional, topología conjuntista, teoría de catástrofes, análisis no estándar, fractales, teoría del caos).

K. Combinatoria y Teoría de Grafos. Estadística y Probabilidad.

K 10. Trabajos de comprensión sobre procesos estocásticos y su enseñanza.

K 20. Combinatoria (Teoría de la combinatoria clásica, configuraciones, cuadrados latinos).

* teselaciones y empaquetamientos, ver G90.

K 30. Teoría de grafos.

* matemáticas discretas, ver N70.
* geometrías finitas, ver G90.

K 40. Estadística descriptiva, manejo de datos estadísticos, métodos gráficos de representación de datos, análisis de datos.

K 50. Concepto de probabilidad y teoría de la probabilidad.

K 60. Distribuciónes de la probabilidad, procesos estocásticos, límites.

K 70. Inferencia estadística (métodos, métodos no paramétricos, robustez, enfoque Bayesiano, metodología y fundamentos).

K 80 Análisis de correlación y regresión. Estadística multivariante (discriminación, análisis de agrupamientos, análisis factorial).

K 90. Estadística aplicada (p.e.: simulación, teoría de decisión, fiabilidad, control de calidad).

M. Modelos Matemáticos, Matemáticas Aplicadas.

M 10. Matematización, su naturaleza y su uso en educación. Interdisciplinariedad. Trabajo comprensivo sobre aplicaciones de matemáticas.

* probabilidad y estadísticas, ver K.
* métodos numéricos, ver N.
* interacciones con otros temas, ver D30.

M 20. Las matemáticas en la formación vocacional y en las carreras educativas.

* ver también F80, F90.

M 30. Matemáticas financieras. Matemáticas de seguros.

M 40. Investigación de operaciones, económicas.

* programación matemática, ver N60.

M 50. Física. Astronomía. Tecnología. Ingeniería. Ciencias de la computación. Ciencias de la Tierra.

M 60. Biología. Química. Medicina. Farmacia.

M 70. Ciencias de la conducta. Ciencias sociales. Educación.

M 80. Arte. Música. Lenguaje. Arquitectura.

M 90. Varios (p.e.: deportes)

N. Matemáticas Numéricas. Matemáticas Discretas. Software Matemático.

N 10. Trabajos comprensivos sobre matemáticas numéricas y su instrucción.

N 20. Representación de números, redondeo y estimación. Teoría de errores y cómputo con valores aproximados. Condicionantes.

N 30. Algebra numérica (métodos de iteración para la solución ecuaciones no-lineales

y sistemas de ecuaciones lineales y no lineales, álgebra numérica lineal).

N 40. Análisis numérico (soluciones numéricas de las ecuaciones diferenciales e integrales, integración numérica y diferenciación).

N 50. Aproximación. Interpolación, extrapolación.

N 60. Programación matemática.

* investigación operacional, ver M40.

N 70. Matemáticas discretas (métodos finitos en varios campos matemáticos, especialmente usados como fundamentación teórica en otras disciplinas).

* combinatoria, ver K20.

* teoría de grafos, ver K30.

* geometrías finitas, ver G90.

* ecuaciones en diferencia, ver I70.

N 80. *Software* Matemático. Colecciones de programas de ordenador

* *software* para disciplinas especiales ver cada disciplina.

* el ordenador como un medio de enseñanza, ver U70.

N 90. Varios (p.e.: matemáticas experimentales).

U. Materiales educativos y Multimedia. Tecnología en educación.

U 10. Trabajos comprensivos sobre materiales instruccionales, tecnología educativa e investigación de medios.

U 20. Libros de texto. Análisis de los libros de texto, su desarrollo y evaluación. El uso del libro de texto en clase.

* textos para disciplinas especiales, ver cada disciplina.

* aprendizaje con textos, ver C50.

U 30. Manuales para el profesorado y planificación de ayudas (libros para el profesorado, libros de soluciones, ayudas para la enseñanza).

* comentarios sobre programaciones y decretos, ver B70.

* preparación de lecciones, ver D40.

* borrador de lecciones y unidades de enseñanza, ver D80.

U 40. Libros de problemas, preguntas de competiciones y exámenes.

* competiciones de estudiantes, ver B60.

* preparación de exámenes y control de resultados, ver D60.

* enseñanza de resolución de problemas, ver D50.

U 50. Instrucción programada, enseñanza asistida por ordenador (CAI, sistemas tutoriales inteligentes, diseños de cursos).

* *software* educativo, ver U70.

U 60. Materiales manipulativos y su uso en el aula. (Visualizaciones, ayudas para la enseñanza, modelos, juegos educativos, hojas de trabajo, enseñanza en los laboratorios).

* juegos, ver A90.

U 70. Herramientas tecnológicas (ordenadores, calculadoras, software, instrumentos matemáticos etc.). Comentarios sobre su uso instruccional.

* *software* matemático, ver N80.

* colecciones de programas de ordenador, ver N80.

U 80. Medios audiovisuales y su uso en la educación (transparencias, películas, emisiones y televisión).

U 90. Varios. (Publicaciones de los estudiantes, materiales reproducción, exposiciones matemáticas).

* libros de referencia, ver A10.

T. Descriptores de Teseo.

Se nombrarán cada uno de los descriptores tal y como aparecen en la base de datos de Teseo.

HOJA DE RECOGIDA DE DATOS CONCEPTUALES

Autor:.....

Título de la tesis:.....

.....

Nº de identificación de la tesis (no completar, sólo tiene función de control):

Nº	CAMPO	DATOS
A	General	
B	Política Educativa y Sistema Educativo.	
C	Psicología de la Educación Matemática. Investigación en Educación Matemática. Aspectos Sociales.	
D	Educación e Instrucción en Matemáticas.	
E	Fundamentos de las Matemáticas.	

F	Aritmética. Teoría de Números. Cantidades.	
G	Geometría.	
H	Álgebra	
I	Análisis.	
K	Combinatoria y Teoría de Grafos. Estadística y Probabilidad.	
M	Modelos Matemáticos, Matemáticas Aplicadas.	

N	Matemáticas Numéricas. Matemáticas Discretas. Software Matemático.	
U	Materiales educativos y Multimedia. Tecnología en educación.	
T	Descriptores de Teseo	

6.3.4. Instrumento de recogida de datos metodológicos.

Estas variables corresponden a las cinco fases que se ajustan a la elaboración de cualquier tesis doctoral, es decir, la ubicación de la investigación, definición del problema de investigación, diseño y trabajo de campo, tratamiento y análisis de los datos y por último la evaluación de los resultados.

El instrumento de recogida de datos lo constituye una ficha que recoge información sobre 41 variables. En esta ficha se registran cuestiones referidas al paradigma-enfoque metodológico, teoría, cuestión de investigación o problema, objetivo general, objetivos específicos, etc.

A continuación se presenta una explicación de cada una de las variables del instrumento metodológico:

Variable 1: Paradigmas - Enfoques metodológicos.

En el campo de la investigación educativa, son numerosos los autores que se identifican con los enfoques clásicos positivista e interpretativo. Sin embargo, no podemos olvidar el enfoque crítico como respuesta a las tradiciones anteriores que progresivamente va ocupando un lugar destacado dentro de la investigación educativa.

El énfasis otorgado durante años a estos enfoques ha evidenciado las limitaciones intrínsecas de sus principios para comprender todos y cada uno de los hechos educacionales desde un único enfoque; de ahí que en los últimos años estemos asistiendo al nacimiento de un nuevo paradigma o enfoque que aboga por una complementariedad metodológica porque hay facetas de la investigación educativa que han sido ignoradas. Para Shulman (1984), se está preparando una nueva generación de estudiosos que son verdaderos metodólogos de la investigación, es decir, que son capaces de utilizar enfoques alternativos para afrontar problemas tal como están formulados, a diferencia de los metodólogos ortodoxos de una generación atrás. Estamos hablando de un nuevo paradigma que se caracteriza por la coexistencia de los tres enfoques anteriores siendo esta coexistencia la característica más sobresaliente que define la situación actual de la investigación educativa. A este paradigma se le conoce

con diferentes términos como por ejemplo mixto, emergente, múltiple, complementarista, ecléctico, etc.

Ante esta situación nuestro instrumento de recogida de datos presenta tres posibilidades con las que los autores se han de identificar. En primer lugar, el paradigma positivista, interpretativo y crítico para aquellos campos de estudio que se identifican con métodos estrictamente definidos. En segundo lugar, un enfoque mixto para aquellos que abogan o utilizan una complementariedad metodológica y no se identifican de una forma definitiva con ninguno de los anteriores. Y en tercer lugar, se incluyó la alternativa "no lo indica" para aquellos estudios donde no ha sido posible ni identificar, ni inferir con consistencia el enfoque metodológico al cual se adscriben los autores de las tesis.

De este modo, presentamos a continuación las categorías fundamentales de la variable "paradigmas-enfoques metodológicos utilizados":

Paradigma nomotético: También denominado paradigma positivista, cuantitativo, empírico-analítico, racionalista, etc. El positivismo es una escuela filosófica que defiende determinados supuestos sobre la concepción del mundo y el modo de conocerlo. En el ámbito educativo su aspiración básica es descubrir las leyes por las que se rigen los fenómenos educativos y elaborar teorías científicas que guíen la acción educativa.

Como señala Popkewitz (1988), este enfoque se puede configurar a partir de cinco supuestos interrelacionados: a) La teoría ha de ser universal, no vinculada a un contexto específico ni a las circunstancias en las que se formulan las generalizaciones; b) Los enunciados científicos son independientes de los fines y valores de los individuos; c) El mundo social existe como un sistema de variables; d) La importancia de definir operativamente las variables y de que las medidas sean fiables; e) La importancia de la estadística como instrumento de análisis e interpretación de datos.

Este paradigma lleva asociado el peligro de reduccionismo al aplicarse al ámbito educativo. Si bien permite satisfacer ciertos criterios de rigor metodológico, sacrifica el estudio de otras dimensiones sustantivas del hecho educativo como realidad humana, sociocultural e incluso política e ideológica.

Paradigma interpretativo: También denominado paradigma cualitativo, fenomenológico, naturalista, humanista o etnográfico, engloba un conjunto de corrientes humanísticos-interpretativas cuyo interés se centra en el estudio de los significados de las acciones humanas y de la vida social (Erickson, 1989). Esta perspectiva pretende sustituir las nociones científicas de explicación, predicción y control del paradigma positivista por las nociones de comprensión, significado e intuición (*insight*). La perspectiva interpretativa penetra en el mundo de lo personal de los sujetos (cómo interpretan las situaciones, qué significan para ellos, qué intenciones tienen). Busca la objetividad en el ámbito de los significados utilizando como criterio de evidencia el acuerdo intersubjetivo en el contexto educativo.

Los investigadores de orientación interpretativa se centran en la descripción y comprensión de lo que es único y particular del sujeto más que en lo generalizable; pretenden desarrollar conocimiento ideográfico y aceptan que la realidad es dinámica, múltiple y holística, a la vez que cuestionan la existencia de una realidad externa y valiosa para ser analizada. Enfatizan la compresión interpretación de la realidad educativa desde los significados de las personas implicadas en los contextos educativos y estudia sus creencias, intenciones, motivaciones y otras características del proceso educativo no observables directamente ni susceptibles de experimentación.

Paradigma sociocrítico: Bajo esta denominación se agrupan una familia de enfoques de investigación que surgen como respuesta a las tradiciones positivista e interpretativa y pretenden superar el reduccionismo de la primera y el conservadurismo de la segunda, admitiendo la posibilidad de una ciencia social que no sea ni puramente empírica ni sólo interpretativa (Foster, 1980).

El paradigma crítico introduce la ideología de forma explícita y la autorreflexión crítica en los procesos de conocimiento. Esta perspectiva tiene como objetivo el análisis de las transformaciones sociales y dar respuesta a determinados problemas generados por éstas. Algunos de sus principios son: a) Conocer y comprender la realidad como praxis; b) Unir teoría y práctica: Conocimiento, acción y valores; c) Orientar el conocimiento a emancipar y liberar al hombre, y d) Implicar al docente a partir de la autorreflexión (Popkewitz, 1988, p. 75).

Desde este paradigma se cuestiona la supuesta neutralidad de la ciencia, y por ende de la investigación, a la que atribuye un carácter emancipador y de transformación de las organizaciones y procesos educativos. El grupo asume la responsabilidad de la investigación y propicia la reflexión y crítica de los intereses, interrelaciones y prácticas educativas. En las dimensiones conceptual y metodológica existen similitudes con el paradigma interpretativo, al que añade un componente ideológico con el fin de transformar la realidad además de describirla y comprenderla.

Paradigma mixto o complementarista: Cada uno de los tres paradigmas anteriores presenta limitaciones. Esto ha provocado lo que podría ser la emergencia de uno nuevo al que algunos autores denominan "paradigma para el cambio" (De Miguel, 1988). Se caracteriza por la utilización de los tres anteriores. Se asume la posibilidad de llegar a una síntesis dialéctica entre métodos cuantitativos y cualitativos, considerándolos no como opuestos sino como complementarios. Propugnan la necesidad de no limitarse a explicar y comprender el fenómeno educativo, sino que además debe introducir cambios encaminados a mejorar el sistema. Centra su objetivo en la aplicación de los conocimientos para transformar la realidad. Se le denomina paradigma emergente (Schwartz y Ogilvy, 1979; Guba, 1985), en el sentido de que está en proceso de consolidación. Por esto es pronto todavía para hacer valoraciones sobre el mismo, ya que sus características no acaban de estar perfiladas. También es conocido como enfoque multiplista, ecléctico, complementarista, etc.

Variable 2: Teoría.

La idea que subyace tras esta cuestión es tratar de identificar las principales corrientes conceptuales y epistemológicas para las que trabajan los autores según manifiestan las tesis. Resulta importante conocer estas teorías de cara a comprender como las investigaciones enfocan los problemas educativos-didácticos y su forma de abordarlos.

El instrumento de recogida de datos, en lo relativo a esta variable, presenta once categorías donde posteriormente adscribiremos las diferentes teorías desde o para la cual dicen trabajar los autores de las tesis.

Constructivismo: El constructivismo es una corriente epistemológica que asume que el conocimiento es construido socialmente por las personas en interacción con la realidad. Frente al concepto clave de maduración del congnitivismo, el constructivismo propone el de la interacción, para enfatizar que todo aprendizaje es de naturaleza esencialmente social.

Cognitivismo: La teoría cognoscitiva tiene como objetivo identificar los procesos cognitivos que intervienen en la realización de las tareas cognitivas. Piaget considera que el aprendizaje debe de estar relacionado con el desarrollo cognitivo del sujeto. Esta capacidad cognitiva del niño va a venir determinada por el número de esquemas que posea y el desarrollo de éstos. Esta cantidad de esquemas y la capacidad de organizarlos va a ir cambiando en función del estadio donde el niño se encuentre. Se pone el énfasis en los aspectos dinámicos de los comportamientos inteligentes, y se intentan comprender las capacidades humanas en términos de los mecanismos mentales básicos que subyacen en la conducta inteligente (Sternberg, 1985), pretendiendo más dar explicaciones de las diferencias individuales que medirlas.

Procesamiento de la Información: Las teorías del procesamiento de la información sostienen ya desde sus orígenes el carácter limitado del sistema humano de procesamiento de información. El procesamiento de la información se realiza en un almacén de corto plazo o memoria operativa en el que número de elementos al que el sujeto puede prestar atención al mismo tiempo está limitado. La cuestión consiste en si esta capacidad estructural de procesamiento crece con la edad y, por tanto, permite explicar al menos parcialmente las diferencias cognitivas entre los niños pequeños y los mayores o los adultos. El objetivo del procesamiento de la información es el descubrimiento de la estructura y procesos internos del sistema, que son los responsables del modo en que el sistema se comporta. El establecimiento de relaciones funcionales entre situaciones y conductas observables es el medio principal de que se dispone para ello.

Asociacionismo: Se puede decir que el asociacionismo construyó una cosmovisión de la conducta humana basada casi completamente en tres términos: el estímulo, la respuesta y la asociación entre los dos. Los actos observables de la conducta es el objeto legítimo, sólo se atienen a la conducta de los seres estudiados, de manera objetiva y sin relacionarla con el alma, vivencia, conciencia. Deja a un lado los

comportamientos ligados a lo mental como percepción, pensamiento... así como el lenguaje.

Teoría de la Gestalt: El estudio de los factores relacionados con el agrupamiento y la segmentación, es decir, el estudio de cómo determinamos "qué va con que" fue iniciado por los psicólogos de la "Psicología de la *Gestalt*", siendo *Gestalt* una palabra alemana cuya traducción al castellano es "forma". Su mayor influencia dentro del campo de la educación fue el considerar que se debe desarrollar una enseñanza globalizada sobre todo en lo referente a escritura y lectura. Parte de tres principios: a) Principio fenomenológico: los procesos psicológicos no están formados por elementos yuxtapuestos sino por totalidades organizadas; b) Principio funcional: las propiedades y funciones de esas totalidades no son reductibles a las funciones y propiedades de los elementos que la componen (el todo es más que la suma de las partes); c) Principio genético: los acontecimientos y los hechos se perciben de forma global para posteriormente ir especificándose o diferenciándose (percibimos globalidades y no en pequeños detalles.)

Teorías Etnográfica: La etnografía se interesa por describir y analizar culturas y comunidades para explicar las creencias y prácticas del grupo investigado, con el objeto de descubrir los patrones o regularidades que surgen de la complejidad. La aplicación de la etnografía a temas educativos se utiliza para comprender las formas de vida de los grupos y su cultura, así como los aspectos particulares de las mismas. En educación, en tanto sistema que alberga distintas culturas y se fundamenta en la transmisión de culturas, este enfoque resulta esencial en numerosos trabajos de investigación sobre grupos o culturas que conviven o coexisten en los centros educativos. En las aulas muy frecuentemente conviven niños procedentes de distintas culturas o grupos culturales. Conocer y comprender las culturas de los mismos y los procedimientos más correctos para una convivencia rica, resulta esencial para las orientaciones pedagógicas. También los profesores constituyen grupos de culturas específicas que han de dialogar con otras culturas de padres y alumnos.

Teorías Didácticas: Las teorías didácticas son aquellas teorías que explican los procesos de enseñanza-aprendizaje. Entre los teóricos científicos parece existir consenso en que la educación no es una actividad teórica explicativa al modo como la conciben las Ciencias Naturales o empíricas, sino más bien la entienden como expresa Carr

(1990, p. 46), como una: "*actividad práctica que tiene que ver con la tarea general de desarrollar las mentes de los alumnos mediante procesos de enseñar-aprender*". Sin embargo, para este autor no sólo no existe separación entre teoría y práctica sino que ambas son *"mutuamente constitutivas y se relacionan dialécticamente"* (Carr, 1990, p. 46) y la razón clave de que teoría y práctica no sean cuestiones separadas está en que "las ideas acerca de la teoría educativa son siempre ideas acerca de la naturaleza práctica docente y siempre incorporan una concepción latente de cómo en la práctica docente debería utilizarse la teoría (...) por tanto, no existen teorías de la teoría y teorías de la práctica y aún otras teorías acerca de la relación entre ambas. Todas las teorías educativas son teorías de la teorías y de la práctica". Si admitimos estas afirmaciones, la teoría y la práctica docente se entienden como una actividad intencionada, socializada, comprometida y realizada de forma consciente.

Teorías de la Historia: La historiografía pedagógica tradicional se insertaba en el ámbito de las ciencias de la educación y se le atribuían funciones formativas en la preparación profesional de los docentes. En la actualidad, la historia de la educación, con independencia de que pueda seguir siendo funcional en orden de capacitación de los profesores, adopta un estatuto epistemológico análogo al que pueden tener otras historias especializadas, como las del derecho, la medicina o la física. El giro teórico que se ha operado en la actual historiografía ha ido acompañado, por otro lado, de una progresiva aproximación de la investigación histórica a las ciencias humanas y sociales. Existe una interdependencia de la nueva historia con la economía, la sociología, la psicología social, la lingüística, la antropología y otras ciencias del conjunto humano-social (Escolano, 1997). Otra cuestión sería la pretensión de algunos de distinguir entre el método histórico y el método científico. Aunque para Best (1972) "*la investigación histórica es la aplicación del método científico de investigación a los problemas históricos*".

Personalismo: Mounier, Lacroix, Nédoncelle, Ricoeur, Buber, Levinas..., pero también Max Scheler, Maurice Blondel, Paul Landsberg, son algunos de los nombres relacionados con el personalismo, cómoda designación colectiva para doctrinas distintas pero que comparten cierta perspectiva común sobre el ser humano y las realidades que lo envuelven. En términos generales, el personalismo es una actitud filosófica que se funda en la consideración de la persona como valor absoluto. Sin embargo, sus contornos son imprecisos. No se trata de un sistema exhaustivo y cerrado; es más bien

una inspiración, una concepción dinámica de la realidad que encuentra en el acontecimiento histórico su interlocutor principal.

La revolución que se gesta y se defiende es, por tanto, personalista y comunitaria a un mismo tiempo. Su principal órgano de expresión es la revista *"Esprit"*, fundada por Enmanuel Mounier en el año 1932. Desde entonces hasta nuestros días, sus páginas reflejan la perspectiva personalista de todo cuanto acontece: los problemas sociales, políticos, jurídicos, económicos y culturales; mayo del 68, sindicalismo, feminismo, problema colonial, situación del cristianismo; la familia, la educación, la guerra, la propiedad, el Estado, etc. Para el personalismo, es necesario afrontar de lleno nuestra responsabilidad desde una reflexión crítica y constructiva del hombre y sus estructuras.

Otras, indíquese cuales: Con esta opción dejamos el campo abierto para aquellas otras teorías que no han sido recogidas en esta investigación pero que si pueden tener cabida en otras investigaciones.

No lo indica: Para aquellos estudios donde el autor no ha manifestado de forma explícita la teoría o teorías desde o para la que trabaja.

Variable 3: Cuestión de investigación o problema.

El planteamiento del problema consiste en una interrogación a la cual se intentará responder mediante la investigación. El problema surge, principalmente, por una laguna en el conocimiento, por aparente contradicción en investigaciones anteriores, o por la observación de un fenómeno nuevo (McGuigan, 1977).

Para que un problema pueda ser objeto de estudio científico debe satisfacer una serie de condiciones. Kerlinger (1981), las resume en estas tres: 1) Ha de expresar una relación entre dos o más variables; 2) El planteamiento debe ser claro, sin ambigüedades, y a ser posible en forma de pregunta; 3) Debe permitir verificación empírica.

Para descubrir fuentes de problemas susceptibles de investigación científica se puede recurrir a la bibliografía especializada, introducirse en los ambientes científicos de la especialidad elegida, consultar con investigadores, etc.

Para Colás y Buendía (1994) el planteamiento del problema debe responder a tres criterios básicos: a) Claridad: Cualquier persona que lea el problema debe entender a qué cuestiones se pretende responder con la investigación; b) Concisión: Formulación clara y concisa del problema. En esta labor juega un papel importante la lectura de trabajos previos sobre el tema, que facilitan la aclaración de términos y el dominio del lenguaje técnico; c) Operatividad: El planteamiento operacional consiste especificar no sólo el fenómeno, sino en qué unidades van a ser medidos cada uno de esos elementos. Un pequeño cambio en el problema puede variar todo el proceso de investigación, por lo que consideramos necesaria la formulación interrogativa y de la manera más clara y concisa posible.

Una vez definido lo que se entiende por cuestión de investigación o problema presentamos las dos alternativas posibles que recoge nuestro instrumento de recogida de datos para esta investigación: 1) SI, si enuncia explícitamente un problema de investigación o una cuestión de investigación; 2) NO, cuando no se enuncia de forma explícita.

Variable 4: Exposición de objetivos generales.

Definir un objetivo es formular un propósito, y con él se pretende indicar cuáles son nuestras intenciones respecto a lo que vamos a hacer en un proceso determinado. Para Zabalza (1987), la idea de los objetivos es clarificar un proceso "iluminarlo" haciendo explícito lo que se desea hacer, el tipo de situaciones formativas que se pretende crear, el tipo de resultados a los que se pretende llegar. Lo fundamental es que los objetivos sirvan para lo que deben servir "ser una ayuda para desarrollar con mayor calidad y eficacia el proceso a seguir".

Buendía *et. al.* (1998) identifican al objetivo general por su carácter más global y viene a expresar qué es lo que va a hacer el investigador. Los objetivos son las metas últimas en la solución del problema planteado. Son generalizaciones amplias que el autor plantea como respuesta a su problema de investigación. El número de objetivos deber ser los suficientemente limitado como para poder dar respuesta a todos y cada uno de los interrogantes planteados en el problema.

Nuestro instrumento de recogida de datos, respecto a esta variable presenta dos opciones posibles: 1) SI, si enuncia explícitamente un objetivo general o más de uno; 2) NO, cuando no los enuncia de forma explícita.

Variable 5: Exposición de objetivos específicos.

A diferencia del objetivo general, el objetivo específico hace referencia a algo más concreto y determinado. Buendía *et. al.* (1998), nos define el objetivo específico como aquel objetivo que concretiza más las tareas a realizar por el investigador.

Del mismo modo que en la variable anterior, nuestro instrumento de recogida de datos, presenta dos alternativas posibles de elección: 1) SI, si se enuncia explícitamente un objetivo específico o más de uno; 2) NO, cuando no los enuncia de forma explícita.

Variable 6: Hipótesis.

Por hipótesis podemos entender cualquier predicción o conjetura que el investigador propone como respuesta provisional a su problema de investigación. En un experimento las hipótesis se convierten en la guía o el hilo conductor de la investigación y su finalidad será ayudar a descubrir la relación causal entre las variables (Buendía *et. al.*, 1998).

La formulación de hipótesis debe satisfacer una serie de criterios que, siguiendo a McGuigan (1977) y Bunge (1981), se pueden resumir en: a) Debe ser comprobable o empíricamente demostrable; b) Debe estar en armonía con el marco teórico y con otras hipótesis del campo de investigación, y por tanto fundada en conocimientos previos; c) Debe cumplir el principio de "parsimonia", es decir, entre dos hipótesis igualmente probables debe elegirse la más sencilla; d) Debe responder al problema, o ser aplicable a él; e) Deber tener simplicidad lógica; f) Debe expresarse en forma cuantitativa, o debe ser susceptible de cuantificación; g) Debe tener un gran número de consecuencias.

Nuestro instrumento de recogida de datos, presenta dos alternativas posibles para recoger si el autor manifiesta de forma explícita o no la hipótesis: 1) SI, si señala explícitamente las hipótesis que enuncia; 2) NO, si no los enuncia de forma explícita.

Variable 7: Metodología.

La metodología es una dimensión importante dentro del proceso de investigación. La naturaleza del problema y los objetivos planteados en el estudio van a ser los aspectos que condicionen la elección de la misma, por ello, resulta de gran utilidad que el investigador conozca las distintas posibilidades metodológicas existentes para hacer un uso óptimo de ellas.

En palabras de Bisquerra (1989), "*la metodología es la descripción y análisis de los métodos. La metodología de investigación se refiere, por tanto, al estudio de los métodos de investigación*" (p. 55). En el proceso de investigación científica caben diversas metodologías, y atendiendo a la naturaleza de los datos destacamos las siguientes:

La *metodología cuantitativa* admite la posibilidad de aplicar a las Ciencias sociales el método de investigación de las Ciencias Físico-Naturales. Concibe el objeto de estudio como "externo" en un intento de lograr la máxima objetividad. Su concepción de la realidad social coincide con la perspectiva positivista. Es una investigación normativa, cuyo objetivo está en conseguir leyes generales referidas al grupo. De igual modo se trata de una investigación nomotética. Son ejemplos de este tipo de metodologías los métodos experimentales, cuasiexperimentales, correlacionales, encuestas, etc. En la recogida de datos se suelen aplicar tests, pruebas objetivas y otros instrumentos de medida sistemática. Destaca como característica relevante la aplicación de la estadística en el análisis de datos.

La *metodología cualitativa* es propia de una investigación "desde dentro", que supone una preponderancia de lo individual y subjetivo. Su concepción de la realidad social entra en la perspectiva humanística. Es una investigación interpretativa, referida al individuo, a lo particular. Por lo tanto de carácter ideográfico. Son ejemplos la etnografía, etnometodología, investigación ecológica, investigación naturalista, observación participante, triangulación, entrevista en profundidad, estudio de casos, relatos de vida, biografía, etc.

La *metodología mixta* hace referencia a la utilización de forma conjunta de las dos metodologías anteriores. Es adecuado beneficiarse de lo mejor de ambas a través de su integración. Por lo tanto, la metodología cualitativa y la metodología cuantitativa son distintas pero no incompatibles, aunque partan de supuestos epistemológicos distintos.

Comentadas de forma breve estas concepciones metodológicas presentamos las alternativas que ofrece nuestro instrumento de recogida de datos con respecto a esta cuestión: 1) Q, si única o predominantemente cuantitativa; 2) C, si única o predominantemente cualitativa; 3) M, sí utiliza ambas; 4) No lo indica, (si el autor no expresa de forma explícita la metodología utilizada).

Variable 8: Realiza revisión bibliográfica.

Una vez formulado el problema de investigación, el paso siguiente es la revisión bibliográfica. Buendía y Colás (1994), entienden por revisión bibliográfica la revisión de aquellos estudios anteriores sobre el tema a investigar, para aclarar conceptos sobre los que se pretende indagar o conseguir ideas con el objetivo de plantear las cuestiones de interés en nuevas situaciones, con nuevos sujetos y nuevos datos. El no realizar una adecuada revisión de la literatura hace que numerosas investigaciones presenten deficiencias bien porque la han omitido bien porque la han realizado de un modo muy superficial.

Para Fox (1981, p.141), el examen de la bibliografía suministra: "a) El marco de referencia conceptual; b) La comprensión del estado de la cuestión; c) Indicaciones y sugerencias para el enfoque, el método y la instrumentación para el análisis de datos; d) Una estimación de las probabilidades de éxito, de la significación y de la utilidad de los resultados; e) Información específica necesaria para formular definiciones, supuestos, limitaciones y básicamente las hipótesis".

Nuestro instrumento de recogida de datos presenta dos alternativas para recoger si los autores de las tesis que forman la muestra realizan o no revisión bibliográfica: 1) **SI**, si realiza tal revisión; 2) NO, si no las recoge.

Variable 9: Recoge referencias bibliográficas.

Las referencias bibliográficas hacen alusión a aquellos datos técnicos necesarios para la perfecta identificación de las citas. No existe un único modo de referenciar las citas pero cualquiera que sea el método adoptado, su presentación ha de ser uniforme y coherente en un mismo estudio o en una misma lista. En este estudio, se ha seguido la normativa de la American Psychologycal Association (APA, 1994) contenida en la cuarta edición del manual de publicación para la redacción de informes largos de investigación, tanto en el texto como en las referencias bibliográficas.

De Gabriel (1997), señala que las obras incluidas en la bibliografía deben reunir dos requisitos: que sean relevantes para el tema abordado y que hayan sido efectivamente consultadas, aunque no se citen expresamente en el cuerpo del texto. Por lo tanto, en las referencias bibliográficas se recogerán todas aquellas obras (libros, revistas, actas de congresos, tesis doctorales, etc.) que el investigador ha utilizado para la realización de su trabajo y que le sirven de apoyo y guía.

Al igual que en la variable referencias bibliográficas, nuestro instrumento de recogida de datos presenta dos opciones para registrar si los autores de las tesis recogen o no referencias bibliográficas: 1) SI, si recoge referencias bibliográficas; 2) NO, si no las recoge.

Variable 10: Definición de términos clave

Los términos clave hacen referencia a aquellos conceptos más importantes que el autor utiliza en su investigación y que ha de explicar para determinar el sentido que tienen para él. Para Buendía *et. al.* (1998), es un error por parte del autor dar por supuesto que el lector conoce el sentido que le da a todos los términos más importantes de la investigación. Es muy clarificador que el autor ofrezca las definiciones conceptuales y operativas de los términos más importantes de su investigación.

Nuestro instrumento de recogida de datos recoge la variable de términos clave a través de dos alternativas: 1) SI, si se definen los términos clave; 2) NO, si no se definen.

Variable 11: Instrumentos de recogida de datos.

Los instrumentos de recogida de datos pueden adoptar diversas formas, de acuerdo con las distintos enfoques metodológicos existentes.

Es requisito del investigador seleccionar o elaborar los instrumentos más acorde con su problema de investigación. Los instrumentos deben ser indicadores de las variables que se pretenden estudiar con el fin de registrar las observaciones o facilitar el tratamiento posterior de los datos.

Nuestro instrumento de recogida de datos recoge esta variable a través de dos alternativas: 1) SI, se explicita el uso de instrumentos de recogida de datos; 2) NO, si no se explicita su uso.

Variable 12: Instrumentos específicos.

Como se ha comentado en la variable anterior, los instrumentos de recogida de datos pueden adoptar diversas formas (tests, cuestionarios, escalas de observación, etc.) y su uso dependerá de las necesidades de la investigación. Cada instrumento posee inconvenientes y ventajas, por ello el investigador deberá elegir los más adecuados para los objetivos de su investigación.

El instrumento de recogida de datos, en lo relativo a esta variable, presenta once categorías donde posteriormente adscribiremos los diferentes tipos de instrumentos que utilizan los autores de las tesis para su investigación:

Cuestionario: Con el cuestionario se pretende conocer lo que piensan, hacen u opinan los encuestados, mediante preguntas realizadas por escrito y que pueden ser respondidas sin la presencia del encuestador. Hay varios tipos de cuestionarios: a) Los aplicados en la medición y diagnóstico psicopedagógico; b) Los utilizados en la recogida de datos en las encuestas.

Documentos: Este instrumento abarca registros, actas, guías curriculares, en definitiva, documentos oficiales (externos o internos), documentos personales, de donde se ha obtenido cualquier tipo de información. El objetivo de recopilar tales materiales es

obtener evidencias detalladas de cómo las situaciones sociales se muestran a los actores y el significado que tienen.

Entrevista: La entrevista de investigación es una conversación entre dos personas iniciada por el entrevistador con el propósito específico de obtener información relevante para una investigación. El entrevistador la enfoca sobre el contenido especificado en los objetivos de la investigación, ya sea descriptiva, predictiva o explicativa. El entrevistado responde a las preguntas según sus propias palabras. La información es costosa de recoger. Requiere, básicamente, planificación, tiempo y desplazamientos. También el análisis es laborioso.

Para Buendía y Colás (1994), la entrevista supone recabar información a través de informantes sobre acontecimientos o problemas que no conoce el investigador y que pueden surgir a lo largo de la observación participante. A menudo constituye una vía fructífera para conocer sentimientos, pensamientos o intenciones de las personas y acontecimientos anteriores a la observación, que pueden explicar determinadas organizaciones y comportamientos de personas y grupos.

La entrevista cualitativa puede adoptar tres modalidades (Patton, 1984), implicando diferencias en su preparación e instrumentos: a) Entrevista basada en una conversación informal o entrevista no directiva; b) Entrevista basada en directrices o entrevista focalizada; c) Entrevista estandarizada.

Escalas: Las escalas son un concepto polisémico. Entre sus significados están: a) Escalas de medida; b) Instrumento de medición; c) Numerales de un instrumento de medición. Las escalas no siempre tienen el mismo significado de competición que tienen los tests. Existen diversos tipos de escalas. Las más utilizadas son las de estimación, de actitudes, de producción escolar y de diferencial semántico.

Observación: Denominada observación sistemática o estructurada dentro de la metodología cuantitativa y observación participante dentro de la metodología cualitativa. Es la principal técnica de recogida de datos en la metodología cualitativa. Su objetivo es recoger datos, de modo sistemático, a través de un contacto directo en contextos y situaciones específicas. Mediante la observación directa se intenta obtener una visión completa de la realidad, tratando de articular las aprehensiones

intersubjetivas con los datos objetivos. La confrontación de diferentes fuentes permite conocer situaciones particulares teniendo en cuenta toda su complejidad.

Pruebas ad hoc: Se definen como todas aquellas pruebas que el autor ha construido personalmente para su investigación. En este tipo de pruebas suelen ser un listado de ejercicios, una relación de problemas o una serie de tareas/actividades a realizar.

Test: Un test es una prueba objetiva cuyo uso se ha generalizado para referirse a un tipo especial de pruebas que se utilizan universalmente. Se mide la forma de ser, el grado de actitud, una determinada faceta de la personalidad, los niveles de instrucción, formación y maduración en un determinado ámbito. Entre las características de algunas definiciones podemos decir que un test es: 1) Una medida objetiva que implica seguridad y precisión en las medidas; 2) Las respuestas concretas de un test representan únicamente una pequeña porción de las capacidades de los conocimientos y de los rasgos de personalidad de los sujetos; 3) Es una técnica sistemática y rigurosa a la que se debe responder en una determinada situación y además durante un tiempo preciso. Por ello, se dice que los test son instrumentos estandarizados.

Notas de campo: Hace referencia a la descripción de diversos aspectos de una situación. Son notas que el observador adiestrado tomará del contexto cuando lo crea conveniente para establecer generalizaciones basadas en varias observaciones discretas que se hallan relacionadas. Esto le permitirá hallar un patrón conductual particular al que se adapten sus observaciones, a la vez que registra, quizás anecdóticamente, determinadas incidencias particulares.

Programas informáticos: Como su propio nombre indica hace referencia a todos aquellos programas informáticos que son utilizados como instrumento de recogida de datos.

Otros, especificar cual: Con esta opción dejamos el campo abierto para aquellos otros tipo de instrumentos que no se han recogido en esta investigación pero que si pueden tener cabida en otras.

No lo indica: Para aquellos estudios en los que el autor no manifiesta de forma explícita los tipos de instrumentos de recogida de datos que utiliza en su investigación.

Variable 13: Instrumentos de recogida de datos (Estandarización).

Esta cuestión hace referencia a si los instrumentos de recogida de datos utilizados por los distintos autores en el desarrollo de su investigación están o no estandarizados. Nuestro instrumento de recogida de datos presenta cuatro alternativas posibles de elección que son excluyentes entre sí: 1) SI, si sólo utiliza instrumentos estandarizados; 2) A, si sólo utiliza instrumentos no estandarizados o pruebas *ad hoc*; 3) M, si utiliza ambos; 4) No lo indica.

La opción 1), "instrumentos estandarizados", hace referencia a aquellos instrumentos que por un lado, presentan unas normas para interpretar las puntuaciones (tipificación) y por otro, indican el conjunto de reglas de presentación, aplicación y puntuación que permiten la comparación de valores alcanzados por unos sujetos con los logrados por otros. Es decir, aquellas pruebas administradas y puntuadas según unas reglas específicas, con posibilidad de echar mano de las normas para poder comparar diferentes ejecuciones.

La opción 2), "instrumentos no estandarizados o pruebas *ad hoc*", hace referencia a aquellos instrumentos construidos por el propio investigador (usuario), generalmente para evaluaciones no formales, sin que puedan usarse las normas de aplicación para su generalización.

La opción 3), "utiliza ambos", indica que el autor en su investigación ha utilizado para la recogida de datos tanto instrumentos estandarizados como *ad hoc*.

Por último, la opción 4), "no lo indica", expresa la ausencia de información por parte del autor relativa a la estandarización o no de los instrumentos utilizado en la investigación.

Variable 14: Validez del instrumento.

Los instrumentos de medición deben reunir una serie de requisitos y entre ellos destacamos su validez. Se denomina validez del instrumento al grado en que mide lo que pretende medir.

Nuestro instrumento de recogida de datos, en lo relativo a esta cuestión, sólo le interesa conocer si los diferentes autores de las tesis indican los distintos procedimientos de validación del instrumento o no, por lo que esta información queda recogida en dos opciones posibles: 1) SI, si indica procedimientos de validación del instrumento; 2) NO, si no indica procedimientos de validación del instrumento.

Variable 15: Tipos de validez de los instrumentos.

Los autores se refieren a la validez de los instrumentos señalando diversos tipos de validez, con unos procedimientos adecuados para estimarla en cada caso.

Nuestro instrumento de recogida de datos presenta seis categorías donde adscribiremos los distintos procedimientos de validación de los instrumentos que han señalado los autores en sus tesis. Estas categorías son:

Prueba piloto: Como paso previo a la investigación es conveniente realizar un ensayo con el instrumento de recogida de datos en una muestra con características similares a la muestra del experimento real para corregir deficiencias que se puedan presentar durante la investigación.

Validez de contenido: En el sentido de que el instrumento nos represente los contenidos a observar o medir. Se obtiene mediante consenso de expertos que es el grado de acuerdo al que llegan varios expertos sobre el instrumento a través del consenso.

Validez de constructo: Cuando hay una teoría que permite fundamentar el instrumento. También es una síntesis de la validez de contenido y criterio y se operativiza mediante análisis factorial.

Validez de criterio: Hace referencia a que a su vez el instrumento pueda ser concurrente y predictivo. Se obtiene a través de una correlación entre la distribución obtenida con el instrumento y un criterio. Si se trata de otro instrumento, hablamos de validez concurrente y, si el criterio es el desempeño real, entonces hablamos de validez predictiva.

Otros, especificar cual: Con esta opción dejamos el campo abierto para aquellos

otros procedimientos de validación del instrumento que no se han recogido en esta investigación pero que si pueden tener cabida en otras investigaciones.

No lo indica: Para aquellos estudios donde el autor no ha manifestado de forma explícita los procedimientos de validación del instrumento.

Variable 16: Fiabilidad del instrumento.

Otro de los requisitos que debe reunir el instrumento de recogida de datos es la fiabilidad. La fiabilidad del instrumento hace referencia a que el instrumento mide con exactitud lo que pretende medir, es decir, al grado de precisión del instrumento de medida.

La fiabilidad del instrumento queda recogida en nuestro instrumento a través de dos opciones: 1) SI, si indica procedimientos de fiabilidad del instrumento; 2) NO, si no indica procedimientos de fiabilidad del instrumento.

Variable 17: Procedimientos de fiabilidad del instrumento.

Al igual que en la variable "procedimientos de validación del instrumento", existen diversos métodos para hallar la fiabilidad del instrumento.

Nuestro instrumento de recogida de datos presenta seis categorías a las que asignaremos los diferentes procedimientos de fiabilidad del instrumentos que han señalado los autores de forma explicita en sus tesis. Estas categorías son:

Consistencia interna: Este procedimiento puede ser por partes o por unidades y solamente es necesario la administración del instrumento una única vez.

Concordancia entre observadores: Un instrumento tiene concordancia cuando es utilizado por dos o más recolectores, el acuerdo o consenso entre estos es máximo.

Estabilidad: Hace referencia a la correlación que existe entre dos aplicaciones temporalmente separadas de un mismo instrumento. También se le denomina fiabilidad test-retest.

Equivalencia: También conocido por fiabilidad entre formas paralelas. Se trata de la correlación que existe entre dos versiones de un mismo instrumento.

Otros, especificar cual: Con esta opción dejamos el campo abierto para aquellos otros procedimientos de fiabilidad del instrumento que no se han recogido en esta investigación pero que si pueden tener cabida en otras investigaciones.

No lo indica: Para aquellos estudios donde el autor no ha manifestado de forma explícita los procedimientos de fiabilidad del instrumento.

Variable 18: Unidad/es básicas de análisis.

La unidad /es básica de análisis hace referencia a cada uno de los elementos que componen la población, y también la muestra. Estos elementos pueden ser individuos (personas) pero también objetos, materiales, etc.

En nuestro instrumento de recogida de datos se han contemplado las siguientes unidades de análisis:

Alumnos /sujetos

Profesores

Grupos /clase

Centros /escuelas

Documentos

Otros, especificar cual: Con esta opción dejamos el campo abierto para aquellas otras unidades básicas de análisis que no se han recogido en esta investigación pero que si pueden tener cabida en otras investigaciones.

No lo indica: Para aquellos estudios donde el autor no ha manifestado de forma explícita la unidad/es básicas de análisis.

Variable 19: Nivel académico de la unidad/es básicas de análisis.

En nuestro instrumento de recogida de datos la variable "unidad/es básicas de análisis" queda recogida a través de nueve categorías:

Infantil

Primaria

Educación Secundaria Obligatoria

Educación especial y Compensatoria

Bachillerato

Formación profesional

Universidad

Otros, especificar cual: Con esta opción dejamos el campo abierto para aquellos otros niveles académicos de las unidades básicas de análisis que no se han recogido en esta investigación pero que si pueden tener cabida en otras investigaciones.

No lo indica: Para aquellos estudios donde el autor no ha manifestado de forma explícita el nivel académico de la unidad /es básicas de análisis.

Variable 20: Identificación de la población.

El investigador delimita el ámbito de su estudio definiendo una población. La población es el conjunto de todos los individuos en los que se desea estudiar el fenómeno y depende del contexto geográfico al que se circunscriben los investigadores. El investigador debe definir y delimitar claramente la población y no sólo limitarse a identificarla.

En nuestro instrumento de recogida de datos, la cuestión relativa a la población queda recogida a través de tres alternativas: 1) Sólo la identifica; 2) Identifica y describe la población; 3) No lo indica (para aquellos estudios donde el autor no señala de forma explícita si identifica y/o describe la población).

Variable 21: Selección aleatoria.

Para el investigador es fundamental definir quienes forman parte de la población; sin embargo, en la práctica resulta complicado y costoso contar con todos los individuos que forman parte de ella. De este modo, los investigadores utilizan estrategias para no trabajar con toda la población. Una estrategia económica en tiempo y en dinero consiste en seleccionar una muestra con base a algún criterio de muestreo. La técnica o criterio de selección muestral debe asegurar que todas las características de la población están representadas en la muestra.

En nuestro instrumento de recogida de datos esta variable quedó recogida con las siguientes opciones: 1) SI, si utiliza técnicas de selección aleatoria de los usuarios/afectados; 2) NO, si no utiliza técnicas de selección aleatoria.

Variable 22: Técnicas de muestreo.

Las técnicas de selección muestral son los métodos que utiliza el investigador para extraer de la población su muestra y asegurarse de que es la apropiada para garantizar la representatividad de los individuos elegidos. Si bien no existe una única taxonomía de muestreo, es frecuente dividirla en probabilísticos y no probabilísticos.

Nuestro instrumento de recogida de datos presenta nueve categorías a las que asignaremos las diferentes técnicas de selección muestral tanto probabilísticas (aleatorias) como no probabilísticas (no aleatorias) que han señalado los autores de forma explicita en sus tesis. Estas categorías son:

Aleatoria: También denominada probabilística. Las muestras probabilísticas se caracterizan porque en ellas cada elemento de la población tienen una misma probabilidad conocida y no nula de ser seleccionado (Kish, 1972).

- *Simple:* La selección aleatoria de los sujetos exige, primero, que todos los sujetos pertenecientes a la población tengan la misma probabilidad de ser obtenidos para formar la muestra, y segundo, que la selección de un sujeto no influya de ninguna manera sobre la selección del otro.

- *Estratificada:* Cuando la característica que nos interesa estudiar no se distribuye homogéneamente en la población, por la existencia de grupos o estratos entre sí heterogéneos, se efectúa un muestreo estratificado. El resultado es una muestra compuesta por tantas muestras, elegidas al azar, como estratos existan en la población.

- *Por conglomerados:* Cuando la selección no se realiza sobre individuos independientes sino sobre grupos de individuos que presentan alguna afinidad, siendo este conjunto la unidad de selección.

No aleatoria: Estos métodos seleccionan a los individuos siguiendo diferentes criterios, por lo tanto en el proceso de selección no interviene el azar.

- *Por cuotas:* A veces también denominado accidental, se fijan unas cuotas. Cada cuota consiste en un número de individuos que reúnen determinadas condiciones. Es similar al muestreo estratificado pero sin selección aleatoria de los sujetos

- *Conveniencia /disponibilidad:* La selección de la muestra, la guían factores como la facilidad de acceso al campo de estudio, o la conveniencia del investigador.

- *Casual:* El caso más frecuente de este procedimiento es el de utilizar como muestra a individuos con los que se tiene facilidad de acceso. Un caso particular es el de utilizar voluntarios.

- *Intencional:* También denominado opinático. La selección se hace por expertos, según unos criterios establecidos, de tal forma que se asegure la representatividad de la muestra.

Otras, especificar cual: Con esta opción dejamos el campo abierto para aquellas otras técnicas de selección muestral que no se han recogido en esta investigación pero que si pueden tener cabida en otras investigaciones.

No lo indica: Para aquellos estudios donde el autor no ha manifestado de forma explícita la técnica de selección muestral para la muestra que forma parte del estudio.

Variable 23: Tamaños muestrales.

Respecto a esta variable, nuestro instrumento de recogidas de datos, indica que se señale el tamaño muestral utilizado por los autores en sus investigaciones.

El tamaño muestral hace referencia al número total de unidades básicas de análisis que forman parte de la muestra objeto de estudio. En términos generales la muestra debe ser lo suficientemente amplia para que las conclusiones de la investigación sean válidas, pero su tamaño va a depender del tipo de estudio que se vaya a realizar.

Para Buendía *et. al.* (1998), el tamaño de la muestra es una de las mayores preocupaciones de los investigadores, y aunque ciertamente no carece de importancia, sin embargo depende del propósito del estudio y de la homogeneidad de las características de la población, su mayor o menor amplitud. Esta variable es de escala de razón y se completa con valores numéricos.

Variable 24: Tipo de diseño general.

El diseño es el plan central y básico de una investigación que podríamos definir como un curso de acción sobre el que nos planteamos qué información recoger, cómo ordenar y analizar los datos y qué control de las amenazas a la validez se consideran. Buendía *et. al.* (1998) nos dicen que el término diseño ha sido utilizado indistintamente para referirse tanto al plan de la investigación como a los aspectos metodológicos de un estudio. Estas autoras, entienden el diseño como la estructura en la que las variables y los sujetos han sido organizados con el fin de recoger los datos para responder a las preguntas de la investigación. Krathwohl (1993) señala, que el diseño es la

transformación de las preguntas y las hipótesis de investigación en las estrategias para: seleccionar a los participantes, aplicar el tratamiento, utilizar los instrumentos de medida, recoger los datos, etc.

La decisión sobre el tipo de diseño es una cuestión de equilibrio entre la validez interna (la capacidad de establecer relaciones causales) y la externa (la capacidad de generalizar). El investigador debe buscar un equilibrio entre ambos tipos de validez a la hora de seleccionar el diseño más apropiado a su problema de investigación.

Nuestro instrumento de recogida de datos presenta siete categorías donde adscribiremos los distintos tipos de diseños que han señalado los autores en sus tesis. Estas categorías son:

Descriptivo: El estudio descriptivo constituye el primer nivel del conocimiento científico, centrando su objetivo básico en la descripción de los fenómenos hechos o situaciones analizados. Por tanto, pretende identificar los fenómenos educativos más relevantes y a la vez analizar las variables subyacentes en los mismos. Generalmente la investigación descriptiva parte de supuestos muy pobres sobre el problema a investigar, si bien, mediante una amplia recogida de datos, permite descubrir posibles relaciones entre las variables contempladas, lo que puede originar la formulación de hipótesis.

Analítico-Correlacional: El objetivo básico de la investigación correlacional consiste en descubrir el conjunto de relaciones que se manifiestan entre las variables que intervienen en un determinado fenómeno, tratando de averiguar la magnitud y sentido de dicha relación. La investigación correlacional parte de una serie de supuestos identificativos que la diferencian del experimento; el investigador se plantea su hipótesis sobre hechos o fenómenos que ya han acontecido. Así pues, una de las diferencias fundamentales entre el experimento y la investigación correlacional radica en el control. Mientras el experimento puede proceder a la asignación aleatoria de los sujetos a los grupos o tratamientos, la correlacional recoge datos sobre hechos o fenómenos tal y como se han producido con el fin de descifrar y analizar las relaciones subyacentes entre los mismos, tratando de aproximarse, tras un análisis exhaustivo, a la causalidad de los fenómenos, conclusiones siempre cuestionables.

Proexperimental: El método experimental es una forma de conocimiento cuya característica esencial es tender a la coherencia de un sistema de relaciones causales,

controladas por la experiencia. Intenta buscar los fenómenos que se derivan de la manipulación de ciertas condiciones antecedentes. La experimentación es un método científico para conseguir evidencia empírica que consiste en provocar u observar cambios en una variable (variable independiente) y registrar las posibles alteraciones o falta de ellas en otra variable (variable dependiente) mientras se mantienen controladas otras variables.

Estudio de casos/ Etnográfico: El estudio de casos es la forma más propia y característica de las investigaciones ideográficas llevadas a cabo desde una perspectiva cualitativa y debe considerarse como una estrategia encaminada a la toma de decisiones. Su verdadero poder radica en su capacidad para generar hipótesis y descubrimientos, en centrar su interés en un individuo, evento o institución, y en su flexibilidad y aplicabilidad a situaciones naturales. El estudio de casos afronta la realidad mediante un análisis detallado de sus elementos y la interacción que se produce entre ellos y su contexto, para llegar mediante un proceso de síntesis a la búsqueda del significado y la toma de decisión sobre el caso.

Se habla de investigación etnográfica o etnografía tanto al proceso de investigación por el que se aprende el "modo de vida" de algún grupo identificable de personas como al producto de ese esfuerzo. Un diseño etnográfico o esquema de trabajo de campo inductivo es un proceso cíclico que no se secuencia linealmente según unas etapas ordenadas en el tiempo. Ese proceso es asimismo flexible, es decir, capaz de adaptarse a los imponderables del trabajo de campo, y abierto, en el sentido de dispuesto a recoger las modificaciones que el investigador introduce a los largo de su estudio

Investigación–Acción: El concepto de investigación- acción ha ido cambiando con el tiempo y, especialmente su significado, aparece vinculado al contexto sociocultural que envuelve al investigador. El proceso de investigación- acción se puede concebir como una espiral de ciclos constituidos por varios pasos o momentos. Su naturaleza flexible permite un permanente *feedback* entre cada una de las fases o pasos del ciclo. El proceso se inicia con una "idea general" sobre las necesidades de mejorar o cambiar algún aspecto problemático de la práctica; a continuación se planifican los pasos y estrategias que hay que realizar; se lleva a cabo la acción, y termina el ciclo con la evaluación de los efectos de dicha acción, para volver a replantear el ciclo. Su carácter cíclico implica un "vaivén" (espiral dialéctica) entre la acción (praxis) y la

reflexión (teoría), de manera que ambos momentos quedan integrados y se complementan.

Otros, especificar cuales: Con esta opción dejamos el campo abierto para aquellos otros tipos de diseños que no se han recogido en esta investigación pero que si pueden tener cabida en otras investigaciones.

No lo indica: Para aquellos estudios donde el autor no ha manifestado de forma explícita la denominación general del diseño.

Variable 25: Diseño específico.

Con esta variable pretendemos recoger si los autores de las tesis mencionan o no la denominación específica del diseño utilizado. Así, el instrumento de recogida de datos presenta siete categorías, donde posteriormente adscribiremos dichas denominaciones específicas si los autores lo han manifestado de forma explícita, y estas son:

Cuasiexperimental: Estos diseños pasan por ser los más utilizados en investigación educativa. Adquieren tres modalidades: Intrasujeto, el mismo sujweto es tratado en múltiples ocasiones; intragrupo, aquí la unidad de análisis y tratamiento es el grupo; e intergrupos, en donde los grupos no se han formado por asignación aleatoria, pero los tratamientos se asignan al azar. Su forma más usual es el diseño 10 de Campbell y Stanley (1973) de dos grupos no aleatorizados con pretest y postest, uno de esos grupos actúa de experimental y el otro de control.

Ex-post-facto: En la investigación ex-post-facto el investigador se plantea la validación de las hipótesis cuando el fenómeno ya ha sucedido. Generalmente se trata de una búsqueda de las causas que lo han producido, de forma "retrospectiva". Es un tipo de investigación que se aplica cuando no se puede producir el fenómeno, no conviene hacerlo o no debe éticamente hacerse. Se produce el hecho y posteriormente se analizan las causas. .

Pre-experimental: Observación o medición antes y después del tratamiento implementado a un único grupo.

Experimental Puro: Diseño donde el investigador manipula el fenómeno o variable experimental y los sujetos son asignados a los grupos de manera aleatoria. Sólo debe emplearse cuando los grupos hayan sido hechos totalmente al azar, con lo que a todos los sujetos le atribuimos la misma posibilidad de aparecer en un grupo o en otro. Su forma más sencilla son dos grupos aleatorizados y sólo postests. Este diseño posee una gran validez interna además al no existir medición de pretratamiento queda eliminada la interacción entre el pretest y la variable independiente.

Factorial: Diseño experimental con más de un factor o variable independiente que analiza el efecto de cada factor, de sus niveles y de las interacciones sobre la variable dependiente.

Otras denominaciones: Con esta opción se quiere recoger aquellos otros diseños específicos que no se han recogido en las categorías anteriores.

No lo indica: Para aquellos estudios donde el autor no ha manifestado de forma explícita la denominación específica del diseño.

Variable 26: Temporalización.

Los métodos de investigación pueden clasificarse en distintas categorías según el criterio de clasificación, teniendo en cuenta que estos no son excluyentes, por ejemplo, según el proceso formal, según el grado de abstracción, según la naturaleza de los datos, etc. De entre todos estos métodos nos interesa destacar la categoría que clasifica a las investigaciones según su temporalidad, destacando así los siguientes tipos de investigaciones: longitudinal, transversal y mixto.

Nuestro instrumento de recogida de datos presenta la temporalidad del diseño en cuatros alternativas que se presentan a continuación:

Longitudinal: En los estudios longitudinales se analizan los mismos individuos en distintos momentos, o durante cierto tiempo. Se pueden distinguir entre estudios longitudinales a corto plazo (máximo un año) y a largo plazo (desde un año hasta 10, 20 ó los que sean necesarios). Dentro de los estudios longitudinales se pueden aplicar distintas técnicas, como por ejemplo curvas de crecimiento, alometría, diseños de

medidas repetidas, estudios de seguimiento, análisis de series temporales, etc.

Transversal: En los estudios transversales se estudian en un mismo momento distintos individuos, los cuales representan distintas etapas de desarrollo. Se seleccionan muestras representativas de sujetos de cada categoría de edad, o curso académico, a los cuales se les aplican las pruebas.

Mixto: Es aquel diseño que realiza a la vez estudios longitudinales y transversales. Estos estudios son también llamados estudios de cohortes, donde se toman distintas medidas al mismo o distinto grupo, es decir, medimos distintas cohortes en distintos momentos. (Cohorte: característica común de un grupo que es muy notoria)

No lo indica: Para aquellos estudios donde el autor no ha manifestado de forma explícita la temporalidad del diseño.

Variable 27: Amenazas a la validez del diseño.

Una de las características más importantes del diseño es que sea válido para confirmar las hipótesis.

Buendía *et. al.* (1998) nos dicen que si un investigador no puede asegurar que la causa más probable de los efectos observados es la variable que él ha planificado como causa, entonces no puede estar seguro de cuál será realmente la variable independiente que ha producido los efectos observados. Las amenazas a la validez de un diseño vienen dadas por las denominadas variables intervinientes que son aquellas que teóricamente afectan a la variable dependiente pero no pueden medirse aunque si controlarse en cierta manera. Este tipo de variables tienen un carácter a veces poco concreto, de ahí que no puedan incluirse en ninguna de las categorizaciones ya hechas (dependiente, independiente y control). La dificultad con este tipo de variables es que estando presentes son difíciles de identificar y medir por parte del investigador. De ahí que a veces se definan a nivel conceptual.

En nuestro instrumento de recogida de datos esta variable queda recogida de la siguiente manera: 1) SI, si se enuncia las amenazas a la validez del diseño investigativo; 2) NO, si no se enuncian.

Variable 28: Control a las amenazas.

El investigador debe buscar los medios que le permitan controlar todas aquellas variables que puedan convertirse en explicaciones alternativas a los resultados o efectos observados. Esto lo puede lograr intentando que los dos grupos sean lo más equivalentes posibles en todas las variables que no sean las que se están estudiando, es decir, la variable independiente o experimental. Este control puede hacerlo utilizando la elección y asignación al azar, manteniendo constantes todas las variables excepto las de estudio, eligiendo el diseño más apropiado, emparejando a los sujetos, a través del análisis de covarianza, etc. (Huck, Cormier y Bounds, 1974).

Nuestro instrumento de recogida de datos con respecto a esta variable presenta dos alternativas de elección que son: 1) SI, si se toman medidas para controlar las amenazas a la validez del diseño; 2) NO, si no utilizan.

Variable 29: Estadísticos descriptivos.

La estadística descriptiva se refiere sólo a los datos observados, y comprende su tabulación, representación gráfica y descripción, a fin de hacerlos más manejables, pudiendo así comprenderlos e interpretarlos mejor. Normalmente, suele iniciarse cualquier análisis de datos por una descripción de las variables observadas. Esto suele incluir, principalmente, medidas de tendencia central, variabilidad, asimetría y curtosis. Estos datos pueden servir para diversas funciones. En primer lugar son datos útiles en sí mismos, puesto que permiten un primer análisis descriptivo de los datos, descubrir individuos con puntuaciones extremas o situados fuera del rango de la variable, descubrir errores de codificación de variables, etc. A este proceso se le denomina "depuración de los datos", y es el primer paso de todo análisis. Si hay errores en la matriz de datos deben corregirse, de lo contrario todo lo que se haga no tendrá ningún valor (Bisquerra, 1989).

En nuestro instrumento de recogida de datos esta variable queda recogida a través de dos opciones de elección: 1) SI, si se utilizan estadísticos descriptivos en la investigación; 2) NO, si no se utilizan.

Variable 30: Tipos de estadísticos descriptivos.

Con esta variable hemos querido recoger si los autores de las tesis que forman la muestra de estudio utilizan determinados tipos de estadísticos descriptivos. Para ello, hemos agrupado en cinco categorías dichos estadísticos que comentaremos a continuación:

Estadísticos distribucionales: Los estadísticos distribucionales dan información sobre la forma de mostrarse o agruparse una serie de valores. Frecuencia con que aparecen los diversos valores de una variable o característica medible.

Estadísticos de tendencia central: Los estadísticos de tendencia central dan información sobre aspectos centrales. El valor de una medida de tendencia central es doble. En primer lugar, es un "promedio" que representa todas las puntuaciones logradas por el grupo y como tal da una descripción concisa del rendimiento, por ejemplo, del grupo en su totalidad; y en segundo lugar, nos permite comparar dos o más grupos en términos de rendimiento típico.

Estadísticos de variabilidad: Los estadísticos de variabilidad informan de la dispersión o variación de los datos. La variabilidad se refiere al grado de dispersión o separación entre los datos de una distribución (es decir, lo semejantes o diferentes que son entre sí).

Índices: El concepto índice hace referencia a un número o una letra que indica el grado que puede tener una cosa o un concepto, así, bajo el epígrafe de índices se engloban un serie de estadísticos tales como el índice de dificultad, de discriminación, de curtosis, etc.

Otros, especificar cuales: Con esta opción dejamos el campo abierto para aquellos otros estadísticos descriptivos que no se han recogido en esta investigación pero que si pueden tener cabida en otras investigaciones.

Variable 31: Uso de valores p.

Al aplicar una prueba de decisión estadística se establece previamente un nivel

de significación, que es la probabilidad de error que el investigador está dispuesto a asumir en el momento de rechazar la hipótesis nula. Los niveles de significación más usuales en Ciencias Sociales son el 0,05 y 0,01. En el listado proporcionado por el ordenador, habitualmente, aparece el grado de significación calculado a posteriori, que se representa por "*p*". A partir de este dato se toma una decisión alternativa: "se rechaza la hipótesis nula" o "no se rechaza la hipótesis nula". En el primer caso se dice que los resultados presentan significación estadística (Bisquerra, 1989).

Nuestro instrumento de recogida de datos, con la variable "significación estadística" pretende recoger si los autores de las tesis en sus estudios hacen uso o no de los valores "*p*": 1) SI, si hace uso de valores *p*; 2) NO, no lo hace.

Variable 32: Inferencia estadística.

La estadística inferencial pretender inferir las propiedades de una población a partir de los datos observados en una muestra de individuos. Por ello también se le conoce como estadística muestral.

Para Buendía *et. al.* (1998), la estadística inferencial se refiere a una serie de procedimientos y a una cadena de razonamientos usados para tomar decisiones acerca de la comprobación de las hipótesis bajo estudio y la estimación de parámetros. Este razonamiento se inicia cuando se utilizan los datos (estadísticos) extraídos de una muestra seleccionada al azar para determinar los parámetros de la población de referencia.

En nuestro instrumento de recogida de datos, esta variable queda recogida a través de dos opciones de elección: 1) SI, si se utilizan estadísticos inferenciales en la investigación; 2) NO, si no se utilizan.

Variable 33: Técnicas de inferencia estadística.

La variable relativa a los tipos de estadísticos inferenciales pretende recoger si los autores de las tesis en sus investigaciones utilizan determinados tipos de estadísticos inferenciales. Por ello, los hemos agrupado en ocho categorías a dichos estadísticos que

presentamos a continuación:

Análisis de varianza: El análisis de la varianza se utiliza para comparar las medias de dos o más grupos simultáneamente. Es una generalización de la prueba t de Student y se debe a R. A. Fisher. Se conoce de forma abreviada por ANOVA. La hipótesis nula puede expresarse así: "no existen diferencias significativas entre las medias observadas", es decir, las diferencias observadas son debidas al azar; por tanto, se puede considerar que "las distintas muestras proceden de la misma población".

Prueba de Chi- cuadrado: La prueba de chi-cuadrado se utiliza para comprobar si existen diferencias estadísticamente significativas entre dos distribuciones. Se utiliza con variables categóricas. La hipótesis nula sostiene que no existen diferencias significativas entre las distribuciones que se comparan.

Prueba t Student: La prueba t de Student se utiliza para comparar dos medias correspondientes a dos distribuciones con $N \leq 30$ que siguen una distribución específica (t) Student. La hipótesis nula es: "no existen diferencias significativas entre los dos grupos". Esto es, las dos muestras pueden considerarse como procedentes de la misma población; la diferencias observadas entre los dos grupos son debidas al azar.

Z normal: Idem anterior pero para muestras $N \geq 30$

Bondad de ajuste y verificación de supuestos: Bajo el epígrafe bondad de ajuste se engloban una serie de estadísticos que permiten verificar si los datos muestrales se ajustan a una determinada distribución (p.e.: Normal, logística,...) o modelo (p.e.: Log-lineal). Los estadísticos de bondad de ajuste más utilizados son los que permiten confirmar el supuesto paramétrico de normalidad, en concreto la prueba de Shapiro-Wilk, el test de Kolmogorov-Smirnov y el supuesto de homocedasticidad u homogeneidad de las varianzas.

No paramétricos: Se conoce como estadística no paramétrica al conjunto de pruebas que se aplican sin necesidad de hacer ningún tipo de suposiciones sobre las distribuciones origen de las variables que se están estudiando. Las pruebas no paramétricas son especialmente útiles con variables medidas en escalas ordinales o nominales. Generalmente se usan con variables cualitativas, pero también se aplican con variables cuantitativas que no cumplen los supuestos paramétricos. Queda excluida Chi-

cuadrado por ser un constraste no paramétrico de especial relevancia.

Procedimientos Comparación Múltiple: Procedimientos Comparación Múltiple (conocido por las siglas PCMs), son técnicas inferenciales que se aplican tras realizar el análisis de varianza (en caso de aceptar la hipótesis alternativa) para detectar entre qué parejas de grupos de comparación o distribuciones existen diferencias estadísticamente significativas. Se dispone de varios procedimientos: Bonferroni, Tukey, etc.

Otros, especificar cuales: Con esta opción dejamos el campo abierto para aquellos otros estadísticos inferenciales que no se han recogido en esta investigación pero que si pueden tener cabida en otras investigaciones.

Variable 34: Técnicas correlacionales y multivariadas.

Las técnicas multivariadas analizan simultáneamente más de dos variables, como por ejemplo la regresión múltiple, el análisis multivariado de la varianza, el análisis factorial, el análisis discriminante y la correlación canónica.

La técnica correlacional bivariada se interpreta como la relación existente entre dos variables. Otra forma de expresarlo consiste en considerar la correlación como la variación asociada entre dos variables.

Con respecto a esta variable, nuestro instrumento de recogida de datos presenta dos opciones de elección: 1) SI, si se utilizan técnicas correlacionales y/o multivariadas; 2) NO, si no se utilizan.

Variable 35: Tipos de técnicas correlacionales y multivariadas.

La variable relativa a los tipos de técnicas correlacionales y multivariadas pretende recoger si los autores de las tesis en sus investigaciones utilizan determinados tipos de esas técnicas. Hemos agrupado en diez categorías dichas técnicas que presentamos a continuación:

Análisis factorial: En el análisis factorial se tiene un conjunto de variables, generalmente bastante numeroso, que explican una proporción de la varianza de los sujetos. Se trata de reducir las variables (V) iniciales al mínimo de factores (F), siendo F

< V, y conservando el máximo posible de la varianza explicada.

Análisis discriminante: El análisis discriminante, permite clasificar un conjunto de individuos en varios grupos en base a las observaciones realizadas sobre un conjunto de variables independientes e igualmente permite discriminar sujetos que no pertenecen a grupos preformados.

Análisis cluster/ conglomerados: El análisis cluster permite agrupar casos (sujetos o variables) en base a su proximidad. Los casos medidos en múltiples variables agrupan en un diagrama relacional de menor a mayor proximidad entre ellos (dendogramas). El investigador puede determinar un punto de corte que le permita observar similitudes y diferencias entre grupo (conglomerados) de variables o sujetos que han formado.

Bivariados: La estadística bivariada pone en relación dos variables, como por ejemplo, la correlación de Pearson y el análisis de la varianza unidireccional.

Análisis de regresión: La regresión múltiple permite analizar la relación entre varias variables independientes (predictores) y una variable dependiente (criterio). Existen diversas técnicas para el cálculo de la regresión múltiple. El procedimiento *stepwise* probablemente sea el más recomendable y el más utilizado.

De fiabilidad: Comprende una serie de estadísticos de naturaleza eminentemente correlacional que van desde la correlación antes-después, a la correlación entre formas paralelas, entre partes o entre unidades (fórmulas de consistencia interna), tratando de determinar la fiabilidad de un instrumento de recogida de datos.

Análisis de correspondencias: El análisis de correspondencias es una estrategia para analizar un gran número de variables cualitativas. Se manifiesta especialmente adecuado para el análisis de encuestas. Es un tipo especial de análisis factorial con variables categóricas.

Análisis log-lineal: Los modelo log-lineales consisten en una generalización de la prueba chi-cuadrado para el caso de más de dos variables. Se aplica por tanto, con variables categóricas. Un tipo especial se conoce como "*modelo logit*", mediante el cual se puede realizar una aproximación a modelos causales con variables cualitativas.

Correlación canónica: La correlación canónica permite calcular la relación entre dos conjuntos de variables. En cierta forma puede considerase cono una generalización de la regresión múltiple al caso de más de una variable dependiente.

Otros, especificar cuales: Con esta opción dejamos el campo abierto para aquellos otros estadísticos correlacionales y multivariados que no se han recogido en esta investigación pero que si pueden tener cabida en otras investigaciones.

Variable 36: Análisis cualitativos.

El análisis de datos cualitativos ha generado técnicas propias, que actualmente constituyen toda una metodología, o una "forma específica de hacer". Esta especificidad viene marcada por la propia idiosincrasia de la metodología cualitativa que toma determinadas opciones en relación a las unidades de registro de los datos y la forma de tratarlos.

Se entiende por análisis cualitativo de datos aquel que opera sobre textos. Por texto entendemos las producciones humanas que expresan acciones humanas. Los diversos modos de expresión se organizan en lenguajes. Las expresiones son los mecanismos por los que la subjetividad del interlocutor se manifiesta (ante sí mismo y ante los demás), suministrando el indicio más directo y revelado de la estructura de esa subjetividad y del sentido de las acciones. Por tanto, el análisis cualitativo es aquel que se proyecta sobre cualquier forma de expresividad humana.

El instrumento de recogida de datos, en lo relativo a esta variable, presenta siete categorías donde posteriormente adscribiremos las diferentes técnicas de análisis cualitativo que los autores manifiestan utilizar de forma explícita en sus tesis y a continuación comentamos de forma breve:

Análisis de contenido: El análisis de las producciones escritas tiene como objetivo la abstracción del contenido conceptual de las mismas, sin tener en cuenta sus aspectos estrictamente lingüísticos. Un primer análisis intuitivo del contenido de las redacciones sirve para elaborar los datos que constituyen la base del tratamiento matemático posterior. Este análisis se realiza aislando los conceptos significativos presentes en cada redacción. Los conceptos significativos pueden expresarse mediante

palabras o grupos de palabras, denominadas categorías conceptuales.

Narración: La técnica narrativa tiene como pecularíedad que el investigador recoge datos sobre sujetos y a través de ellos, mediante preguntas que plantea a los participantes, pero lo realmente importante es la reconstrucción de la relación entre el investigador y el objeto de la investigación.

Análisis del desempeño: Estudio de las producciones escolares de tareas propuestas en soporte-papel con auxilio o no de técnicas de elicitación como pensar en voz alta , la entrevista retrospectiva o la apelación estimulada del recuerdo. Se trataría de una serie de técnicas propias del protocolo cognitivo.

Inducción analítica: Es un procedimiento para verificar propuestas basadas en datos cualitativos ideado por Znanieski en 1934 para identificar proposiciones "universales" y leyes causales. Parte de una definición aproximada del fenómeno a explicar, formula una hipótesis tentativa, estudia casos que se ajustan a la hipótesis, nunca casos negativos que refrenten la hipótesis hasta aceptarla y refinarla mediante una amplia gama de casos (Taylor y Bogdan, 1986).

Semiología gráfica: Uso de grafos (sobre todo, nudos, nexos y redes) para estudiar y resolver problemas (Coriat *et. al.*, 1989), para llegar a comprender estructuras de situaciones y fenómenos; modelizarlos y representar conocimientos. La semiología gráfica utiliza herramientas específicas propia de la teoría de grafos.

No realiza: si no realiza análisis de datos cualitativos.

Otros, especificar cuales: Con esta opción dejamos el campo abierto para aquellas otras técnicas de análisis cualitativo que no se han recogido en esta investigación pero que si pueden tener cabida en otras investigaciones.

Variable 37: Triangulación.

Una de las técnicas de análisis de datos más característica de la metodología cualitativa es la "triangulación" como medio de dar validez a los hallazgos. La triangulación inicialmente, consistía en recoger y analizar datos desde diferentes ángulos para compararlos y contrastarlos entre sí.

Nuestro instrumento de recogida, con respecto a la triangulación de datos presenta diferentes tipos que a continuación comentamos de una forma breve:

De diseños de investigación: Consiste en aplicar diferentes diseños a un mismo problema de estudio con el fin de validar los datos estudiados.

De momentos: Consiste en estudiar si los resultados son estables en el tiempo. Nos permite conocer qué elementos nuevos aparecen a lo largo del tiempo y cuales son constantes. Una variante es la aplicación del mismo diseño en distintas ocasiones.

De sujetos: Se utilizan distintos observadores para comprobar que todos ellos registran lo mismo; diversos investigadores contrastan sus resultados respectivos sobre el mismo problema.

De tratamientos instructivos: con distintos materiales y métodos de enseñanza para alcanzar un mismo aprendizaje.

De teorías: Trata de contemplar teorías alternativas para interpretar los datos recogidos o aclarar aspectos que se presentan de forma contradictoria.

De fuentes: Se trata de comprobar si las informaciones extraídas de una fuente, son confirmadas por otras.

De instrumentos: Se trata de comprobar si las informaciones recogidas a través de un instrumento, son confirmados por otros.

De contextos: Trata de verificar si la evidencia recogida en un lugar/ contexto concuerda con la obtenida en otro distinto.

No realiza: si no realiza triangulación

Otros, especificar cuales: Con esta opción dejamos el campo abierto para aquellos otros tipos de triangulación que no se han recogido en esta investigación pero que si pueden tener cabida en otras investigaciones.

Variable 38: Hallazgos.

Existen tipos de conocimientos que se relacionan con las tradicionales

aportaciones de la investigación a la comprobación. Una vez que se ha fijado un tema de investigación y se han elegido los métodos que se deberán usar, las encuestas y los experimentos pueden generar conocimientos en forma de conclusiones. Se pueden distinguir dos tipos de conclusiones. Las que entrañan información existencial, es decir, datos acerca de la frecuencia de diversas formas de enseñanza o fenómenos asociados con la enseñanza. Otras conclusiones atañen a relaciones proposicionales y asumen diversas formas. Las conclusiones proposicionales más contundentes son probablemente las que surgen cuando los datos no corroboran la hipótesis formulada.

El conocimiento en forma de conclusiones es sumamente atractivo para todos los que se hayan formado en la tradición verificacionista. Cuando se contempla un diagrama, un cuadro de datos o un efecto "estadísticamente significativo", es difícil tener presente que las conclusiones allí plasmadas fueron moldeadas por las preguntas, los métodos y las muestras elegidas para la investigación. Al verificacionista también le resulta tentador afirmar que las conclusiones son inmediatamente aplicables a las decisiones políticas; sin embargo, tales afirmaciones implican dar por sentado que las preguntas del investigador son las mismas que las del planificador, y que el contexto de la investigación equivale al contexto socio-político práctico.

Con respecto a esta variable, nuestro instrumento de recogida de datos presenta dos alternativa de elección: 1) SI, si se describen hallazgos; 2) NO, si no se describen.

Variable 39: Cuestiones abiertas.

Es importante hacer hincapié en las consecuencias futuras que tiene la investigación y si ello supone un cambio con respecto al pasado. Como colofón del informe puede aportarse una panorámica general del tema incluyendo los nuevos hallazgos y resaltando nuevos problemas de investigación.

Las cuestiones abiertas hacen referencia a aquellas sugerencias que los autores en el desarrollo de su investigación proponen para nuevas investigaciones, dejando abiertos nuevos interrogantes que permitan ampliar el trabajo realizado.

Con respecto a esta variable, nuestro instrumento de recogida de datos presenta dos alternativas de elección: 1) SI, si se enuncian cuestiones abiertas; 2) NO, si no se enuncian.

Variable 40: Enuncia implicación para la teoría.

Las ideas y las conclusiones aisladas no constituyen una teoría. Las teorías sobre la enseñanza (u otros fenómenos) requieren una estructura lógica en la que se utilizan nociones abstractas para explicar los efectos específicos observados en ciertos ejemplos de enseñanza. Si un propósito fundamental de la investigación científica es el de generar y verificar teorías, cabe esperar que la investigación sobre la enseñanza también produzca conocimientos en forma de teorías. En el caso de la Educación Matemática, las implicaciones teóricas pasan por tratar de comprender la naturaleza del pensamiento, la enseñanza y el aprendizaje matemático.

Algunas teorías aparecen como explicaciones de acontecimientos, expresadas en lenguaje común. Estas explicaciones, expresadas en lenguaje común, contienen presupuestos sobre las características existenciales de la enseñanza y sobre los modos en que los alumnos aprenden a partir de la instrucción impartida en el aula. Como señala Good (1982), se necesitan investigaciones adicionales para establecer la validez de estos supuestos. Con todo, la teoría en este nivel nos suministra una "comprensión" provisional de por qué las cosas funcionan como lo hacen y nos indica medidas que podríamos tomar a fin de lograr ciertos efectos específicos.

Otras teorías se expresan formalmente, y algunas de ellas han empezado a aparecer en el terreno de la investigación sobre la enseñanza.

Las teorías cumplen muchos propósitos: brindan una síntesis y una explicación de las conclusiones efectuadas hasta la fecha, sugieren predicciones que podrían servir para otros contextos de la enseñanza que aún no hemos examinado, hacen explícitos los supuestos con los que afrontamos los acontecimientos y suministran herramientas que podemos utilizar para abordar y comprender los confusos fenómenos de la enseñanza. Es indudable que la teoría es necesaria para poder proponer recomendaciones relativas a las políticas que se deben adoptar sobre la base de la investigación. Las aportaciones

teóricas se harán más frecuentes a medida que madure la investigación sobre la enseñanza.

Nuestro instrumento de recogida de datos, con respecto a la variable "enuncia implicación para la teoría" presenta dos alternativas de elección: 1) SI, si aparece implicación a la teoría; 2) NO, si no aparece.

Variable 41: Enuncia implicación para la práctica.

La investigación tiene la posibilidad de generar innovaciones prácticas, y ya han surgido dos formas de innovación práctica a partir de la investigación sobre la enseñanza. En el caso de la Educación Matemática se trata de mejorar la instrucción en Matemáticas.

La primera consiste en dispositivos o procedimientos que fueron originalmente elaborados para la investigación pero que resultaron tener aplicación en la formación docente o en la tarea educativa en el aula.

La segunda forma de innovación práctica surge cuando se desarrollan currícula para las escuelas o programas de formación docente como resultado de la investigación.

Las innovaciones prácticas como éstas tienen la posibilidad de generar un cambio en nuestros procedimientos educacionales, independientemente de las conclusiones y las teorías de la investigación. (A veces, incluso, se adoptan innovaciones programáticas en contextos en los que de hecho resultan contraproducentes). Con todo, representan un medio práctico y visible mediante el cual la investigación sobre la enseñanza puede efectuar aportaciones, aquí y ahora, a la educación.

Con respecto a esta variable, nuestro instrumento de recogida de datos presenta dos alternativas de elección: 1) SI, si aparece implicación para la práctica; 2) NO, si no aparece.

Una vez explicadas las distintas variables del instrumento metodológico, presentamos a continuación la ficha técnica así como la correspondiente hoja de recogida de datos.

FICHA TÉCNICA DE LOS CAMPOS A CUMPLIMENTAR EN LA BASE DE DATOS METODOLÓGICOS

Tras leer la tesis doctoral cumplimente los diversos campos de la hoja de registro siguiendo su orden y atendiendo a las siguientes indicaciones.

Si en la tesis no se hace mención de alguno de los datos requeridos, registre ***no lo indica.*** Es preferible dejar un campo en blanco, como valor perdido (*missing*) si no podemos inferir con certeza el dato.

1. **Paradigma- Enfoques metodológicos.** Indique o infiera el paradigma o enfoque metodológico desde o para el que trabaja el autor, englobándolo en los siguientes campos:

   - **N** (nomotético, científico, normativo).
   - **I** (ideográfico, naturalista, interpretativo, fenomenológico).
   - **C** (crítico, dialéctico, investigación-acción).
   - **X** (mixto, complementarista o múltiple).
   - **No lo indica.**

2. **Teoría.** Identifique la teoría o teorías desde o para la que trabaja el autor englobándolas en una o varias de las siguientes categorías según manifieste la tesis:

   - **Constructivismo.**
   - **Cognitivismo.**
   - **Procesamiento de la información.**
   - **Asociacionismo.**

- **Teoría de la Gestalt.**
- **Teorías Etnográficas.**
- **Teorías Didácticas.**
- **Teorías de la Historia.**
- **Personalismo.**
- **Otras, especificar cuales.**
- **No lo indica.**

3. **Cuestión de investigación o problema.** Registre:

   - **SI,** si enuncia explícitamente un problema de investigación o una cuestión de investigación.
   - **NO,** si no la enuncia de forma explícita.

4. **Exposición de objetivos generales.** Registre:

   - **SI,** si enuncia explícitamente un objetivo general o más de uno.
   - **NO,** si no los enuncia de forma explícita.

5. **Exposición de objetivos específicos.** Registre:

   - **SI,** si enuncia explícitamente un objetivo específico o más de uno.
   - **NO,** si no los enuncia de forma explícita.

6. **Hipótesis.** Registre:

   - **SI,** si enuncia explícitamente las hipótesis.
   - **NO,** si no la enuncia de forma explícita.

7. **Metodología.** Completar:

   - **Q** (sí única o predominantemente cuantitativa).
   - **C** (sí única o predominantemente cualitativa).
   - **M** (sí utiliza ambas).
   - **No lo indica.**

8. **Realiza revisión bibliográfica.** Completar con:

   - **SI,** si realiza tal revisión.
   - **NO,** si no la realiza.

9. **Recoge referencias bibliográficas.** Completar con:

   - **SI,** si recoge referencias bibliográficas.
   - **NO,** si no las recoge.

10. **Definición de términos clave.** Si se definen o explicitan de algún modo los términos clave, completar con:

    - **SI,** si se definen los términos clave.
    - **NO,** si no se definen.

11. **Instrumentos de recogida de datos.** Recoger:

    - **SI,** si se utilizan instrumentos de recogida de datos.

- **NO,** si no utiliza.

12. **Instrumentos específicos.** Identifique el tipo o tipos de instrumentos que el autor utiliza para la recogida de datos englobándolas en una o varias de las siguientes categorías según manifieste la tesis:

- **Cuestionarios.**
- **Documentos.**
- **Entrevistas.**
- **Escalas.**
- **Observación.**
- **Pruebas ad hoc.**
- **Tests.**
- **Notas de Campo.**
- **Programas informáticos.**
- **Otros, especificar cuales.**
- **No lo indica.**

13. **Instrumentos de recogida de datos (estandarización.)** Indique únicamente:

- **S,** si sólo utiliza instrumentos estandarizados.
- **A**, si sólo utiliza instrumentos no estandarizados o pruebas "ad hoc".
- **M,** si utiliza ambos.
- **No lo indica.**

14. **Validez del instrumento.** Completar con:

- **SI,** si indica procedimientos de validación del instrumento.
- **NO**, si no indica procedimientos de validación del instrumento.

15. **Tipos de validez de los instrumentos.** Identifique el procedimiento o procedimientos que el autor utiliza para la validación del instrumento englobándolo en una o varias de las siguientes categorías según manifieste la tesis:

- **Pruebas piloto.**
- **Validez de contenido.**
- **Validez de constructo.**
- **Validez de criterio.**
- **Otros, especificar cuales.**
- **No lo indica.**

16. **Fiabilidad del instrumento.** Completar con:

- **SI,** si indica procedimientos de fiabilidad del instrumento.
- **NO**, si no indica procedimientos de fiabilidad del instrumento.

17. **Procedimientos de fiabilidad del instrumento.** Identifique el procedimiento o procedimientos que el autor utiliza para la fiabilidad del instrumento englobándolo en una o varias de las siguientes categorías según manifieste la tesis:

- **Consistencia interna.**

- **Concordancia entre observadores.**
- **Estabilidad.**
- **Equivalencia.**
- **Otros, especificar cuales.**
- **No lo indica.**

18. **Unidad/es básicas de análisis.** En el análisis de datos las unidades básicas de análisis son (si son más de una indicarlas todas):

- **Alumnos/ sujetos.**
- **Profesores.**
- **Grupos/ clase.**
- **Centros/ escuelas.**
- **Documentos.**
- **Otros, especificar cuales.**
- **No lo indica.**

19. **Nivel académico de la unidad/es básicas de análisis.**

- **Infantil.**
- **Primaria.**
- **Educación Secundaria Obligatoria.**
- **Formación Profesional.**
- **Bachillerato.**

- **Universidad.**
- **Educación Especial y Compensatoria.**
- **Otros, especificar cuales.**
- **No lo indica.**

20. **Identificación de la población.** Describe la población de la que proceden las unidades básicas de análisis (libros, alumnos, ...):

- **Sólo la identifica.**
- **Identifica y describe la población.**
- **No lo indica.**

21. **Selección aleatoria.** Señale:

- **SI,** si utiliza en el muestreo técnicas de selección aleatoria.
- **NO,** si no utiliza en el muestreo técnicas de selección aleatoria.

22. **Técnicas de muestreo.** Completar con:

- **Aleatoria simple.**
- **Aleatoria estratificada (directa y proporcional).**
- **Aleatoria conglomerados.**
- **Por cuotas (no aleatoria).**
- **Conveniencia/ disponible (no aleatoria).**
- **Casual (no aleatoria).**

- **Intencional (no aleatoria).**
- **Otra, especificar cuales.**
- **No lo indica.**

23. **Tamaños muestrales.** Indique el número total de las unidades básicas de análisis.

24. **Tipo de diseño general.** Indicar la denominación general del diseño:

- **Descriptivo.**
- **Analítico-Correlacional.**
- **Proexperimental.**
- **Estudio de casos/ Diseño Etnográfico.**
- **Investigación- Acción.**
- **Otro, especificar cuales.**
- **No lo indica.**

25. **Diseño específico.**

- **Cuasiexperimental.**
- **Ex –post-facto.**
- **Pre-experimental.**
- **Experimental puro.**
- **Factorial.**
- **Otras denominaciones.**

- **No lo indica**, si no menciona una denominación específica.

26. **Temporalización.** Respecto al tiempo el diseño podría considerarse:

- **Longitudinal.**
- **Transversal.**
- **Mixto.**
- **No lo indica.**

27. **Amenazas a la validez del diseño.**

- **SI,** si se enuncian las amenazas a la validez del diseño de la investigación.
- **NO,** si no se enuncian.

28. **Control a las amenazas.**

- **SI,** si se toman medidas para controlar las amenazas a la validez del diseño.
- **NO,** si no se toman.

29. **Estadísticos descriptivos.**

- **SI,** si se utilizan estadísticos descriptivos en la investigación.
- **NO,** si no se utilizan.

30. **Tipos de estadísticos descriptivos.** Identifique el tipo o tipos de estadísticos descriptivos que el autor utiliza englobándolo en una o varias de las siguientes categorías según manifieste la tesis:

- **Estadísticos Distribucionales.**
- **Estadísticos de Tendencia Central.**
- **Estadísticos de Variabilidad.**
- **Índices.**
- **Otros, especificar cuales.**

31. **Uso de valores p.** Se denota tras aplicar test estadísticos y se visualiza si se hace uso de valores p:

- **SI,** si hace uso de valores p.
- **NO,** no lo hace.

32. **Inferencia estadística.**

- **SI,** si se utiliza inferencia estadística en la investigación.
- **NO,** si no se utiliza.

33. **Técnicas de inferencia estadística.** Identifique la técnica o técnicas de inferencia estadística que el autor utiliza englobándolo en una o varias de las siguientes categorías según manifieste la tesis:

- **Análisis de varianza.**
- **Prueba de Chi-cuadrado.**
- **Prueba t Student.**
- **Z normal.**

- **Bondad de ajuste y verificación de supuestos.**
- **No paramétricos.**
- **Procedimientos de Comparación Múltiple.**
- **Otros, especificar cuales.**

34. **Técnicas correlacionales y multivariadas.**

- **SI,** si utilizan técnicas correlacionales y/o multivariadas en la investigación.
- **NO,** si no se utilizan.

35. **Tipos de técnicas correlacionales y multivariadas.** Identifique el tipo o tipos de técnicas correlacionales y/o multivariadas que el autor utiliza englobándolo en una o varias de las siguientes categorías:

- **Análisis Factorial.**
- **Análisis Discriminante.**
- **Análisis Cluster/Conglomerados.**
- **Bivariados.**
- **Análisis de Regresión.**
- **De fiabilidad.**
- **Análisis de Correspondencias.**
- **Análisis Log-Lineal.**
- **Correlación Canónica.**
- **Otros, especificar cuales.**

36. **Análisis cualitativos.**

- **Si, si utilizan análisis cualitativo. Englobar dentro de las siguientes categorías.**
- **Análisis de Contenido.**
- **Narración.**
- **Análisis del Desempeño.**
- **Inducción Analítica.**
- **Semiología Gráfica.**
- **Otros, especificar cuales.**
- **No, si no utilizan análisis cualitativos.**

37. **Triangulación.**

- **Si, si utilizan técnicas de triangulación. Englobar dentro de las siguientes categorías.**
- **De diseños de investigación.**
- **De momentos.**
- **De sujetos.**
- **De tratamientos instructivos.**
- **De teorías.**
- **De fuentes.**
- **De instrumentos.**
- **De contextos.**
- **Otros, especificar cuales.**
- **NO realiza,** si no realiza triangulación.

38. **Hallazgos.** Indicar:

- **SI,** si se describen hallazgos.
- **NO,** si no se describen.

39. **Cuestiones abiertas.** Indicar:

- **SI,** si se enuncian cuestiones abiertas.
- **NO,** si no se enuncian.

40. **Enuncia implicación para la teoría.** Indicar:

- **SI,** si aparece implicación a la teoría.
- **NO,** si no aparece.

41. **Enuncia implicación para la práctica.** Indicar:

- **SI,** si aparece implicación para la práctica.
- **NO,** si no aparece.

HOJA DE RECOGIDA DE DATOS METODOLÓGICOS

Autor:.....

Título de la tesis:.....

.....

Nº de identificación de la tesis (no completar, sólo tiene función de control)**:**

1	Paradigma/Enfoque metodológico	
2	Teoría	
3	Cuestión de investigación o problema	
4	Objetivos Generales	
5	Objetivos específicos	
6	Hipótesis	
7	Metodología	
8	Realiza revisión bibliográfica	
9	Recoge referencias bibliográficas	

10	Definición de términos clave	
11	Instrumento recogida de datos	
12	Instrumento específico	
13	Instrumento estandarizado	
14	Validez de instrumento	
15	Tipos de validez instrumento	
16	Fiabilidad instrumento	
17	Procedimientos de fiabilidad	
18	Unidad básica de análisis	
19	Nivel académico	
20	Identificación población	

21	Selección aleatoria	
22	Técnicas de muestreo	
23	Tamaño muestral	
24	Tipo de diseño general	
25	Diseño específico	
26	Temporalización	
27	Amenazas validez de diseño	
28	Control amenazas	
29	Estadísticos descriptivos	
30	Tipos de estadísticos descriptivos	

31	Uso de valores p	
32	Inferencia estadística	
33	Técnicas de inferencia estadística	
34	Técnicas correlacionales y multivariadas	
35	Tipos de Técnicas correlacionales y multivariadas	
36	Análisis cualitativo	

37	Triangulación	
38	Hallazgos	
39	Cuestiones abiertas	
40	Implicación a la teoría	
41	Implicaciones prácticas	

CAPITULO 7: ANÁLISIS DE RESULTADOS.

En este capítulo se presentan los análisis de resultados de los datos obtenidos una vez que hemos aplicado los instrumentos presentados anteriormente, así como las conclusiones más relevantes. Previamente describimos las técnicas utilizadas.

7.1. Técnicas de análisis de resultados.

Siendo este un estudio descriptivo, hemos utilizado técnicas de análisis de datos básicos, correspondientes a la estadística univariada, bivariada e inferencial. Algunas de las técnicas que hemos utilizado en este estudio se presentan de manera resumida a continuación:

- Frecuencias: Agrupación o conjunto de fenómenos o elementos referidos a una clase determinada.
- Rango: Amplitud de la variación de un fenómeno entre un límite menor y uno mayor claramente especificado.
- Porcentajes: Número de cualquier clase de cosas que se toma o se considera, de cada cien de ellas.
- Media: Es la suma de un conjunto de observaciones dividido por el número total de observaciones realizadas.
- Desviación típica: Es la raíz cuadrada de la varianza, es decir, la raíz cuadrada de la media aritmética de las diferencias de cada valor respecto a la media elevada al cuadrado. Mide la diferencia de valor de la variable con respecto a la media aritmética.
- Coeficiente de correlación *r* de Pearson: Es el coeficiente más difundido para calcular el grado de asociación lineal entre los valores de dos variables de intervalo distribuidas normalmente.
- Prueba del Chi cuadrado: Es una prueba estadística que se usa para comprobar si las frecuencias de los valores de una variable cualquiera obtenidas empíricamente

en un determinado estudio, se diferencian o se parecen de forma significativa a las que resultarían bajo cierto conjunto de supuestos teóricos. El objetivo de la prueba es medir el grado de asociación que puede existir entre dos o más grupos de datos y decidir si la diferencia o similitud entre ellos es significativa, o por el contrario, se debe al azar.

Los programas informáticos que hemos utilizado han sido los siguientes:

- Excel 2000.
- Statistica 5.5

Además se utilizaron representaciones gráficas de datos tales como: Diagrama de barras, diagramas de sectores, entre otros.

7.2. Análisis de datos cientimétricos.

7.2.1. Variable 1: Productividad diacrónica.

Entendida, esta primera variable, como el año en el cual se realizó la lectura de la tesis. A continuación presentamos la tabla 2 de frecuencias, así como las representaciones gráficas de las frecuencias agrupadas por años, bienios, trienios y cuatrienios (tabla 2).

En esta variable se trata de constatar la ley de Price (1986) que afirma que la información científica crece a un ritmo muy superior al de otros procesos o fenómenos sociales. El ritmo de crecimiento de la información científica es tal que cada 10-15 años se duplica la información existente; existiendo una correlación entre tiempo y producción de r = 0.94.

De este modo, observamos como el ámbito de la Educación Matemática confirma esta ley; y además se denota el crecimiento progresivo característico de una ciencia que se encuentra en desarrollo; pero se atisba ya el modelo de crecimiento logístico (curva logística) que enuncia Price.

abla 2. Productividad Diacrónica

Año de lectura	Frecuencia	Porcentaje Total
1976	1	0.7 %
1977	0	0 %
1978	1	0.7 %
1979	1	0.7 %
1980	0	0 %
1981	1	0.7 %
1982	1	0.7 %
1983	1	0.7 %
1984	0	0 %
1985	2	1.5 %
1986	5	3.7 %
1987	4	3 %
1988	7	5.2 %
1989	6	4.4 %
1990	4	3 %
1991	13	9.6 %
1992	8	6 %
1993	8	6 %
1994	15	11.1 %
1995	15	11.1 %
1996	14	10.4 %
1997	17	12.6 %
1998	11	8.1 %
Total	**135**	

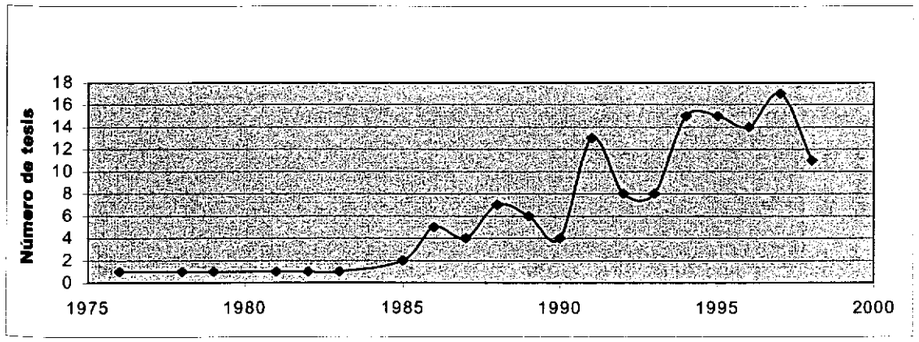

Figura 4. Productividad diacrónica: años.

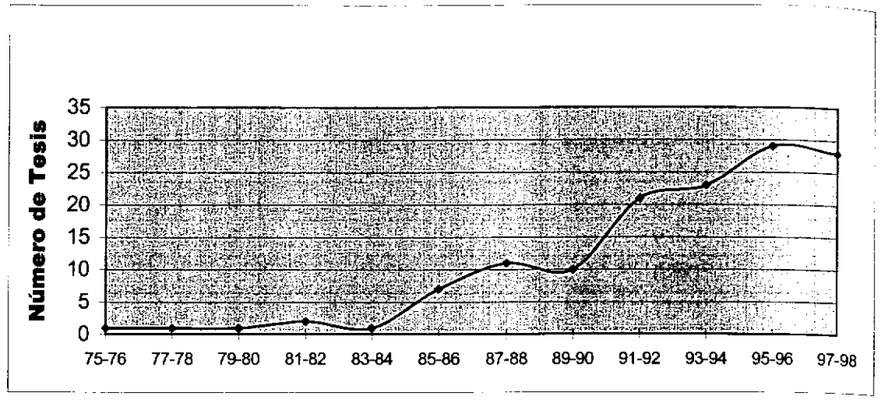

Figura 5. Productividad diacrónica: bienios.

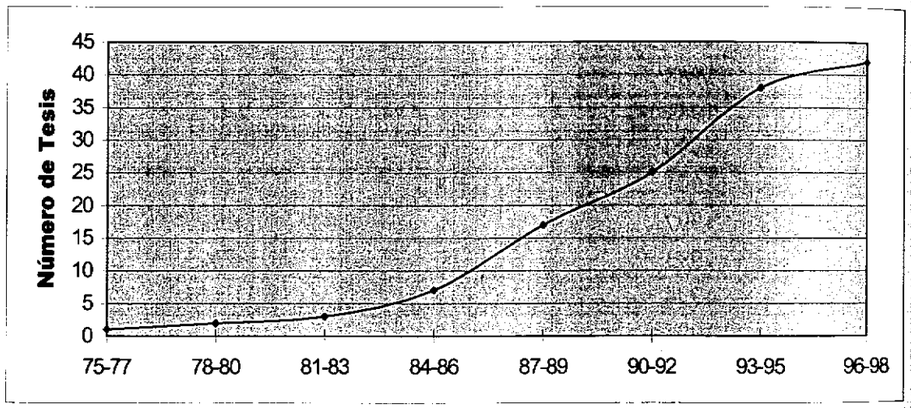

Figura 6. Productividad diacrónica: trienios.

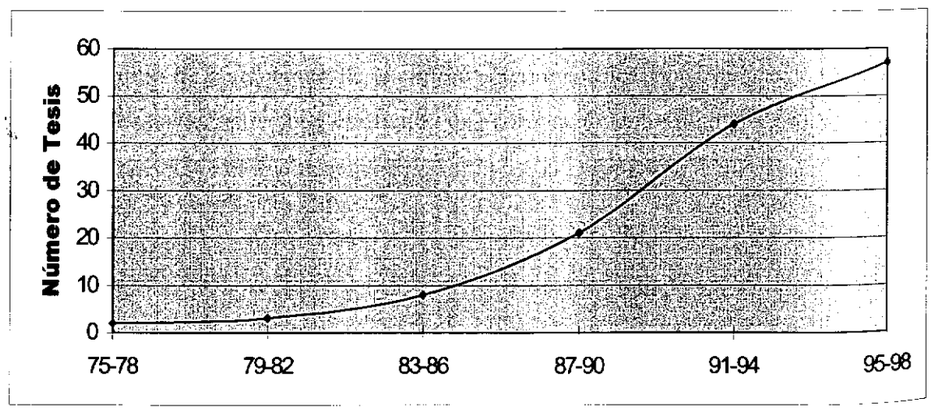

Figura 7. Productividad diacrónica: cuatrienios.

Una cuestión abierta, con respecto a esta variable, será el seguimiento de la producción en los cinco años siguientes del periodo estudiado, al objeto de notar si se consolida el modelo logístico final propuesto por Price.

7.2.2. Variable 2: Sexo del autor.

Esta variable se refiere al sexo del autor de la tesis, según se infiera por el nombre de propio.

Tabla 3. Sexo del Autor

Sexo del autor	Frecuencia	Porcentaje
Hombre	71	52.6 %
Mujer	64	47.4 %
Total	**135**	

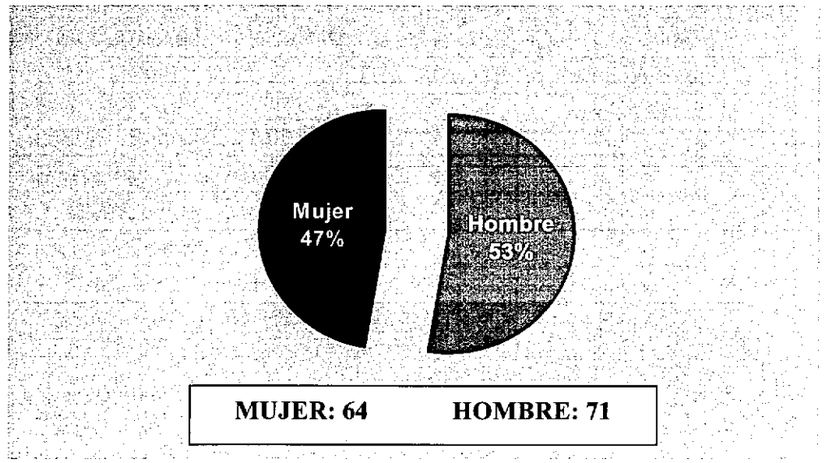

Figura 8. Diagrama de sectores en relación al sexo del autor.

Con esta variable sólo pretendemos hacer un breve comentario sobre el sexo de los autores de la muestra analizada. Al respecto señalar que existe una mínima diferencia entre sexos; concretamente han sido 71 hombres frente a 64 mujeres. Tal diferencia no es

estadísticamente significativa (χ^2=0.36, $\chi^2(1;0.05)$= 3.84, $p< 0.05$). Las diferencias son meramente atribuibles a fluctuaciones del azar.

Pudiera ser interesante indagar el patrón diacrónico de productividad según sexo, pues tradicionalmente se le imputa alas matemáticas un sesgo positivo ligado al sexo masculino.

Por último decir, que esta variable adquiere un verdadero sentido cuando la contrastamos con la variable 5, sexo de los directores. Será ese momento cuando se observará el aumento de la presencia femenina en la Educación Matemática.

7.2.3. Variable 3: Número de directores.

En la tercera variable se trata de cuantificar el número de directores que han dirigido la tesis doctoral.

Tabla 4. Número de Directores

Número de directores	Frecuencia	Porcentaje
Un director	113	83.7 %
Dos directores	21	15.6 %
Tres directores	1	0.7 %
Total	**135**	

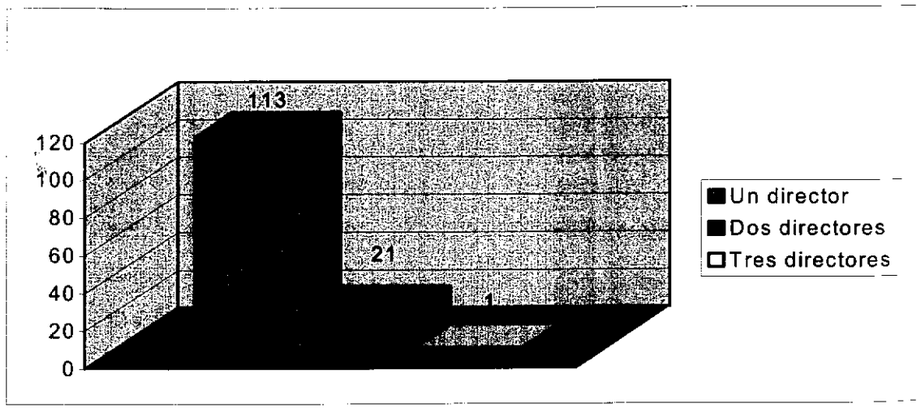

Figura 9. Diagrama de frecuencias en relación al número de directores.

Existe una tendencia general a que las tesis doctorales sean guiadas o tuteladas por un solo director; lo que manifiesta la escasa cooperación existente, a nivel de dirección conjunta de tesis, dentro del ámbito universitario.

De manera que existen 113 tesis doctorales que han sido tuteladas por un solo director, constituyendo el 83.7%; 21 tesis doctorales que ha sido tutelada por dos directores, representando el 15.6%; y por último, una sola tesis cuyos directores han sido tres (0.7%).

7.2.4. Variable 4: Productividad de los directores.

Se trata de especificar los directores más productivos en la elaboración de las tesis doctorales en el periodo 1976-1998.

Tabla 5. Relación de los Diez Directores más Productivos

Directores	Frecuencia	Porcentaje Total
Rico Romero, Luis	7	15.9 %
Batanero Bernabeu, M. Carmen	6	13.6 %
Gutiérrez Rodríguez, Angel	5	11.4 %
De la Orden Hoz, Arturo	4	9.1 %
Díaz Godino, Juan	4	9.1 %
Serrano González, M.J	3	6.8 %
García Hoz, Víctor	3	6.8 %
Fortuny Aymemi, José Mª	3	6.8 %
Navarro Guzmán, José I.	3	6.8 %
Villar Angulo, Luis Miguel	3	6.8 %
Fernández Arenaz, A	3	6.8 %
Johnson, David	3	6.8 %
Total	**47**	

Tabla 6. Frecuencia de Directores en Relación al Número de Tesis Dirigidas

Nº de tesis dirigidas	Nº de directores (observados)	Nº predictos por Lotka
1	93	93
2	9	23.3
3	7	10.3
4	2	5.8
5	1	3.7
6	1	2.6
7	1	1.9
Total	**158***	

Fernández Cano (1995, p.51) nos explica que "dentro de los estudios sobre capacidad investigadora, existe una amplia tradición sobre medición de tal capacidad haciendo uso de la variable *conteo de publicaciones* o productividad".

En concreto, en este estudio el 58% de los directores ocasionales (1 tesis dirigida) dirigen el 69% de las tesis. Y el 2% de los directores (los tres más productivos: Rico, Batanero y Gutiérrez Rodríguez) dirigen el 13% de las tesis; frente al 25% que propone Lotka.

En bastante grado, la distribución de directores se ajusta a la Ley de Lotka, en el extremo superior (usando los porcentajes auténticos); y más cuando se utilizan el coeficiente de correlación ordinal entre número de directores observados/encontrados/empíricos y la distribución del número de directores predictos/teóricos por Lotka. Siendo esta correlación (r = 0,96) de alta magnitud y con significación estadística (p< 0,05); aunque el ajuste por correlación ordinal sea algo laxo.

De esta forma se pueden clasificar a los directores en grupos bien definidos según su productividad en el periodo considerado.

* El total de la sumatoria ha sido obtenido de multiplicar cada director por el número de tesis dirigidas.

Verificación de la Ley de Lotka

- Grandes (Más de 10 tesis)..... .0
- Medios (2-9 tesis)..... 65
- Ocasionales (1 tesis)..... ..... .93

Una tabla representativa de todo lo dicho sería:

Tabla 7. Resultados en Relación a la Ley de Lotka

	Lotka	Productos encontrados (Tesis dirigidas)
Directores ocasionales	**75 %**	**58 %**
Producción	**25 %**	**69 %**
Directores más productivos	**2 %**	**2 %**
Producción	**25 %**	**13 %**

7.2.5. Variable 5: Sexo de directores.

Una vez que hemos identificado los directores, estableceremos una diferenciación en función del sexo.

Tabla 8. Sexo de Directores

Sexo directores	Frecuencia	Porcentaje
Hombre	126	80.8 %
Mujer	30	19.2 %
Total	**156***	

* Total de la sumatoria ha sido obtenido de multiplicar cada director por el número de tesis dirigidas.

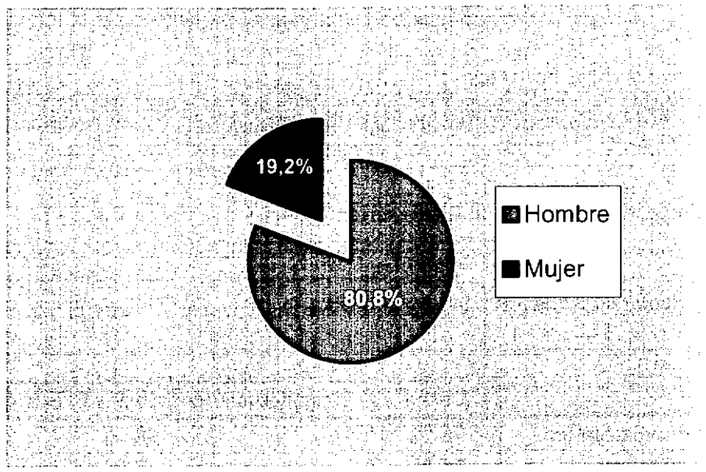

Figura 10. Diagrama de sectores en relación al sexo del director.

En la figura 11 se observa la presencia de las tesis dirigidas por hombres, mujeres y las codirigidas por hombre y mujer. Se denotan diferencias estadísticamente significativas en el sexo de los directores ($\chi^2 = 59.0$; χ^2 (1; 0.001)= 10.8; $p< 0.001$).

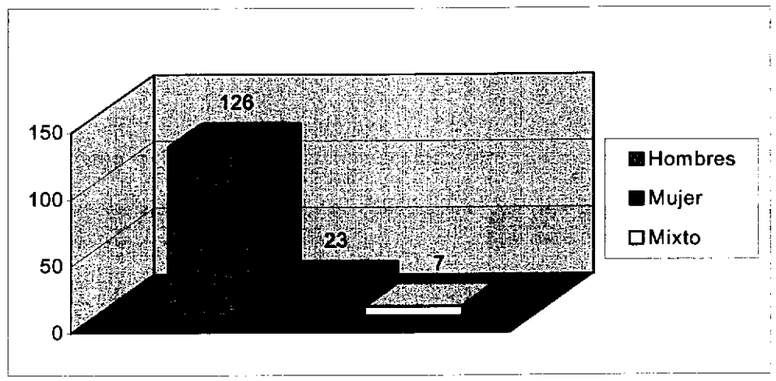

Figura 11. Diagrama de frecuencias en relación al sexo de los directores considerando la codirección.

En la tabla 9 se cruzan los datos de sexo del director y el sexo del autor, con la finalidad de establecer si los hombres son dirigidos por hombres y viceversa; u ocurre todo lo contrario.

abla 9. Sexo del Director Relacionado con el Sexo del Autor

Director/ Autor	Hombre	Mujer	Totales
Hombre	54	51	105
Mujer	13	10	23
Mixto	4	3	7
Total	71	64	135

La conclusión a la que llegamos, analizando estos datos, es que no hay predilección de n sexo (en directores) por otro (autores). Lo cual implica ausencia de sesgos debido al sexo.

Estos datos confirman algunos hallazgos de las investigaciones que Goldstein realizó y ue se recogen en Fernández Cano (1995a). Goldstein denotó que no existen diferencias ignificativas, en el número de publicaciones, con respecto al sexo del autor, ni del director; ero en cambio, sí aceptó una hipótesis de interacción cual era que el 79% de las tesis rocedían de autores con director del mismo sexo ($p<0.001$). Shulman (1987) replicó el studio anterior controlando la variable área de especialización y no detectó efectos rincipales, ni de interacción significativos.

En este estudio no se denota patrón de interacción alguno, en el sentido de preferencia e los directores por un determinado sexo. Pero un aspecto, que si que hay que destacar, es ue en las direcciones mixtas existe una predilección por la dirección de hombres cuando se atúa en primer lugar un director masculino y viceversa.

.2.6. Variable 6: Productividad institucional.

Se señala la Universidad donde se ha leído la tesis doctoral.

Tabla 10. Productividad Institucional

Instituciones de Lectura	Frecuencia	Porcentaje
U. Granada	22	15.6 %
U. Complutense de Madrid	18	13.3 %
U. Autónoma de Barcelona	14	10.4 %
U. Barcelona	14	10.4 %
U. Valencia	12	8.9 %
UNED	11	8.2 %
U. Murcia	6	4.4 %
U. Sevilla	6	4.4 %
U. País Vasco	5	3.7 %
U. La Laguna	5	3.7 %
U. Cádiz	5	3.7 %
U. Politécnica de Madrid	3	2.2 %
U. Autónoma de Madrid	2	1.5 %
U. Oviedo	2	1.5 %
U. Salamanca	2	1.5 %
U. Santiago	2	1.5 %
U. Valladolid	2	1.5 %
U. Zaragoza	1	0.7 %
U. Huelva	1	0.7 %
U. Vigo	1	0.7 %
U. Politécnica de Valencia	1	0.7 %
Total	**135**	

- Productores grandes (Más 10).....6
- Productores medios (2-9).....11
- Productores ocasionales (1).....4

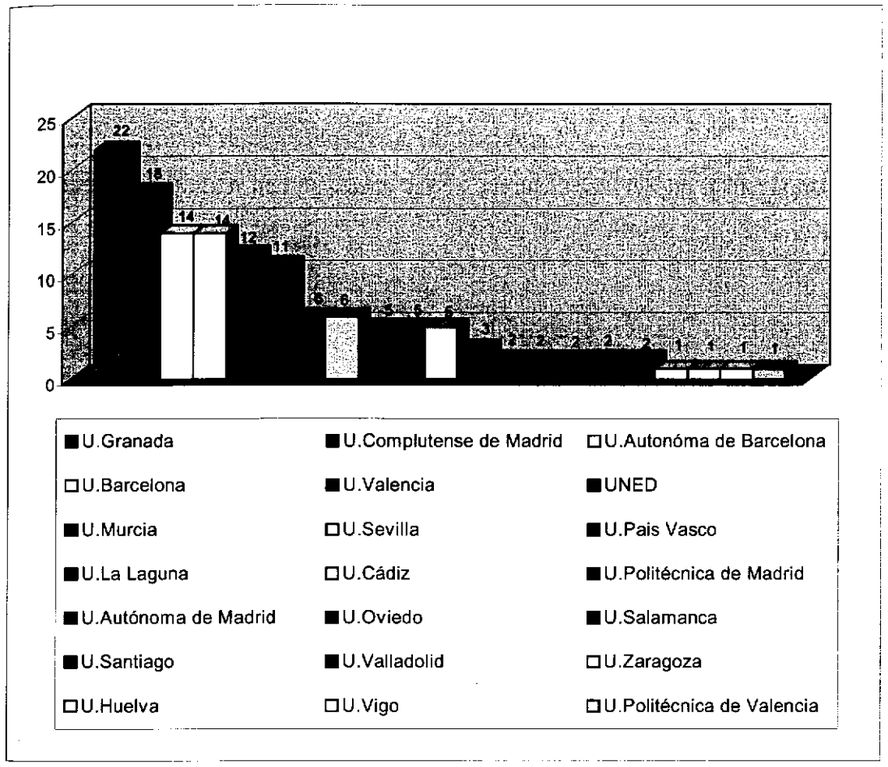

Figura 12. Diagrama de frecuencias en relación a la productividad institucional.

Con estos datos obtenemos que existen seis instituciones que podemos considerar como grandes productoras de tesis doctorales en Educación Matemática. Instituciones como:

- La Universidad de Granada, en la cual se han leído 22 tesis doctorales, representando el 15.6%.
- La Universidad Complutense de Madrid, en la cual se han leído 18 tesis doctorales, representando el 13.3%.
- La Universidad Autónoma de Barcelona y la Universidad de Barcelona, en las cuales se han leído 14 tesis doctorales en cada una de ellas, representando el 10.4%.
- La Universidad de Valencia, en la cual se han leído 12 tesis doctorales, representando el 8.9%.

- La Universidad Nacional de Educación a Distancia, en la cual se han leído 11 tesis doctorales, representando el 8.2%.

Las instituciones de producción media son las siguientes:

- La Universidad de Sevilla y Murcia, en las cuales se han leído 6 tesis doctorales en cada una de ellas, representando el 4.4%.
- La Universidad del País Vasco, la Universidad de La Laguna y la Universidad de Cádiz, en las cuáles se han leído 5 tesis doctorales cada una de ellas, representando el 3.7%.
- La Universidad Politécnica de Madrid, en la cual se han leído 3 tesis doctorales, representando el 2.2%.
- Las Universidad de Oviedo, la Autónoma de Madrid, Salamanca, Santiago y Valladolid, en las que sólo se han leído 2 tesis doctorales, representando el 1.5%.

En último lugar se encuentran las instituciones ocasionales, en las que sólo se han leído una tesis doctorales. Este es el caso de:

- Las Universidades de Zaragoza, Huelva, Vigo y la Politécnica de Valencia, en las que sólo se ha leído 1 tesis doctoral, representando un 0.7% cada una de ellas.

Como podemos comprobar en esta cuestión no se verifica la ley de Lotka; pero si podemos hablar de zonas Bradford (1948) . Conviene aclarar que aunque normalmente esta ley va dirigida hacia la productividad de revistas sobre un determinado tópico, nosotros la emplearemos en clarificar la producción de las universidades españolas (ver apartados 2.7 y 2.7.3).

En nuestro caso particular, el núcleo estaría constituido por las universidades de Granada y la Complutense de Madrid, con una producción de 40 tesis doctorales.

En una primera zona, y con la misma producción que el núcleo, se encontrarían la Universidad de Autónoma de Barcelona, Universidad de Barcelona y la Universidad de Valencia. En una segunda zona se encontrarían la UNED, la Universidad de Murcia, la

Universidad de Sevilla, la Universidad del País Vasco, la Universidad de La Laguna, la Universidad de Cádiz y la Universidad Politécnica de Madrid, que entre ellas tendrían una producción de 41 tesis doctorales.

Gráficamente el resultado los vemos en la figura 13:

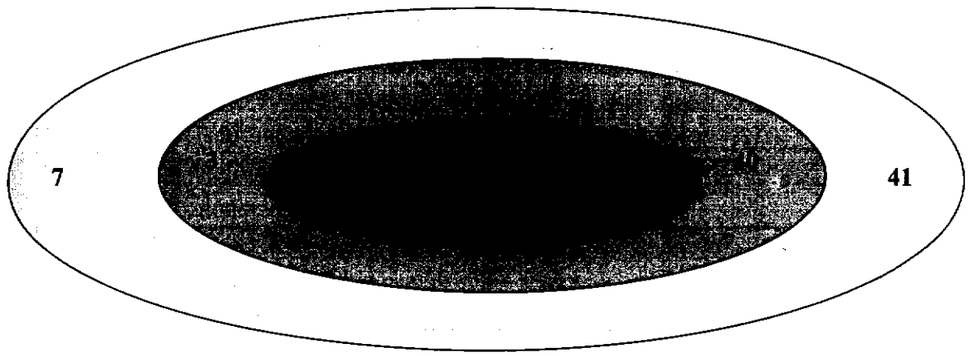

Figura 13. Zonas Bradford de productividad institucional.

NÚCLEO:

Universidad de Granada
Universidad Complutense de Madrid

PRIMERA ZONA:

Universidad Autónoma de Barcelona
Universidad de Barcelona
Universidad de Valencia

SEGUNDA ZONA:

UNED
Universidad de Murcia
Universidad de Sevilla
Universidad del País Vasco
Universidad de La Laguna
Universidad de Cádiz
Universidad Politécnica de Madrid.

PERIFERIA:

En la periferia se encontrarían las 14 universidades restantes.

7.2.7. Variable 7: Colaboración institucional.

En esta variable se ha cuantificado el número de instituciones a las que pertenecen los directores.

Tabla 11. Colaboración Institucional

Número Instituciones	Frecuencia	Porcentaje
1	126	93.3 %
2	9	6.7 %
Total	**135**	

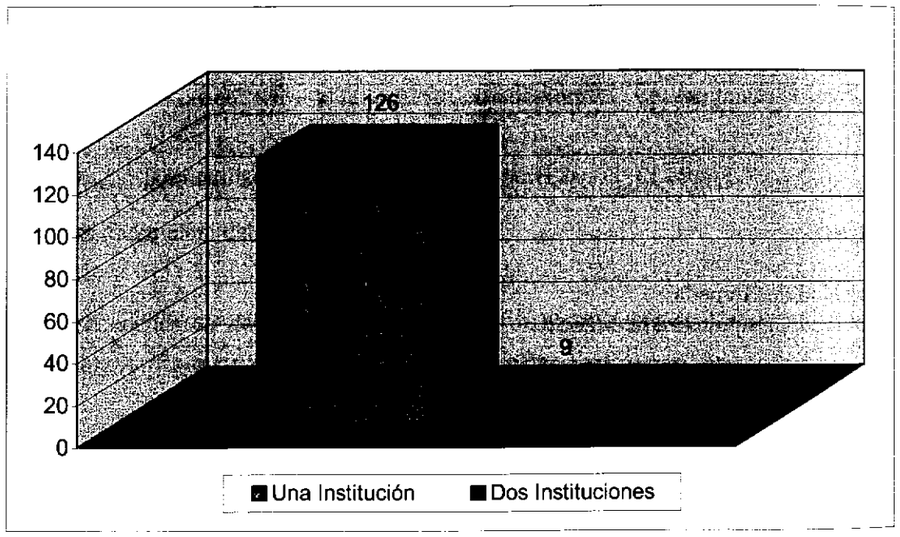

Figura 14. Diagrama de frecuencias en relación a la colaboración institucional.

Esta variable vuelve a denotar la escasa colaboración a nivel universitario, de manera que sólo son 9 tesis doctorales las que tienen directores pertenecientes a dos instituciones diferentes; constituyendo el 5.9%. Las restantes 126 tesis sólo pertenecen a una sola institución y representan el 93.3%.

7.2.8. Variable 8: Institución de directores.

Se trata de establecer la universidad o centro de investigación a la que pertenece el director o directora.

Tabla 12. Institución de Directores

Institución de directores	Frecuencia	Porcentaje Total
U. Granada	24	16.6 %
U. Complutense de Madrid	16	11 %
U. de Barcelona	14	9.7 %
U. Valencia	12	8.3 %
U. Autónoma Barcelona	12	8.3 %
UNED	8	5.5 %
U. de Sevilla	8	5.5 %
U. Murcia	6	4.1 %
U. País Vasco	6	4.1 %
U. Cádiz	6	4.1 %
U. La Laguna	5	3.4 %
U. Londres	3	2.1 %
U. Valladolid	3	2.1 %
U. Autónoma de Madrid	3	2.1 %
U. Politécnica de Madrid	3	2.1 %
U. Jaén	2	1.4 %
U. León	2	1.4 %
U. de Santiago de Compostela	2	1.4 %
U. Huelva	1	0.7 %
C. Inv. Estudios Avanzados	1	0.7 %
U. Politécnica de Valencia	1	0.7 %
U. Oviedo	1	0.7 %
U. Málaga	1	0.7 %
U. de Vigo	1	0.7 %
U. de Zaragoza	1	0.7 %
U. Politécnica de Cataluña	1	0.7 %
U. de Salamanca	1	0.7 %
U. de Burdeos	1	0.7 %
U. Miguel Hernández de Elche	1	0.7 %
Total	**145**	

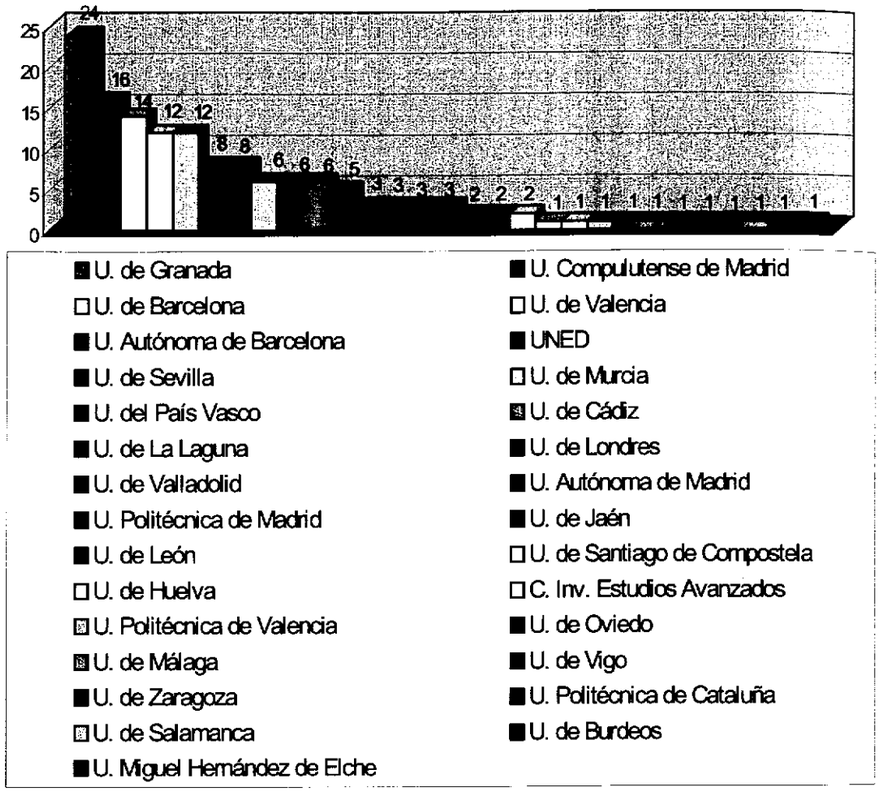

Figura 15. Diagrama de frecuencias en relación a la institución de directores.

Estos datos aportan información sobre las instituciones de los directores que tutorizan las tesis doctorales. Así observamos que destacan:

- La Universidad de Granada, ha dirigido 24 tesis doctorales, representando el 16,6%.
- La Universidad Complutense de Madrid, ha dirigido 16 tesis doctorales, representado el 11%.
- La Universidad de Barcelona, han dirigido 14 tesis doctorales, representando el 9,7%.
- La Universidad de Valencia y la Universidad Autónoma de Barcelona, en las cuales se han dirigido 12 tesis doctorales, representando el 8,3% en cada una de ellas.

- La Universidad Nacional de Educación a Distancia y la Universidad de Sevilla, han dirigido 8 tesis doctorales, representando el 5,5% en cada una de ellas.

Como podemos comprobar en esta cuestión no se verifica de forma laxa la ley de Bradford.

La representación gráfica de las zonas Bradford sería la siguiente:

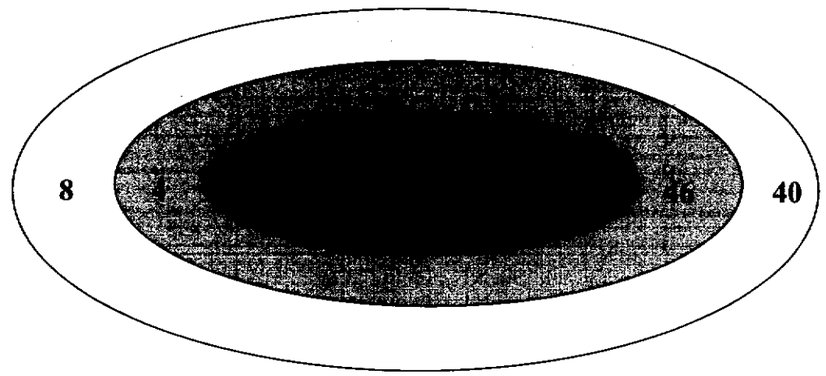

Figura 16. Zonas Bradford de instituciones de los directores.

NÚCLEO:

Universidad de Granada.
Universidad Complutense de Madrid

PRIMERA ZONA:

Universidad de Barcelona
Universidad de Valencia
Universidad Autónoma de Barcelona
UNED

SEGUNDA ZONA:

Universidad de Sevilla
Universidad de Murcia
Universidad del País Vasco
Universidad de Cádiz
Universidad de La Laguna
Universidad de Londres
Universidad de Valladolid.
Universidad Autónoma de Madrid

PERIFERIA:

En la periferia se encontrarían las 16 universidades restantes.

7.2.9. Variable 9: Centro de realización.

En esta variable se recoge el centro de realización de la tesis según la base de datos de TESEO. Los datos obtenidos fueron diversos, por lo que se decidió agrupar tal y como aparece en la tabla 13:

Tabla 13. Departamento de Realización de la Tesis Doctoral

Departamentos de Realización	Frecuencia	Porcentaje
Pedagógicos	53	39.2%
Didácticas específicas	40	29.6%
Psicológicos	24	17.8%
Matemáticos	11	8.1%
Otros	7	5.2%
Total	**135**	

Esta variable nos va a permitir conocer cuáles son las áreas de conocimiento más fructíferas en Educación Matemática. De aquí, observamos que una mayoría de autores han realizado sus tesis desde departamentos pedagógicos. Éstas constituyen 53 tesis doctorales y corresponden a un 39.2%.

Seguidamente se encuentran aquellos departamentos que hemos denominado de didácticas específicas y que incluiría la Didáctica de la Matemática y Didáctica de las Ciencias Experimentales; en estos se realizaron 40 tesis doctorales y corresponden a un 29.6%.

Las tesis doctorales producidas desde los departamentos de psicología han sido 24 y representan el 17.8%. Este dato es bastante paradójico cuando lo relacionemos con el análisis de datos conceptuales; ya que la psicología representa un campo de estudio muy considerado en las tesis doctorales.

Las tesis producidas desde los departamentos de matemáticas son 11 tesis doctorales y constituyen el 8.1%; por último encontramos la denominación de otros en los que se incluyen casos de difícil clasificación, que están constituidos por 7 tesis doctorales y representan el 3.7%.

Seguidamente estableceremos un cruce entre esta variable y el año de realización de la tesis, con el objetivo de conocer, con respecto al tiempo, cuáles han sido y son los departamentos más productivos.

Tabla 14. Departamento de Realización en Relación al Año de Lectura

Departamentos/ Años	Pedagógicos	D. Específicas	Psicológicos	Matemáticos	Otros
1976	1	0	0	0	0
1977	0	0	0	0	0
1978	0	0	0	0	1
1979	1	0	0	0	0
1980	0	0	0	0	0
1981	1	0	0	0	0
1982	1	0	0	0	0
1983	0	1	0	0	0
1984	0	0	0	0	0
1985	1	0	1	0	0
1986	4	0	1	0	0
1987	3	0	0	0	0
1988	3	1	2	1	0
1989	3	1	0	1	1
1990	3	0	0	0	1
1991	4	3	2	1	2
1992	4	2	2	0	0
1993	3	3	2	0	0
1994	3	6	3	2	1
1995	6	6	4	0	0
1996	6	6	1	0	1
1997	5	5	3	4	0
1998	1	6	3	2	0

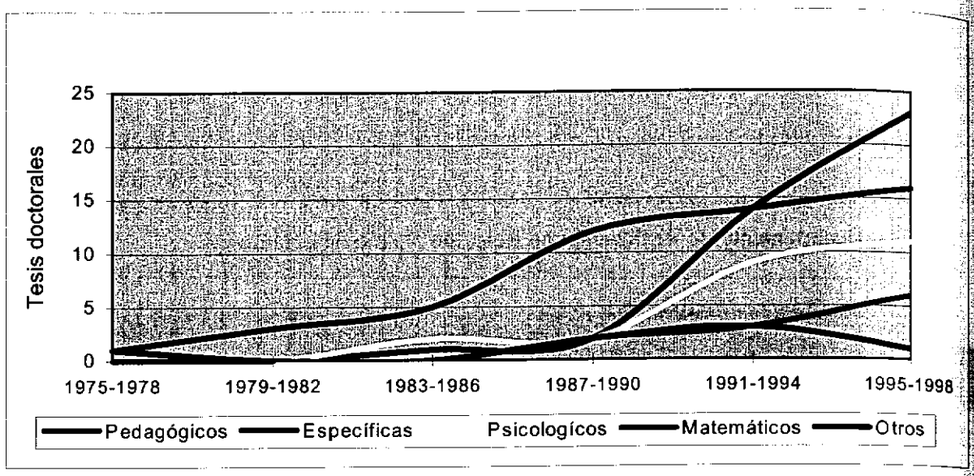

Figura 17. Departamento de realización en relación al año de lectura por cuatrienios.

Debemos destacar como los departamentos de didácticas específicas tienen un gran aumento de la producción a partir del año 1991; aumento que puede considerarse como el de consolidación del área de conocimiento de Didáctica de la Matemática.

7.2.10. Variable 10: Área de conocimiento de los directores.

Una vez obtenidos los datos, los hemos agrupados según la tabla 15:

Tabla 15. Área de Conocimiento de los Directores

Área de Conocimiento	Frecuencia	Porcentaje Total
Pedagógicas	48	34.3%
Didácticas Específicas	39	27.9%
Psicológicas	28	20%
Matemáticas	15	10.7%
Otras	10	7.1%
Total	**140***	

En esta variable se trata de conocer las áreas a las que pertenecen los directores de las tesis doctorales. De este modo, observamos que no existen grandes diferencias con la variable

* Obsérvese que en cada tesis pueden obtenerse dos o más categorías de respuesta por lo que el total no es necesariamente igual al tamaño muestral.

anterior; y que de nuevo el ámbito educativo general es el mayor representado. Como acabamos de comentar, los directores pertenecen de manera mayoritaria a departamentos de educación, pero pueden ser de áreas muy diferentes, incluida la Didáctica de la Matemática. Estos constituyen 48 y corresponden a un 34.3%. Seguidamente se encuentran aquellos directores que se enmarcarían en los departamentos que hemos denominado de didácticas específicas; éstos constituyen 39 y corresponden a un 27.9%. Los directores de las tesis doctorales producidas desde los departamentos de psicología han sido 28 y representan el 20%. Los directores de las tesis pertenecientes a los departamentos de las matemáticas son 15 y constituyen el 10.7%; y por último, encontramos a aquellos directores que pertenecen a varios departamentos, que están constituidos por 10 directores y representan el 7.1%.

Tabla 16. Área de Conocimiento de los Directores en Relación al Año de Lectura

Área de Conocimiento/Año	Pedagógicas	D.Específicas	Psicológicas	Matemáticas	Otras
1976	1	0	0	0	0
1977	0	0	0	0	0
1978	0	0	0	0	1
1979	1	0	0	0	0
1980	0	0	0	0	0
1981	1	0	0	0	0
1982	0	0	1	0	0
1983	1	0	0	0	0
1984	0	0	0	0	0
1985	1	0	1	0	0
1986	4	0	1	0	0
1987	4	0	0	0	0
1988	1	1	3	1	1
1989	3	0	0	2	1
1990	3	0	0	0	1
1991	7	1	3	1	1
1992	3	0	2	3	1
1993	2	5	2	0	0
1994	3	5	3	2	2
1995	2	7	5	1	0
1996	5	5	1	2	2
1997	5	7	4	2	0
1998	1	8	2	1	0

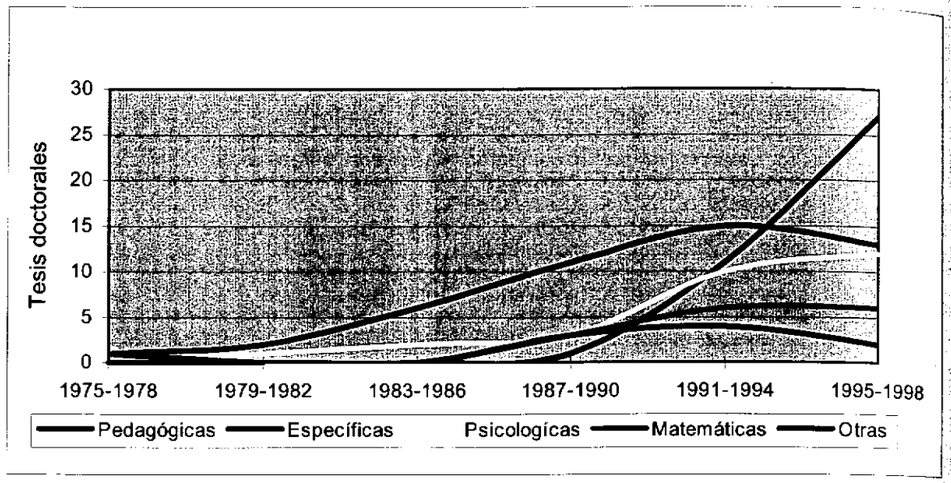

Figura 18. Área de conocimiento de los directores en relación al año de lectura por cuatrienios.

La figura 18 nos vuelve a reiterar el gran aumento en la dirección de tesis por miembros del área de Didáctica de la Matemática (incluida en la categoría de Departamentos. de Didácticas Específicas), lo que pone manifiesto una vez más la consolidación de la citada área.

7.2.11. Variable 11: Colaboración inter-área.

En esta cuestión se trata de recoger el número de áreas a las que pertenecen los directores. En el caso de que los directores pertenezcan a una misma área se ha indicado como 1.

Tabla 17. Colaboración inter-área

Número de Áreas	Frecuencia	Porcentaje
Un área	123	91,1%
Dos áreas	12	8,9%
Total	**135**	

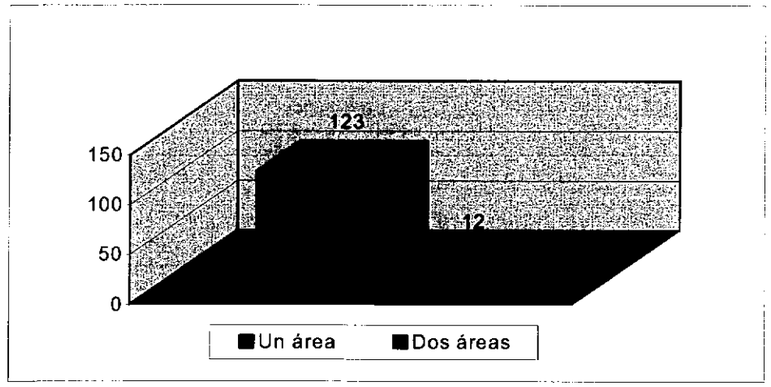

Figura 19. Diagrama de frecuencias en relación a la colaboración interárea.

Esta es una variable que nos indica que existe una tendencia general a realizar las tesis doctorales desde una misma área, desde una misma institución y con un mismo director, y todas estás consecuencias se ven reflejadas en las figuras 14 y 19. De este modo, obtenemos datos tan rotundos como: directores que pertenecen a una misma áreas son 123, representando el 91.1%; mientras que aquellos directores que pertenecen a dos áreas diferentes sólo son 12 y constituyen el 8.9%.

En definitiva, lo que se denota es una falta de colaboración institucional (conclusión a la que ya hemos habíamos llegado en otras variables).

7.2.12. Variable 12: Número de citas.

En esta cuestión se cuantificará el número de citas que han sido referenciadas por el autor en la tesis.

Tabla 18. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación al Total de Citas

Total de Citas	Frecuencia	Porcentaje
1-100	20	14.8 %
101-300	84	62.2 %
301-500	17	12.6 %
> 500	12	8.9 %
Ausencia de Citas	2	1.5 %
Total	**135**	

Tabla 19. Media y Desviación Típica del Total de Citas

Total de Citas	
Media	244.6
Desviación Típica	179.5
N=133	

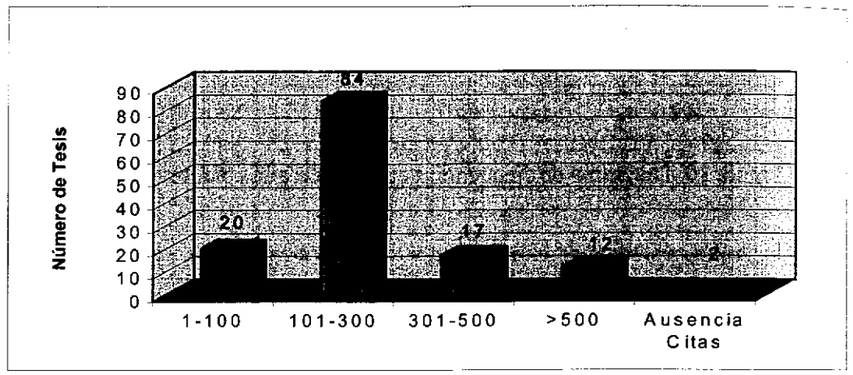

Figura 20. Diagrama de frecuencias en relación al número de Citas.

Del conjunto de intervalos representados, tanto en la tabla 18 como en la figura 20, se destaca con un mayor número de citas referenciadas el intervalo "101-300" con 84 tesis (62.2%) en las que se citan de 101 a 300 referencias bibliográficas. Seguidamente, se encuentran los intervalos "1-100" con 20 tesis (14.8%) que presenta entre 1 y 100 citas, el intervalo "301-500" con 17 tesis (12.6%) en el que se localizan de 301 a 500 referencias, el valor ">500" con 12 tesis (8.9%) que nos indica que estas 12 tesis referencian más de 500 citas y, por último, 2 tesis (1.5%) que pertenecen al valor "ausencia de citas".

El análisis de estos datos nos lleva a obtener los siguiente resultados: La puntuación media, obtenida en la variable "total de citas", es de 244.6 citas por tesis y una desviación típica de 179.5.

7.2.13. Variable 13: Citas en español.

Se cuantifica el número de referencias bibliográficas en lengua española.

Tabla 20. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a las Citas en Español

Citas en Español	Frecuencia	Porcentaje
1-50	47	34.8 %
51-100	48	35.6 %
101-200	25	18.5 %
> 200	13	9.6 %
Ausencia de Citas	2	1.5 %
Total	**135**	

Tabla 21. Media y Desviación Típica de Citas en Español

Citas en Español	
Media	88.3
Desviación Típica	84.2
N=133	

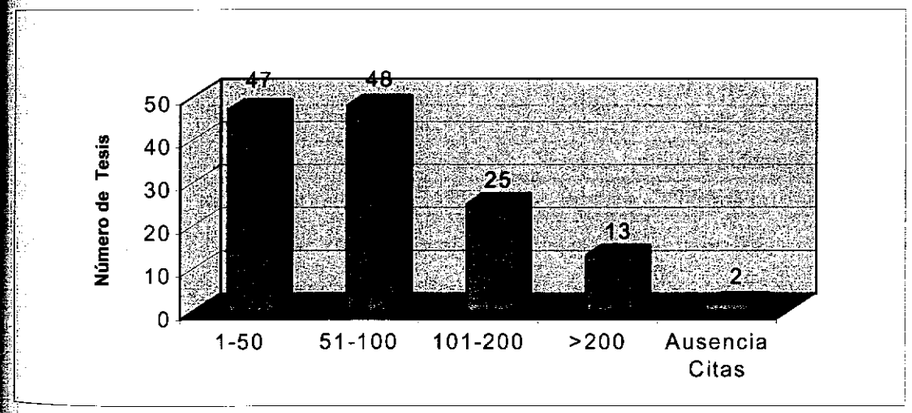

Figura 21. Diagrama de frecuencias en relación al número de citas en español.

La variable "citas en español" destaca de forma considerable en dos intervalos "1-50" y 51-100" con 47 tesis (34.8%) y 48 tesis (35.6%) respectivamente. Indicando para el primer intervalo que se han referenciado entre 1 y 50 citas en español y para el segundo entre 51 y 100 citas en español. Con un menor número de tesis se encuentran los intervalos "101-200"

con 25 tesis (18.5%) citándose de 101 a 200 citas en español, el valor ">200" con 13 tesis (9.6%) referenciando más de 200 citas en español y 2 tesis (1.5%) que se engloban dentro del valor "ausencia de citas".

Señalar que los valores de la media y la desviación para la variable "citas en español" corresponde a 88.3 referencias en español por tesis para la media y 84.2 para la desviación típica.

7.2.14. Variable 14: Citas en inglés.

Número de referencias bibliográficas en lengua inglesa.

Tabla 22. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a las Citas en Inglés

Citas en Inglés	Frecuencia	Porcentaje
0	3	2.2 %
1-50	28	20.7 %
51-100	32	23.7 %
101-150	23	17 %
151-200	20	14.8 %
> 200	27	20 %
Ausencia de Citas	2	1.5 %
Total	**135**	

Tabla 23. Media y Desviación Típica de Citas en Inglés

Citas en Inglés	
Media	139.7
Desviación Típica	137.5
N=133	

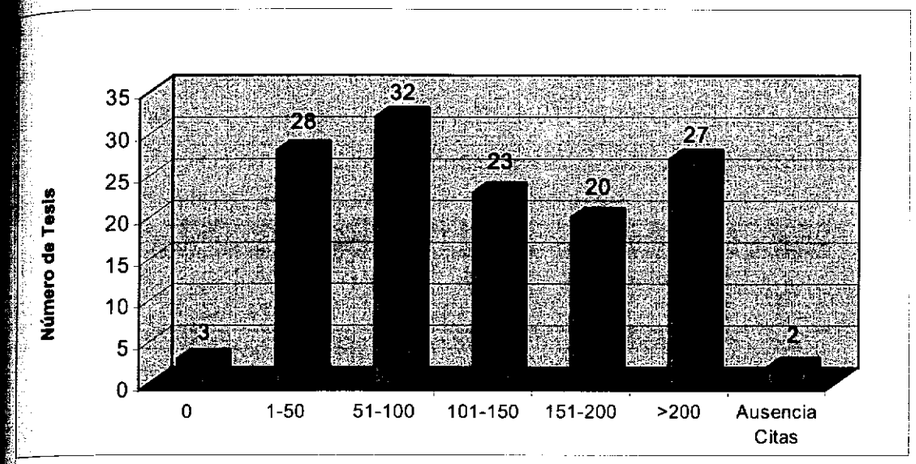

Figura 22. Diagrama de frecuencias en relación al número de citas en inglés.

Los datos representados en la tabla 22 y en la figura 22 nos indican que los intervalos que presentan una mayor frecuencia son el "51-100" y el "1-50" con 32 tesis (23.7%) y 28 tesis (20.7%) respectivamente. Estos datos nos vienen a decir que de forma casi equitativa en 32 y 28 tesis doctorales se han referenciado por un lado de 51 a 100 citas en ingles y por otro de 1 a 50 citas en inglés.

Entre 1-5 tesis doctorales de diferencia se presenta el siguiente valor ">200" con respecto a los ya comentados; en él se localizan 27 tesis (20%) cuyos autores han referenciado como mínimo 201 citas en inglés. Algo más distanciado se presentan el resto de los intervalos, con 23 tesis (17%) para el intervalo "101-150" y 20 tesis (14.8%) para el intervalo "151-200". Significativo es el valor "0" con 3 tesis (2.2%) en las cuales no se han referenciado citas en inglés; por último, señalar que en 2 tesis (1.5%) de las 135 que forman nuestra muestra aparece una ausencia de citas.

Destacar que para la variable "citas en inglés" los valores de la media y la desviación típica son prácticamente equivalentes siendo el valor de la media de 139.7 citas en inglés y el de la desviación típica de 137.5.

7.2.15. Variable 15: Citas en francés.

Número de referencias bibliográficas en lengua francesa.

Tabla 24. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a las Citas en Francés

Citas en Francés	Frecuencia	Porcentaje
0	12	8.9 %
1-50	114	84.4 %
51-100	7	5.2 %
101-150	0	0 %
Ausencia de Citas	2	1.5 %
Total	**135**	

Tabla 25. Media y Desviación Típica de Citas en Francés

Citas en Francés	
Media	13.4
Desviación Típica	17.6
N=133	

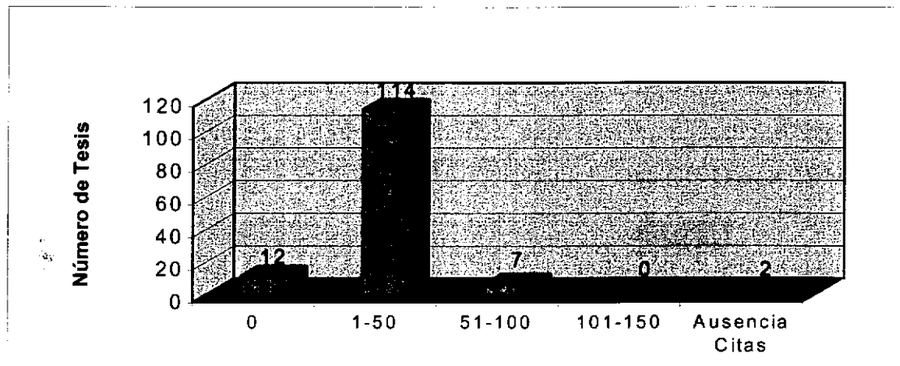

Figura 23. Diagrama de frecuencias en relación al número de citas en francés.

Tras la representación de los datos "citas en francés", en la tabla 24 y figura 23, observamos como el intervalo que presenta una mayor frecuencia y con diferencia del resto es

el "1-50" con 114 tesis (84.4%); es decir, en 114 tesis se han referenciado de 1 a 50 citas en francés. El resto de los intervalos aparecen representados con un menor número de frecuencias; así tenemos, el intervalo "51-100" con 7 tesis (5.2%), que nos viene a indicar que en 7 tesis de las 135 que forman la muestra del estudio se han referenciado de 51 a 100 citas en francés, y el valor "0" con 12 tesis (8.9%), las cuales no recogen ninguna cita en francés. Señalar que en 2 tesis (1.5%) aparece una ausencia de citas.

El cálculo de la media y la desviación típica para la variable "citas en francés" nos aportó los siguientes datos: 13.4 para la media y 17.6 para la desviación típica.

7.2.16. Variable 16: Citas en otras lenguas.

Número de referencias bibliográficas en idiomas distintos al español, inglés y francés.

Tabla 26. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a las Citas en Otras Lenguas

Citas en Otras Lenguas	Frecuencia	Porcentaje
0	88	65.2 %
1-10	34	25.2 %
11-20	6	4.4 %
21-30	1	0.7 %
31-40	2	1.5 %
41-50	2	1.5 %
Ausencia de Citas	2	1.5 %
Total	**135**	

Tabla 27. Media y Desviación Típica de Citas en Otras Lenguas

Citas en Otras Lenguas	
Media	3
Desviación Típica	7.5
N=133	

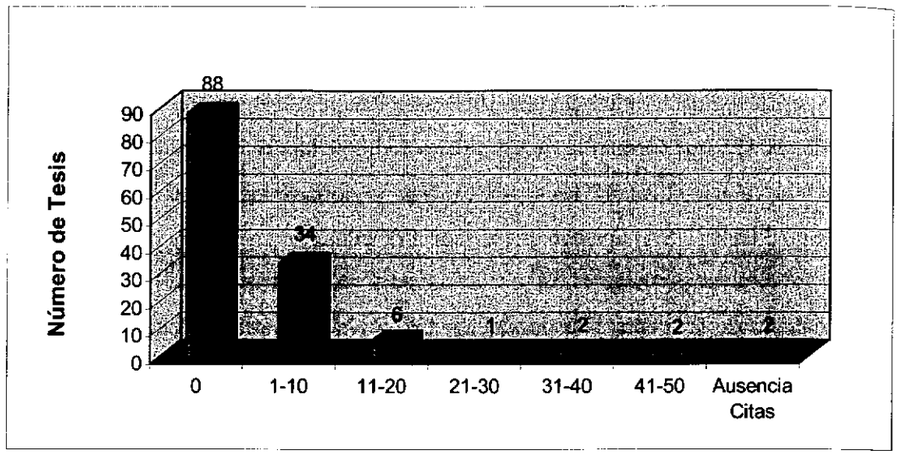

Figura 24. Diagrama de frecuencias en relación al número de citas en otras lenguas.

La variable "citas en otras lenguas" ha sido representada de dos maneras diferentes, en la tabla 26, donde se han recogido las frecuencias y porcentajes de las referencias bibliográficas de las tesis doctorales (según unos intervalos que hemos establecido); y en la figura 24, a través de un diagrama de frecuencias. Del análisis de estos datos se extraen los siguientes resultados: los intervalos que presentan una mayor frecuencia son: el "1-10" con 34 tesis (25,2%) donde se han citado de 1 a 10 citas en otras lenguas y el valor "0" con 88 tesis (65,2%) donde no se han referenciado ninguna cita en otra lengua. Señalar que la media y la desviación típica corresponden a 3 citas por tesis para la media y 7.5, respectivamente.

Una vez analizado el idioma de las citas (inglés, español, francés y otras lenguas) de forma independiente, pasaremos a analizar y comentar el número de citas totales por idioma en el conjunto de tesis doctorales analizadas.

Tabla 28. Resumen de Citas según Lenguas

Idiomas	Nº Total de Citas	Medias	Porcentaje
Inglés	18579	139.7	57.2 %
Español	11748	88.3	36.1 %
Francés	1777	13.4	5.5 %
Otras lenguas	426	3	1.2 %
Total	**32530**	**244.4**	100 %

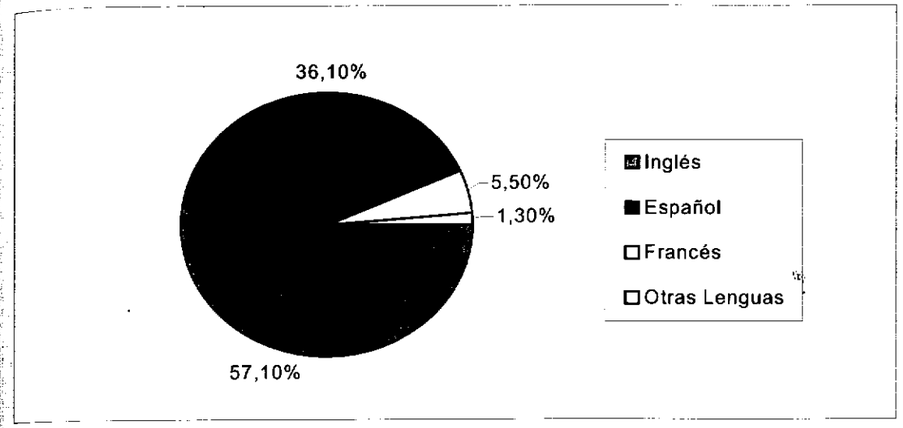

Figura 25. Diagrama de sectores de citas según lenguas.

Como se observa en la figura 25, el porcentaje más alto de citaciones corresponde al idioma inglés con un 57.2% del total de citas, presentando una diferencia de más de 6500 citas con respecto al idioma español. El porcentaje de citaciones en francés, es de un 5.5% del total de citaciones realizadas; siendo este considerablemente menor no sólo con respecto al idioma inglés (con una diferencia de 16.802 citas) sino también, con respecto al idioma español (36.1%) con una diferencia de 9.971 citas.

El porcentaje de citaciones en otras lenguas 1.2% del total de citaciones realizadas es prácticamente inexistente fundamentalmente con respecto a los idiomas inglés y español con una diferencia de más de 18.000 citas y más de 11.300 citas respectivamente; y algo menor frente al idioma francés con una diferencia de más de 1.300 citas.

Otro aspecto a destacar es el promedio de citas por idioma en el total de las tesis; así encontramos como la media de citación por tesis está en 244.4 citas de las cuales 137.6 citas son en inglés, 87 citas en español; 12.1 citas son en francés y 3.2 citas en otras lenguas.

7.2.17. Variable 17: Revistas citadas.

Número total de veces que se citan o se hace referencia a las diversas revistas.

Tabla 29. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a las Revistas Citadas

Total Revistas Citadas	Frecuencia	Porcentaje
0	2	1.5 %
1-50	50	37 %
51-100	44	32.6%
101-150	19	14.1%
151-200	10	7.4 %
>200	8	5.9 %
Ausencia de Citas	2	1.5 %
Total	**135**	

Tabla 30. Media y Desviación Típica del Total de Revistas Citadas

Total de Revistas Citadas	
Media	82.2
Desviación Típica	73.9
N=133	

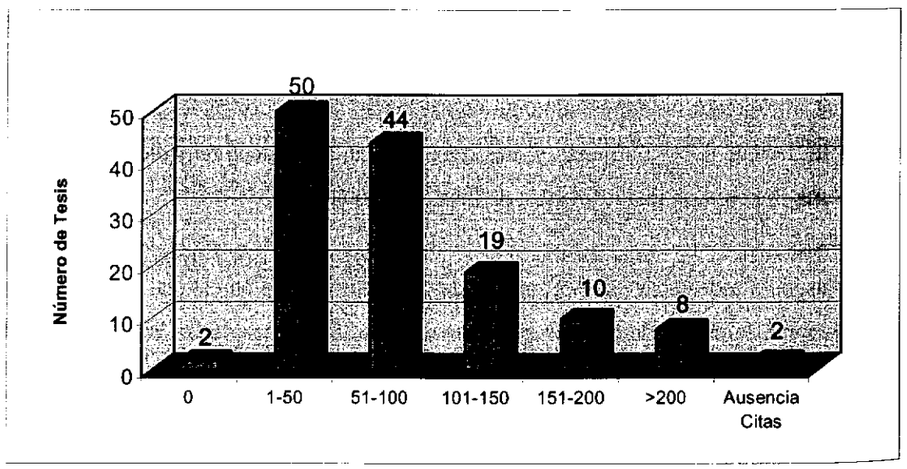

Figura 26. Diagrama de frecuencias en relación al total de revistas citadas.

Los datos obtenidos tras el análisis de la variable "total de revistas citadas" han sido los siguientes: 50 tesis (37%) se encuentran en el intervalo "1-50", es decir, 50 tesis han referenciado de 1 a 50 revistas; 44 tesis (32.6%) se localizan en el intervalo "51-100", en las que se ha referenciado de 51 a 100 revistas; 19 tesis (14.1%) se encuentran en el intervalo "101-150", referenciándose en éstas de 101 a 150 revistas. Señalar que en el valor "ausencia de citas" aparecen 2 tesis representando un 1,5% del total de la muestra.

Tras el análisis de estos datos se obtuvieron los siguientes estadísticos: La media y la desviación típica, siendo la media observada de 82.2 revistas citadas por tesis y la desviación típica de 73.9.

7.2.18. Variable 18: Revistas en español.

Número de veces que las revistas en español son citadas, aunque una misma se repita.

Tabla 31. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a las Revistas Citadas en Español

Revistas en Español	Frecuencias	Porcentaje
0	23	17 %
1-10	49	36.3 %
11-50	50	37 %
51-100	7	5.2 %
>100	4	3 %
Ausencia de Citas	2	1.5%
Total	**135**	

Tabla 32. Media y Desviación Típica de Revistas Citadas en Español

Revistas en Español	
Media	17.1
Desviación Típica	23.9
N=133	

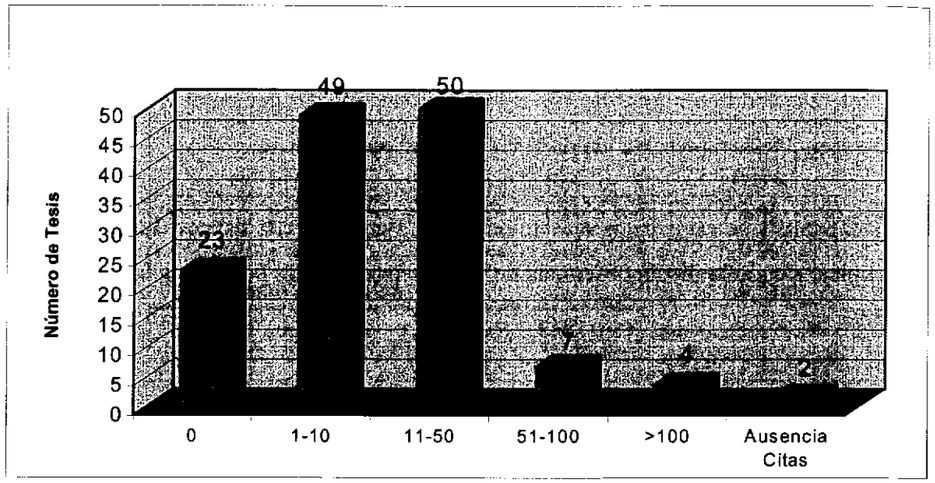

Figura 27. Diagrama de frecuencias en relación a las revistas en español.

Los datos representados tanto en la tabla 31 como en la figura 27, son el resultado del análisis de la variable "revistas en español". Como se observa en dichas representaciones el intervalo que presenta una mayor frecuencia es el "11-50" con 50 tesis (37%), lo que nos indica que 50 tesis han referenciado entre 2 y 50 revistas en español. A continuación, con una tesis de diferencia se encuentra el intervalo "1-10" en el que se localizan 49 tesis (36.3%), las cuales recogen entre 1 y 10 revistas referenciadas en español. Con una diferencia considerable se encuentran el resto de intervalos.

Señalar que la media y la desviación típica para la variable "revistas en español" corresponde a una media de 17.1 revistas en español por tesis y 23.9 de desviación típica.

7.2.19. Variable 19: Revistas en inglés.

Número de veces que revistas en inglés son citadas, aunque una misma se repita.

Tabla 33. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a las Revistas Citadas en Inglés

Revistas en Inglés	Frecuencia	Porcentaje
0	9	6.7 %
1-10	15	11.1 %
11-50	58	42.9 %
51-100	26	19.3 %
>100	25	18.5 %
Ausencia de Citas	2	1.5 %
Total	**135**	

Tabla 34. Media y Desviación Típica de Revistas Citadas en Inglés

Revistas en Inglés	
Media	59.3
Desviación típica	67.1
N=133	

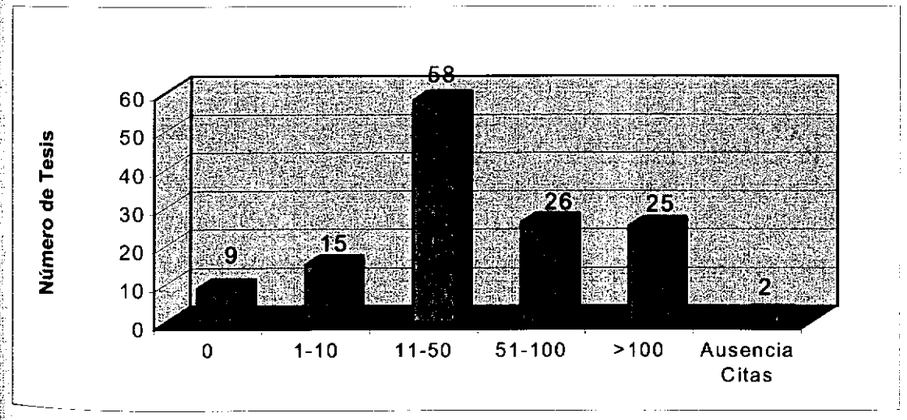

Figura 28. Diagrama de frecuencias en relación a las revistas en inglés.

Como se observa en los datos presentados en la tabla 33 y en la figura 28, el intervalo que presenta una mayor frecuencia es el "11-50" con 58 tesis (42.9%) el cual, nos indica que entre 11 y 50 revistas en inglés han sido referenciadas en 58 tesis de las 135 que forman la muestra. Seguidamente se encuentra el intervalo "51-100" con 26 tesis (19.3%) que recogen

de 51 a 100 revistas en inglés; con 1 tesis de diferencia se halla el valor ">100" con 25 tesis (18.5%) en las que se citan más de 100 revistas en inglés.

Destacar que para la variable "revistas en inglés" los valores de la media y la desviación típica son los siguientes: 59.3 revistas en inglés por tesis para el valor de la media y 67.1 para el valor de la desviación típica.

7.2.20. Variable 20: Revistas en francés.

Número de veces que revistas en francés son citadas, aunque la misma se repita.

Tabla 35. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a las Revistas Citadas en Francés

Revistas en Francés	Frecuencia	Porcentaje
0	30	22.2 %
1-10	86	63.7 %
11-20	12	8.9 %
21-30	4	3 %
31-40	0	0 %
41-50	1	0.7 %
Ausencia de Citas	2	1.5 %
Total	**135**	

Tabla 36. Media y Desviación Típica de Revistas Citadas en Francés

Revistas en Francés	
Media	4.7
Desviación Típica	7
N=133	

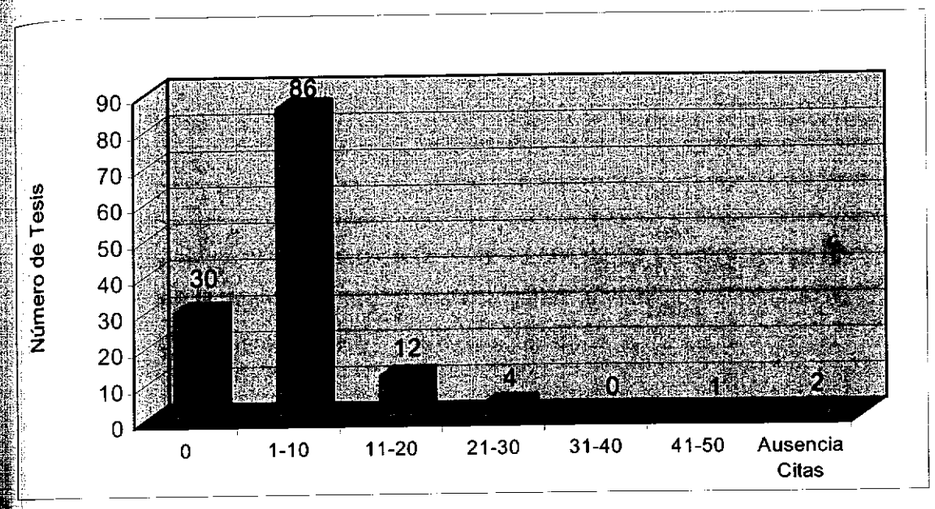

Figura 29. Diagrama de frecuencias en relación a las revistas en francés.

Del conjunto de datos presentados en la tabla 35 y en la figura 29, el intervalo que presenta la frecuencia más alta es el "1-10" con 86 tesis (63.7%) en las que se recoge de 1 a 10 referencias de revistas en francés. Con 56 tesis de diferencia, se encuentra el valor "0" en el que se localizan 30 tesis (22.2%) en las que no se citan revista alguna en francés.

Por último, destacar, que el cálculo de la media y la desviación típica para la variable "revistas en francés" nos aportó los siguientes datos: 4.7 revistas en francés por tesis para el valor de la media y 7 para el valor de la desviación típica.

7.2.21. Variable 21: Revistas en otras lenguas.

Número de veces que se citan revistas en otros idiomas distintos al español, inglés y francés.

Tabla 37. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a las Revistas Citadas en Otras Lengu

Revistas en Otras Lenguas	Frecuencia	Porcentaje
0	86	63.7 %
1-10	45	33.3 %
11-20	1	0.7 %
21-30	0	0 %
31-40	1	0.7 %
>40	0	0 %
Ausencia de Citas	2	1.5%
Total	**135**	

Tabla 38. Media y Desviación Típica de Revistas Citadas en Otras Lenguas

Revistas en Otras Lenguas	
Media	1.2
Desviación Típica	3.6
N=133	

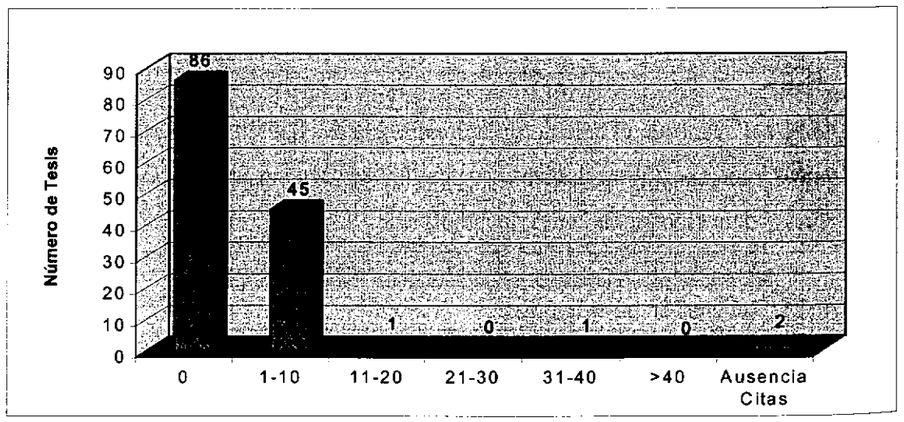

Figura 30. Diagrama de frecuencias en relación a las revistas en otras lenguas.

Como se observa en la figura 30 y en la tabla 37, la frecuencia más alta corresponde al alor "0", que indica que de la muestra total, N = 135, en 86 tesis (63.7%) los autores de las sis doctorales no han citado revista alguna en otras lenguas. Seguidamente, las revistas en ras lenguas citadas entre "1-10" veces aparecen en 45 tesis (33.3%). Estos van a ser los dos andes intervalos donde se van a situar la mayor parte de las tesis doctorales que forman estra muestra.

Posterior al análisis de estos datos se calcularon los estadísticos "media" y "desviación pica", siendo la puntuación media observada para la variable "revistas en otras lenguas" 1.2 vistas en otras lenguas por tesis, y la desviación típica es de 3.6.

2.22. Variable 22: Diez revistas más citadas.

En esta variable se pone de manifiesto las diez revistas más citadas.

abla 39. Diez Revistas más Citadas

Rango	Revistas más Citadas	Frecuencias
1º	Educational Studies in Mathematics	57
2º	Journal for Research in Mathematics Education	54
3º	Recherches en Didactique des Mathématiques	28
4º	Journal of Educational Psychology	18
5º	For the Learning of Mathematics	17
6º	Enseñanza de las Ciencias	15
7º	Infancia y Aprendizaje	15
8º	Mathematics Teacher	15
9º	Arithmetic Teacher	14
10º	Cuadernos de Pedagogía	13
	Total	**246**

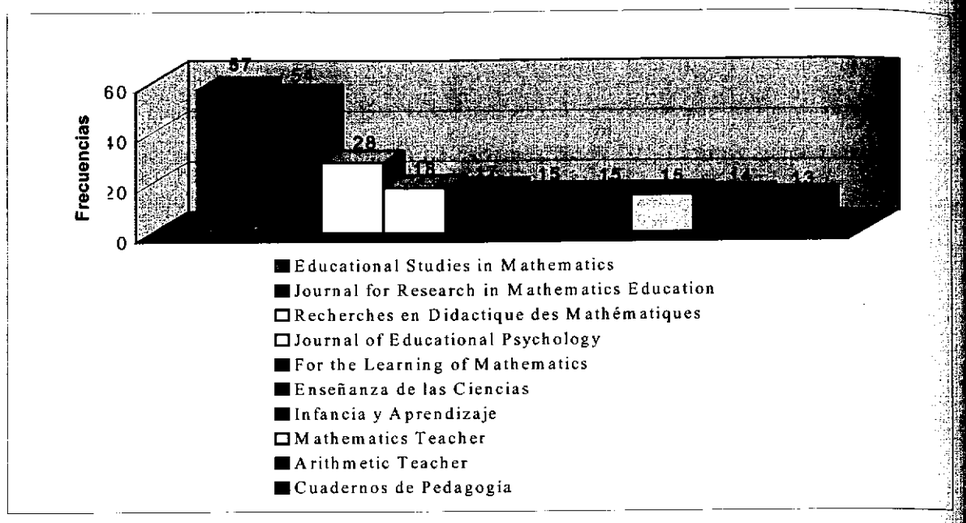

Figura 31. Diagrama de frecuencias en relación a las diez revistas más citadas.

De las diez revistas más citadas en el total de las investigaciones que forman parte de la muestra, las más mencionadas son: *Educational Studies in Mathematics* y *Journal for Research in Mathematics Education* con un total de 57 tesis y 54 tesis respectivamente. Seguidamente, se encuentran las revistas: *Recherches en Didactique des Mathématiques*, *Journal of Educational Psychology y For the Learning of Matematics* que son nombradas de manera minoritaria respecto a las dos anteriores con un total de 28, 18 y 17 tesis respectivamente. Con un menor número de citas se presentan las revistas: Enseñanza de las Ciencias, Infancia y Aprendizaje y *Mathematics Teacher* con 15 tesis cada una; *Arithmetic Teacher* con 14 tesis y, por último, con 13 tesis Cuadernos de Pedagogía.

7.2.23. Variable 23: Libros citados.

En esta variable se pone de manifiesto el número total de libros que se referencian.

Tabla 40. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación con los Libros Citados

Libros Citados	Frecuencia	Porcentaje
1-50	18	13.3 %
51-100	39	28.9 %
101-150	38	28.1 %
151-200	19	14.1 %
>200	19	14.1 %
Ausencia de Citas	2	1.5 %
Total	**135**	

Tabla 41. Media y Desviación Típica de Libros Citados

Libros Citados	
Media	131.6
Desviación Típica	94.8
N = 133	

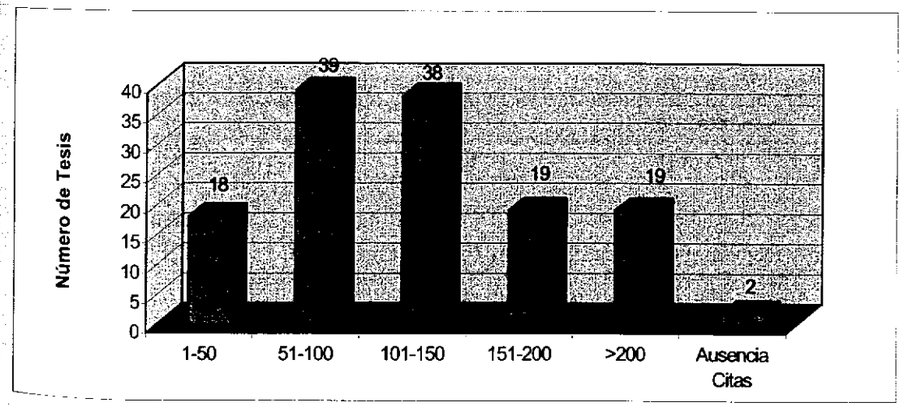

Figura 32. Diagrama de frecuencias en relación a los libros citados.

El mayor número de libros referenciados se encuentra en el intervalo "51-100", que nos indica que en 39 tesis (28.9%) se han referenciado entre 51 y 100 citas de libros. Seguidamente, con 1 tesis de diferencia, se localiza el intervalo "101-150" con 38 tesis (28.1%) en las cuales se citan entre 101 y 150 libros. El resto de intervalos de libros citados no destacan de manera considerable puesto que sus frecuencias están muy por debajo de las anteriores.

Destacar que la media respecto de la variable "libros citados" está en 131.6 por tesis y que la desviación típica es de 94.8.

7.2.24. Variable 24: Libros en español.

Se cuantifica el número de veces que libros en español son citados por las tesis doctorales revisadas.

Tabla 42. Frecuencias de Tesis Doctorales en Relación con los Libros Citados en Español

Libros en Español	Frecuencia	Porcentaje
0	2	1.5 %
1-10	12	8.5 %
11-50	55	40.7 %
51-100	45	33.3 %
>100	19	14.1 %
Ausencia de Citas	2	1.5 %
Total	**135**	

Tabla 43. Media y Desviación Típica de Libros Citados en Español

Libros en Español	
Media	62.1
Desviación Típica	57.6
N = 133	

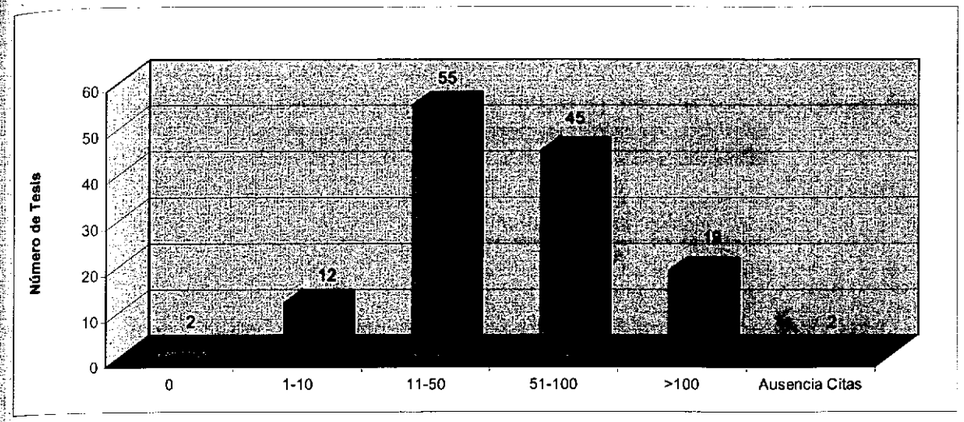

Figura 33. Diagrama de frecuencias en relación a los libros citados en español.

El número de veces que "libros en español" son citados, destaca de forma considerable en los intervalos "11-50" con 55 tesis (40.7%) donde se referencian de 11 a 50 libros en español y "51-100" con 45 tesis (33.3%) en el que se citan entre 51 y 100 libros en español.

El cálculo de la media y la desviación típica para la variable "libros en español" presentó los siguientes valores: 62.1 libros en español por tesis para el valor de la media y 57,6 para el valor de la desviación típica.

7.2.25. Variable 25: Libros en inglés.

Se cuantifica el número de veces que libros en inglés son citados por las tesis doctorales revisadas.

Tabla 44. Frecuencias de Tesis Doctorales en Relación con Libros Citados en Inglés

Libros en Inglés	Frecuencia	Porcentaje
0	4	2.9 %
1-50	67	49.6 %
51-100	40	29.6 %
101-150	12	8.9 %
151-200	4	2.9 %
>200	6	4.4 %
Ausencia de Citas	2	1.5 %
Total	**135**	

Tabla 45. Media y Desviación Típica de libros Citados en Inglés

Libros en Inglés	
Media	62.1
Desviación Típica	59
N=133	

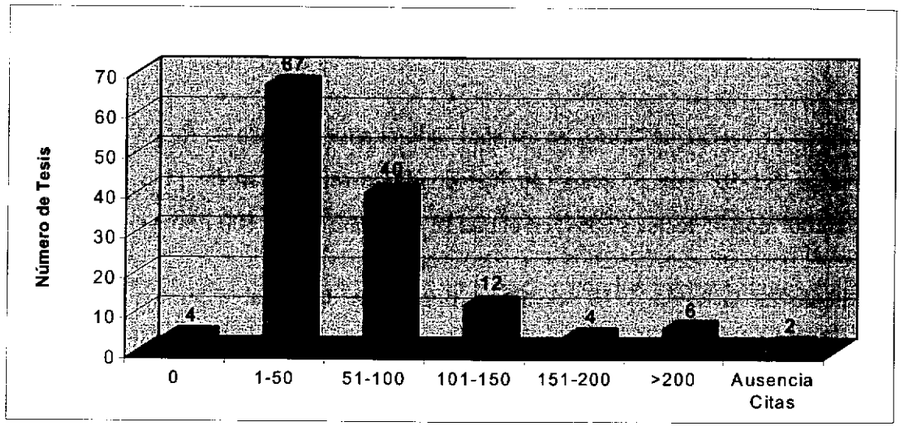

Figura 34. Diagrama de frecuencias en relación a los libros citados en inglés.

Como se observa en los datos aquí presentados en la tabla 44 y figura 34, el intervalo que presenta un mayor número de libros en inglés corresponde al "1-50", el cual nos informa que 67 tesis (49.6%) utilizaron entre 1 y 50 referencias de libros en inglés. Con 27 tesis de diferencia se encuentra el intervalo "51-100" que presenta 40 tesis (29.6%) que nombraron entre 51 y 100 libros en inglés.

Con respecto a la media y desviación típica para la variable "libros en inglés", señalar que la media está en 62.1 libros en inglés por tesis y la desviación típica en 59.

7.2.26. Variable 26: Libros en francés.

Se cuantifica el número de veces que libros en francés son citados por las tesis doctorales revisadas.

Tabla 46. Frecuencias de Tesis Doctorales en Relación con Libros Citados en Francés

Libros en Francés	Frecuencia	Porcentaje
0	45	33.3 %
1-10	64	47.4 %
11-20	15	11.1 %
21-30	3	2.2 %
31-40	3	2.2 %
41-50	2	1.5 %
>50	1	0.7 %
Ausencia de Citas	2	1.5 %
Total	**135**	

Tabla 47. Media y Desviación Típica de Libros Citados en Francés

Libros en Francés	
Media	6.4
Desviación Típica	9.4
N = 133	

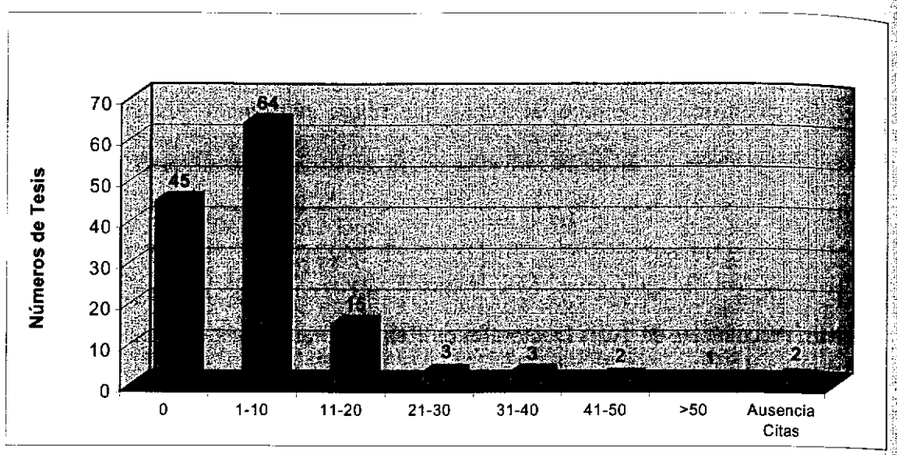

Figura 35. Diagrama de frecuencias en relación a los libros citados en francés.

Los libros en francés citados en las tesis doctorales que forman parte de la muestra destacan de manera considerable en el intervalo "1-10" con 64 tesis de las 135 analizadas, que indica que el 47.4% de la muestra cita entre 1 y 10 libros en francés. Posteriormente aparece el valor "0" con 45 tesis, informándonos que en 45 tesis (33.3%) no se han citado libros en francés. Destacar que la media y la desviación típica para la variable "libros en francés" corresponde a 6.4 libros en francés por tesis para la media y 9.4 para la desviación típica.

7.2.27. Variable 27: Libros en otras lenguas.

Se cuantifica el número de veces que se citan libros en otros idiomas distintos al español, inglés y francés por las tesis doctorales revisadas.

Tabla 48. Frecuencias de Tesis Doctorales en Relación con Libros Citados en Otras Lenguas

Libros en Otras Lenguas	Frecuencia	Porcentaje
0	104	77 %
1-5	16	11.9 %
6-10	8	5.9 %
11-15	3	2.2 %
16-20	2	1.5 %
Ausencia de Citas	2	1.5 %
Total	**135**	

Tabla 49. Media y Desviación Típica de Libros Citados en Otras Lenguas

Libros en Otras Lenguas	
Media	1.4
Desviación Típica	3.4
N=133	

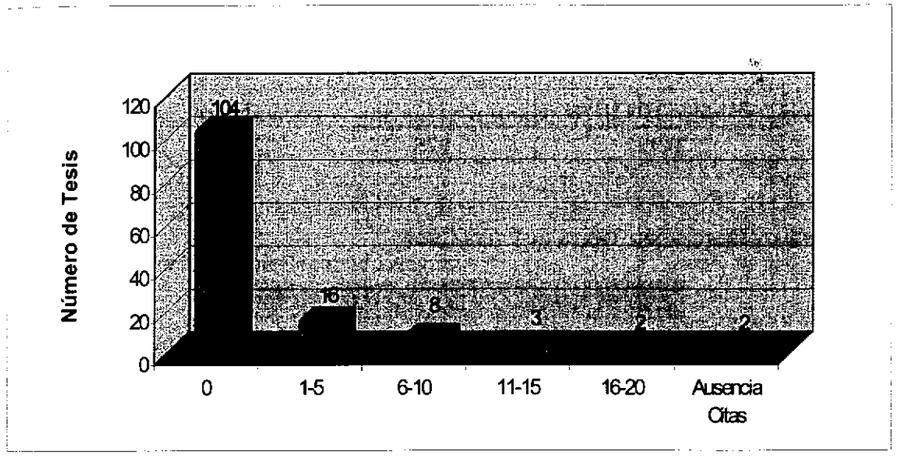

Figura 36. Diagrama de frecuencias en relación a los libros citados en otras lenguas.

Observando los datos representados tanto en la tabla 48 como en la figura 36 advertimos que la frecuencia más alta está representada por el valor "0", indicándonos que del total de las tesis doctorales analizadas N=135, en 104 tesis (77%) los autores de las mismas no han citado libros en otras lenguas.

El cálculo de la media y la desviación típica para la variable "libros en otras lenguas" son los siguientes: 1.4 libros por tesis para la media y 3.4 para la desviación típica.

7.2.28. Variable 28: Otras citas.

Número de referencias a estudios no contenidos en libros, ni en revistas. Se trataría de congresos, tesis, papers de bases de datos tipo RIE, ERIC o UMI, documentos internos, informes, etc. Es decir, "literatura gris" sin ISSN o ISBN.

Tabla 50. Frecuencias de Tesis Doctorales en Relación con Otras Citas

Otras Citas	Frecuencia	Porcentaje
0	12	8.9 %
1-50	100	74.1 %
51-100	16	11.9 %
101-150	2	1.5 %
151-200	2	1.5 %
>200	1	0.7 %
Ausencia de Citas	2	1.5 %
Total	**135**	

Tabla 51. Media y Desviación Típica de Otras Citas

Otras Citas	
Media	30.4
Desviación Típica	40.8
N=133	

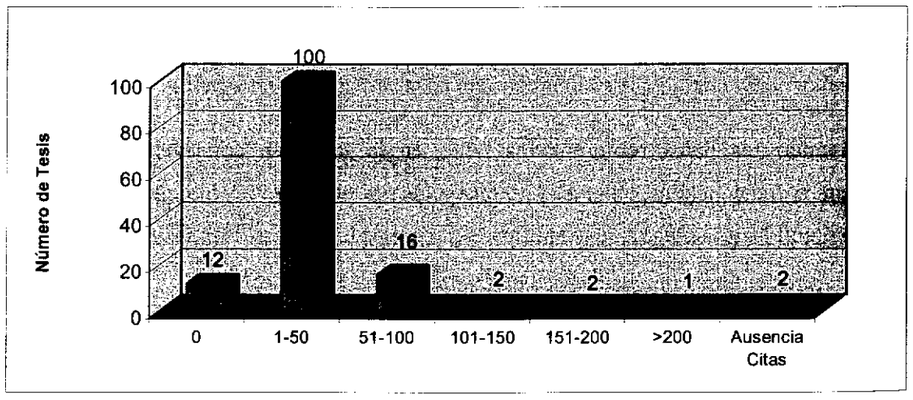

Figura 37. Diagrama de frecuencias en relación a otras citaciones.

De los datos, observamos en la figura 37 que el número de referencias a estudios no contenidos en libros, ni en revistas tales como congresos, tesis, documentos internos, informes, etc., es decir, lo que se denomina "literatura gris" sin ISSN o ISBN, destaca de forma desmedida en el intervalo "1-50" con 150 tesis (8.9%) en las que se localizan entre 1 y 100 referencias de "literatura gris". Con una considerable diferencia respecto a este intervalo

se encuentra el intervalo "51-100" con 16 tesis (11.9%) donde se han referenciado de 51 a 100 citas de "literatura gris" y el valor "0" con 12 tesis (8.9%) en el que no se han recogido este tipo de citaciones.

El cálculo de la media y la desviación típica para la variable "otras citaciones" presentó los siguientes valores: 30.4 citas de literatura gris por tesis para el valor de la media y 40.8 para el valor de la desviación típica.

A continuación presentamos una tabla resumen de las fuentes de citación (tipo de documento) según la lengua.

Tabla 52. Fuentes de Citación Según la Lengua

		Lengua	Medias	Media Total
Fuentes de Citación	Revistas	Español	17.1	**82.3**
		Inglés	59.3	
		Francés	4.7	
		Otros	1.2	
	Libros	Español	62.1	**132**
		Inglés	62.1	
		Francés	6.4	
		Otros	1.4	
	Literatura Gris	Varios	30.4	**30.4**
				244.7

Observamos en la tabla 50 cómo las revistas más citadas son en idioma inglés con un valor promedio de 59.3 revistas por tesis; seguidamente, están las revistas en idioma español con 17.1 revistas por tesis.

Sin embargo, el valor promedio de la media de los libros presentes en las fuentes de citación difieren con respecto a las revistas. En este caso, los libros que presentan una mayor citación son los libros en idioma español e inglés con una media de 62.1respectivamente. A

una considerable distancia se encuentran los libros en francés y en otras lenguas con 6.4 libros en francés por tesis y 1.4 libros en otros idiomas por tesis.

Se observa como en libros existe un equilibrio entre el español y el inglés, hecho que no ocurre en las revistas donde hay un predominio del inglés.

7.2.29. Variable 29: Media de edad de las citas (Índice de obsolescencia).

La media de edad de las citas o índice de obsolescencia se calcula mediante la media aritmética de la distribución de antigüedad de las referencias.

Tabla 53. Media de la Edad de las Citas

Promedio de Antigüedad de las Citas	Frecuencia	Media
0-5 años	3	12.8
5,1-10 años	45	
>10 años	85	
Total	**133**	

Con la variable "media de las citas" se ha recogido la antigüedad promedio de las referencias bibliográficas de cada una de las tesis doctorales que forman parte de nuestra investigación. Sin embargo, hemos de señalar que del total de la muestra N=135 sólo se han tenido en cuenta 133 tesis debido al hecho de que en dos de ellas no se han realizado ningún tipo de citación.

Tras el cálculo del promedio de antigüedad de las 133 tesis se pasó a incluirlas en tres categorías: 0-5 años, 5,1-10 años y >10 años, tal y como muestra la tabla 53. Como dato significativo en esta tabla señalar que el número de tesis con valores promedio de antigüedad de sus citas de más de 10 años es considerablemente mayor que el de 5 años. En definitiva, observamos que en 85 tesis las referencias bibliográficas tienen una antigüedad de más de 10 años y en 3 tesis las referencias son de actualidad.

Considerando que entre 0 y 5 años se habla de citas actuales, diremos que el promedio de antigüedad de las 133 tesis doctorales es de 12.8 por lo que la media de las citaciones en

estas tesis sobrepasa este intervalo que es el típico de las ciencias "duras", situándose en una tradición humanista de la investigación en educación. Este índice de obsolescencia es alto, debido a que en las tesis doctorales se acude, además de a la literatura más reciente, a la literatura clásica que contiene las bases teóricas de las ciencias estudiadas. Las referencias más antiguas pueden corresponder a la denominada "literatura no efímera" y que algunos autores la consideran el corpus científico de una disciplina.

7.2.30. Variable 30: Variabilidad promedio de las citas.

La variabilidad media de la antigüedad de las referencias bibliográficas se calcula mediante la media de la distribución de desviaciones típicas de la antigüedad de las referencias bibliográficas.

Tabla 54. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a la Media de la Antigüedad de las Citas

Variabilidad de las Citaciones	Frecuencia	Media
0-5 años	3	12.7
5,1-10 años	81	
>10 años	49	
Total	**133**	

Con la variable "variabilidad de las citaciones" se ha querido recoger la variabilidad de la antigüedad de las referencias bibliográficas de cada una de las tesis doctorales que forman parte de la investigación. Al igual que en la variable anterior, hemos de señalar que del total de la muestra N=135 sólo se han tenido en cuenta 133 tesis debido al hecho de que en dos de ellas no se han realizado ningún tipo de citación.

La variabilidad de las citaciones también han sido agrupadas en tres categorías: 0-5 años, 5.1-10 años y >10 años. El número de tesis con valores de la variabilidad de sus citas entre 5.1 y 10 es considerablemente mayor que el de 0-5 años y <10 años. En definitiva, hay un mayor volumen de tesis cuyas referencias bibliográficas tienen una variabilidad de las citas comprendidas entre 5.1 y 10 (81 tesis), que tesis cuyas referencias son de actualidad (3 tesis).

Para esta variable, la media de la variabilidad de las citaciones obtiene un valor de 12.7. En teoría se pretende demostrar un conocimiento exhaustivo del tópico, introduciendo citaciones literarias bastante "añejas".

7.2.31. Variable 31: Autores citados.

En esta variable se pone de manifiesto los autores más citados, considerando la frecuencia dentro de una escala de los 10 autores más referenciados en cada tesis..

Tabla 55. Relación de los Diez Autores más Citados

Rango	Autores más Citados	Frecuencia
1º	Piaget, Jean	41
2º	Carpenter, Thomas	18
3º	Coll, César	16
4º	Rico, Luis	15
4º	Schoenfeld, Alan	15
6º	Vergnaud, Gerard	13
7º	Bell, Alan	11
7º	Brousseau, Guy	11
9º	Fischbein, Efraim	10
10º	Diaz Godino, Juan	9
	Total	**159**

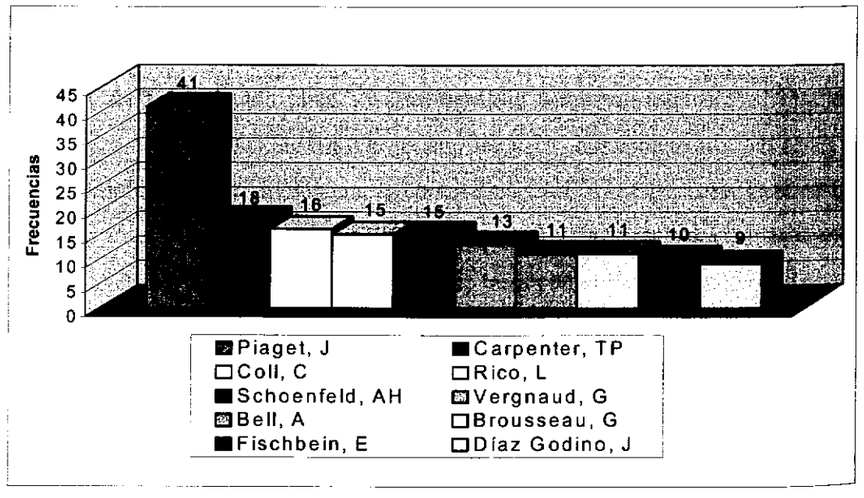

Figura 38. Diagrama de frecuencias en relación a los diez autores más citados.

Para el análisis de la variable "autores más citados" se ha tenido en cuenta no sólo a aquellos autores que han realizado un trabajo en solitario sino también a aquellos que lo han realizado en colaboración con otros, entendiendo esa combinación como fuentes de autores distintos. Así, por ejemplo, en aquellas referencias bibliográficas donde se localizaban a dos o más autores se ha realizado el conteo de las citas por separado.

Observando la tabla 55, el autor que presenta una mayor frecuencia es Piaget, este autor presente en 41 tesis aparece entre los diez autores más citados, seguido de Carpenter en 18 tesis. Coll se presenta como uno de los diez autores más citados en 16 tesis. Rico y Schoenfeld, "*ex aequo*", 15 tesis aparecen entre los diez autores más citados. A continuación se localiza a Vergnaud donde en 13 tesis es uno de los diez autores más citados. Bell y Brousseau en 11 tesis, Fischbein en 10 tesis y Díaz Godino en 9 tesis son los autores que completan el conjunto de los diez autores más citados.

Un aspecto a destacar, es el hecho de no poder afirmar de forma exhaustiva que éste orden de autores establecido represente realmente el cómputo global de referencia; ya que nuestro instrumento de recogida de datos, indicaba para esta variable, recoge sólo a los 10 autores más citados. Existiendo la posibilidad de que estos mismos autores aparecieran a partir del undécimo lugar en otras tesis doctorales, circunstancia que podía haber hecho variar el orden de citación de los autores presentados al incrementarse su nivel de citación e incluso aparecer otros autores no presentes en este listado de los 10 primeros.

7.2.32. Variable 32: Lengua en que está elaborada la tesis.

Con esta variable se pretende poner de manifiesto la lengua en que se ha elaborado la tesis.

Tabla 56. Frecuencia de Tesis Doctorales Según la Lengua de Realización

Lengua	Frecuencia	Porcentaje
Catalán	11	8.1 %
Castellano	123	91.1 %
Euskera	1	0.7 %
Total	**135**	

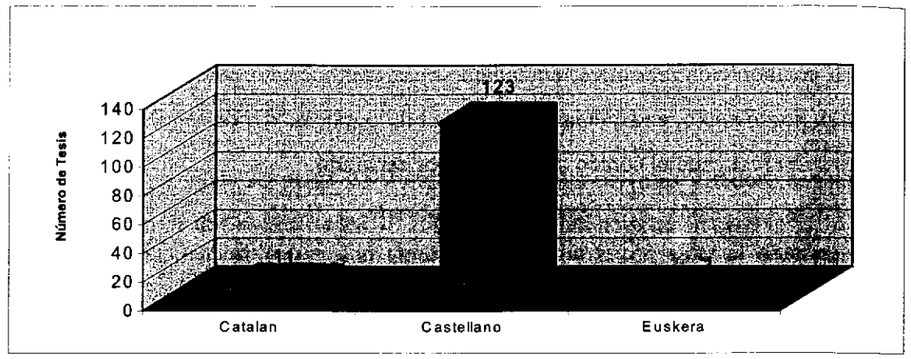

Figura 39. Diagrama de frecuencias en relación a la lengua en que está elaborada la tesis.

Cómo muestran los datos tanto en la tabla 56 como en la figura 39, la lengua de publicación predominante respecto al total de la muestra es el castellano con 123 tesis que suponen un 90.4% del total muestral.

7.2.33. Variable 33: Número de páginas.

En esta variable se indica el número de páginas de que constan las tesis revisadas (sin incluir los anexos). Esta información se ha agrupado según la tabla 57:

Tabla 57. Frecuencia de Tesis Doctorales Según el Número de Páginas (Sin Anexos)

Número de Páginas (sin anexos)	Frecuencia	Porcentaje
1-200	8	5.9 %
201-500	88	65.2 %
501-1000	34	25.2 %
>1000	3	2.2 %
No lo indica*	2	1.5 %
Total	**135**	

Tabla 58. Media y Desviación Típica del Número de Páginas de las Tesis Doctorales (Sin Anexos)

Número de Páginas (sin anexos)	
Media	434
Desviación Típica	241
N = 133	

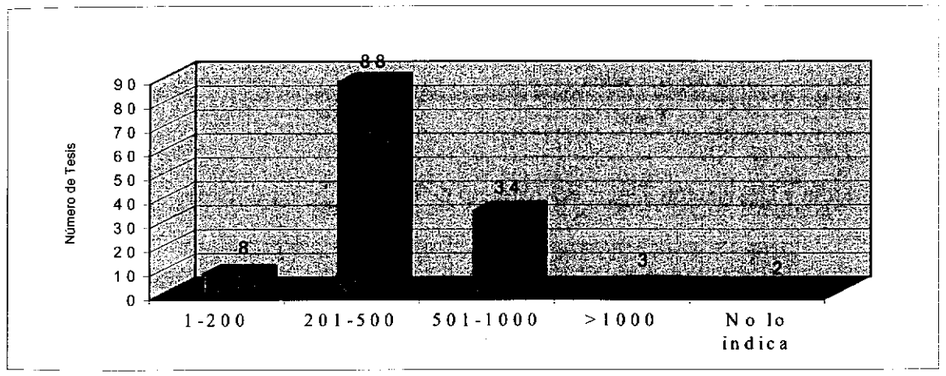

Figura 40. Diagrama de frecuencias en relación al número de páginas sin anexos.

Los datos obtenidos tras el análisis de la variable "número de páginas" han sido los siguientes: 88 tesis (65.2%) se encuentran en el intervalo "201-500", es decir, estas 88 tesis presentan una extensión entre 210 y 500 páginas; 34 tesis (25.2%) se localizan en el intervalo "501-1000" en las que existe una extensión de 501 a 1000 páginas; 8 tesis (5.9%) presentan de 1 a 200 páginas de extensión y por último, 3 tesis (2.2%) presentan una extensión superior a las 1000 páginas. Destacar que hay 2 tesis (1.5%) las cuales no se han paginado.

El cálculo de la media y la desviación típica para esta variable fueron los siguientes: 434 páginas por tesis para el valor de la media y 241 para el valor de la desviación típica.

* Sin numeración de página

7.2.34. Variable 34: Número de páginas de anexos.

En esta variable se indica el número de páginas de los anexos de las tesis revisadas. Esta información se ha agrupado según la siguiente tabla:

Tabla 59. Frecuencia de Tesis Doctorales Según el Número de Páginas de los Anexos

Número de Páginas de anexos	Frecuencia	Porcentaje
0	34	25.2 %
1-200	76	56.3 %
201-400	14	10.4 %
401-600	7	5.2 %
>600	3	2.2 %
No lo indica*	1	0.7 %
Total	**135**	

Tabla 60. Media y Desviación Típica del Número de Páginas de los Anexos

Páginas de Anexos	
Media	111.5
Desviación Típica	156.3
N = 135	

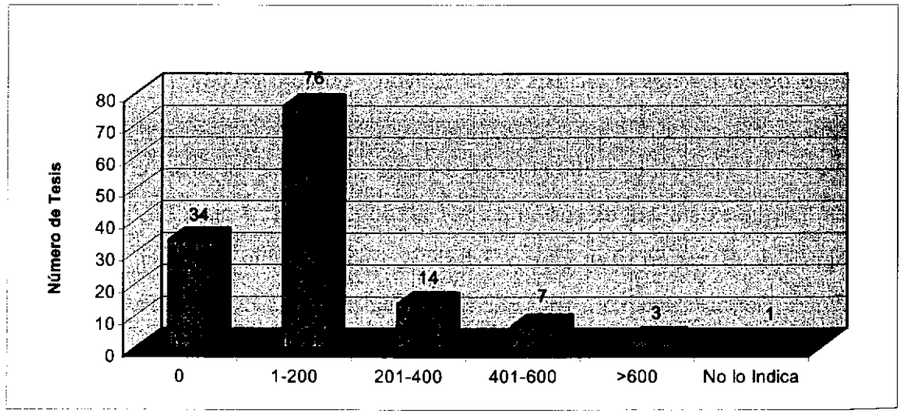

Figura 41. Diagrama de frecuencias en relación al número de páginas de los anexos.

* Sin numeración de página

Los datos presentados en la tabla 59 y en la figura 41 son el resultado del análisis de la variable "número de páginas de anexos". Como se observa en dichas representaciones el intervalo que presenta una mayor frecuencia es el "1-200" con 76 tesis (56.3%), que nos indica que en estas el número de páginas de anexos se encuentra entre 1-200 páginas. A continuación, con 42 tesis de diferencia se encuentra el valor "0" en el que se localizan 34 tesis (25.2%) con la característica de que estas no presentan páginas de anexos. Con un considerable salto en el número de tesis, se muestran el resto de los intervalos.

Señalar que la media y la desviación típica para la variable "número de páginas de anexos" corresponde a un valor de la media de 111.5 páginas de anexos por tesis y valor de la desviación típica de 156.3.

7.2.35. Variable 35: Financiación o no para la realización de la tesis.

Tabla 61. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a la Financiación Recibida

Financiación para la realización de la Tesis	Frecuencia	Porcentaje
Dirección General de Investigación Científico-Técnico	5	3.7 %
Junta de Andalucía	5	3.7 %
Direc. Gral. Investigación Científico-Técnico de la Conserjería de Educación y Ciencia	2	1.5 %
Centro de Investigación y Documentación en Educación	1	0.7 %
Consejo de Desarrollo Científico-Humanístico	1	0.7 %
Dirección General Enseñanza Superior MEC	1	0.7 %
Fundación Santa María (Beca)	1	0.7 %
Universidad País Vasco-Fundación KUTXA	1	0.7 %
Xunta de Galicia	1	0.7 %
No lo indica*	117	86.7 %
Total	**135**	

* Asumimos con el valor "no lo indica" que las tesis doctorales no han sido financiadas.

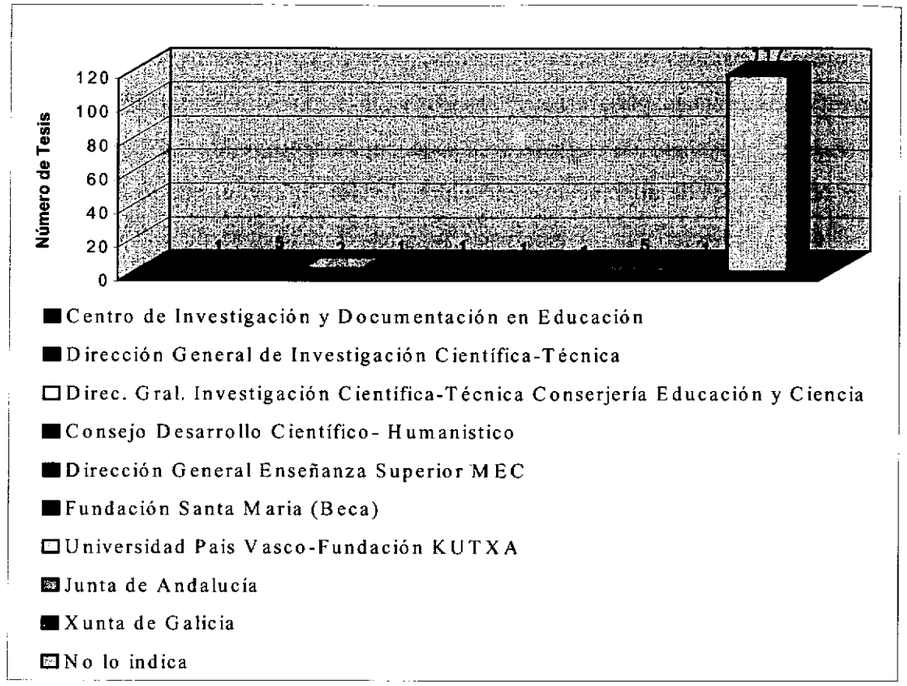

Figura 42. Diagrama de frecuencias en relación a la financiación.

Las tesis doctorales que han recibido financiación para su realización aparecen escasamente representadas dentro del cómputo total de tesis doctorales analizadas. Este porcentaje oscila entre el 0.7% para 1 tesis y el 3.7% para 5 tesis.

Sin embargo, destaca de forma considerable el valor "no lo indica" con 117 tesis (86.7%) frente a las 18 tesis si financiadas (13.3%). Estos datos denotan una muy escasa financiación de las tesis doctorales en Educación Matemática.

Podemos afirmar, que estas 18 tesis que han sido financiadas respecto al conjunto total de tesis doctorales que forman la muestra N=135, son de reciente realización situándose prácticamente en la década de los 90 a excepción de una tesis que fue realizada en el año 1981, como muestra la tabla 62.

Tabla 62. Frecuencia de Tesis Doctorales Financiadas en Relación al Año de Realización

Año de realización de la tesis	Frecuencia
1981	1
1990	1
1991	1
1993	4
1994	3
1995	2
1996	2
1997	3
1998	1
Total	**18**

Otro análisis que podemos realizar con respecto a la financiación, es cruzar esta variable con la de centro de realización de las tesis doctorales. Realizando este cruce de variables obtenemos la siguiente 63:

Tabla 63. Frecuencia de Tesis Doctorales Financiadas en Relación con el Centro de Realización

Departamentos de Realización	Frecuencias	Porcentaje
Didáctica de la Matemática	13	72.2 %
Educación Pedagógica	3	16.7 %
Didáctica de las Ciencias Experimentales	2	11.1 %
Total	**18**	

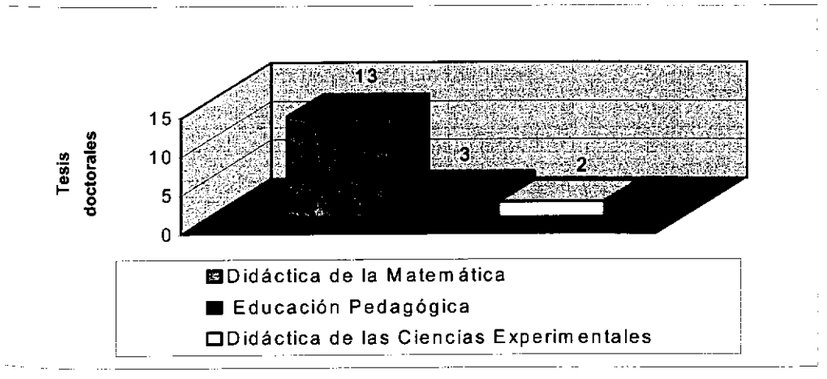

Figura 43. Tesis doctorales financiadas en relación con el centro de realización.

De la tabla 63 se puede observar que las tesis que han recibido financiación han sido realizadas fundamentalmente en Departamentos de Didácticas de la Matemática, con un 72.2%. Este hecho pone de manifiesto la importancia de la incorporación de los profesionales del área de conocimiento de Didáctica de la Matemática al contexto investigador de la Universidad española.

7.3. Análisis de datos conceptuales.

Tal como se ha indicado en el apartado 6.3.3., el instrumento de indagación conceptual ha sido tomado del ZDM, con lo cual se considera variables aceptadas y utilizadas por un amplio sector de la comunidad de investigadores en Educación Matemática. El tipo de variables consideradas en este instrumento son de carácter clasificatoria, éstas ubican la tesis en una de las opciones aunque puedan estar presente en más de una opción.

El análisis de los datos conceptuales se va a realizar atendiendo a dos niveles: un nivel micro donde se analizaran cada una de las categorías temáticas pertenecientes a las variables del instrumento y un nivel macro en el que se analizaran de forma global las 14 variables del instrumento de recogida de datos. Por último, se realizará una matriz de contingencia para recoger la frecuencia de aparición de cada una de las variables respecto al resto. Hay que resaltar que algunas de las tesis doctorales pertenecen a dos o más categorías temáticas y por tanto a dos o más variables. Esta circunstancia hace que el valor de la frecuencia acumulada de algunas de las variables del instrumento no coincida con el número de tesis incluidas en las diferentes categorías temáticas.

A continuación pasamos a analizar los resultados de los datos conceptuales, teniendo en cuenta las distintas categorías temáticas recogidas en la descripción del instrumento.

7.3.1. Variable A: General.

Tabla 64. Frecuencias de Tesis Doctorales en Relación a las Categorías Temáticas de la Variable A

Categorías Temáticas	Frecuencia	% Muestral
A 10: Trabajos de comprensión de matemáticas...	0	0 %
A 20: Matemáticas recreativas.	0	0 %
A 30: Biografías. Historia de las matemáticas....	8	5.9 %
A 40: Temas sociológicos y políticos...	2	1.5 %
A 50: Bibliografías. Información y documentación.	0	0 %
A 60: Actas. Informes de conferencias.	0	0 %
A 70: Tesis y tesis postdoctorales.	0	0 %
A 80: Estándares.	0	0 %
A 90: Historia de dibujos. Dibujos animados...	1	0.7 %
Acumulado	**11**	

Tabla 65. Frecuencias de Inclusión de la Variable A

Nº de tesis incluidas en las categorías anteriores	11
Nº de tesis no incluidas en las categorías anteriores	124
Total	**135**

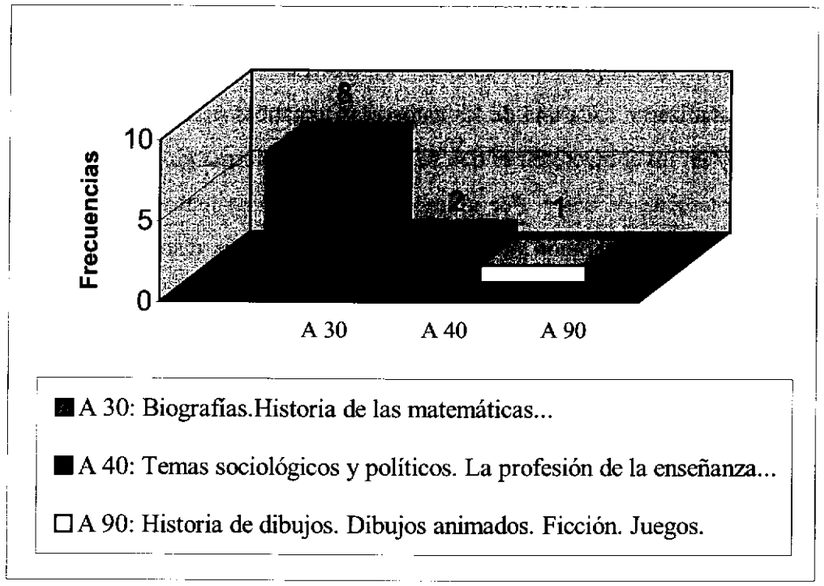

Figura 44. Diagrama de frecuencias de la variable A.

Los datos presentados en la tabla 64 informan que 11 tesis doctorales se ocupan de algún contenido incluido dentro de la variable "General", destacando en esta variable que la categoría temática más trabajada en las tesis doctorales es la A 30 con 8 tesis (5.9 %) relativa a las biografías, historia de las matemáticas y de la enseñanza de las matemáticas, etc.

7.3.2. Variable B: Política educativa y sistema educativo.

Investigación Educativa, Reformas Educativas, Proyectos Piloto, Documentos Oficiales, Planes de Estudio.

Tabla 66. Frecuencias de Tesis Doctorales en Relación a las Categorías Temáticas de la Variable B

Categorías Temáticas	Frecuencia	% Muestral
B 10: Investigación educativa y planificación.	2	1.5 %
B 20: Educación general.	0	0 %
B 30: Educación vocacional.	0	0 %
B 40: Educación superior.	0	0 %
B 50: Formación de profesorado ...	16	11.9 %
B 60: educación extraescolar. Educación de adultos...	0	0 %
B 70: Planificaciones, guías currículares, ...	4	2.9 %
Acumulado	**22**	

Tabla 67. Frecuencias de Inclusión de la Variable B

Nº de tesis incluidas en las categorías anteriores	20
Nº de tesis no incluidas en las categorías anteriores	115
Total	**135**

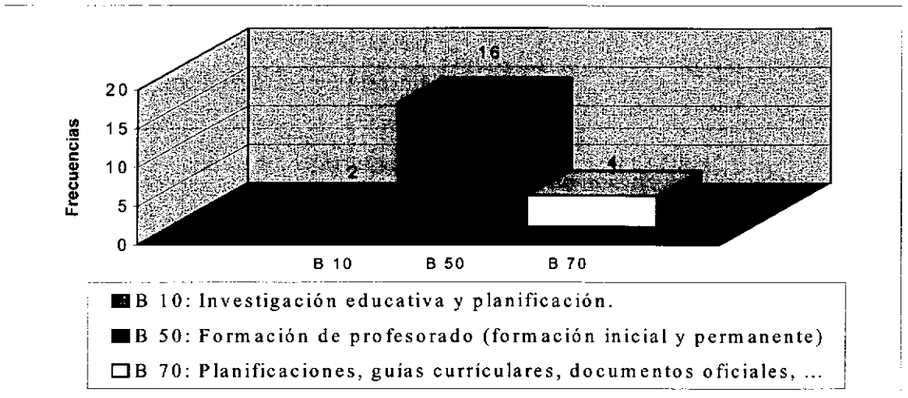

Figura 45. Diagrama de frecuencias de la variable B.

En los datos representados relativos a la variable "Política educativa y Sistema educativo", observamos que aparece una frecuencia acumulada de 22 presencias. Destacamos, como dato significativo, dentro de esta variable que la categoría temática más trabajada en las tesis doctorales es la B 50 con 16 tesis (11.9 %) correspondiente a la formación de profesorado (formación inicial y permanente del profesorado).

7.3.3. Variable C: Psicología de la Educación Matemática. Investigación en Educación Matemática. Aspectos Sociales.

Tabla 68. Frecuencias de Tesis Doctorales en Relación a las Categorías Temáticas de la Variable C

Categorías Temáticas	Frecuencia	% Muestral
C 10: Trabajos de comprensión y estudios.	1	0.7 %
C 20: Aspectos afectivos...	5	3.7 %
C 30: Procesos cognitivos. Aprendizaje, ...	79	58.5 %
C 40: Inteligencia y aptitudes. Personalidad...	7	5.2 %
C 50: Lenguaje y comunicación...	7	5.2 %
C 60: Aspectos sociológicos del aprendizaje...	13	9.6 %
C 70: Procesos de enseñanza-aprendizaje...	29	21.5 %
C 80: Otros aspectos psicológicos...	12	8.9 %
C 90: Otros aspectos educacionales...	5	3.7 %
Acumulado	**158**	

Tabla 69. Frecuencias de Inclusión de la Variable C

Nº de tesis incluidas en las categorías anteriores	109
Nº de tesis no incluidas en las categorías anteriores	26
Total	**135**

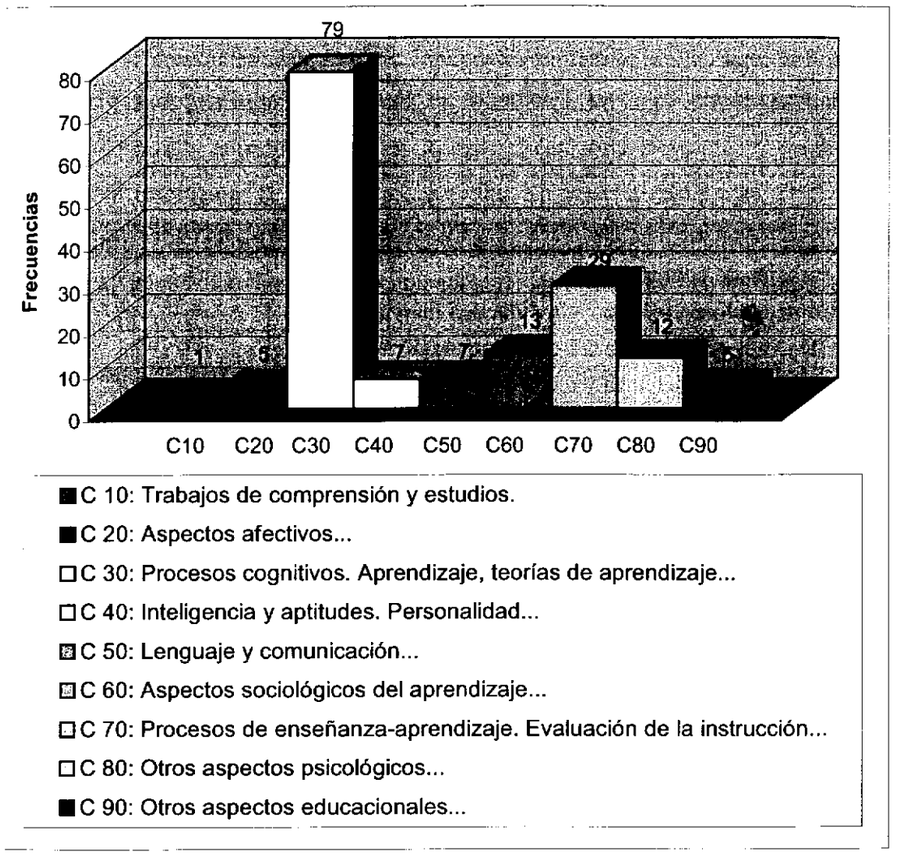

Figura 46. Diagrama de frecuencias de la variable C.

Los datos que figuran en la tabla 68 nos indican, con respecto a esta variable, que se ha presentado una frecuencia acumulada de 158 presencias. Destacamos como datos significativos que las categorías temáticas más trabajadas dentro de esta variable son la C 30 recogida en 79 tesis (58.5%) relativa a los procesos cognitivos, aprendizaje, teorías de aprendizaje, etc.; la C 70 acumulada en 29 tesis (21.5%) referente a los procesos de enseñanza-aprendizaje, evaluación de la instrucción, etc.; y la C 60 presente en 13 tesis (9.6 %) concerniente a los aspectos sociológicos del aprendizaje, etc.

Atendiendo a las 135 tesis doctorales que forman parte de la muestra de estudio, mencionamos que 109 tesis doctorales están incluidas en alguna de las categorías temáticas indicadas anteriormente y 26 tesis no se incluyen en ninguna de estas categorías.

7.3.4. Variable D: Educación e instrucción en matemática.

Tabla 70. Frecuencias de Tesis Doctorales en Relación a las Categorías Temáticas de la Variable D

Categorías Temáticas	Frecuencia	% Muestral
D 10: Trabajos de comprensión...	7	5.2 %
D 20: Contribuciones teóricas a la didáctica matemáticas...	6	4.4 %
D 30: Objetivos de la enseñanza de las matemáticas...	61	45.2 %
D 40: Métodos de enseñanza y técnicas de clase...	18	13.3 %
D 50: Investigación y resolución de problemas...	36	26.7 %
D 60: Evaluación del alumnado...	31	22.9 %
D 70: Diagnóstico, análisis dificultades de aprendizaje...	21	15.6 %
D 80: Unidades de enseñanza, documentación...	1	0.7 %
Acumulado	**181**	

Tabla 71. Frecuencias de Inclusión de la Variable D

N° de tesis incluidas en las categorías anteriores	112
N° de tesis no incluidas en las categorías anteriores	23
Total	**135**

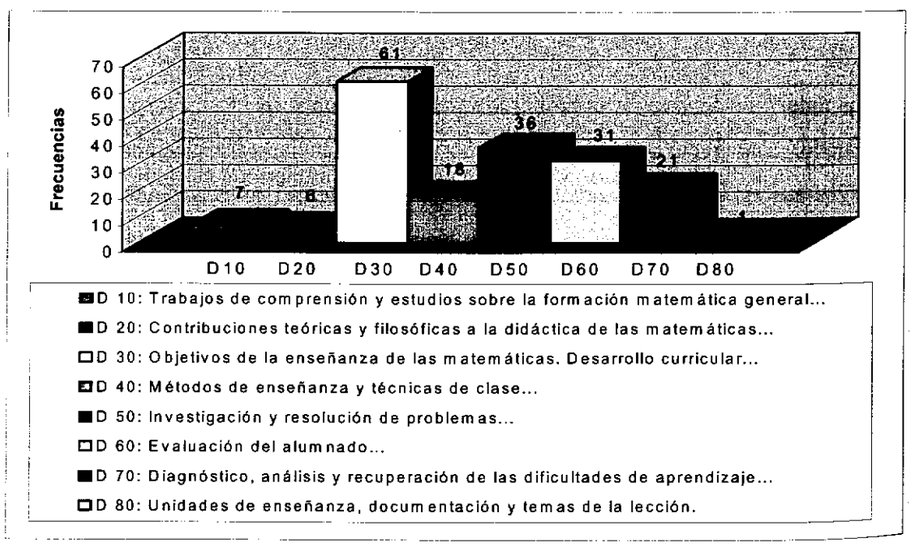

Figura 47. Diagrama de frecuencias de la variable D.

Con respecto a esta variable es indicativo destacar que se ha presentado una frecuencia acumulada de 181 presencias. Acentuamos como datos sobresalientes las siguientes categorías temáticas: en 61 tesis la categoría D 30 (45.2%) relativa a los objetivos de la enseñanza de las matemáticas, desarrollo curricular, etc.; en 36 tesis la categoría D 50 (26.7%) referente a la investigación y resolución de problemas, etc.; en 31 tesis la categorías D 60 (22.9%) concerniente a la evaluación del alumnado, etc.; y en 21 tesis la categoría D 70 (15.6%) perteneciente al diagnóstico, análisis y recuperación de las dificultades de aprendizaje, etc.

Por último, señalar que atendiendo a las 135 tesis doctorales que forman la muestra de estudio, 112 tesis se incluyen dentro de alguna o varias de las categorías temáticas presentadas anteriormente.

7.3.5. Variable E: Fundamentos de las matemáticas.

Tabla 72. Frecuencias de Tesis Doctorales en Relación a las Categorías Temáticas de la Variable E

Categorías Temáticas	Frecuencia	% Muestral
E 10: Trabajos de comprensión...	2	1.5 %
E 20: Metamatemática...	7	5.2 %
E 30: Lógica...	1	0.7 %
E 40: Lenguaje matemático. Formalización...	6	4.4 %
E 50: Métodos de prueba. Razonamiento...	0	0 %
E 60: Conjuntos. Relaciones. Teorías de conjuntos.	0	0 %
E 70: Varios.	0	0 %
Acumulado	**16**	

Tabla 73. Frecuencias de Inclusión de la Variable E

N° de tesis incluidas en las categorías anteriores	15
N° de tesis no incluidas en las categorías anteriores	120
Total	**135**

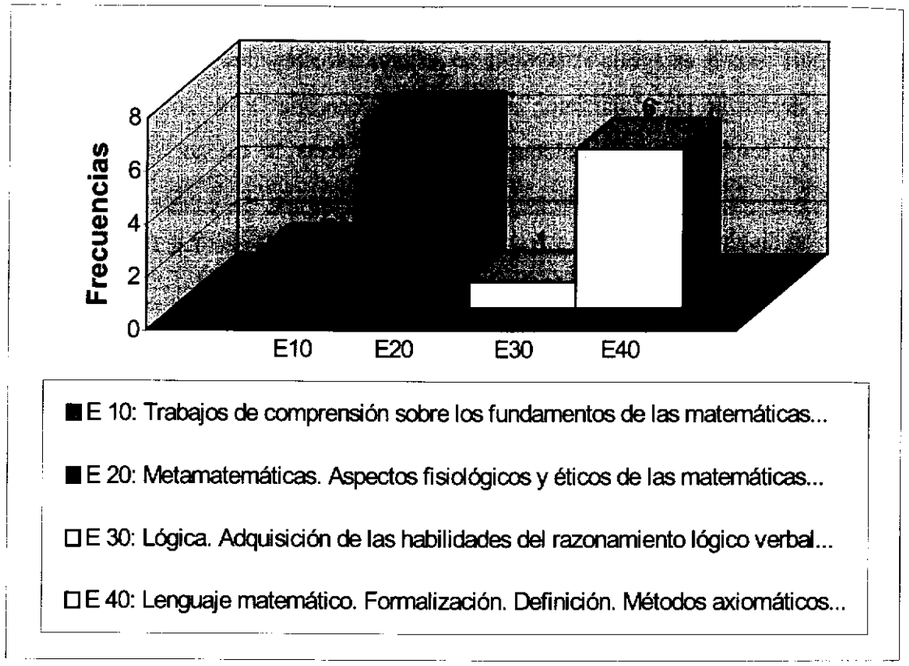

Figura 48. Diagrama de frecuencias de la variable E.

De los datos representados relativos a la variable "Fundamentos de las matemáticas" advertimos que aparece una frecuencia acumulada de 16 presencias, matizando en esta variable que las categorías temáticas más trabajadas en las tesis doctorales son la E 20 y la E 40 con 7 (5.2 %) y 6 (4.4 %) tesis respectivamente, relativas a la metamatemática, aspectos filosóficos y éticos de las matemáticas, etc., la primera categoría, y el leguaje matemático, formalización, definición, etc., la segunda categoría.

7.3.6. Variable F: Aritmética. Teoría de números. Cantidades.

Tabla 74. Frecuencias de Tesis Doctorales en Relación a las Categorías Temáticas de la Variable F

Categorías Temáticas	Frecuencia	% Muestral
F 10: Trabajos comprensivos sobre aritmética...	5	3.7 %
F 20: Etapa prenumérica. Concepto de número, contar.	6	4.4 %
F 30: Números naturales y operaciones...	2	1.5 %
F 40: Enteros. Números racionales...	5	3.7 %
F 50: Números reales, potencias y raíces. Operaciones...	1	0.7 %
F 60: Teoría de los números.	0	0 %
F 70: Medidas y unidades.	3	2.2 %
F 80: Razón y proporción. Regla de tres. Porcentajes...	3	2.2 %
F 90: Matemáticas prácticas, resolución de problemas...	1	0.7 %
Acumulado	**26**	

Tabla 75. Frecuencias de Inclusión de la Variable F

Nº de tesis incluidas en las categorías anteriores	22
Nº de tesis no incluidas en las categorías anteriores	113
Total	**135**

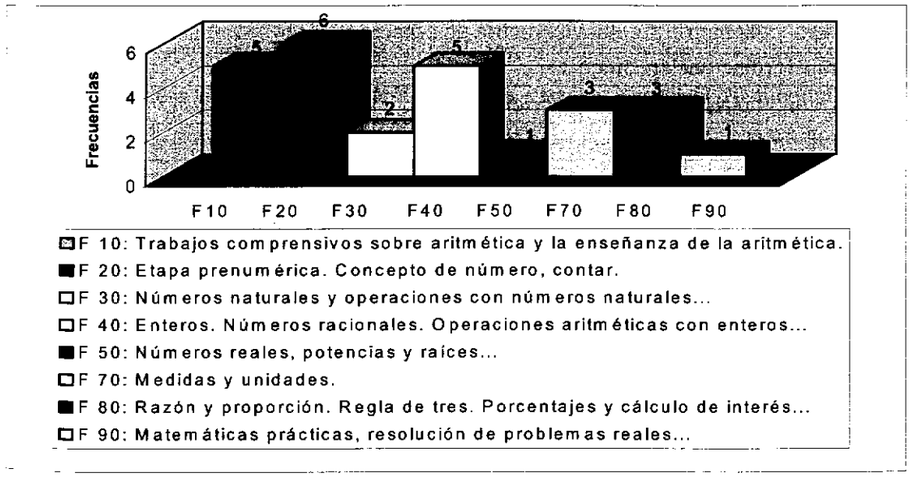

Figura 49. Diagrama de frecuencias de la variable F.

Los datos representados en la tabla 74 relativos a la variable "Aritmética. Teoría de los números. Cantidades" indican que aparece una frecuencia acumulada de 26 presencias. Las

categorías temáticas más trabajadas dentro de esta variable son la F 20 representada en 6 tesis (4.4 %) relativa a la etapa prenumérica, concepto de número y contar; la F 10 y la F 40 presente en 5 tesis respectivamente (3.7 %), referentes a los trabajos comprensivos sobre aritmética y la enseñanza de la aritmética para la categoría temática F 10 y los enteros, números racionales, operaciones aritméticas con enteros, etc., para la categoría temática F 40.

Atendiendo a las 135 tesis doctorales que forman parte de la muestra de estudio, citamos que 22 tesis doctorales están incluidas en alguna de las categorías temáticas indicadas anteriormente.

7.3.7. Variable G: Geometría.

Tabla 76. Frecuencias de Tesis Doctorales en Relación a las Categorías Temáticas de la Variable G

Categorías Temáticas	Frecuencia	% Muestral
G 10: Textos comprensivos de geometría...	8	5.9 %
G 20: Geometría informal...	9	6.7 %
G 30: Áreas y volúmenes...	4	2.9 %
G 40: Plano y geometría sólida. Geometría en espacios...	1	0.7 %
G 50: Transformaciones geométricas...	6	4.4 %
G 60: Trigonometría, geometría esférica.	0	0 %
G 70: Geometría analítica. Álgebra vectorial.	1	0.7 %
G 80: Geometría descriptiva...	2	1.5 %
G 90: Varios...	0	0 %
Acumulado	**31**	

Tabla 77. Frecuencias de Inclusión de la Variable G

Nº de tesis incluidas en las categorías anteriores	22
Nº de tesis no incluidas en las categorías anteriores	113
Total	**135**

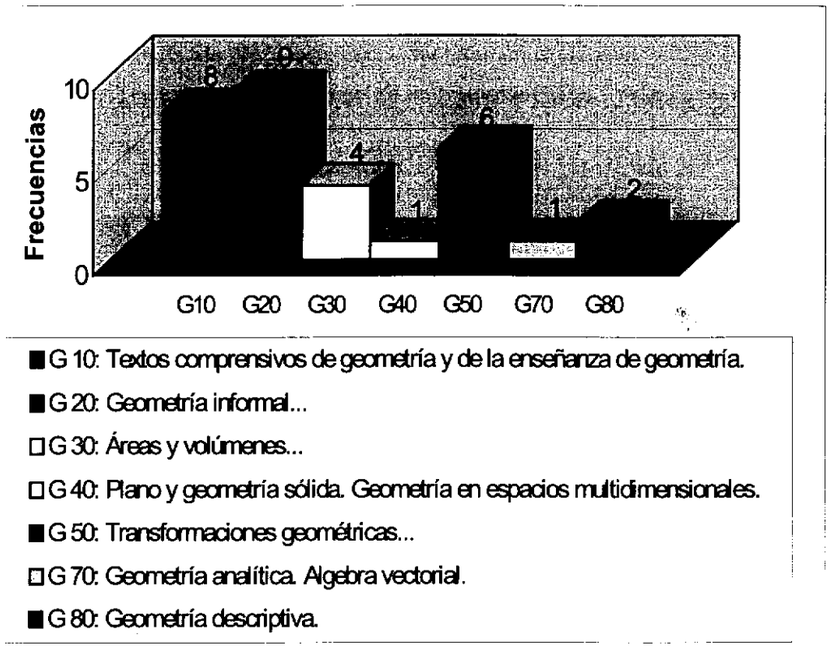

Figura 50. Diagrama de frecuencias de la variable G.

Los datos que figuran en la tabla 76 muestran, con respecto a la variable "Geometría", una frecuencia acumulada de 31 presencias. Destacamos como datos significativos que las categorías temáticas más trabajadas dentro de esta variable son la G 20 recogida en 9 tesis (6.7 %) relativa a geometría informal, etc.; la G 10 acumulada en 8 tesis (5.9 %) referente a los textos comprensivos de geometría y de la enseñanza de geometría; y la G 50 presente en 6 tesis (4.4 %) concerniente a las transformaciones geométricas, etc.

Destacar que de las 135 tesis doctorales que forman parte de la muestra de estudio, 22 tesis doctorales están incluidas en alguna de las categorías temáticas indicadas anteriormente.

7.3.8. Variable H: Álgebra.

Tabla 78. Frecuencias de Tesis Doctorales en Relación a las Categorías Temáticas de la Variable H

Categorías Temáticas	Frecuencia	% Muestral
H 10: Trabajos comprensivos…	4	3 %
H 20: Álgebra elemental	2	1.5 %
H 30: Teoría de ecuaciones	1	0.7 %
H 40: Operaciones	0	0 %
H 50: Estructuras algebraicas…	0	0 %
H 60: Álgebra lineal	2	1.5 %
H 70: Varios.	0	0 %
Acumulado	**9**	

Tabla 79. Frecuencias de Inclusión de la Variable H

Nº de tesis incluidas en las categorías anteriores	7
Nº de tesis no incluidas en las categorías anteriores	128
Total	**135**

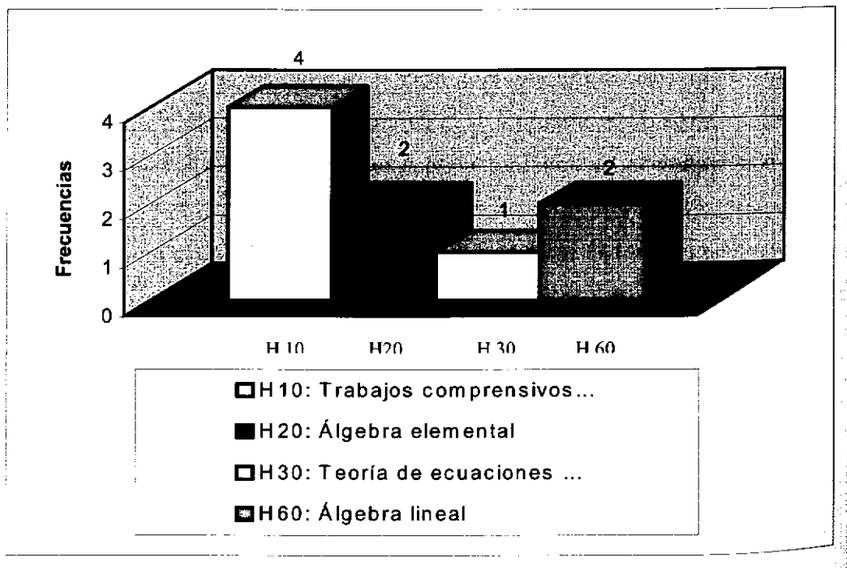

Figura 51. Diagrama de frecuencias de la variable H.

Los datos representados en la tabla 78, con respecto a la variable "Álgebra", muestran a frecuencia acumulada de 9 presencias. Concretamente en esta variable, la categoría mática más trabajada es la categoría H 10, relativa a los trabajos comprensivos sobre gebra y su enseñanza, recogida en 4 tesis doctorales (3%).

Atendiendo a las 135 tesis doctorales que constituyen la muestra de nuestro estudio, encionar que 7 tesis están incluidas en alguna de las categorías anteriores.

De este modo, observamos de que la temática del álgebra es un campo o ámbito poco bajado desde la disciplina de la Didáctica de la Matemática.

3.9. Variable I: Análisis.

bla 80. Frecuencias de Tesis Doctorales en Relación a las Categorías Temáticas de la riable I

Categorías Temáticas	Frecuencia	% Muestral
I 10: Trabajos comprensivos …	8	6 %
I 20: Planos y funciones	6	4.4 %
I 30: Sucesiones, series…	0	0 %
I 40: Cálculo diferencial	2	1.5 %
I 50: Cálculo integral	1	0.7 %
I 60: Funciones de varias	1	0.7 %
I 70: Ecuaciones funcionales	0	0 %
I 80: Funciones de una variable…	0	0 %
I 90: Varios	0	0 %
Acumulado	**18**	

bla 81. Frecuencias de Inclusión de la Variable I

Nº de tesis incluidas en las categorías anteriores	10
Nº de tesis no incluidas en las categorías anteriores	125
Total	**135**

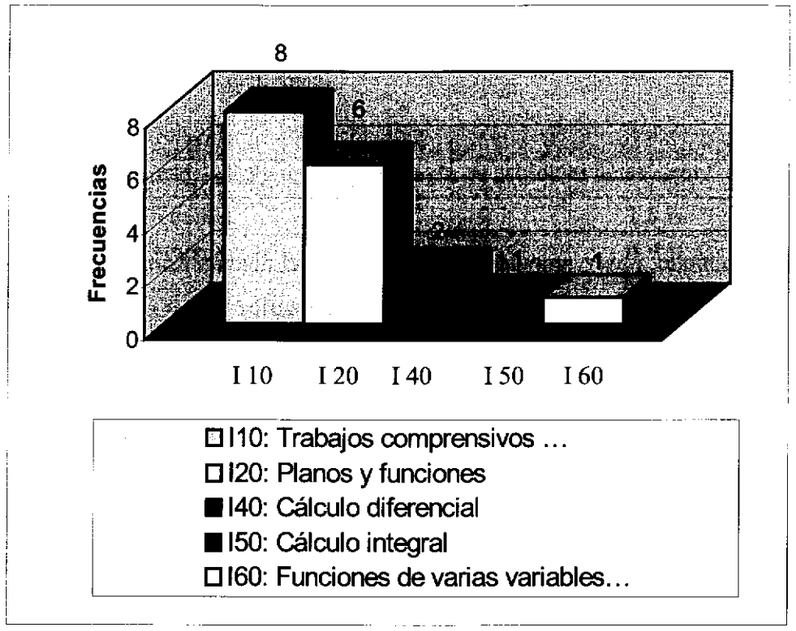

Figura 52. Diagrama de tesis doctorales de la variable I.

De los datos representados en la tabla 80, relativos a la variable "Análisis" observamos que aparece una frecuencia acumulada de 18 presencias. Destacamos, como datos significativos, dentro de esta variable que las categorías temáticas más trabajadas en las tesis doctorales son la I 10 con 8 tesis (6%) correspondiente a los trabajos comprensivos sobre cálculo y su enseñanza y la I 20 con 6 tesis (4.4%) concerniente a los planos y funciones.

Finalmente señalar que atendiendo a las 135 tesis doctorales del estudio, 10 de ellas se incluyen en una o varias de las categorías temáticas anteriores.

7.3.10. Variable K: Combinatoria y teoría de grafos. Estadística y probabilidad.

Tabla 82. Frecuencias de Tesis Doctorales en Relación a las Categorías Temáticas de la Variable K

Categorías Temáticas	Frecuencia	% Muestral
K 10: Trabajos de comprensión...	9	6.7 %
K 20: Combinatoria	1	0.7 %
K30: Teoría de grafos	0	0 %
K 40: Estadística descriptiva...	1	0.7 %
K 50: Concepto de probabilidad...	3	2.2 %
K 60: Distribuciones de probabilidad...	0	0 %
K 70: Inferencia estadística	1	0.7 %
K 80: Análisis de correlación...	1	0.7 %
K 90: Estadística aplicada	0	0 %
Acumulado	**16**	

Tabla 83. Frecuencias de Inclusión de la Variable K

Nº de tesis incluidas en las categorías anteriores	10
Nº de tesis no incluidas en las categorías anteriores	125
Total	**135**

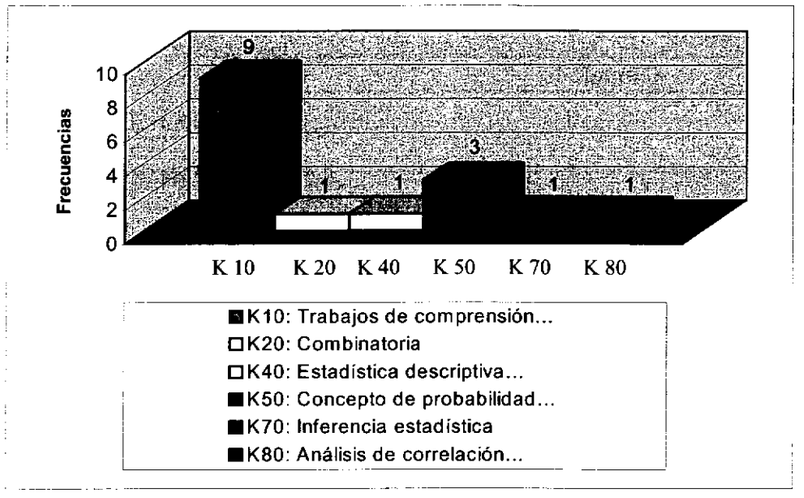

Figura 53. Diagrama de frecuencias de la variable K.

Los datos que figuran en la tabla 82 nos indican, con respecto a esta variable, que se ha presentado una frecuencia acumulada de 16. Acentuamos como datos sobresalientes las siguientes categorías temáticas: en 9 tesis la categoría K 10 (6.7%) relativa a los trabajos de comprensión sobre estocásticos y su enseñanza; y en 3 tesis (2.2%) la categoría K 50 concerniente al concepto de probabilidad y teoría de la probabilidad.

7.3.11. Variable M: Modelos matemáticos, matemáticas aplicadas.

Tabla 84. Frecuencias de Tesis Doctorales en Relación a las Categorías Temáticas de la Variable M

Categorías Temáticas	Frecuencia	% Muestral
M 10: Matematización	1	0.7 %
M 20: Las matemáticas en la formación…	2	1.5 %
M 30: Matemáticas financieras…	0	0 %
M 40: Investigación de operaciones…	0	0 %
M 50: Física, Astronomía, Tecnología…	1	0.7 %
M 60: Biología, Química, Medicina…	0	0 %
M 70: Ciencias de la Conducta…	0	0 %
M 80: Arte, Música, Lenguaje…	1	0.7 %
M 90: Varios	0	0 %
Acumulado	**5**	

Tabla 85. Frecuencias de Inclusión de la Variable M

Nº de tesis incluidas en las categorías anteriores	4
Nº de tesis no incluidas en las categorías anteriores	131
Total	**135**

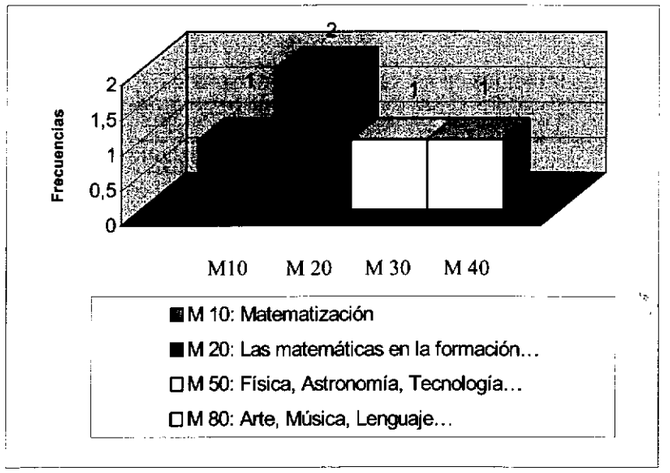

Figura 54. Diagrama de frecuencias de la variable M.

De los datos representados en la tabla 84, relativos a la variable "Modelos Matemáticos. Matemáticas Aplicadas" advertimos que aparece una frecuencia acumulada de 5 presencias.

Atendiendo a las 135 tesis doctorales que forman parte de la muestra del estudio, destacamos que sólo 4 tesis doctorales están incluidas en estas categorías. Esta es la variable conceptual menos estudiada dentro del ámbito analizado en esta investigación.

7.3.12. Variable N: Matemáticas numéricas. Matemáticas discretas. *Software* matemático.

Tabla 86. Categorías Temáticas de la Variable N

Categorías Temáticas	Frecuencia	% Muestral
N 10: Trabajos comprensivos …	2	1.5 %
N 20: Representación de números…	1	0.7 %
N 30:Álgebra numérica	0	0 %
N 40: Análisis numérico	0	0 %
N 50: Aproximación, interpolación…	1	0.7 %
N 60: Programación matemática	0	0 %
N 70: Matemáticas discretas	1	0.7 %
N 80: *Software* matemático	1	0.7 %
N 90: Varios	0	0 %
Acumulado	**6**	

Tabla 87. Frecuencias de Inclusión de la Variable N

N° de tesis incluidas en las categorías anteriores	5
N° de tesis no incluidas en las categorías anteriores	130
Total	**135**

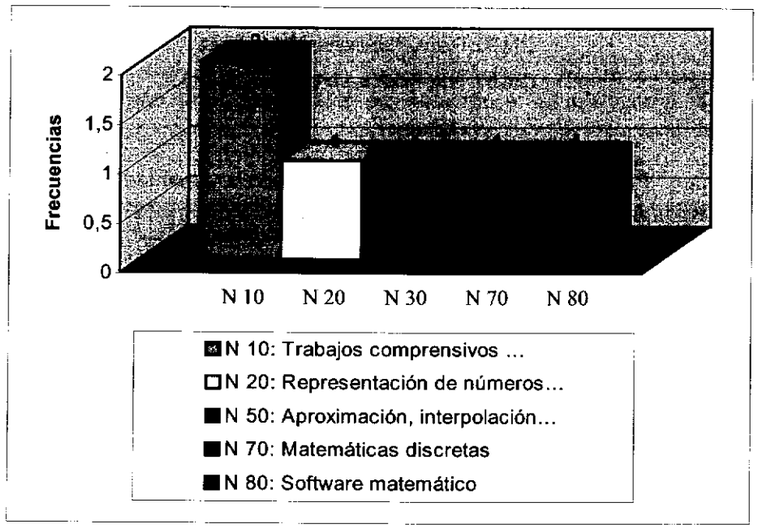

Figura 55. Diagrama de frecuencias de la variable N.

Los datos que figuran en la tabla 86 muestran una frecuencia acumulada de 6 presencias. Atendiendo a las 135 tesis doctorales que forman parte de la muestra de estudio, señalamos que 5 tesis doctrales están incluidas en alguna de las categorías temáticas indicadas.

7.3.13. Variable U: Materiales y medios educativos. Educación tecnológica.

Tabla 88. Frecuencias de Tesis Doctorales en Relación a las Categorías Temáticas de la Variable U

Categorías Temáticas	Frecuencia	% Muestral
U 10: Trabajos comprensivos...	2	1.5 %
U 20: Libros de texto	11	8.2 %
U 30: Manuales para el profesor...	0	0 %
U 40: Libros de problemas...	0	0 %
U 50: Instrucción programada...	3	2.2 %
U 60: Materiales manipulativos ...	2	1.5 %
U 70: Herramientas tecnológicas	8	5.9 %
U 80: Medios audiovisuales ...	2	1.5 %
U 90: Varios	0	0 %
Acumulado	**28**	

Tabla 89. Frecuencias de Inclusión de la Variable U

N° de tesis incluidas en las categorías anteriores	25
N° de tesis no incluidas en las categorías anteriores	110
Total	**135**

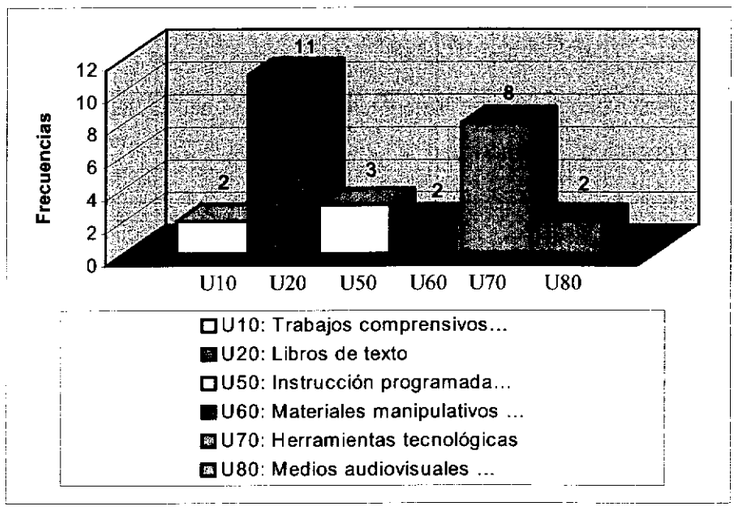

Figura 56. Diagrama de frecuencias de la variable U.

Tabla 90. Matriz de Contingencia de Variables Incluidas en el Estudio Conceptual

	General A	Política Educativa B	Psicología C	Educa-Ción D	Funda-Mentos E	Aritmé-tica F	Geome-tría G	Álgebra H	Análisis I	Combina-toria K	Modelos Matemá-ticos M	Matemá-ticas Numé-ricas N	Materia-les y medios U
A	11												
B	3	20											
C	5	14	109										
D	10	17	91	112									
E	1	1	11	11	15								
F	3	0	18	15	6	21							
G	2	2	16	15	0	4	15						
H	0	0	3	7	2	0	0	7					
I	1	3	6	9	2	0	0	1	10				
K	0	2	9	6	0	0	0	0	0	10			
M	1	1	0	2	0	1	3	1	1	0	4		
N	0	0	4	4	0	0	1	0	0	1	0	5	
U	4	1	18	20	3	2	8	1	2	1	1	2	25

En los datos que figuran en la tabla 88, con respecto a la variable "Materiales y Medios Educativos. Educación Tecnológica" observamos que aparece una frecuencia acumulada de 28 presencias. Indicamos como categorías temáticas más trabajadas dentro de esta variable las siguientes: la U 20 en 11 tesis (8.2%) relativa a los libros de textos, análisis de los libros de texto, su desarrollo y su evaluación, así como su uso en clase, y la categoría U 70 con 8 tesis (5.9%) perteneciente a las herramientas tecnológicas (ordenadores, calculadoras, *software*, instrumentos matemáticos,...).

Destacar que de las 135 tesis doctorales que forman la muestra de estudio, 25 tesis se incluyen en una o varias de las categorías anteriores.

7.3.14. Análisis de contingencia de datos conceptuales.

Se establecerá, a través de una tabla de contingencia (tabla 90), una relación de las trece variables entre sí; donde cada celda contiene el número de tesis que considera alguna categoría temática de las variables recogidas en nuestro instrumento conceptual.

Esta tabla nos dará un mapa conceptual de la investigación en Educación Matemática, que nos permitirá, a su vez, indicar qué variable o variables (solas o cruzadas) podrían indagarse en un futuro; ya que no han sido lo suficientemente consideradas.

En definitiva estaremos ante orientaciones para una agenda prospectiva de la investigación en Educación Matemática.

El análisis de la tabla 90 nos lleva a establecer dos grandes categorías. Una categoría constituida por aquellas variables que han sido analizadas en profundidad por la muestra del estudio. Y la otra, por aquellas variables propicias para analizarse en futuras investigaciones, pues constituyen un campo no explorado por la Educación Matemática.

1. Zonas bastante indagadas:

- **Variable D**: Educación e Instrucción en Matemáticas
- **Variable C**: Psicología de la Educación Matemática. Investigación en Educación Matemática. Aspectos Sociales.
- **Variable C-D**: Educación e Instrucción en Matemáticas y Psicología de la Educación Matemática…
- **Variable U**: Materiales y Medios Educativos. Educación tecnológica.
- **Variable F**: Aritmética.
- **Variable B**: Política Educativa y Sistema educativo.
- **Variable D-U**: Educación e Instrucción en Matemáticas y Materiales y Medios educativos

2. Zonas poco indagadas:

- **Variable A-H**:General y Algebra
- **Variable A-K**: General y Combinatoria y teoría de grafos…
- **Variable A-N**: General y Matemáticas numéricas…
- **Variable B-F**: Política Educativa… y Aritmética.
- **Variable B-H**: Política Educativa… y Algebra
- **Variable B-N**: Política Educativa… y Matemáticas numéricas…
- **Variable C-M**: Psicología de la Educación Matemática… y Modelos matemáticos…
- **Variable E-G**: Fundamentos de las matemáticas y Geometría.
- **Variable E-K**: Fundamentos de las matemáticas y Combinatoria y teoría de grafos…
- **Variable E-M**: Fundamentos de las matemáticas y Modelos matemáticos…
- **Variable E-N**: Fundamentos de las matemáticas y Matemáticas numéricas…
- **Variable F-H**: Aritmética y Algebra

- **Variable F-I**: Aritmética y Análisis
- **Variable F-K**: Aritmética y Combinatoria y teoría de grafos…
- **Variable G-H**: Geometría y Álgebra
- **Variable G-I**: Geometría y Análisis.
- **Variable G-K**: Geometría y Combinatoria y teoría de grafos…
- **Variable H-K**: Algebra y Combinatoria y teoría de grafos…
- **Variable I-N**: Análisis y Matemáticas numéricas…
- **Variable K-M**:Combinatoria y teoría de grafos… y Modelos matemáticos.
- **Variable M-N**: Matemáticas numéricas y Materiales y medios educativos…

El establecimiento de estas dos grandes categorías nos explicita que son mucho más numerosas los temas por investigar, que aquellos que lo han sido. Lo que nos hace pensar que la Educación Matemática es un campo en plena expansión y crecimiento y al cual, le quedan numerosos estudios por realizar en un futuro.

Hecho el análisis de las distintas variables, tanto individual como colectivamente, consideramos pertinente comparar estas variables clasificatorias con la organización de los grupos de trabajos utilizada por la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM (2000).

Los grupos de investigación de la SEIEM son:

1. Aprendizaje de la geometría.
2. Conocimiento y desarrollo profesional del profesor.
3. Didáctica del análisis.
4. Didáctica de la estadística, probabilidad y combinatoria.
5. Didáctica de la Matemática como disciplina científica.
6. Educación infantil.
7. Historia de la Educación Matemática.
8. Pensamiento numérico y algebráico.

De los ocho grupos de investigación tres (Aprendizaje de la geometría, Didáctica del análisis, Didáctica de la estadística, probabilidad y combinatoria) se ajustan a las variables

clasificatorias del ZDM; un grupo de investigación (Pensamiento numérico y algeb
agrupa a dos de las variables y los cuatro restantes se ajustan a algunas de las cate
temáticas de las variables conceptuales consensuadas por el ZDM. Así mismo, se evid
que algunos grupos desarrollan su actividad de forma transversal a las variables clasifica
utilizadas por el ZDM. Este análisis anterior pone de manifiesto un desajuste ent
caracterización de los grupos de investigación de la SEIEM y la producción doc
detectada.

A continuación presentamos la figura 57 que representa la visualización de la tabla
de la matriz de datos conceptual.

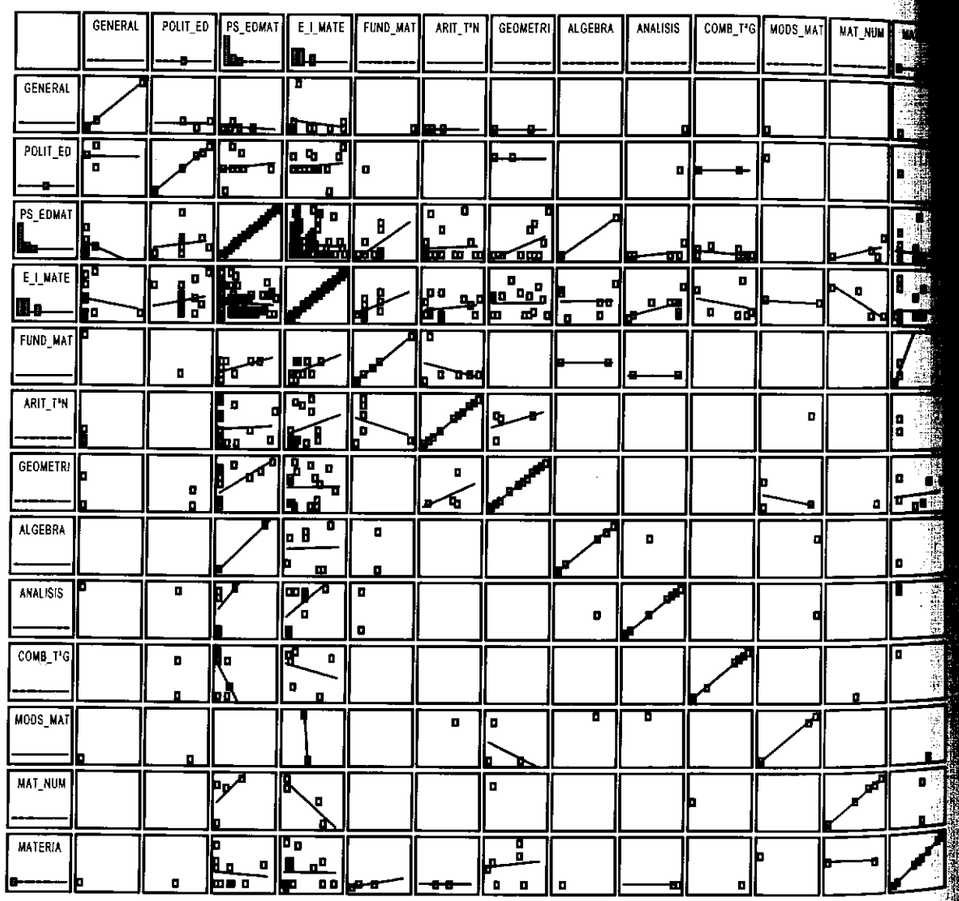

Figura 57. Visualización gráfica de la tabla 90.

Dentro de este análisis global queremos poner de manifiesto cuáles son las variables
ptuales más investigadas por las tesis doctorales revisadas, según la tabla 91 y figura 58:

5. Análisis global de datos conceptuales.

a 91. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a las Variables Conceptuales

Variables	Frecuencia	% Muestral
A: General	11	8.1 %
B: Política Educativa y Sistema Educativo.	20	14.8 %
C: Psicología de la Educación Matemática....	109	80.7 %
D: Educación e Instrucción en Matemáticas	112	83 %
E: Fundamentos de las Matemáticas	15	11.1 %
F: Aritmética. Teoría de los Números. Cantidades	22	16.3 %
G: Geometría.	22	16.3 %
H: Álgebra	7	5.2 %
I: Análisis	10	7.4 %
K: Combinatoria y Teoría de Grafos. Estadística....	10	7.4 %
M: Modelos Matemáticos, Matemáticas Aplicadas	4	3 %
N: Matemáticas Numéricas. Matemáticas Discretas...	5	3.7 %
U: Materiales y Medios Educativos...	25	18.5 %
Acumulado	372	

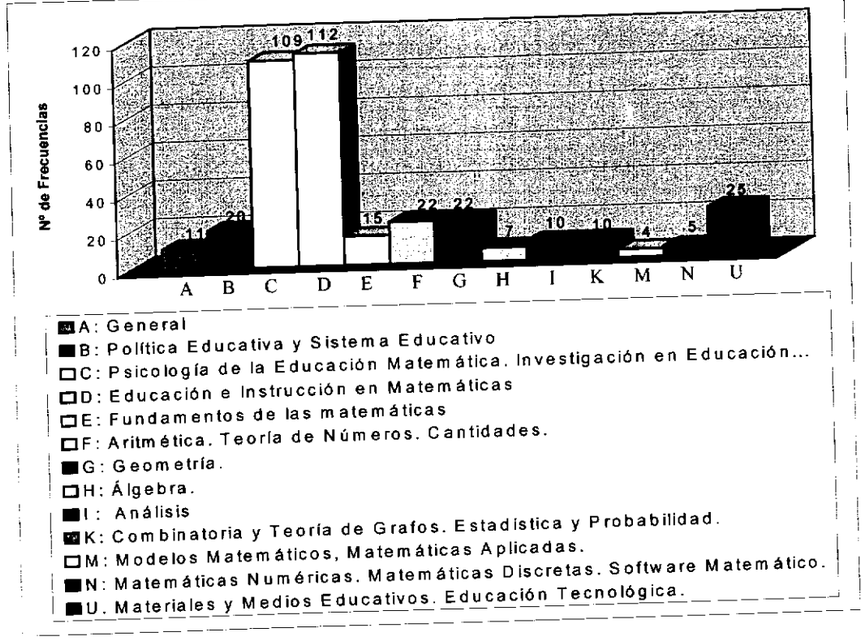

Figura 58. Diagrama de frecuencias de las variables conceptuales.

Los datos representados en la tabla 91 nos indican que se ha presentado una frecuencia acumulada de 372 presencias, es decir, las distintas variables temáticas que forman el instrumento de datos conceptual se han presentado en una o varias tesis doctorales por no ser estas excluyentes entre sí. No obstante, destacamos como datos más significativos dos de las variables temáticas por ser estas las más trabajadas en las tesis doctorales que forman la muestra de estudio:

- La D acumulada en 112 tesis (83 %) relativa a la "Educación e Instrucción en Matemáticas".
- La C recogida en 109 tesis (80.7 %) concerniente a la "Psicología de la Educación Matemática, Investigación en Educación Matemática y Aspectos Sociales".

A mayor distancia, y presentes en las tesis doctorales en un intervalo de 25-20 veces se encuentran las variables:

- U presente en 25 tesis (18.5 %) referente a los "Materiales y Medios Educativos, Educación Tecnológica".
- F y G trabajada en 22 tesis (16.3 %) vinculadas a la "Aritmética, Teoría de los Números, Cantidades" y a la "Geometría" respectivamente.
- B tratada en 20 tesis (14.8 %) relativa a la "Política Educativa y Sistema Educativo".

Presentes en un intervalo de 10-15 veces se localizan las siguientes variables:

- E acumulada en 15 tesis (11.1 %) concerniente a los "Fundamentos de las Matemáticas".
- A recogida en 11 tesis (8.1 %) referente a la variable "General".
- I y K trabajadas en 10 tesis (7.4 %) relativas al "Análisis" y a la "Combinatoria y Teoría de los Grafos, Estadística y Probabilidad" respectivamente.

Por último, las variables temáticas presentes en las tesis doctorales en un intervalo de 7-4 veces son las siguientes:

- H localizada en 7 tesis (5.2 %) concerniente al "Álgebra".

- N presente en 5 tesis (3.7 %) relativa a las "Matemáticas Numéricas, Matemáticas Discretas y Software Matemático".
- M acumulada en 4 tesis (3 %) vinculada a los "Modelos Matemáticos y Matemáticas Aplicadas.

Tabla 92. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a las Categorías Temáticas por Variable

VARIABLE	N / %	CATEGORÍAS TEMÁTICAS	N	%
A. General	11 (8.1 %)	A 10: Trabajos de comprensión de Matemáticas...	0	0
		A 20: Matemáticas recreativas.	0	0
		A 30: Biografías. Historia de las Matemáticas...	8	5.9
		A 40: Temas sociológicos y políticos...	2	1,5
		A 50: Bibliografías. Información y documentación.	0	0
		A 60: Actas. Informes de conferencias.	0	0
		A 70: Tesis y tesis postdoctorales.	0	0
		A 80: Estándares.	0	0
		A 90: Historia de dibujos. Dibujos animados...	1	0.7
Política Educativa Sistema Educativo	20 (14.8 %)	B 10: Investigación educativa y planificación.	2	1.5
		B 20: Educación general.	0	0
		B 30: Educación vocacional.	0	0
		B 40: Educación superior.	0	0
		B 50: Formación de profesorado...	16	11,9
		B 60: Educación extraescolar. Educación adultos..	0	0
		B 70: Planificaciones, guías curriculares...	4	2.9
Psicología de la Educación Matemática. Investigación en Educación Matemática. Aspectos Sociales	109 (80.7 %)	C 10: Trabajos de comprensión y estudios.	1	0.7
		C 20:Aspectos afectivos (motivación, ansiedad...).	5	3.7
		C 30:Procesos cognitivos. Aprendizaje...	79	58.5
		C 40: Inteligencia y aptitudes. Personalidad...	7	5.2
		C 50: Lenguaje y comunicación...	7	5.2
		C 60: Aspectos sociológicos del aprendizaje...	13	9.6
		C 70: Procesos de enseñanza-aprendizaje...	29	21.5
		C 80: Otros aspectos psicológicos...	12	8.9
		C 90: Otros aspectos educacionales...	5	3.7

D. Educación e Instrucción en Matemáticas	112 (83 %)	D 10: Trabajos de comprensión y estudios sobre...	7
		D 20: Contribuciones teóricas y filosóficas...	6
		D 30: Objetivos de enseñanza de las matemáticas...	61
		D 40: Métodos de enseñanza y técnicas de clase...	18
		D 50: Investigación y resolución de problemas...	36
		D 60: Evaluación del alumnado...	31
		D 70: Diagnóstico, análisis y recuperación...	21
		D 80: Unidades de enseñanza, documentación...	1
E. Fundamentos de Las Matemáticas	15 (11.1 %)	E 10: Trabajos de comprensión sobre los...	1
		E 20: Metamatemática. Metodología de la...	7
		E 30: Lógica. Adquisición de las habilidades del...	0
		E 40: Lenguaje matemático. Formalización...	6
		E 50: Métodos de prueba. Razonamiento y prueba...	0
		E 60: Conjuntos. Relaciones. Teorías de conjuntos.	0
		E 70: Varios.	0
F. Aritmética. Teoría de los Números. Cantidades	22 (16.3 %)	F 10: Trabajos comprensivos sobre aritmética...	5
		F 20: Etapa prenumérica. Concepto de número...	6
		F 30: Números naturales y operaciones...	2
		F 40: Enteros. Números racionales. Operaciones...	5
		F 50: Números reales, potencias y raíces. Números...	1
		F 60: Teoría de los números.	0
		F 70: Medidas y unidades (concepto de cantidad...).	3
		F 80: Razón y proporción. Regla de tres...	3
		F 90: Matemáticas prácticas, resolución de...	1
G. Geometría	22 (16.3 %)	G 10: Textos comprensivos de geometría...	8
		G 20: Geometría informal (orientación espacial...).	9
		G 30: Áreas y volúmenes (longitudes y áreas...).	4
		G 40: Plano y geometría sólida. Geometría en...	1
		G 50: Transformaciones geométricas (isometrías...).	6
		G 60: Trigonometría, geometría esférica.	0
		G 70: Geometría analítica. Álgebra vectorial.	1
		G 80: Geometría descriptiva.	2
		G 90: Varios (conjuntos convexos, embalajes...).	0

H. Álgebra	7 (5.2 %)	H 10: Trabajos comprensivos sobre álgebra...	4	2.9
		H 20: Álgebra elemental (variables...).	2	1.5
		H 30: Teoría de ecuaciones e inecuaciones.	1	0.7
		H 40: Operaciones. Grupos, círculos, campos.	0	0
		H 50: Estructuras algebraicas ordenadas. Lattices...	0	0
		H 60: Álgebra lineal. Álgebra multilineal...	2	1.5
		H 70: Varios (topología algebraica, geometría...).	0	0
I. Análisis	10 (7.4 %)	I 10: Trabajos comprensivos sobre cálculo...	8	5.9
		I 20: Planos y funciones. Propiedades elementales...	6	4.4
		I 30: Sucesiones, series, series de potencias...	0	0
		I 40: Cálculo diferencial (dibujos de curvas...).	2	1.5
		I 50: Cálculo integral. Teoría de la medida...	1	0.7
		I 60: Funciones de varias variables. Geometría...	1	0.7
		I 70: Ecuaciones funcionales...	0	0
		I 80: Funciones de una variable compleja, planos...	0	0
		I 90: Varios (análisis funcional, topología...).	0	0
Combinatoria y oría de Grafos. Estadística y Probabilidad	10 (7.4 %)	K 10: Trabajos de comprensión sobre estocásticos...	9	6.7
		K 20: Combinatoria (teoría de la combinatoria...).	1	0.7
		K 30: Teoría de grafos.	0	0
		K 40: Estadística descriptiva, manejo de datos...	1	0.7
		K 50: Concepto de probabilidad y teoría de la...	3	2.2
		K 60: Distribuciones de probabilidad, procesos...	0	0
		K 70: Inferencia estadística (métodos...).	1	0.7
		K 80: Análisis de correlación y regresión...	1	0.7
		K 90: Estadística aplicada (simulación, teoría de...).	0	0
M. Modelos Matemáticos, Matemáticas Aplicadas	4 (2.9 %)	M 10: Matematización, su naturaleza y su uso...	1	0.7
		M 20: Matemáticas en la formación vocacional...	2	1.5
		M 30: Matemáticas financieras. Matemáticas de...	0	0
		M 40: Investigación de operaciones, económicas...	0	0
		M 50: Física. Astronomía. Tecnología. Ingeniería...	1	0.7
		M 60: Biología, Química, Medicina. Farmacia.	0	0
		M 70: Ciencias de la Conducta. Ciencias Sociales...	0	0
		M 80: Arte. Música. Lenguaje. Arquitectura.	1	0.7
		M 90: Varios (deportes...).	0	0

N. Matemáticas Numéricas. Matemáticas Discretas. Software Matemático.	5 (3.7 %)	N 10: Trabajos comprensivos sobre matemáticas...	2
		N 20: Representación de números, redondeo...	1
		N 30: Álgebra numérica (métodos de interacción...).	0
		N 40: Análisis numérico (soluciones numéricas...).	0
		N 50: Aproximación. Interpolación, extrapolación.	1
		N 60: Programación matemática.	0
		N 70: Matemáticas discretas (métodos finitos en ...).	1
		N 80: Software Matemático. Colecciones de...	1
		N 90: Varios (matemáticas experimentales...).	0
U. Materiales y Medios Educativos. Educación Tecnológica.	25 (18.5 %)	U 10: Trabajos comprensivos sobre materiales...	2
		U 20: Libros de textos. Análisis de libros de texto...	11
		U 30: Manuales para el profesor y planificación de...	0
		U 40: Libros de problemas, preguntas de...	0
		U 50: Instrucción programada, enseñanza asistida...	3
		U 60: Materiales manipulativos y uso en el aula...	2
		U 70: Herramientas tecnológicas (ordenadores...).	8
		U 80: Medios audiovisuales y uso en educación...	2
		U 90: Varios (publicaciones de los estudiantes...).	0

El análisis de la tabla 92 pone de manifiesto que existen 110 categorías temáticas del ZDM agrupadas en 13 variables; de ellas hay 39 que no se contemplan en las tesis doctorales estudiadas, lo que representa un 35.4% del total de categorías temáticas. Así mismo existen 50 categorías que aparecen entre el 0.1% y el 5%, 13 categorías que aparecen entre 5.1% y el 10%, 7 categorías entre el 10.1% y el 50% y una categoría (C 30) que aparece en más del 50% de las tesis. De las siete categorías que se encuentran entre el 10.1% y 50%, cinco corresponden a la variable D (Educación e Instrucción en Matemática), destacando la categoría temática D 30. También queremos resaltar como únicamente en las variables C y D todas las categorías temáticas han sido objeto de estudio.

Weeler (1984) publicó un listado de 126 cuestiones o problemas cuya solución hiciese avanzar el conocimiento de la Educación Matemática; estos problemas fueron planteados por prestigiosos educadores matemáticos. A partir de este listado y apoyado en una clasificación realizada por Confrey, Rico (1996) los sitúa de la siguiente manera:

Cognitivos = 62; enseñanza = 16; curriculares = 15; formación del profesorado = 11; sociología = 9; epistemología = 7; teoría = 4; investigación = 3.

Se observa que el 50% de los problemas están planteados desde la Psicología, el 40% desde el currículo, la enseñanza y formación de profesores y tan solo el 10% son problemas relevantes de teoría y epistemología.

El estudio que hemos realizado de las tesis doctorales españolas en Educación Matemática, arroja resultados coherentes con la clasificación anterior, dado que, como hemos indicado, las variables Psicología de la Educación Matemática y Educación e Instrucción en Matemáticas que corresponderían a Psicología y Pedagogía de la clasificación de Rico, han sido las más investigadas, ajustándose de esta manera a las expectativas planteadas por la comunidad de investigadores del área.

7.3.16 Variable T: Descriptores de Teseo.

En esta última variable se ha cuantificado cuántas tesis doctorales han utilizado descriptores temáticos, que de algún modo definen el contenido sobre el que versa la tesis doctoral. Éste es el caso de 126 tesis doctorales; las cuales en la base de datos TESEO quedan definidas con tales descriptores.

Tabla 93. Frecuencias de Inclusión de la Variable T

Descriptores de TESEO	Frecuencia	% Muestral
Incluidas en TESEO	126	93.3 %
No incluidas en TESEO	9	6.7 %
Total	**135**	

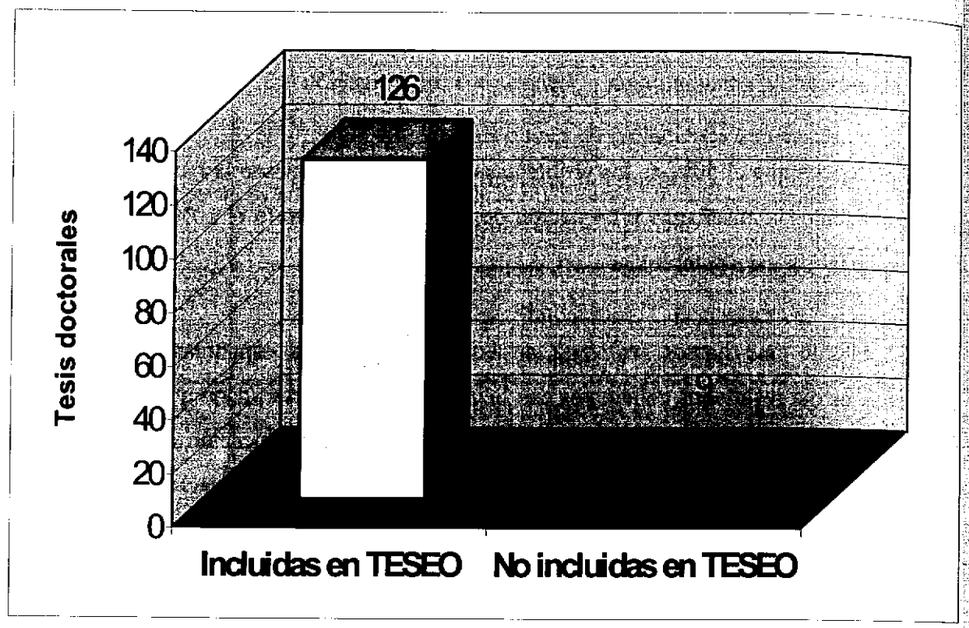

Figura 59. Diagrama de inclusión en TESEO.

Una vez que hemos cuantificado el número de tesis doctorales que han utilizado descriptores de la base de datos TESEO en base a un análisis de contenido, pasaremos a agruparlos en cuatro categorías generales.

Los criterios de agrupación se han realizado según las clasificaciones científicas emitidas por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, agrupación que favorece la circulación de información entre los distintos países. Este tipo de clasificación de las Ciencias es sencilla, escueta, universal, equitativa para las diferentes áreas de investigación y estructurada de tal manera que pueda incluir nuevos conocimientos, así como de ser utilizada por la Comunidad Científica Internacional (1989).

De este modo, a continuación se ofrece un listado de los descriptores contenidos en TESEO, recopilados en el análisis de las tesis doctorales y agrupados según las categorías recogidas en el código UNESCO.

abla 94. Pedagogía y Didáctica 332

Desarrollo de la asignatura	1
Educación básica	3
Enseñanza programada	2
Evaluación de alumnos	20
Organización profesional	1
Organización del profesorado	4
Metodología	4
Metodología Métodos y organización en Pedagogía	1
Métodos educativos	5
Métodos audiovisuales en Pedagogía	2
Evaluación de métodos	1
Problemas de aprendizaje	4
Métodos pedagógicos	26
Organización y planificación de la Educación	12
Pedagogía	92
Pedagogía comparada	1
Pedagogía experimental	8
Planes de estudio	25
Planificación y financiación de la Educación	2
Preparación y empleo de profesores	13
Psicopedagogía	17
Teoría y métodos educativos	82
Teorías educativas	3
Educación especial	1
Educación superior	2

Tabla 95. Psicología 88

Evaluación y diagnóstico en Psicología	4
Procesos cognitivos	16
Procesos de percepción	1
Procesos mentales	2
Psicología	34
Psicología del niño y del adolescente	11
Psicología escolar	7
Psicología experimental	4
Psicometría	1
Teoría de los tests	1
Terapia del comportamiento	1
Leyes del aprendizaje	4
Psicología evolutiva	2

Tabla 96. Matemáticas 69

Análisis numérico	1
Educación espacial	1
Enseñanza ayuda de ordenadores	6
Estadísticos	2
Función de probabilidad	12
Geometría	5
Geometría euclídea	1
Lógica	6
Matemáticas	22
Probabilidad	2
Técnica de asociación estadística	1
Teoría algebraica de los números	1
Teoría de los números	3
Álgebra	2
Filosofía de las matemáticas	1
Análisis y análisis funcional	3

Tabla 97. Otros 22

Antropología	1
Artesanía	1
Ciencia de los ordenadores	7
Etnografía y etnología	1
Historia	1
Método científico	1
Sistema automatizado de control de calidad	1
Filosofía	3
Filosofía del conocimiento	2
Inteligencia artificial	2
Generalización	1
Filosofía de la ciencia	1

Tabla 98. Frecuencias de la Variable T Agrupada Según Códigos UNESCO

TESEO	Frecuencia	% Total
Pedagogía y Didáctica	332	65 %
Psicología	88	17.2 %
Matemáticas	69	13.5 %
Otros	22	4.3 %
Total	**511**	

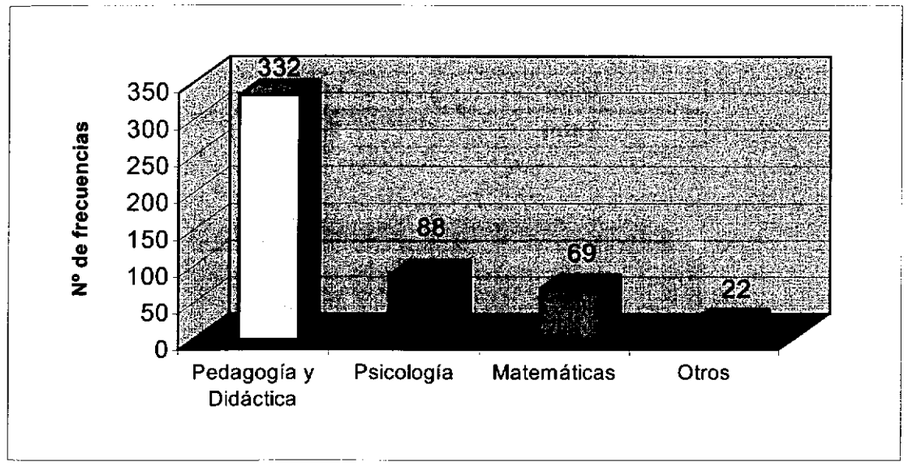

Figura 60. Diagrama de frecuencias de la variable T (utilizando códigos UNESCO).

Según indica la tabla 98, los descriptores más usados han sido todos aquellos relacionados con la Pedagogía y la Didáctica; utilizados en 332 ocasiones y representan el 65% del valor total. Los descriptores relacionados con Psicología se han utilizado 88 veces y constituyen el 17.2%; y los descriptores que han referencia a las matemáticas han sido utilizado en 69 ocasiones y constituyen el 13.5%.

En último lugar, se encuentra una variable miscelánea denominada otros, en los que se han incluido descriptores de diversa índole. Tal variable ha parecido con una frecuencia de 22 y representan el 4.3% del valor total.

Otro tipo de análisis que podemos realizar es cuantificar el número de tesis que han analizado algún contenido temático según las categorías UNESCO. La tabla 99 recoge estos datos:

Tabla 99. Frecuencias de Tesis Doctorales en Relación con Contenidos Temáticos Según las Categorías UNESCO

TESEO	Frecuencia
Pedagogía y Didáctica	112
Psicología	33
Matemáticas	28
Otros	11
Total	**184**

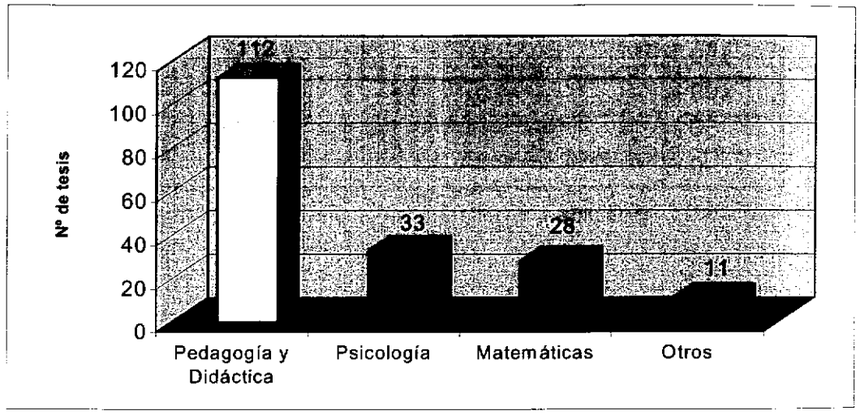

Figura 61. Diagrama de frecuencias de la tabla 99.

Se observan tres grandes grupos de descriptores temáticos tanto en TESEO como en ZDM: Pedagogía, Psicología y Matemáticas. Los descriptores de TESEO se han agrupado según código UNESCO y los descriptores del ZDM los hemos agrupado de la siguiente manera: Pedagogía, sumando las presencias de las categorías temáticas de las variables B, D y U; Psicología, unicamente las presencias en la variable C y Matemáticas, las presencias en las variables E, F, G, H, I, K, M y N.

Una vez establecidas las anteriores agrupaciones se obtienen los siguientes datos:

- TESEO: Pedagogía = 332 (67.9%), Psicología = 88 (18%) y Matemáticas = 69 (14.1%).
- ZDM: Pedagogía = 231 (43.8%), Psicología = 158 (30%) y Matemáticas = 138 (26.2%).

De estos datos se puede concluir que existe una mayor presencia de los descriptores de Pedagogía en TESEO; mientras que los descriptores de Psicología y Matemáticas aparecen con mayor frecuencia en el ZDM que en TESEO. Lo cual pone de manifiesto la necesidad de modificar los descriptores de TESEO teniendo en consideración las categorías temáticas del ZDM, al tratarse esta de una base de datos plenamente reconocida a nivel internacional por los investigadores de Educación Matemática.

7.4. Análisis de datos metodológicos

Previo al análisis de los resultados de los datos metodológicos presentamos los criterios de agrupación para algunas de las variables del instrumento. Agrupamos en categorías los diversos datos (elementos observados) donde cada categoría engloba su propia denominación genérica más otros adicionales que son asimilables a ésta.

7.4.1. Variable 1: Paradigma-Enfoque metodológico.

Se trata de establecer desde que paradigma metodológico se han desarrollado las tesis doctorales objeto de nuestro estudio.

Los criterios de agrupación para esta variable son:

Tabla 100. Criterios de Agrupación de los Paradigmas

Categorías	Otras denominaciones adicionales observadas
N	Nomotético, científico, normativo
I	Ideográfico, naturalista, interpretativo, fenomenológico
C	Crítico, dialéctico, investigación-acción
X	Mixto, complementarista, múltiple, emergente

Una vez agrupados los datos según los criterios anteriores, obtenemos la siguiente tabla.

Tabla 101. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a los Paradigmas

Paradigmas	Frecuencia	Porcentaje
Interpretativo	52	38.5 %
Mixto	42	31.1 %
Nomotético	25	18.5 %
Crítico	9	6.7 %
No lo indica	7	5.2 %
Total	**135**	

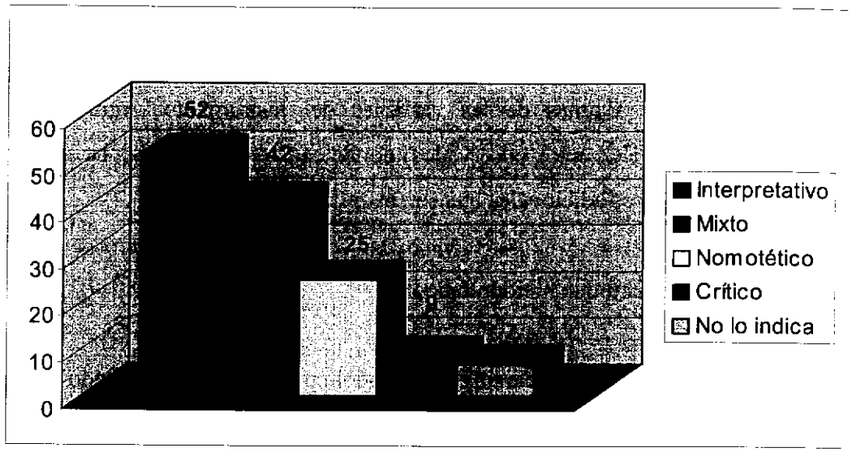

Figura 62. Diagrama de frecuencias en relación al paradigma.

Como se puede observar en la figura 62 y la tabla 101, el paradigma más utilizado es el paradigma interpretativo, usado en 52 de las tesis analizadas. y constituyen el 38.5% del total. Seguidamente, se encuentran el paradigma mixto o complementarista, utilizado en 42 tesis que constituyen el 31.1%.

Con respecto a los demás paradigmas se encuentra mayores diferencias. El paradigma nomotético ha sido utilizado en 25 tesis (18.5%), y el crítico en sólo 9 de ellas (6.7%). Las 7 tesis doctorales restantes (5.2%) corresponden a la opción de no lo indica. Categoría que en un principio no fue recogida, pues dentro de esta variable existía la posibilidad de inferirse el paradigma desde el cual se trabajaba (como hemos comentado anteriormente en la descripción del instrumento); pero en estos siete casos tal inferencia no ha sido posible.

Por los datos obtenidos, podría parecer que hay una tendencia importante a utilizar el paradigma complementarista o mixto. Pero la realidad es muy diferente. Ninguna de las tesis analizadas se posicionan 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.

Estamos ante la utilización del paradigma complementarista desde una visión sincrética ; es decir, una visión que reune aspectos de dos paradigmas diferentes de forma no reflexiva. Lo deseable sería alcanzar una visión ecléctica; es decir, la unión de los diferentes paradigmas de una manera reflexiva y racional, formando un nuevo paradigma.

Por último, destacar las escasas tesis doctorales que se han realizado desde la perspectiva del cambio (paradigma crítico). Cambio que podría venir enfocado hacia una mejora en el rendimiento de los alumnos, en el desarrollo de nuevas estrategias del profesorado y en la utilización de innovadores recursos materiales, entre otros.

7.4.2. Variable 2: Teoría.

Se recogerán todas las teorías desde o sobre las que se han fundamentado las diferentes tesis doctorales.

Los criterios de agrupación para esta variable son:

Tabla 102. Criterios de Agrupación de las Teorías

Categorías	Otras denominaciones adicionales observadas
Constructivismo	Vigotsky, Interaccionismo, Significación, Sociocultural, Mediacional
Cognitivismo	Genética, Piagetiana, Evolutiva, Equilibración
Procesamiento de la información	Inteligencia Artificial, Pensamiento, Resolución de Problemas
Asociacionismo	Estructuralismo, Conductismo, Psicométrica, Reforzamiento, Analítico-Estructural
Teoría de la Gestalt	
Teorías Etnográficas	
Teorías Didácticas	Situaciones Didácticas, Cambio Curricular, Desarrollo del Profesor
Teorías de la Historia	
Personalismo	

Una vez agrupados los datos según los criterios anteriores, obtenemos la siguiente tabla:

Tabla 103. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a las Teorías

Teorías	Frecuencia	Porcentaje
Cognitivismo	46	34.1 %
Constructivismo	32	23.7 %
Teorías Didácticas	13	9.6 %
Asociacionismo	10	7.4 %
Procesamiento Información	9	6.7 %
Personalismo	3	2.2 %
Gestalt	2	1.5 %
Teorías Etnográficas	2	1.5 %
Teorías de la Historia	1	0.7 %
No lo indica	17	12.6 %
Total	**135**	

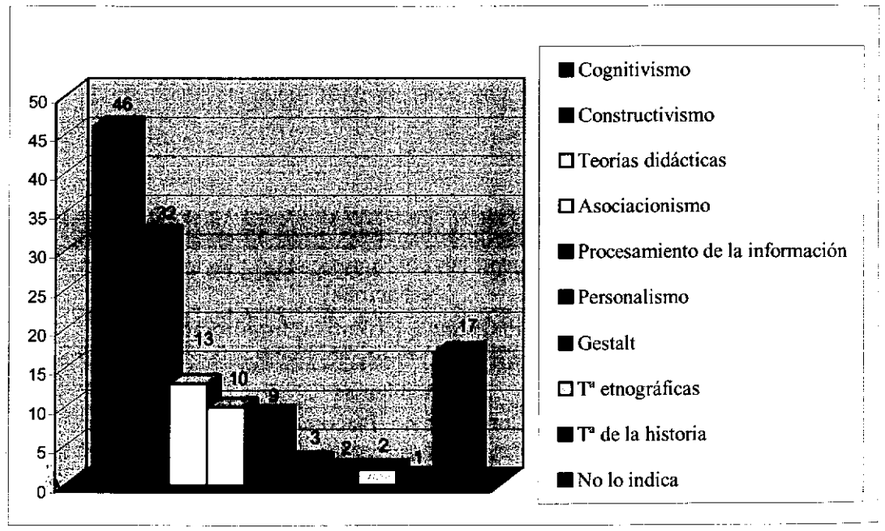

Figura 63. Diagrama de frecuencias en relación a la teoría.

La teoría utilizada de manera mayoritaria es el cognitivismo en 46 tesis doctorales (34.1%). Veremos después que el autor más citado es el "padre" del cognitivismo europeo: Jean Piaget. El marco teórico del constructivismo ha sido utilizado en 32 tesis doctorales (23.7%).

Estas van a ser las dos teorías más recurrentes que utilizan los autores de la muestra. Las restantes teorías serán utilizadas de manera minoritaria.

7.4.3. Variable 3: Cuestión de investigación o problema.

Se trata de señalar si se ha expuesto a priori el enunciado de la cuestión a investigar.

Tabla 104. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a la Cuestión de Investigación

Cuestión de Investigación	Frecuencia	Porcentaje
Sí se enuncia	126	93.3 %
No se enuncia	9	6.7 %
Total	**135**	

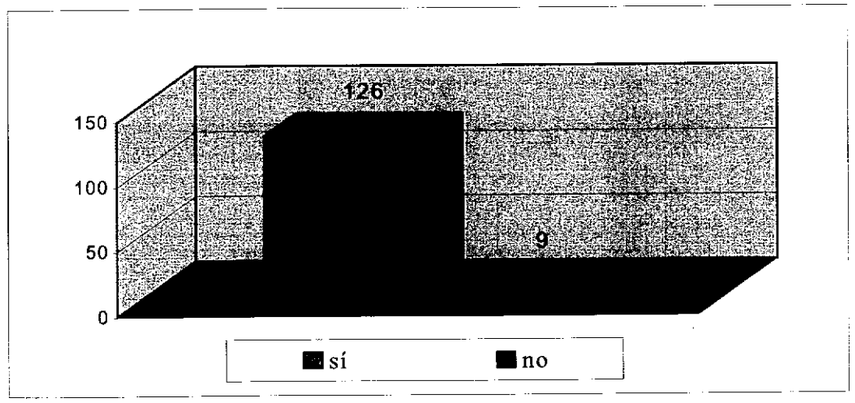

Figura 64. Diagrama de frecuencias en relación a si enuncia la cuestión de investigación.

Los autores de manera mayoritaria han enunciado cuál es la cuestión a investigar en sus trabajos, siendo expuesta en 126 de las 135 tesis analizadas; lo que corresponde a un 93.3%. En las restantes 9 tesis, no se ha definido la cuestión a investigar; estos casos constituyen el 6.7%. Con ello no se quiere decir que no hayan planteado un fin para su investigación, sino que esta cuestión no ha sido enunciada explícitamente.

7.4.4. Variable 4 y 5: Exposición de objetivos.

En estas dos variables se trata de recoger si los autores de las tesis doctorales han definido los objetivos generales y específicos de las mismas.

Tabla 105. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a la Exposición de Objetivos

Objetivos	Frecuencia	Porcentaje
Sí enuncia obj. Generales	118	85.5 %
No enuncia obj. Generales	17	12.6 %
Total	**135**	
Sí enuncia obj.específicos	79	58.5 %
No enuncia obj.específicos	56	41.5 %
Total	**135**	

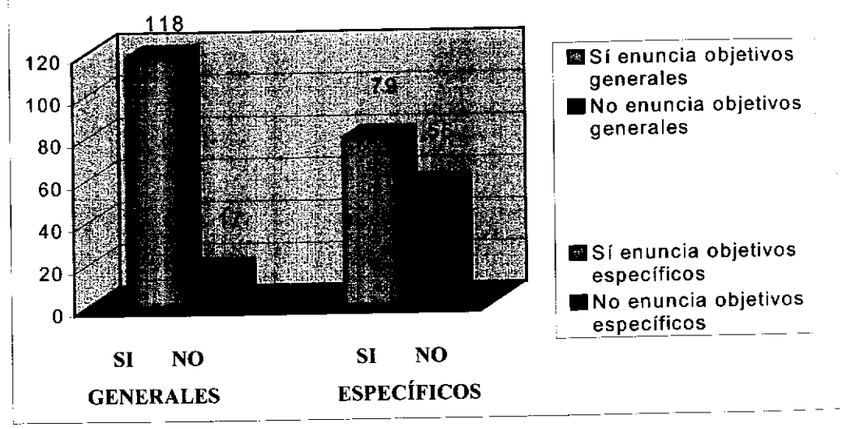

Figura 65. Diagrama de frecuencias en relación a la exposición de objetivos.

Como podemos observar por la tabla 105, existe una acuerdo casi generalizado en el establecimiento de objetivos generales. Estos son definidos en 118 tesis doctorales que constituyen el 85.5%; pero esta cifra es mucho menor cuando se definen los objetivos específicos, pues sólo han sido definidos en 79 tesis (58.5%). Es decir, estamos hablando de una diferencia de casi un 27%.

¿A qué puede deberse esta diferencia tan significativa? La verdad es que resulta muy difícil explicar el porqué no se han definido los objetivos específicos.

Una respuesta consecuente con los datos analizados hasta ahora, podría ser que como la metodología cualitativa es una de las más utilizadas, los autores no han querido acotar tanto sus investigaciones con unos objetivos específicos, dejándolas desde un principio abiertas. De manera que le conceden a su investigación una capacidad de readaptación a lo largo del proceso de desarrollo de la misma, sin presentar de manera definitiva los objetivos específicos de las tesis doctorales.

7.4.5. Variable 6: Hipótesis.

Se trata de registrar si los autores de las tesis han anticipado las hipótesis a contrastar durante el desarrollo de la investigación.

Tabla 106. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a la Hipótesis

Hipótesis	Frecuencia	Porcentaje
Sí enuncia hipótesis	96	71.1 %
No enuncia hipótesis	39	28.9 %
Total	**135**	

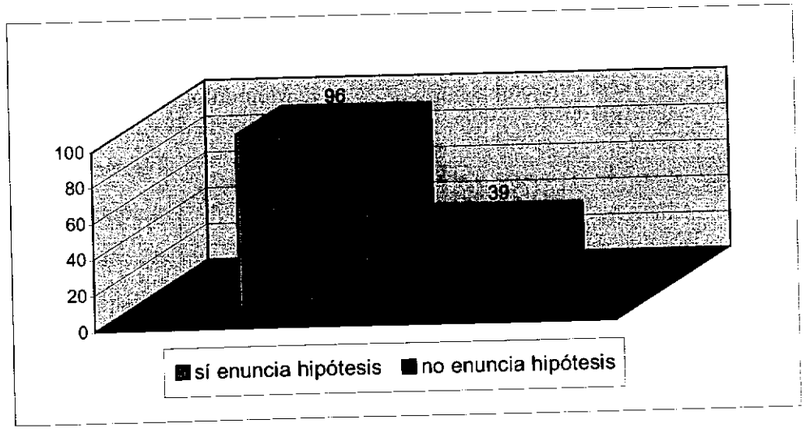

Figura 66. Diagrama de frecuencias en relación a la hipótesis.

Las hipótesis han sido definidas en 96 de las tesis analizadas que constituyen un 71.1% del total, las otras 39 tesis analizadas (28.9%) no definen ninguna hipótesis de investigación.

El enunciado de hipótesis ha sido uno de los elementos más problemáticos a la hora de establecer si el autor la había enunciado o no. Este problema venía dado por la propia formulación de las hipótesis, pues algunas exposiciones son muy cuestionables como para afirmar que representan el enunciado correcto de la hipótesis.

Según Buendía *et. al.* (1997), las hipótesis pueden ser enunciadas de dos maneras:

i. Se puede enunciar de forma lógica utilizando la condicional. Ej: Si ciertas condiciones existen, entonces otras condiciones deberán existir.

ii. Se puede enunciar expresando una relación cuantitativa de las variables independiente (X) y dependiente (Y) en forma matemática. Ej: Y= f(X).

Estos enunciados estandarizados en muchas ocasiones no han sido utilizados y han sido sustituidos por otros de estilo personal.

7.4.6. Variable 7: Metodología.

Se trata de señalar que tipo de metodología utilizan los autores de la muestra.

Tabla 107. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a la Metodología

Metodología	Frecuencia	Porcentaje
Mixto	48	35.6 %
Cualitativa	42	31.1 %
Cuantitativa	23	17.1 %
No lo indica	22	16.3 %
Total	**135**	

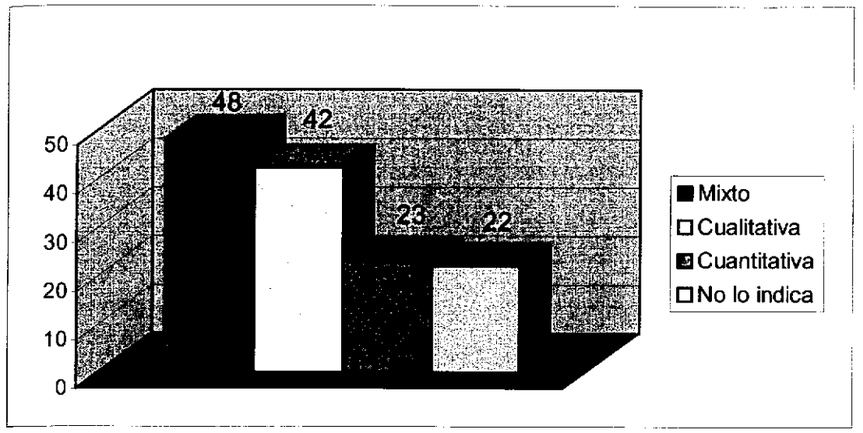

Figura 67. Diagrama de frecuencias en relación a la metodología utilizada.

Los valores que se reflejan en la metodología están íntimamente relacionados y son consecuentes con los de la variable número 1 (paradigmas).

Esta variable vuelve a señalar que el marco metodológico más utilizado es el de una metodología mixta, utilizada en 48 tesis doctorales (35.6%). Las tesis que han sido clasificadas como mixtas, desde un punto de vista metodológico, son aquellas en las que entremezclan técnicas eminentemente cualitativas con ciertas técnicas y análisis de naturaleza eminentemente cuantitativas; en concreto es muy usual utilizar estadísticos descriptivos del tipo: media y porcentaje.

Seguidamente la metodología cualitativa, que ha sido utilizada en 42 tesis (31.1%) y por último, la metodología cuantitativa, utilizada sólo en 23 de ellas (17.1%). Aquellos que no indican la metodología suponen un 16.3%, correspondiente a 22 tesis. Este porcentaje que consideramos alto, ya que la definición de la metodología utilizada dentro de un trabajo de investigación repercute en otros aspectos metodológicos; como son: tipo de instrumentos a utilizar, diseño del estudio y técnica de análisis de datos, entre otros.

Queremos destacar dos aspectos relacionados con esta variable:

1. Si establecemos una comparación entre esta variable con la primera (paradigmas), observamos una diferencia apreciable entre la metodología cualitativa (que ha sido utilizada en 42 tesis doctorales) y el paradigma interpretativo (que ha sido utilizado en 52 tesis doctorales). Entonces podemos preguntarnos ¿a qué se debe esta diferencia? Podemos decir que hay autores que han utilizado metodologías cualitativas, pero no han sido conscientes de ello; ya que ni siquiera lo han enunciado explícitamente.
2. Las investigaciones realizadas desde el paradigma crítico y así declaradas por el autor, utilizan una metodología eminentemente mixta; combinando técnicas, diseños e instrumentos tanto cualitativos como cuantitativos.

7.4.7. Variables 8 y 9: Revisión y Referencias bibliográficas.

En estas variables recogeremos si los autores han realizado una revisión bibliográfica de las fuentes para conocer el estado de la cuestión a investigar; y si posteriormente estas fuentes han sido recogidas en las referencias bibliográficas.

Tabla 108. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a la Revisión y Referencias Bibliográficas

Revisión y Referencias Bibliográficas	Frecuencia	Porcentaje
Sí revisión	124	91.9 %
No revisión	11	8.2 %
Total	**135**	
Con referencias	133	98.5 %
Sin referencias	2	1.5 %
Total	**135**	

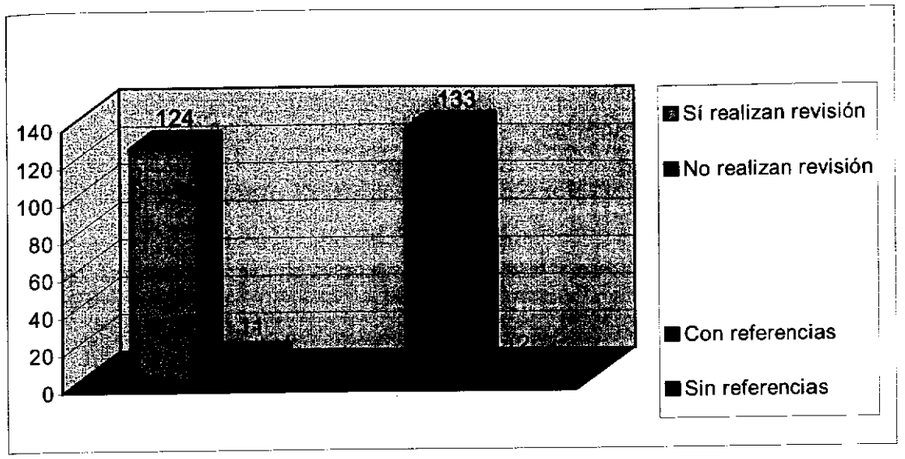

Figura 68. Diagrama de frecuencias en relación a la revisión y referencias bibliográficas.

Como refleja la tabla 108, la mayoría de los autores han utilizado algún tipo de bibliografía para fundamentar sus investigaciones. Así encontramos que en 124 de las tesis analizadas han realizado algún tipo de revisión bibliográfica, constituyendo el 91.9%; mientras que sólo en 11 de éstas no han realizado tal revisión y, constituyen el 8.2%.

Estos datos son más extremos en el caso de las referencias bibliográficas (como era de suponer); encontrando que 133 tesis exponen las referencias bibliográficas al final de sus investigaciones (98.5%) y únicamente 2 no realizan ningún tipo de referencias bibliográficas (1.5%). Como podíamos presuponer esta última opción no es lo normal ni lo mayoritario.

Pero en general, existe semejanza numérica entre revisión bibliográfica y referencias bibliográficas; lo que significa que la mayoría de la bibliografía referenciada está en relación a la revisión de antecedentes de la investigación a realizar.

7.4.8. Variable 10: Definición de términos.

Se recogerán si los autores han realizado definición de los términos claves relacionados con la investigación.

Tabla 109. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a la Definición de Términos Clave

Términos Clave	Frecuencia	Porcentaje
Sí define términos clave	111	82.2 %
No define términos clave	24	17.8 %
Total	**135**	

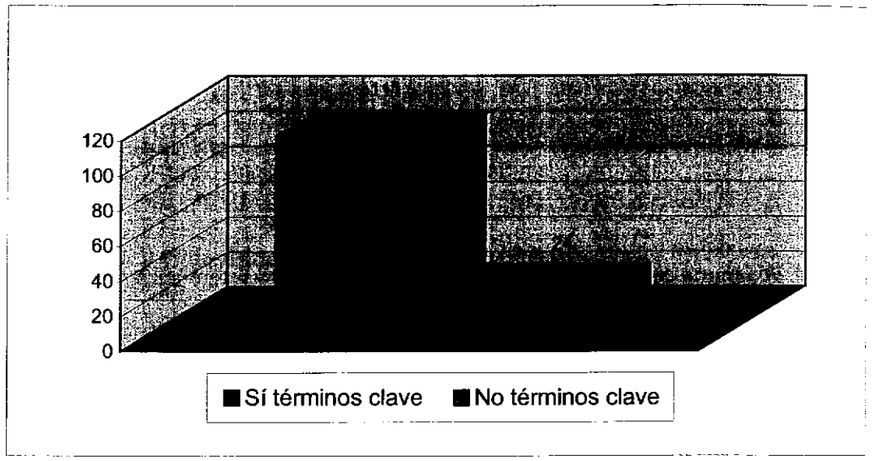

Figura 69. Diagrama de frecuencias en relación a la definición de términos clave.

Como podemos comprobar, en 111 de las tesis doctorales analizadas (82.2%) aparecen términos clave y en 24 de ellas no se ha definido ningún término clave para la investigación (17.8%).

La definición de los términos clave es el medio que utilizan los autores para clarificar conceptualmente, todos aquellos conceptos propios (insertos o afines) de la cuestión a investigar.

7.4.9. Variables 11 y 13: Instrumentos de recogida de datos.

Estas dos variables están relacionadas con los instrumentos o técnicas de recogida de datos usados en las tesis doctorales incluidas en la muestra; y es por ello por lo que han sido unificadas aunque no sean correlativas.

Una vez que hemos indicado si se han utilizado o no instrumentos, se diferenciarán si estos son estandarizados (instrumentos validados) o, por el contrario, son pruebas *ad hoc* que el autor ha construido para su propia investigación.

Tabla 110. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación al Instrumento de Recogida de Datos

Instrumentos de Recogida de Datos	Frecuencia	Porcentaje
Sí utiliza instrumentos	128	94.8 %
No utiliza instrumentos	7	5.2 %
Total	**135**	

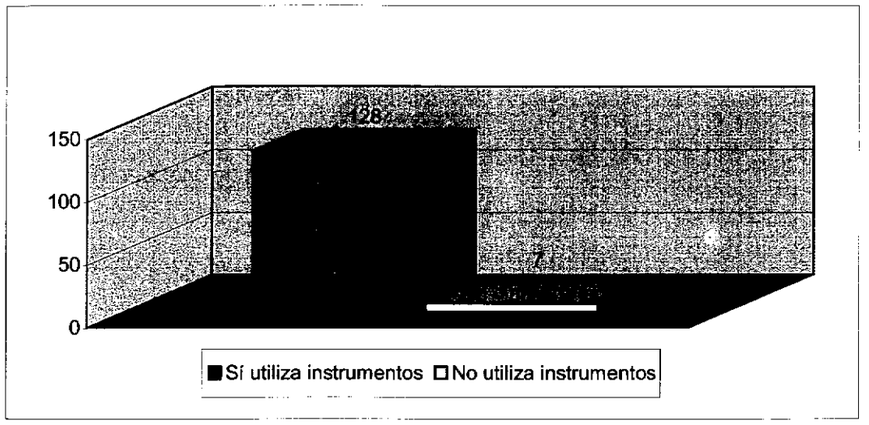

Figura 70. Diagrama de frecuencias en relación al instrumento de recogida de datos.

Como podemos observar el uso de algún tipo de instrumento, ya sea estandarizado o no estandarizado, es casi universal a toda la muestra. La tabla siguiente mostrará qué tipo de instrumentos son los más utilizados, con relación a la estandarización de los mismos.

Tabla 111. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a la Estandarización de los Instrumentos Utilizados

Instrumentos	Frecuencia	Porcentaje
No estandarizados	73	54.1 %
Mixtos	48	35.6 %
Estandarizados	7	5.2 %
No lo indica	7	5.2 %
Total	**135**	

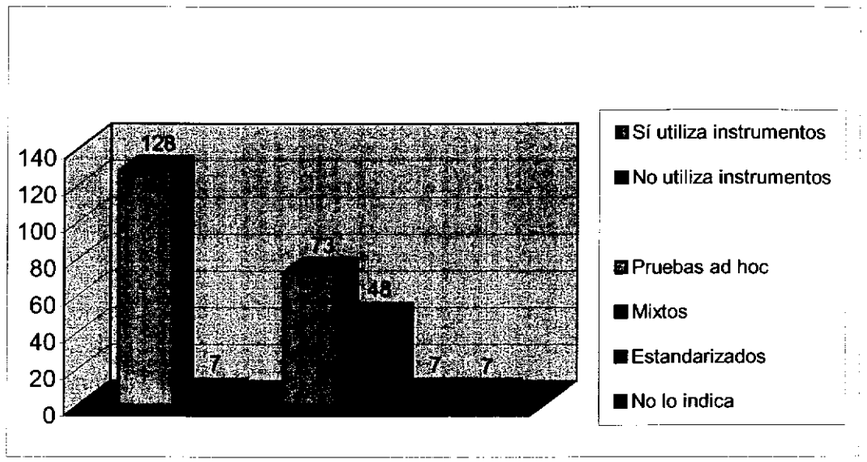

Figura 71. Diagrama de frecuencias en relación al instrumento de recogida de datos.

Como comentamos anteriormente, en la mayoría de las tesis analizadas ha surgido la necesidad de utilizar instrumentos, estandarizados o no estandarizados, para la recogida de datos. Datos que posteriormente pueden ayudar a confirmar o rechazar hipótesis, objetivos enunciados, o responder a cuestiones que se plantearon los autores al comienzo de sus investigaciones.

Otro aspecto es si estos instrumentos son estandarizados o no lo son. Con respecto a esta cuestión podemos decir que parece existir una acuerdo bastante generalizado en utilizar instrumentos no estandarizados o pruebas *ad hoc* (utilizados en 73 tesis, que corresponden a un 54.1%). El hacer uso tanto de pruebas *ad hoc* como de pruebas estandarizadas, es lo que

hemos denominado instrumentos mixtos, que han sido utilizados en 48 tesis doctorales (35.6%).

Es poco usual es la utilización exclusiva de instrumentos estandarizados, los cuales han sido utilizados sólo en 7 tesis doctorales (5.2%).

Se constata de esta forma, que los autores prefieren construir sus propios instrumentos para las investigaciones; entremezclando algunas pruebas estandarizadas; tal vez para intentar alcanzar medidas más fiables .

7.4.10. Variable 12: Instrumento específico.

Se recogerá el instrumento específico utilizado por el autor; atendiendo a la clasificación anterior que se ha realizado en la exposición de nuestro instrumento.

Los criterios de agrupación para esta variable son:

Tabla 112. Criterios de Agrupación de los Instrumentos Utilizados

Categorías	Otras denominaciones adicionales observadas
Cuestionario	Encuesta
Documentos	Informes oficiales, Actas, Calificaciones, Libros, Fichas, Diarios, Lista de Alumnos
Entrevista	Protocolo, Debate, Audio
Escalas	Likert, De clasificación, De valoración
Observación	Listas de control, Vídeo, Descripciones
Pruebas ad hoc	Exámenes, Ejercicios, Tareas Inductivas
Test	Test, Batería, Prueba Estandarizada, Rejilla
Notas de Campo	Anotaciones del Alumno, Cuaderno, Registro Anecdótico
Programas informáticos	

Una vez agrupados los datos según los criterios anteriores, obtenemos la tabla 113.

Tabla 113. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación al Tipo de Instrumento Utilizado

Nombre del Instrumento	Frecuencia	% Muestral	% Total
Pruebas *ad hoc*	90	66.7 %	28.4 %
Entrevistas	59	43.7 %	18.6 %
Observación	43	31.9 %	13.6 %
Tests	43	31.9 %	13.6 %
Documentos	20	14.8 %	6.3 %
Notas de campo	19	14.1 %	6 %
Cuestionarios	15	11.1 %	4.7 %
Escalas	11	8.2 %	3.5 %
Programa informático	7	5.2 %	2.2 %
Total	**307***		

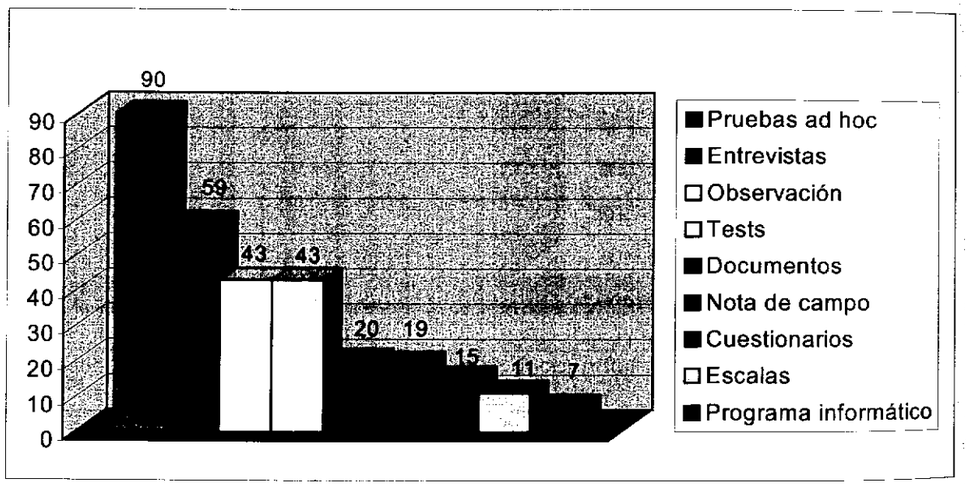

Figura 72. Diagrama de frecuencias en relación al tipo de instrumento de recogida de datos.

El instrumento más utilizado por la mayoría de los autores son las pruebas *ad hoc* o sea, pruebas que los autores, por sí mismos, han construido para llevar a cabo sus investigaciones; este tipo de pruebas han sido utilizadas en 90 tesis doctorales (66.7%). A continuación, se encuentran: la entrevista que ha sido utilizada en 59 tesis (43.7%), la

* Obsérvese que en cada tesis analizada pueden obtenerse dos o más categorías de respuesta, por lo que el total no es necesariamente igual al tamaño muestral.

observación en 43 tesis (31.9%), el test con la misma frecuencia que la observación, es decir, en 43 tesis (31.9%).

Como podemos observar, se detecta una fuerte presencia de todos aquellos instrumentos que se utilizan en la metodología cualitativa, como son: observación, entrevista, documentos, notas de campo, etc.

Un aspecto a destacar es que, a pesar de que la metodología más utilizada era la mixta, como hemos podido observar en la variable 6, los instrumentos que más se utilizan son los de la metodología cualitativa. Teniendo un menor énfasis aquellos instrumentos más objetivos y de medida sistemática, como son los tests y las escalas.

Tal vez el escaso empleo de las pruebas objetivas o tests estandarizados tenga que ver con la creencia de que los tests pueden excluir a los individuos de oportunidades concretas. Los tests son denominados, por algunos autores, como poco éticos, tendentes a resaltar las competencias propias de las clases medias-altas del mundo occidental en detrimento de otras culturas y grupos étnicos o sociales. Parece aceptado que en educación es evidente que mientras subsistan las desigualdades están se seguirán reflejando en los resultados de dichos tests.

7.4.11. Variable 14: Validez del instrumento.

Se tratará de recoger si se ha usado algún tipo de procedimiento para la validación del instrumento utilizado en la recogida de datos.

Tabla 114. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a la Validez del Instrumento

Validez	Frecuencia	Porcentaje
Sí se valida el instrumento	85	63 %
No se valida el instrumento	50	37 %
Total	**135**	

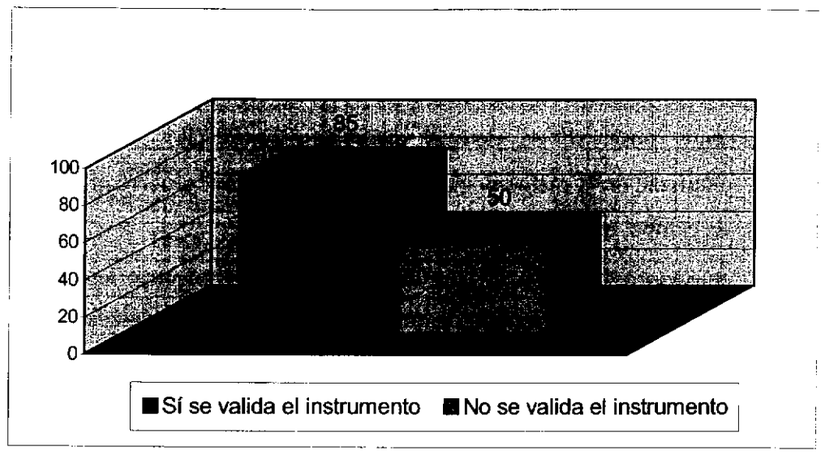

Figura 73. Diagrama de frecuencias en relación a la validación del instrumento.

Existe una tendencia general a realizar una validación del instrumento de recogida de datos; siendo este procedimiento utilizado en 85 tesis de las analizadas (63%). En las restantes 50 tesis (37%) no se ha llevado a cabo ningún tipo de procedimiento para validar el instrumento.

En definitiva esto indica que los autores se preocupan de que sus pruebas ad hoc tengan cierta validez, y se aseguren así que tal instrumento medirá lo que pretenden medir.

En la variable siguiente podremos comprobar que procedimientos utilizarán los autores para llevar a cabo dicha validación.

7.4.12. Variable 15: Tipos de validez de los instrumentos de recogida de datos.

Como acabamos de decir, en esta variable se trata de especificar el método que se ha utilizado para llevar a cabo la validación del instrumento.

Los criterios de agrupación para esta variable son:

Tabla 115 Criterios de Agrupación del Tipo de Validez de los Instrumentos de Recogida de Datos Utilizados.

Categorías	Otras denominaciones adicionales observadas
Pruebas piloto	Ensayo, Factibilidad
Validez de contenido	Concordancia, Técnica de consenso, Triangulación entre sujetos, Consenso entre expertos, Supervisión de expertos
Validez de constructo	Discriminante, Basada en la Teoría, Construcción
Validez de criterio	Concurrente, Predictiva, Consecuencia, Revisión de Instrumentos

Una vez agrupados los datos según los criterios anteriores, obtenemos la siguiente tabla:

Tabla 116. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación al Tipo de Validez Realizada

Validación	Frecuencia	% Muestral	% Total
Validez de contenido	60	44.4 %	38.21 %
Pruebas piloto	50	37 %	31.8 %
Validez de criterio	24	17.8 %	15.3 %
Validez de constructo	23	17 %	14.6 %
Total	**157***		

* Obsérvese que en cada tesis pueden obtenerse dos o más categorías de respuesta, por lo que el total no es necesariamente igual al tamaño muestral.

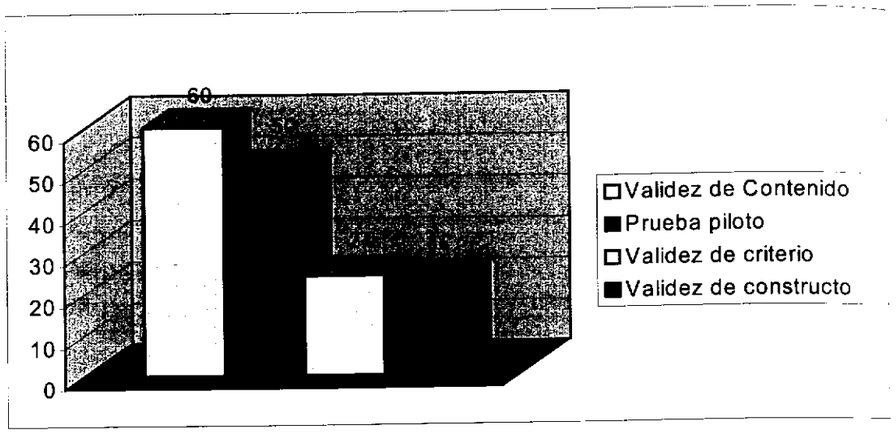

Figura 74. Diagrama de frecuencias en relación a los procedimientos de validación.

Los procedimientos de validación que mayoritariamente han empleado los autores de la muestra son los de la validez de contenido, siendo estos procedimientos utilizados en 60 de las tesis analizadas (44.4%). Más concretamente en 28 tesis (20.7%) se enuncia explícitamente que la supervisión de expertos ha sido la vía de obtención de validez de contenido de instrumento.

Otros procedimientos muy utilizados son las pruebas piloto; que han sido utilizadas en 50 tesis doctorales (37%). Esta pequeña investigación, como es la prueba piloto, puede permitir encarar los futuros problemas y obstáculos que se mostrarán más tarde incluso en la investigación propiamente dicha.

Otros procedimientos utilizados son: la validez de criterio utilizada en 24 tesis (17.8%) y por último, la validez de constructo utilizada en 23 tesis (17%).

La validación es una cuestión muy importante a la hora de analizar los resultados de las tesis doctorales analizadas, ya que instrumentos sin ningún tipo de control no garantizan la consecución óptima del trabajo de investigación. Aunque sólo valida el 63% de las tesis doctorales (variables 14), se han contabilizado un total de 157 validaciones. Esto indica que, en promedio, cada autor que valida a empleado dos procedimientos diferentes.

7.4.13. Variable 16: Fiabilidad del instrumento.

Igual que hemos hecho con la validez, ahora se trata de determinar si los autores de la muestra han utilizado algún procedimiento para determinar la fiabilidad de sus instrumentos.

Tabla 117. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a la Fiabilidad del Instrumento

Fiabilidad	Frecuencia	Porcentaje
Sí fiabilidad	57	42.2 %
No fiabilidad	78	57.8 %
Total	**135**	

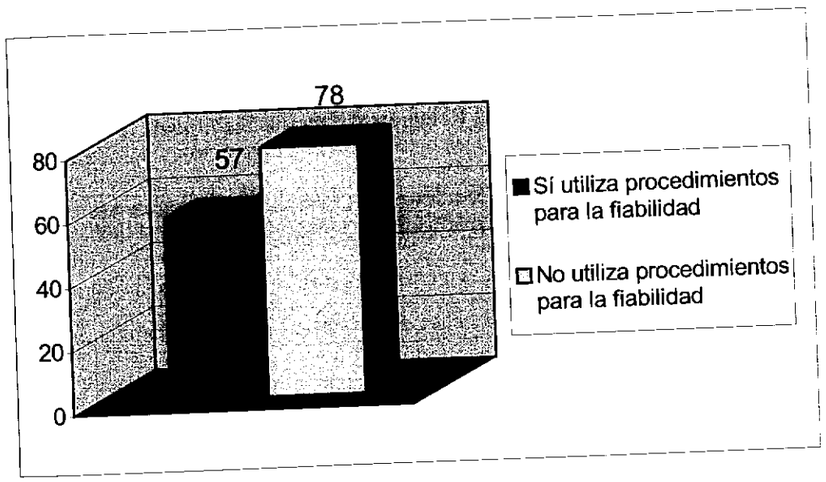

Figura 75. Diagrama de frecuencias en relación a la fiabilidad del instrumento.

El caso de la fiabilidad de los instrumentos es algo diferente a la validez; en este caso, la fiabilidad es utilizada por un número inferior de investigaciones. Más exactamente podemos decir que los procedimientos de fiabilidad son utilizados en 57 tesis doctorales, correspondiente a un (42.2%). Por otro lado, se encuentran las 78 tesis doctorales que no utilizan ningún tipo de procedimiento de fiabilidad para sus instrumentos, y constituyen casi un 60 % (57.8%).

El dato obtenido en esta variable es muy interesante, pues nos refleja que hay una mayor preocupación por la validez de los instrumentos, que han sido construidos por el propio autor, que por la fiabilidad o precisión con que lo hagan. (Ver figura 76 de la cuestión siguiente).

Se aprecia además, que los estudios realizados desde el paradigma nomotético, evidentemente realizados con metodología cuantitativa, son los que más consideran la cuestión de fiabilidad.

7.4.14. Variable 17: Procedimientos de fiabilidad.

En esta variable se concretarán aquellos procedimientos utilizados para determinar la fiabilidad de los instrumentos de recogida de datos.

Tabla 118. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación al Tipo de Fiabilidad Realizada

Fiabilidad	Frecuencia	% Muestral	% Total
Consistencia interna	34	25.2 %	59.6 %
Estabilidad	6	4.4 %	10.5 %
Equivalencia	3	2.2 %	5.3%
Concordancia observadores	2	1.5 %	3.5%
No especifican	12	8.9%	21.1%
Total	**57***		

* Obsérvese que en cada tesis pueden obtenerse dos o más categorías de respuesta, por lo que el total no es necesariamente igual al tamaño muestral.

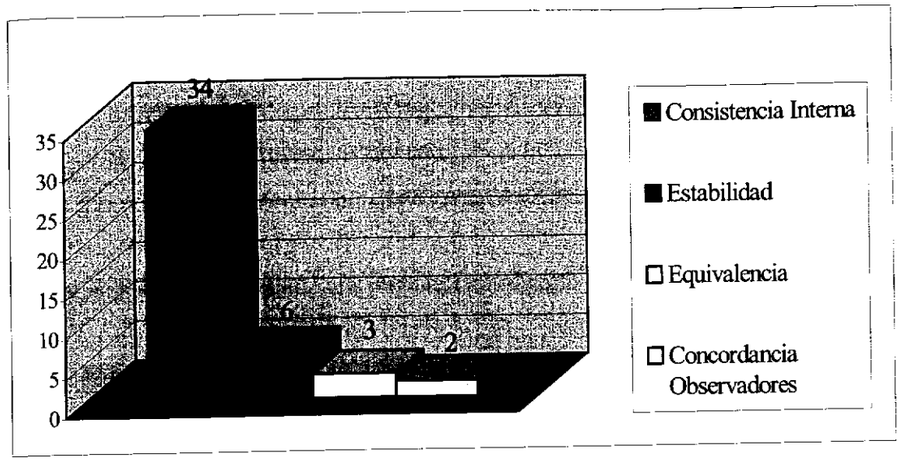

Figura 76. Diagrama de frecuencias en relación a los procedimientos de fiabilidad.

Los procedimientos utilizados en las tesis doctorales analizadas se pueden agrupar en cuatro categorías: consistencia interna, estabilidad, equivalencia y concordancia de observadores. De estos procedimientos, el más utilizado ha sido la consistencia interna, que ha aparecido en 34 tesis doctorales, y que representa el 25.2%. Los restantes procedimientos han sido utilizados más escasamente: la estabilidad aparece en 6 tesis (4.4%), la equivalencia aparece en 3 tesis (2.2%) y por último, la concordancia entre observadores que ha sido utilizada únicamente en 2 de las tesis analizadas, (1.5%).

El resultado que hemos obtenido de procedimientos específicos utilizados para dar fiabilidad a los instrumentos es menor (45), que el número de autores que afirmaron utilizar procedimientos de fiabilidad (57). Entonces, ¿a qué se debe esta diferencia?

La razón está en que, como hemos comentado anteriormente, hay autores que afirman haber utilizado procedimientos de fiabilidad; pero posteriormente no han especificado de qué procedimiento se trataba.

7.4.15. Variable 18: Unidad básica de análisis.

En esta variable se pretende obtener cuál sido la unidad básica de análisis más utilizada en las tesis doctorales que componen la muestra; es decir, la fuente de la cual se han obtenido los datos que configuran las investigaciones.

Tabla 119. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a la Unidad Básica de Análisis

Unidades Básicas	Frecuencias	% Muestral	% Total
Alumnos/sujetos	98	72.6 %	64.5 %
Documentos	18	13.3 %	11.8 %
Profesores/as	17	12.6 %	11.2 %
Grupos/clase	14	10.4 %	9.2 %
Centros	2	1.5 %	1.3 %
No lo indica	3	2.2 %	2 %
Total	**152***		

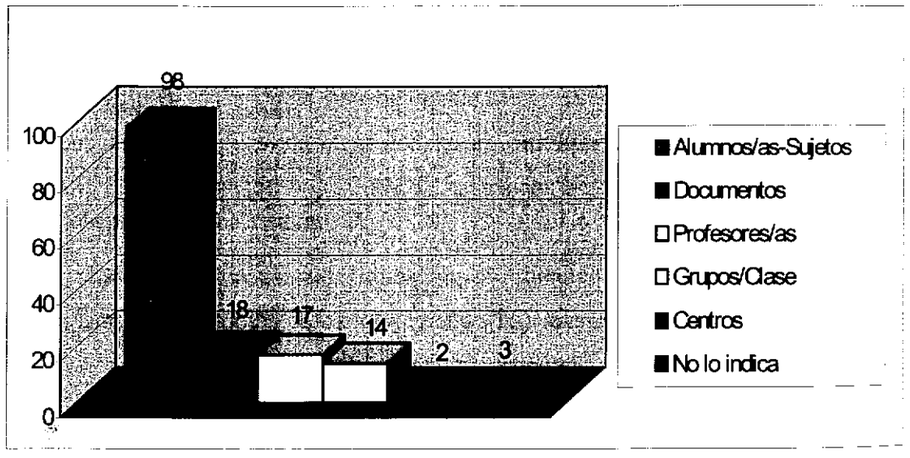

Figura 77. Diagrama de frecuencias en relación a la unidad básica de análisis.

La unidad básica de análisis más investigada son los alumnos, analizada en 98 tesis (72.6%). Pero, además, debemos destacar que esta unidad se considera de forma individual, es

* Obsérvese que en cada tesis analizada pueden obtenerse dos o más categorías de respuesta, por lo que el total no es necesariamente igual al tamaño muestral.

decir, los alumnos se toman como sujetos individuales y no en grupos. Tras esta unidad mayoritaria, se encuentran los documentos que han sido analizados en 18 tesis (13.3%); los profesores, analizados en 17 tesis (12.6%); los grupos clase en 14 tesis (10.4%) y, por último, los centros que han sido analizados en sólo 2 casos (1.5%). Así mismo, existen 3 tesis doctorales que no han indicado su unidad de análisis, (2.2%).

Estos datos reflejan que hay un interés desbordante por los alumnos en detrimento de los demás agentes del ámbito educativo. Una gran mayoría de las tesis analizadas se centran en descripciones sobre aptitudes, conocimientos y dificultades de aprendizaje de los alumnos como se ha visto en el análisis conceptual. Esta es una tradición que se ha mantenido durante mucho tiempo, y que sería conveniente equilibrar con estudios centrados en los demás agentes educativos.

7.4.16. Variable 19: Nivel académico.

Se trata de conocer el nivel académico al que pertenecen las muestras de las investigaciones realizadas en las tesis doctorales analizadas.

Tabla 120. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación al Nivel Académico de la Unidad Básica de Análisis

Nivel académico	Frecuencia	% Muestral	% Total
Educación Primaria	60	44.4 %	43.8 %
ESO	60	44.4 %	43.8 %
Bachillerato	26	19.3 %	19 %
Universidad	22	16.3 %	16.1 %
Educación Infantil	11	8.2 %	8 %
Formación Profesional	4	3 %	2.9 %
Educación Especial y Compensatoria	4	3 %	2.9 %
No lo indica	10	7.4 %	7.3 %
Total	**197***		

* Obsérvese que en cada tesis analizada pueden obtenerse dos o más categorías de respuesta, por lo que el total no es necesariamente igual al tamaño muestral.

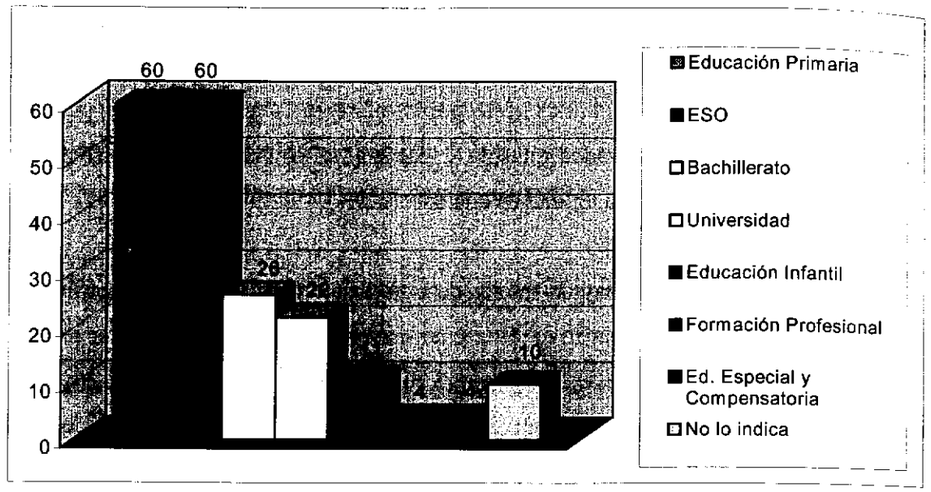

Figura 78. Diagrama de frecuencias en relación al nivel académico de la unidad básica de análisis.

En la variable anterior hemos comprobado que la unidad de análisis más investigada han sido los alumnos. En esta nueva variable comprobamos que los niveles académicos más investigados son dos:

Uno de ellos, es la Educación Primaria, el cual ha sido analizado en 60 tesis doctorales (44.4%) y el otro, la Enseñanza Secundaria Obligatoria, con el mismo porcentaje.

Seguidamente se encuentran, Bachillerato, analizado en 26 tesis (19.3%); Universidad que ha sido analizada en 22 tesis (16.3%); Infantil en 11 tesis (8.2%), Formación Profesional en 4 tesis (3%), y la Educación Especial-Compensatoria en 4 tesis. (3%) Y por último, 10 tesis no han indicado el nivel académico de la muestra (7.4%).

Como podemos observar por estos datos, las investigaciones tienen un sentido de continuidad, es decir, se analizan mayoritariamente dos ciclos que están encadenados: Educación Primaria –Educación Secundaria Obligatoria y que constituyen la Educación Obligatoria.

Tal vez la explicación a esto es que los dos constituyan los ciclos donde las matemáticas se asientan como verdaderos pilares, su impartición es obligatoria y tienen un carácter de mayor tradición académica.

Otra de las cuestiones a destacar es la falta de preocupación por parte de los investigadores en Educación Matemática con respecto a la Educación Especial y Formación Profesional; ámbitos educativos que no han recibido una especial atención.

Debemos dejar constancia que los niveles académicos de las tesis leídas antes de la entrada en vigor de la LOGSE, han sido revisados y encuadrados dentro de los niveles educativos que regula esta ley.

7.4.17. Variable 20: Identificación de la población.

Se recogerá si se produce una caracterización de la población (si la identifica y describe) o no se realiza ningún tipo de indicación de ella.

Tabla 121. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a la Identificación de la Población

Identificación de la Población	Frecuencia	Porcentaje
Sólo la identifica	85	63 %
La identifica y describe	45	33.3 %
No lo indica	5	3.7 %
Total	**135**	

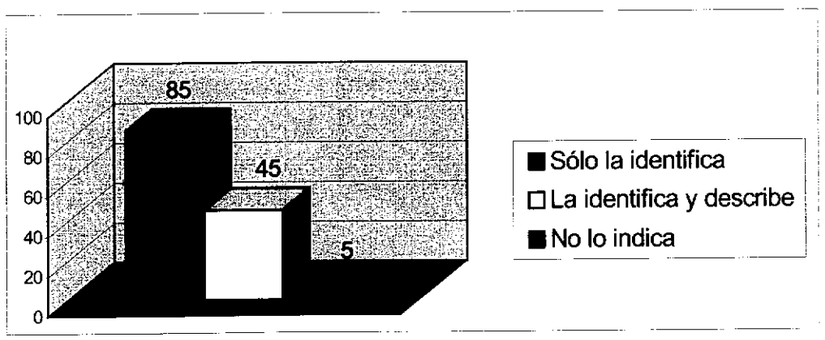

Figura 79. Diagrama de frecuencias en relación a la identificación de la población.

La población ha sido normalmente identificada, es decir, el autor someramente la cualifica sin una descripción de los elementos que la conforman. Este hecho ha ocurrido en 85 de las tesis analizadas; lo que constituye el 63%. Los casos que realizan una identificación y una breve descripción de la muestra han ocurrido en 45 tesis, lo que constituye el 33.3%.

Aquellos que no han realizado una descripción, pero que tampoco han señalado la población de su investigación constituyen el 3.7% (5 tesis).

7.4.18. Variable 21: Selección aleatoria.

Se trata de reflejar la utilización de técnicas de selección aleatoria a la hora de la selección de la muestra.

Tabla 122. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a la Selección Aleatoria de la Muestra

Selección Aleatoria	Frecuencia	Porcentaje
Sí utiliza	29	21.5 %
No utiliza	106	78.5 %
Total	**135**	

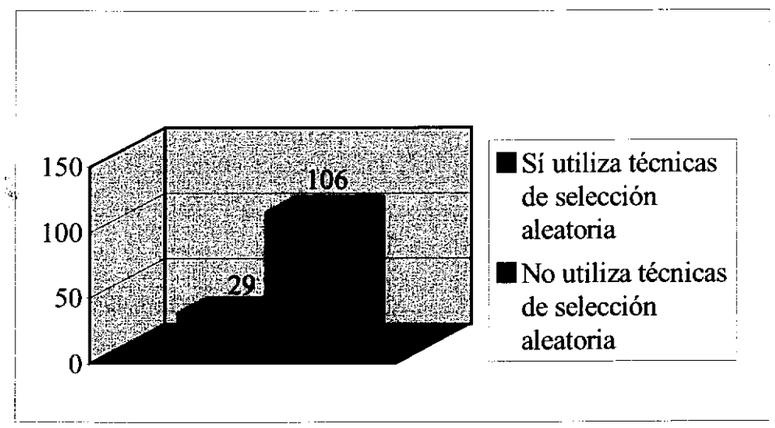

Figura 80. Diagrama de frecuencias en relación a la selección aleatoria de la muestra.

La selección de la muestra en las tesis analizadas, se ha realizado utilizando mayoritariamente técnicas de selección no aleatoria; concretamente 106 tesis no han hecho uso de estas técnicas para la selección de la muestra, representando un porcentaje de 78.52%.

¿Pero qué significa que la técnica aleatoria no sea la más utilizada? A priori aporta información como:

i. Los sujetos que pertenecen a la población no han tenido la misma oportunidad de pertenecer a la muestra.
ii. La elección de un sujeto no ha influido en la selección de otro sujeto.
iii. En definitiva, no tenemos constancia que la muestra sea lo más representativa posible.

Otra conclusión que podemos obtener, es que las investigaciones que se han llevado a cabo en estas tesis doctorales se han realizado con aquellas personas y en aquellos contextos con los que se tenían algún tipo de relación/contacto personal, o sea, estamos hablando de la técnica muestral de conveniencia/disponibilidad; otro caso que también ha aparecido con mucha frecuencia, es aquel en el que se ha seleccionado la muestra en relación a unas características y preceptos determinados, como es el caso del muestreo intencional.

7.4.19. Variable 22: Técnicas de muestreo.

Esta variable pone de manifiesto qué tipo de técnicas muestrales se han utilizados en las tesis doctorales analizadas; tanto si son técnicas aleatorias, como si no lo son.

Tabla 123. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación al Tipo de Técnica Muestral Utilizada

Técnica de Muestreo		Frecuencia	Porcentaje
No aleatoria	Intencional	51	37.8 %
	Conveniencia/disponibilidad	16	11.9 %
	Casual	5	3.7 %
	Por cuotas	3	2.2 %
	No lo indican	31	23 %
Aleatoria	Estratificada	12	8.9 %
	Simple	3	2.2 %
	Conglomerado	3	2.2 %
	No lo indica	11	8.1 %
Total		**135**	

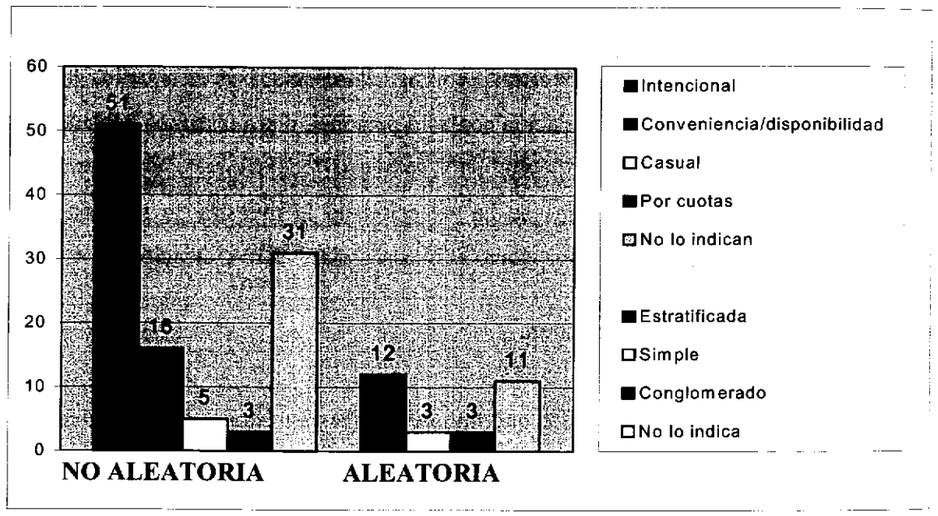

Figura 81. Diagrama de frecuencias en relación a la técnica muestral utilizada.

Como observamos por la figura 81 y como hemos comentado anteriormente el tipo de muestreo más utilizado es el muestreo no aleatorio. Pero profundizando más en el tipo de técnicas de muestreo utilizadas, observamos que la técnica predominante es el muestreo intencional (recordemos que se selecciona a los individuos según unos criterios establecidos a priori por expertos), que aparece en 51 tesis, que constituyen el 37.8%.

De manera minoritaria aparecen: el muestreo por conveniencia/disponibilidad, fue utilizado en 16 investigaciones (11.9%), el muestreo estratificado fue utilizado en 12 investigaciones (8.9%), el muestreo casual utilizado en 5 tesis (3.7%), el muestreo aleatorio simple utilizado en 3 tesis (2.2%), el muestreo por conglomerados utilizado en 3 tesis (2.2%)y el muestreo no aleatorio por cuotas utilizado también, en 3 tesis (2.2%).

Los casos de no lo indica (aleatorios y no aleatorios) suman 42 tesis doctorales, que representan un 31.1 % del total.

Por último queremos destacar, que el muestreo no aleatorio ha sido utilizado cuatro veces más que el aleatorio.

7.4.20. Variable 23: Tamaño muestral.

Pretendemos cuantificar el número variables básicas de análisis que conforman las muestras contenidas en las tesis doctorales analizadas.

Tabla 124. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación al Tamaño Muestral

Tamaño Muestral	Frecuencia	% Muestral	% Total
0-10	22	16.3 %	11.6 %
11-30	15	11.1 %	7.9 %
31-100	72	53.3 %	37.9 %
101-500	43	31.9 %	22.6 %
Más de 500	23	17.1 %	12.1 %
No lo indica	15	11.1 %	7.9 %
Total	**190***		

* Obsérvese que en cada tesis analizada pueden obtenerse dos o más categorías de respuesta, por lo que el total no es necesariamente igual al tamaño muestral.

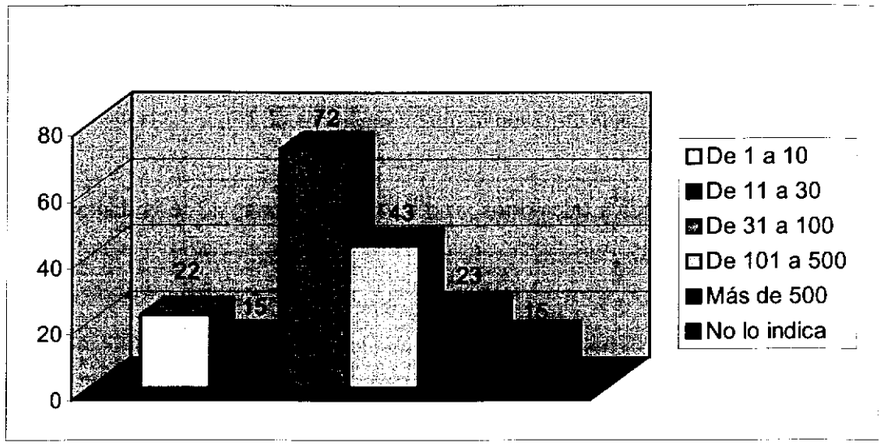

Figura 82. Diagrama de frecuencias en relación al tamaño muestral.

Acerca del tamaño muestral, podemos decir, que existe un gran número de tesis doctorales que han utilizado una muestra que se encuentra entre el intervalo 31-100; exactamente han sido 72 que corresponden a un 53.3%. En base a este tamaño muestral podríamos conjeturar que se trataría de estudios proexperimentales las acometidas en las tesis doctorales analizadas.

Con frecuencias inferiores, encontramos a aquellas tesis cuyo tamaño muestral se encuentran entre 1-10, que ha aparecido en 22 tesis (16.3%). Por este número muestral podríamos conjeturar que se refiere a estudios de caso. También encontramos los intervalos: de 11-30 que aparece en 15 tesis (11.1%), de 101-500 que aparece en 43 tesis (31.9%), de más de 500 que aparece en 23 tesis (17%).

7.4.21. Variable 24: Tipo de diseño general.

En esta variable se pretende indicar las denominaciones generales de los diseños de investigación que se han seguido en las tesis doctorales.

Los criterios de agrupación para esta variable son:

Tabla125. Criterios de Agrupación del Tipo de Diseño General Utilizado

Categorías	Otras denominaciones adicionales observadas
Descriptivo	Encuesta, Estudio evolutivo,
Analítico-Correlacional	Análisis correlacional, recesión, Predicción comparativa causal
Proexperimental	Preexperimental, Cuasiexperimental, Experimental, Factorial, Mixto
Estudio de casos/ Diseño Etnográfico	Etnografía, Diseño cualitativo
Investigación- Acción	Investigación colaborativa, Estudio cooperativo

Una vez agrupados los datos según los criterios anteriores, obtenemos la siguiente tabla.

Tabla 126. Frecuencia de las tesis Doctorales en Relación al Tipo de Diseño General Utilizado

Tipo de Diseño	Frecuencia	% Muestral	% Total
Proexperimental	49	36.3 %	34 %
Descriptivo	25	18.5 %	17.4 %
Estudio de caso /diseño etnográfico	21	15.6 %	14.6 %
Analítico-correlacional	9	6.7 %	6.3 %
Investigación-Acción	6	4.4 %	4.2 %
No lo indica	43	31.9 %	29.9 %
Total	**153***		

* Obsérvese que en cada tesis analizada pueden obtenerse dos o más categorías de respuesta, por lo que el total no es necesariamente igual al tamaño muestral.

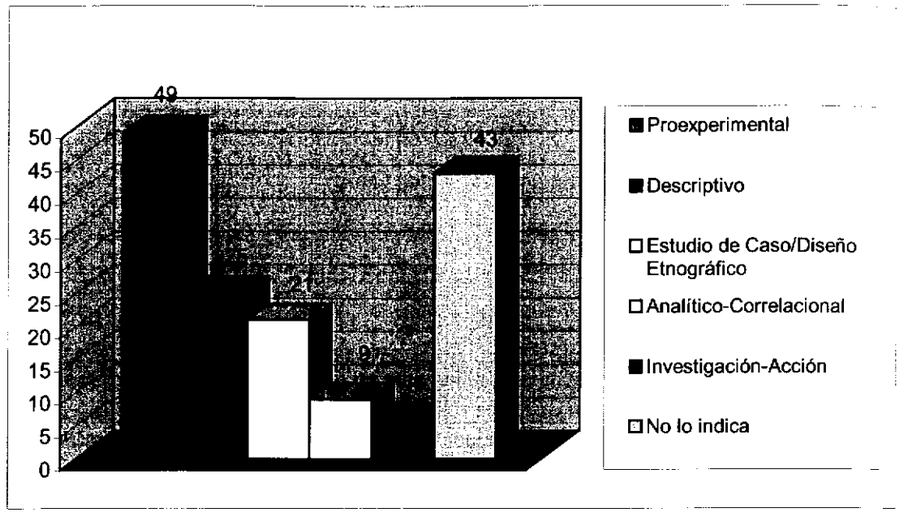

Figura 83. Diagrama de frecuencias en relación al tipo de diseño general utilizado.

Los diseños utilizados por las investigaciones de la muestra han sido agrupados en estas 6 categorías (Ver criterios de agrupación): Proexperimental, descriptivo, estudio de caso/etnográfico, analítico-correlacional, investigación-acción y no lo indica.

De las 6 categorías sobre el tipo de diseño utilizado en las tesis doctorales de la muestra, observamos como los diseños proexperimentales son los más utilizados, apareciendo en 49 tesis que representan el 36.3%. Seguidamente, por orden creciente-decreciente, aparece la categoría no lo indica, ya que en 43 tesis no se ha indicado el tipo de diseño utilizado (31.9%). A continuación, encontramos los diseños descriptivos que aparecen en 25 tesis (18.5%); los estudios de caso/ etnográfico que aparecen en 21 tesis (14.8%), los diseños analítico-correlacional que aparecen en 9 tesis (6.7%), y por último, aparecen los diseños de investigación-acción que han sido utilizados en 6 tesis (4.4%).

7.4.22. Variable 25: Diseño específico.

Se recogerá la denominación específica utilizada en las diferentes investigaciones. Los criterios de agrupación para esta variable son:

Tabla 127. Criterios de Agrupación del Tipo de Diseño Específico Utilizado

Categorías	Otras denominaciones adicionales observadas
Cuasiexperimental	Diseño grupo de control no equivalente, Diseño cuasiexperimental grupo control postest, Diseño intergrupos, Grupos no aleatorizados pretest-postest, Diseño de grupo control pretest-postest, Diseño cuasiexperimental unifactorial,
Ex –post-facto	Diseño correlacional exploratorio,
Pre-experimental	Diseño pretest-postest
Factorial	Diseño 4x3 en 3 momentos, ATI, Diseño de cuadro grecolatino modificado, Diseño mixto de 3 factores
Experimental Puro	Diseño mixto de grupos aleatorizados, Diseño experimental de dos grupos equivalentes
Otras Denominaciones	Diseño de sistemas de instrucción cerrados, Diseños de Miles y Huberman

Para especificar cuáles han sido los tipos de diseños específicos más utilizados, mostraremos una gráfica que nos cuantifica cuántas de las investigaciones, que constituyen la muestra, han realizado una identificación del tipo de diseño específico utilizado durante las investigaciones.

Tabla 128. Frecuencia de las Tesis Doctorales en Relación al Uso de Diseño Específico

Diseño Específico	Frecuencia	Porcentaje
Sí utiliza	37	27.4 %
No utiliza	98	72.6 %
Total	**135**	

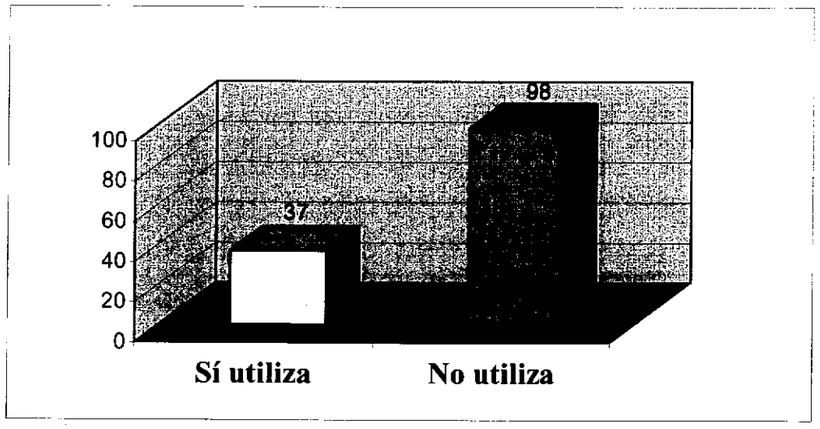

Figura 84. Diagrama de frecuencias en relación al uso de diseño específico.

Como podemos observar por esta figura 84 no es muy común que se realice una definición del diseño a utilizar, pues tanto en el caso del diseño general que utilizamos (diseño específico) existe un alto porcentaje de autores que no indican la denominación del diseño que utilizaron en sus investigaciones. Aunque hay que resaltar que en el caso del diseño específico esta ausencia de definición del diseño se hace mucho más notable.

Por tanto podemos decir, que no existe tradición en el uso de diseños específicos de investigación, siendo este un tema pendiente para el ámbito de la Educación Matemática.

Seguidamente pasaremos a determinar cuáles han sido los diseños específicos más utilizados, dentro del escaso porcentajes de autores que han definido el diseño.

Tabla 129. Frecuencia de las Tesis Doctorales en Relación al Tipo de Diseño Específico Utilizado

Diseño	Frecuencia	% Muestral	% Total
Cuasi-experimental	10	7.4 %	27 %
Ex-post-facto	8	5.9 %	21.6 %
Pre-experimental	8	5.9 %	21.6 %
Factorial	5	3.7 %	13.5 %
Otras denominaciones	4	3 %	10.8 %
Experimental puro	2	1,5 %	5,4 %
Total	**37***		

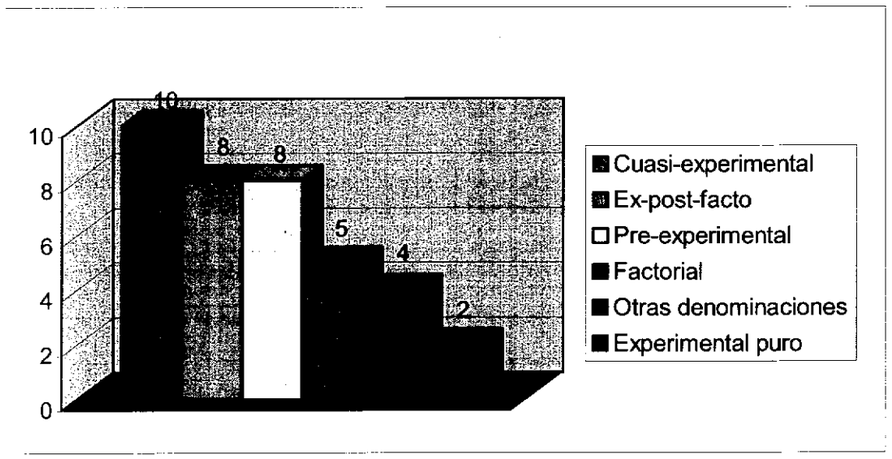

Figura 85. Diagrama de frecuencias en relación al diseño específico utilizado.

El tipo de diseño específico más utilizado, como podemos observar por la figura 85, es el diseño cuasiexperimental, el cual ha sido utilizado en 10 tesis, y constituye el 7.4%. Con frecuencias más pequeñas aparecen los diseños ex-post-facto y preexperimental, los cuales han sido utilizados en 8 tesis y representa el 5.9%; en 5 tesis aparecen los diseños factoriales, que representan de forma individual el 3.7%.

* En la tabla 129 se ha eliminado el valor no lo indica, y es por ello por lo que la sumatoria es inferior a la muestra.

Los diseños denominados experimental puro o propiamente dicho, aparecen en 2 tesis y representa el 1.5%; en último lugar, hemos recogida esa categoría miscelánea de otras denominaciones, que han sido utilizadas en 4 tesis y representan el 3%.

La denominación de un tipo de diseño específico sólo ha sido enunciado en estudios/tesis realizadas desde el paradigma nomotético y con una metodología claramente cuantitativa.

7.4.23. Variable 26: Temporalización.

Se trata de analizar la temporalización de las investigaciones analizadas; según la duración de las mismas tendremos las siguientes categorías: longitudinales, transversales y mixtos.

Tabla 130. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a la Temporalización

Temporalización	Frecuencia	Porcentaje
Longitudinal	31	23 %
Transversal	21	15.6 %
Mixto	7	5.2 %
No lo indica	76	56.3 %
Total	**135**	

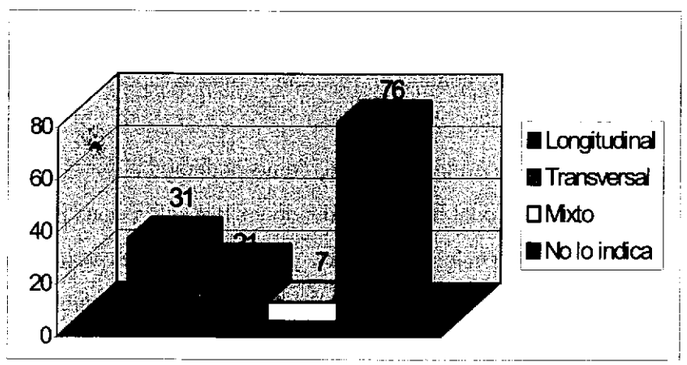

Figura 86. Diagrama de frecuencias en relación a la temporalización.

La temporalización en las investigaciones no es algo sobre lo que se deje constancia como ponen de manifiesto los datos analizados. De tal manera que 76 tesis doctorales no han indicado cuanto tiempo ha durado su investigación ni secuencia temporal alguna propia del diseño y/o de la recogida de datos, constituyendo el 56.3%.

De aquellos autores que si lo han indicado, obtenemos que 31 tesis han realizado un estudio longitudinal (23%) y que en 21 de ellas su estudio es transversal (15.6%). Sólo 7 tesis doctorales (5.2%) han llevado a cabo un estudio mixto, es decir, han tomado características tanto del estudio longitudinal como del estudio transversal.

Queremos resaltar que a pesar de las dificultades que entraña llevar a cabo estudios longitudinales (mayor tiempo, mayores gastos de recursos materiales, económicos y humanos), un notable número de tesis doctorales ha optado por este tipo de estudios, pero también hay que decir que el tipo de diseño longitudinal que se expone es muy endeble por estar basado sólo en dos medidas: pretest-postest.

7.4.24. Variable 27: Amenazas a la validez del diseño.

Se tratará de analizar si por parte de los autores de las tesis doctorales se ha enunciado posibles amenazas a la validez del diseño de investigación.

Tabla 131. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a las Amenazas a la Validez del Diseño

Amenazas	Frecuencia	Porcentaje
Sí se enuncian	82	60.7 %
No se enuncian	53	39.3 %
Total	**135**	

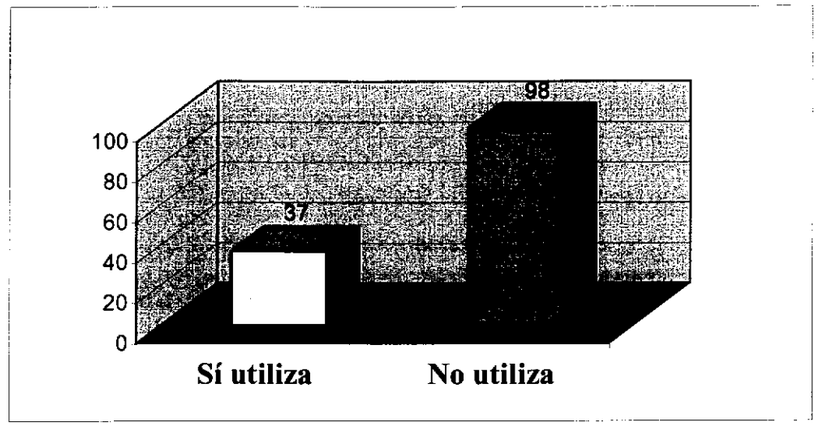

Figura 84. Diagrama de frecuencias en relación al uso de diseño específico.

Como podemos observar por esta figura 84 no es muy común que se realice una definición del diseño a utilizar, pues tanto en el caso del diseño general que utilizamos (diseño específico) existe un alto porcentaje de autores que no indican la denominación del diseño que utilizaron en sus investigaciones. Aunque hay que resaltar que en el caso del diseño específico esta ausencia de definición del diseño se hace mucho más notable.

Por tanto podemos decir, que no existe tradición en el uso de diseños específicos de investigación, siendo este un tema pendiente para el ámbito de la Educación Matemática.

Seguidamente pasaremos a determinar cuáles han sido los diseños específicos más utilizados, dentro del escaso porcentajes de autores que han definido el diseño.

Tabla 129. Frecuencia de las Tesis Doctorales en Relación al Tipo de Diseño Específico Utilizado

Diseño	Frecuencia	% Muestral	% Total
Cuasi-experimental	10	7.4 %	27 %
Ex-post-facto	8	5.9 %	21.6 %
Pre-experimental	8	5.9 %	21.6 %
Factorial	5	3.7 %	13.5 %
Otras denominaciones	4	3 %	10.8 %
Experimental puro	2	1,5 %	5,4 %
Total	**37***		

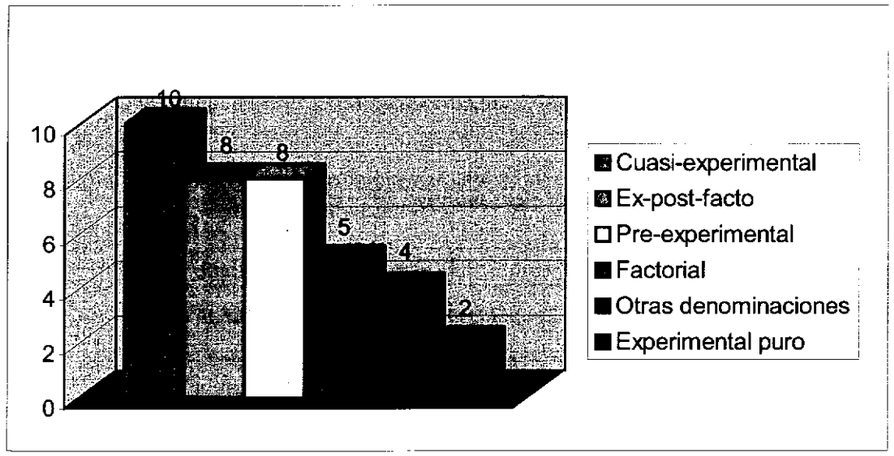

Figura 85. Diagrama de frecuencias en relación al diseño específico utilizado.

El tipo de diseño específico más utilizado, como podemos observar por la figura 85, es el diseño cuasiexperimental, el cual ha sido utilizado en 10 tesis, y constituye el 7.4%. Con frecuencias más pequeñas aparecen los diseños ex-post-facto y preexperimental, los cuales han sido utilizados en 8 tesis y representa el 5.9%; en 5 tesis aparecen los diseños factoriales, que representan de forma individual el 3.7%.

* En la tabla 129 se ha eliminado el valor no lo indica, y es por ello por lo que la sumatoria es inferior a la muestra.

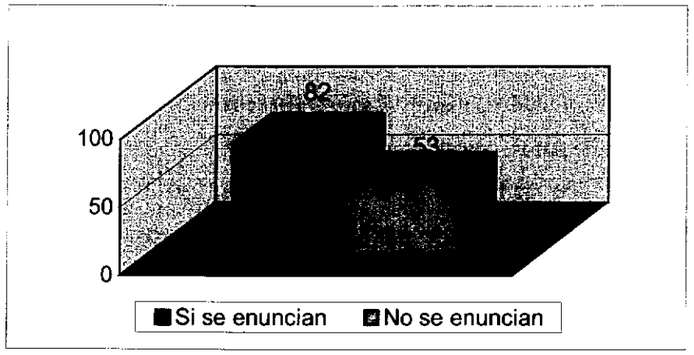

Figura 87. Diagrama de frecuencias en relación a las amenazas a la validez del diseño.

Sobre las amenazas al diseño de investigación, podemos decir, que 82 tesis enuncian de forma clara ciertas amenazas que influyen sobre la validez de su investigación, constituyendo el 60.7%. Por otro lado, son 53 tesis las que no hacen ningún tipo de mención sobre amenazas. Éstas constituyen el 39.3%.

Las principales amenazas que han aparecido con respecto al diseño de investigación en las tesis doctorales son: historia, maduración, mortalidad experimental, regresión estadistica, efecto Hawthorne, interacción entre selección y maduración, reactividad, y cansancio; coincidentes con las expuestass por Buendía (1997).

7.4.25. Variable 28: Control a las amenazas.

Una vez que se ha realizado una descripción sobre las posibles amenazas a la validez; se tratará de recoger si los autores han instituido mecanismos para un posible control a dichas amenazas.

Tabla 132. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación al Control de las Amenazas al Diseño

Control a las Amenazas	Frecuencia	Porcentaje
Sí se enuncia	79	58.5 %
No se enuncia	56	41.5 %
Total	**135**	

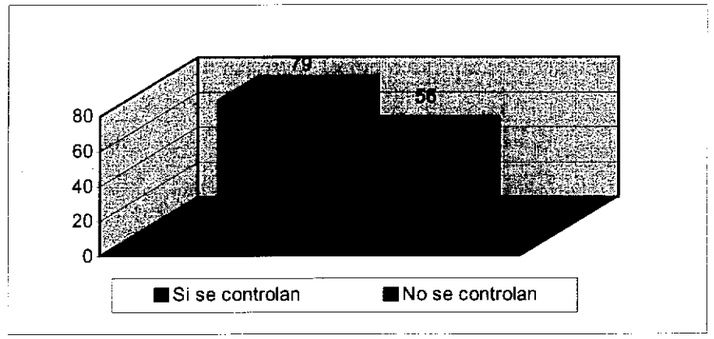

Figura 88. Diagrama de frecuencias en relación al control a las amenazas del diseño.

Los resultados de esta variable muestran que 79 tesis doctorales han realizado algún tipo de control sobre las amenazas anteriormente mencionadas. De esta forma, el control se realiza en el 58.5% de la muestra.

Es destacable que autores que han hecho mención a amenazas sobre el diseño de investigación, posteriormente no hayan realizado un control sobre ellas. Este es el caso de tres tesis doctorales.

7.4.26. Variables 29 y 30: Estadísticos descriptivos.

Señalaremos en estas variables si se han utilizado algún tipo de estadístico descriptivo. Especificando más tarde cuáles han sido los más utilizados.

Los criterios de agrupación para esta variable son:

Tabla 133. Criterios de Agrupación de los Estadísticos Descriptivos Utilizados

Categorías	Otras denominaciones adicionales
Estadísticos Distribucionales	Frecuencia, Porcentajes
Estadísticos de Tendencia Central	Media, Mediana, Moda
Estadísticos de Variabilidad	Desviación Típica, Puntuación Típica, Error
Índices	de Dificultad, de Asimetría

La figura 89 cuantifica cuántas de las investigaciones, que constituyen la muestra, han utilizado algún tipo de estadístico descriptivo o por el contrario no los han utilizado.

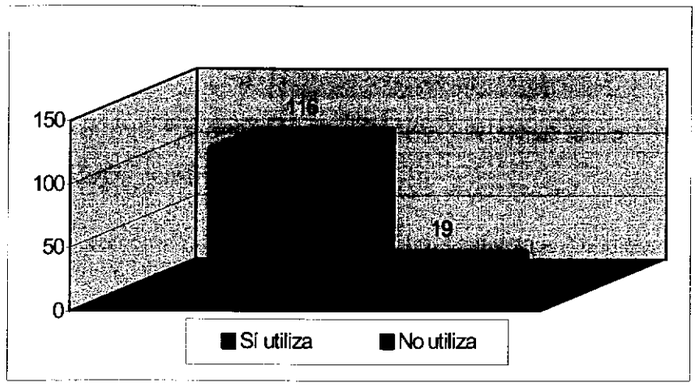

Figura 89. Diagrama de frecuencias en relación a la utilización de estadísticos descriptivos.

Como podemos observar existe una mayoría amplia que hace uso de estadísticos descriptivos, es decir, hablamos de 116 tesis doctorales en las que se han utilizado algún tipo de estadístico descriptivo. Pero la información más valiosa e importante será conocer cuál o cuales son aquellos estadísticos que se utilizan con mayor frecuencia. Para ello,acudiremos a la tabla 134 donde se recogen los estadísticos descriptivos utilizados en las tesis doctorales que conforman la muestra.

Tabla 134. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación al Tipo de Estadístico Descriptivo Utilizado

Estadísticos Descriptivos	Frecuencia	% Muestral	% Total
Porcentaje	88	65.2 %	23.8 %
Media	78	57.8 %	21.1 %
Frecuencia	69	51.1 %	18.7 %
Desviación típica	61	45.2 %	16.5 %
Rango	23	17 %	6.2 %
Índice de dificultad	16	11.9 %	4.3 %
Error típico de la media	10	7.4 %	2.7 %
Moda	9	6.7 %	2.4 %
Mediana	8	5.9 %	2.2 %
Puntuación típica	5	3.7 %	1.4 %
Indice de asimetría	3	2.2 %	0.8 %
Total	**370***		

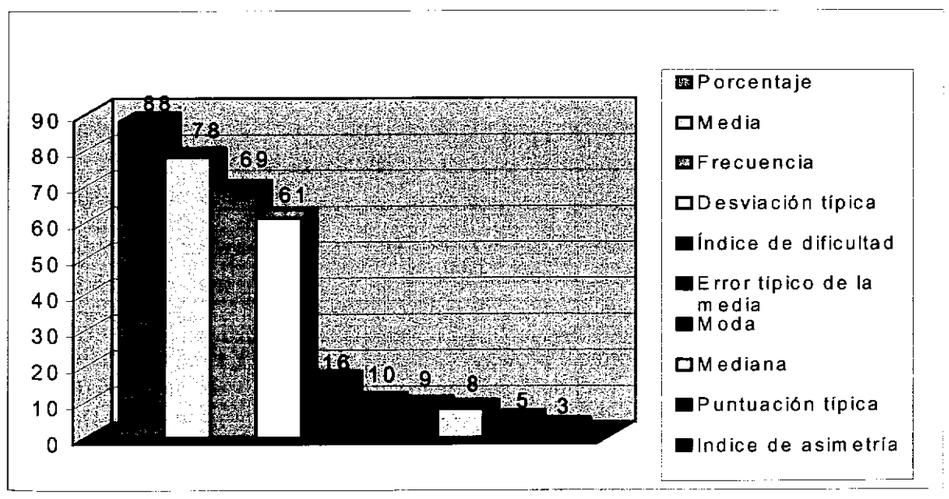

Figura 90. Diagrama de frecuencias en relación al tipo de estadístico descriptivo utilizado.

* Obsérvese que en cada tesis analizada pueden obtenerse dos o más categorías de respuesta, por lo que el total no es necesariamente igual al tamaño muestral.

Como se reflejan en los datos, existen cuatro estadísticos descriptivos que son los más utilizados en las tesis analizadas. Estos son:

I. **Porcentaje**: que aparece en 88 tesis, correspondientes a un porcentaje de 65.2%.
II. **Media**: que aparece en 78 tesis, correspondientes a un porcentaje de 57.8%.
III. **Frecuencia**: que aparece en 69 tesis, correspondientes a un porcentaje de 51.1%.
IV. **Desviación típica**: que aparece en 61 tesis, correspondientes a un porcentaje de 45.2%.

Los restantes estadísticos aparecen con menor frecuencia. Es muy notable observar como estudios que se declaran interpretativos posteriormente utilizan ciertos estadísticos eminentemente descriptivos, propios de una metodología cualitativa.

7.4.27. Variable 31: Uso de valores *p*.

Queremos poner de manifiesto el uso de valores *p* tras la aplicación de un estadístico inferencial.

Tabla 135. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación al Uso de Valores *p*

Uso de valores p	Frecuencia	Porcentaje
Sí se hace uso	85	63 %
No se hace uso	50	37 %
Total	**135**	

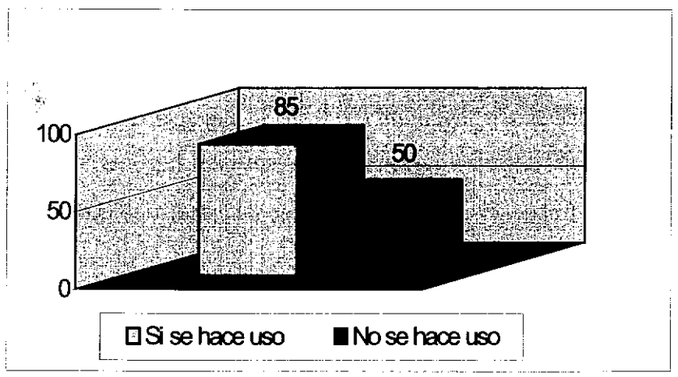

Figura 91. Diagrama de frecuencias en relación a la utilización de valores *p*.

El uso de valores *p* hace referencia a la significación estadística, es decir, si los resultados que hemos obtenido con nuestra muestra pueden ser generalizables a toda la población. El uso de estos valores ha sido utilizado en 85 tesis, equivalente a un 63% del muestreo total.

En estos resultados podemos encontrar una pequeña contradicción, debido a la existencia de tesis doctorales que confiesan que trabajan desde un paradigma interpretativo y después hacen uso de valores *p*, tras aplicar un test de contraste (significación estadística) generalmente no paramétrico (chi-cuadrado, phi, prueba de Friedman …)

7.4.28. Variables 32 y 33: Inferencia estadística.

Señalaremos en estas dos variables si se ha utilizado algún tipo de técnica inferencial; especificando posteriormente cuáles han sido las más utilizadas. La tabla 136 muestra los criterios de agrupación para esta variable son:

Tabla 136. Criterios de Agrupación de las Técnicas Inferenciales Estadísticas Utilizadas

Categorías	Otras denominaciones adicionales observadas
Análisis de Varianza	Análisis de Covarianza, Razón F, MANOVA, Lambda de Wilks, V de Rao, ANOVA
Prueba de Chi-cuadrado	Corrección de Yates
Prueba t Student	
Z normal	
Bondad de Ajuste y Verificación de Respuesta	F de Levene, Prueba de Kolmogorov-Smirnov, Razón de Verosimilitud, C de Cohran, F máxima de Hartley, M de Box, T de Barlett
No paramétricos (excluida Chi cuadrado)	U de Mann-Whitney, T Wilcoxon, Prueba de Welch, F de Friedman, Q de Cochran
Procedimientos de Comparaciones Múltiples	Método Scheffé, Procedimiento de Bonferroni, Prueba de Tukey, Test de Newman-Keuls

La figura 92 muestra cuántas de las tesis doctorales, que constituyen la muestra, han utilizado algún método de inferencia estadística o por el contrario no lo han utilizado.

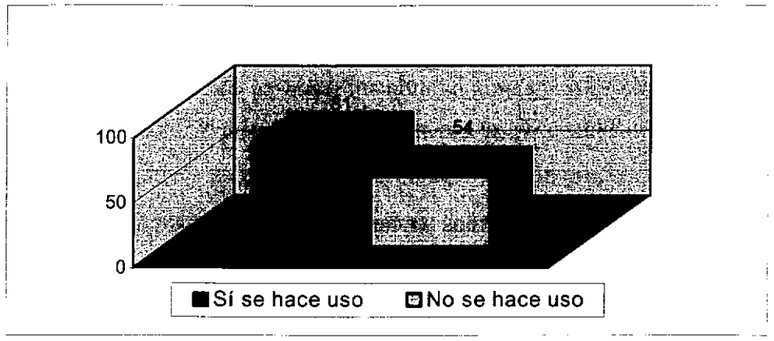

Figura 92. Diagrama de frecuencias en relación a la utilización de métodos de inferencia estadística.

Tabla 137. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a las Técnicas de Inferencia Estadística Utilizadas

Técnicas de Inferencia Estadística	Frecuencia	% Muestral	% Total
Análisis de varianza	65	48.1 %	33.9 %
Prueba de chi-cuadrado	47	34.8 %	24.5 %
Prueba t de Student	27	20 %	14.1 %
Bondad de ajuste y Verificación de Respuesta.	17	12.6 %	8.9 %
z normal	15	11.1 %	7.8 %
Procedimientos comparaciones múltiples	14	10.4 %	7.3 %
No paramétricos	7	5.2 %	3.6 %
Total	**192***		

* Obsérvese que en cada tesis analizada pueden obtenerse dos o más categorías de respuesta, por lo que el total no es necesariamente igual al tamaño muestral.

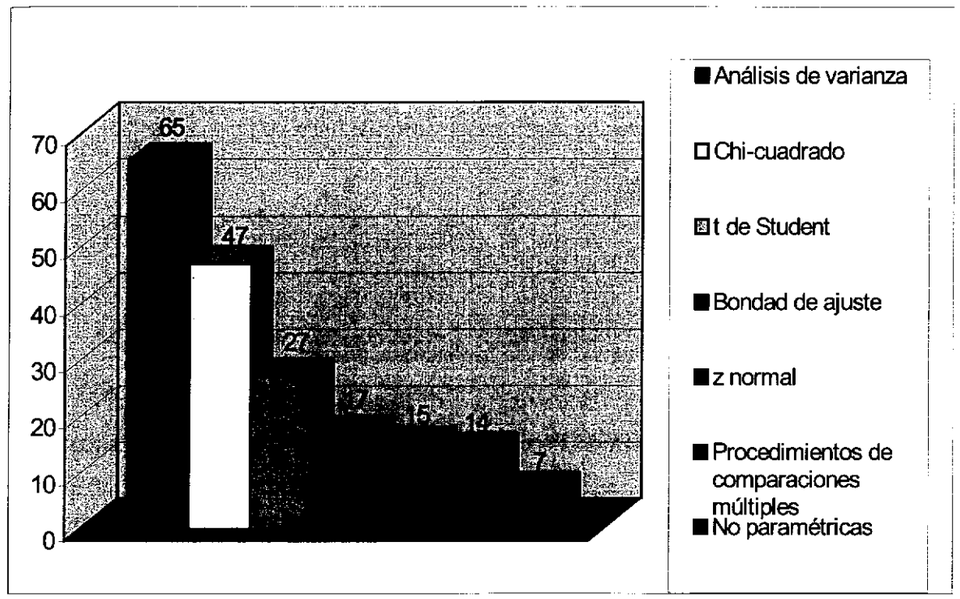

Figura 93. Diagrama de frecuencias en relación al tipo de técnicas de inferencia estadística utilizada.

Con respecto al tipo de técnicas inferenciales, podemos decir que la más utilizada ha sido el análisis de varianza que aparece en 65 tesis y que corresponden a un 48.1%. Con una frecuencia algo menor se encuentra: el chi-cuadrado que aparece en 47 tesis, correspondiente a un 34.8%; la t de Student que aparece en 27 tesis, correspondiente a un 20%; la prueba de la bondad de ajuste de verificación de supuestos que aparece en 17 tesis, correspondiente a un 12.6%; la z normal que aparece en 15 tesis, correspondiente a un 11.1%; los procedimientos de comparaciones múltiples que aparecen en 14, correspondiente a un 10.4%; y por último, los estadísticos no paramétricos que aparecen en 7 tesis correspondiente a un 5.2%.

Hay que destacar dos deficiencias metodológicas posibles, ya que el análisis de varianza es el estadístico inferencial más utilizado:

- No se acometen en número similar la verificación de supuestos previos a toda ANOVA.

- Debería ser muy similares en número los procedimientos de comparación múltiples posteriores a toda ANOVA, si es que este se realizó sobre dos o más grupos de comparación.

7.4.29. Variables 34 y 35: Técnicas correlacionales y multivariadas.

Señalaremos en esta variable si se ha utilizado algún tipo de técnica correlacional y multivariada. Especificando más tarde cuáles han sido las más utilizadas.

En la tabla 138 se presentan los criterios de agrupación para esta variable:

Tabla 138. Criterios de Agrupación de Técnicas Correlacionales y Multivariadas Utilizadas

Categorías	Otras denominaciones adicionales observadas
Análisis Factorial	Componentes Principales, h^2 (comunalidades), LISREL, Análisis Causal, Análisis factorial,
Análisis Discriminante	
Análisis Cluster/ Conglomerados	
Bivariados	R de Pearson, Análisis Correlacional, C de Contingencia, r_{bp} (coeficiente biserial puntual), Índice de Spearman ρ, K de Cohen, Q de Yule, V de Cramer, Correlación
Análisis de Regresión	Regresión Múltiple, Regresión, Coeficiente múltiple R^2 o coeficiente de determinación, Ecuación de Regresión, Método Stepwise, R Múltiple Cuadrado, Coeficiente β
De Fiabilidad	α de Cronbach, Coeficiente de Guttman, Coeficiente de Roulon, Coeficiente de Guttman-Roulon, KR-20 de Kuder-Richardson, KR-21 de Kuder-Richardson, Método de Hoyt, Correlación de Spearman-Brown, Theta de Carmines, Índice de Generalizabilidad
Análisis Correspondencias	
Análisis Log-Lineal	Análisis Logarítmico lineal, Análisis Log-lineal Jerárquico, Análisis Logit
Correlación Canónica	

A continuación la figura 94 que cuantifica cuántas de las investigaciones, que constituyen la muestra, han utilizado algún tipo de técnica correlacional y multivariada o por el contrario no las han utilizado.

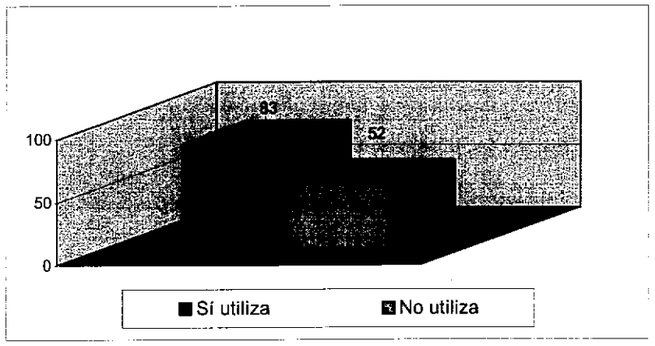

Figura 94. Diagrama de frecuencias en relación a la utilización de técnicas correlacionales y multivariadas.

En el caso de las técnicas correlacionales y multivariadas el porcentaje de utilización es más alto que con respecto a las técnicas inferenciales. Así podemos encontrar que 83 tesis doctorales han utilizado algún tipo de correlacional/multivariado, que constituyen el 61.5%; y las restantes 52 tesis no han hecho uso de este tipo de técnicas, que constituyen el 38.5%.

Tabla 139. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a las Técnicas Correlacionales y Multivariadas Utilizadas

Estadísticos Correlacionales/Multivariados	Frecuencia	Porcentaje
Bivariados	49	27.8 %
De fiabilidad	40	22.7 %
Análisis factorial	32	18.2 %
Análisis de regresión	18	10.2 %
Análisis cluster/conglomerados	18	10.2 %
Análisis discriminante	12	6.8 %
Análisis log-lineal	4	2.3 %
Correlación canónica	2	1.1 %
Análisis de Correspondencias	1	0.6 %
Total	**176***	

* Obsérvese que en cada tesis analizada pueden obtenerse dos o más categorías de respuesta, por lo que el total no es necesariamente igual al tamaño muestral.

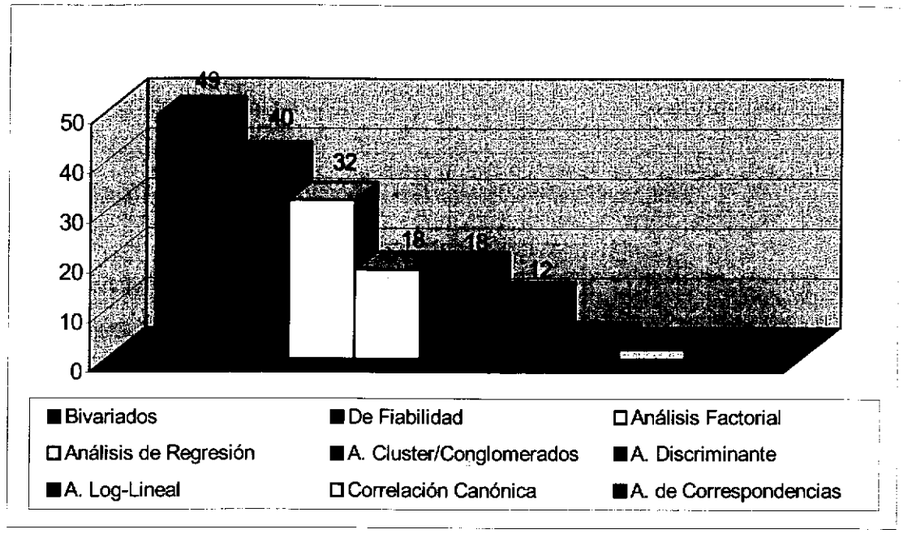

Figura 95. Diagrama de frecuencias en relación a las técnicas correlacionales y multivariadas utilizadas.

Las técnicas correlacionales y multivariadas se han agrupado en 9 categorías (Ver criterios de agrupación en la tabla 138). De estas agrupaciones, observando la figura 95, podemos decir que las técnicas más utilizadas han sido las correlacionales bivariadas, utilizadas en 49 tesis (36.3%). Seguidamente se encuentran las de fiabilidad, las cuales han sido utilizadas en 40 tesis (29.6%); el análisis factorial utilizado en 32 tesis (23.7%); las de regresión que aparecen en 18 tesis (13.3%) y el análisis de conglomerados que ha sido utilizado con la misma frecuencia; y por último, el análisis discriminante, utilizado en 12 tesis (8.9%). A continuación aparecen tres técnicas utilizadas de manera minoritaria.

7.4.30. Variable 36: Análisis cualitativo.

En primer lugar se comprobará si las tesis revisadas utilizaron o no alguna técnica de análisis cualitativo, y en el caso de que se utilicen se recogerán todas aquellas técnicas puestas de manifiesto. Los criterios de agrupación para esta variable son:

Tabla 140. Criterios de agrupación del Tipo de Análisis Cualitativo Utilizado

Categorías	Otras denominaciones adicionales observadas
Análisis de Contenido	Análisis de Protocolo, Análisis del Discurso, Juicios de Asociación, Análisis de Principios
Narración	Análisis Metafórico, Introspección, Análisis Descriptivo, Autoinforme, Historia de Vida, Transposición Paramítica, Análisis Etnográfico y Especulativo
Análisis del Desempeño	Análisis de Tareas, Análisis de Niveles de Comprensión, Microanálisis
Inducción Analítica	Inducción, Análisis Inductivo
Semiología Gráfica	Matriz, Diagrama de Flujo, Análisis de Interacción, Técnica Bejar, Diagrama de Schoenfeld, Redes, Esquemas de Perry-Lope-Ernest-Skemp, Diagrama de Hesse, Mapa Cognitivo, Mapa Relacional, Análisis de Respuestas según la Escala de Mokken

Antes de relatar cuales han sido las técnicas cualitativas más utilizadas en la muestra, mostraremos la figura 96 donde se refleja la escasa utilización que se hace de este tipo de técnicas; teniendo como referencia la metodología y el paradigma mayoritariamente utilizado en las tesis analizadas.

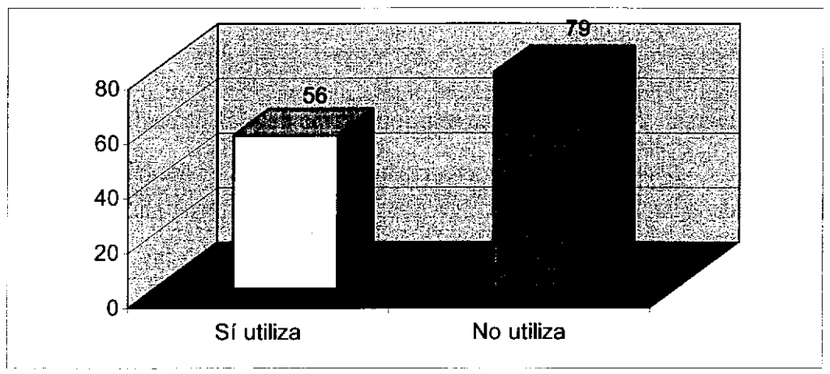

Figura 96. Diagrama de frecuencias en relación a la utilización de técnicas de análisis cualitativo.

Tabla 141. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación al Tipo de Análisis Cualitativo Utilizado

Análisis Cualitativo	Frecuencia	% Muestral	% Total
Análisis de contenido	35	25.9 %	23.3 %
Narración	15	11.1 %	10 %
Semiología gráfica	11	8.15 %	7.3 %
Análisis de desempeño	5	3.7 %	3.3 %
Inducción analítica	5	3.7 %	3.3 %
No utilizan	79	58.5 %	52.7 %
Total	**150***		

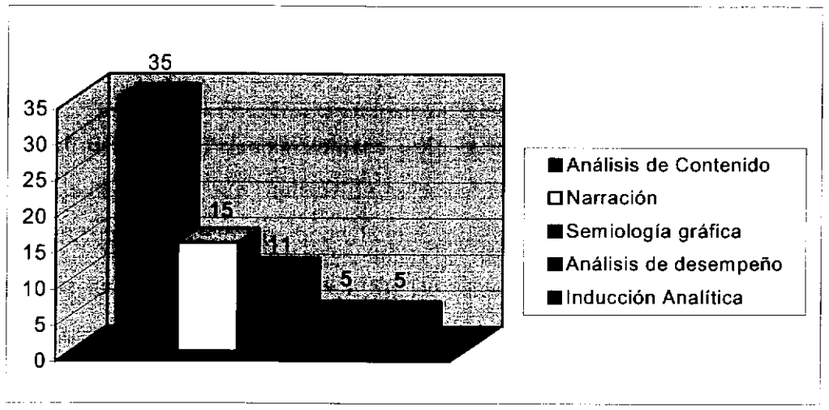

Figura 97. Diagrama de frecuencias en relación al tipo de análisis cualitativo utilizado.

El análisis cualitativo ha sido agrupado en 5 categorías; estas son: análisis de contenido, narración, semiologías gráfica, análisis del desempeño e inducción analítica. De estas cinco categorías, la más utilizada por los autores de la muestra ha sido el análisis de contenido, que ha aparecido en 35 de las tesis analizadas (25.9%).

* Obsérvese que en cada tesis analizada pueden obtenerse dos o más categorías de respuesta, por lo que el total no es necesariamente igual al tamaño muestral.

7.4.31. Variable 37: Triangulación.

Se trata de recoger qué tesis han utilizado triangulación; y en ese caso, se anotará el tipo de triangulación llevada a cabo por los respectivos autores.

Los criterios de agrupación para esta variable son:

Tabla 142. Criterios de Agrupación del Tipo de Triangulación Utilizada

Categorías	Otras denominaciones adicionales observadas
De diseños de investigación	
De momentos	
De sujetos	Investigadores
De tratamientos	Materiales, Metodología de Enseñanza
De teorías	
De fuentes	
De instrumentos	Datos
De contextos	

La tabla 143 y figura 98 cuantifican cuántas de las tesis doctorales, han utilizado algún tipo de triangulación o por el contrario no lo han utilizado.

Tabla 143. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a la Utilización de la Triangulación

Triangulación	Frecuencia	Porcentaje
Sí realiza	25	18.5 %
No realiza	114	84.4 %
Total	**135**	

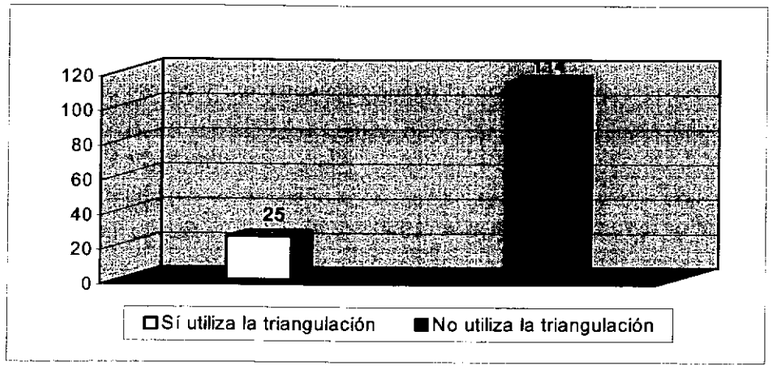

Figura 98. Diagrama de frecuencias en relación a la utilización de la triangulación.

Como podemos observar por la figura 98, la triangulación no es una práctica usual de validación realizada en los estudios revisados.

Tabla 144. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación al Tipo de Triangulación Utilizada

Triangulación	Frecuencia	% Muestral	% Total
De instrumentos	7	5.2 %	5 %
De diseños de investigación	7	5.2 %	5 %
De momentos	5	3.7 %	3.5 %
De sujetos	4	3 %	2.8 %
De contextos	1	0.7 %	0.7 %
De tratamiento instructivo	1	0.7 %	0.7 %
De teoría	1	0.7 %	0.7 %
De fuentes	1	0.7 %	0.7 %
No realiza	114	84.4 %	80.9 %
Total	**141***		

La tabla 144 vuelve a ratificar lo que hemos comentado anteriormente, es decir, que la triangulación no es un método muy utilizado en las tesis analizadas. Pero a pesar de ello, examinaremos cuales han sido los principales métodos de triangulación que se han usado en las tesis doctorales.

* Obsérvese que en cada tesis analizada pueden obtenerse dos o más categorías de respuesta, por lo que el total no es necesariamente igual al tamaño muestral.

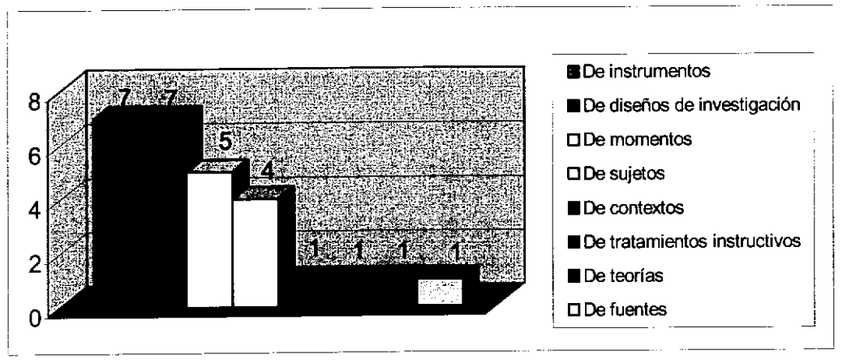

Figura 99. Diagrama de frecuencias en relación al tipo de triangulación utilizada.

La triangulación más utilizada ha sido la de instrumentos, es decir, la utilización de varios tipos de instrumentos en la recogida de datos. Este tipo de triangulación ha sido usada en 7 tesis. Con la misma frecuencia aparece la triangulación de diseños de investigación.

7.4.32. Variable 38: Hallazgos.

Se recogerán si los autores han realizado una descripción de los hallazgos a los que han llegado tras realizar su investigación.

Tabla 145. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación a la Descripción de Hallazgos

Hallazgos	Frecuencia	Porcentaje
Sí describen hallazgos	133	98.5 %
No describen hallazgos	2	1.5 %
Total	**135**	

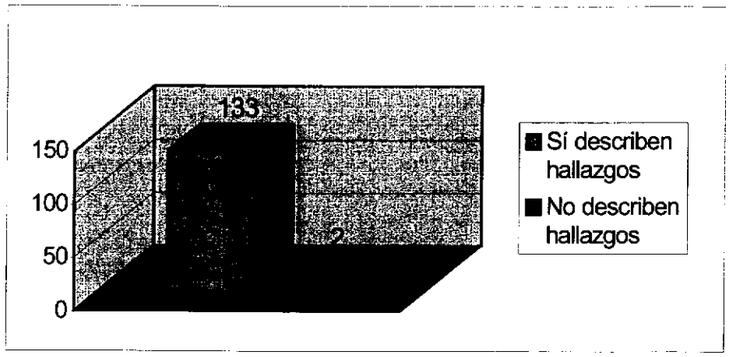

Figura 100. Diagrama de frecuencias en relación a la descripción de hallazgos.

Casi la totalidad de las investigaciones han descrito, al final de éstas, cuales han sido los hallazgos o logros de sus investigaciones. De esta manera 133 tesis han descrito sus hallazgos, lo que constituye el 98.5%. Y sólo en dos de ellas no han descrito dichos logros (1.5%).

7.4.33. Variable 39: Cuestiones abiertas.

Se recogerán si los autores han realizado una descripción de cuestiones abiertas o futuras líneas de investigación para posteriores investigaciones, y que constituyen una apertura del estudio.

Tabla 146. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación al Enunciado de Cuestiones Abiertas

Cuestiones Abiertas	Frecuencia	Porcentaje
Sí enuncian cuestiones abiertas	106	78.52 %
No enuncian cuestiones abiertas	29	21.48 %
Total	**135**	

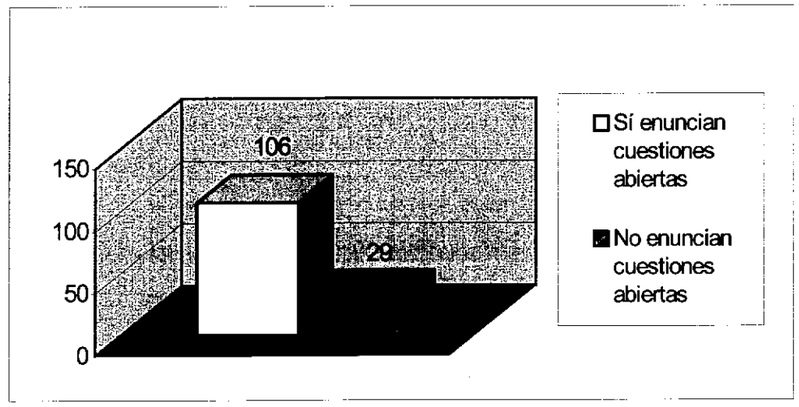

Figura 101. Diagrama de frecuencias en relación al enunciado de cuestiones abiertas.

La mayoría de las tesis analizadas han terminado su investigación enunciando posibles cuestiones abiertas (aperturas del estudio) como una futura línea de investigación, lo que da a entender que todavía en este campo de la Educación Matemática existe un territorio bastante extenso que queda por investigar.

7.4.34. Variable 40: Implicación a la teoría.

Se recogerán si los autores han realizado algún tipo de enunciado que vaya en relación con implicaciones a la teoría.

Tabla 147. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación al Enunciado de Implicación a la Teoría

Implicación a la Teoría	Frecuencia	Porcentaje
Sí	54	40 %
No	81	60 %
Total	**135**	

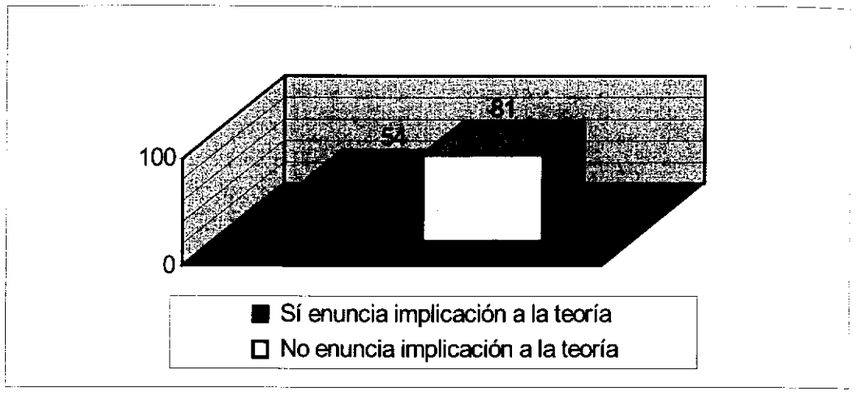

Figura 102. Diagrama de frecuencias en relación al enunciado de implicaciones a la teoría.

La figura 102 aporta una información valiosa acerca de una de las finalidades de estas investigaciones, cual es servir a la falsación de la teoría desde o para la que se trabaja. El resultado pone de manifiesto, que la ratificación o desconfirmación de alguna teoría no es uno de los objetivos principales a cubrir con tales investigaciones.

7.4.35. Variable 41: Implicaciones prácticas.

Se recogerán si los autores han realizado algún tipo de enunciado que vaya en relación con implicaciones a la práctica.

Tabla 148. Frecuencia de Tesis Doctorales en Relación al Enunciado de Implicación a la Práctica

Implicación a la Práctica	Frecuencia	Porcentaje
Sí	101	74.8 %
No	34	25.2 %
Total	**135**	

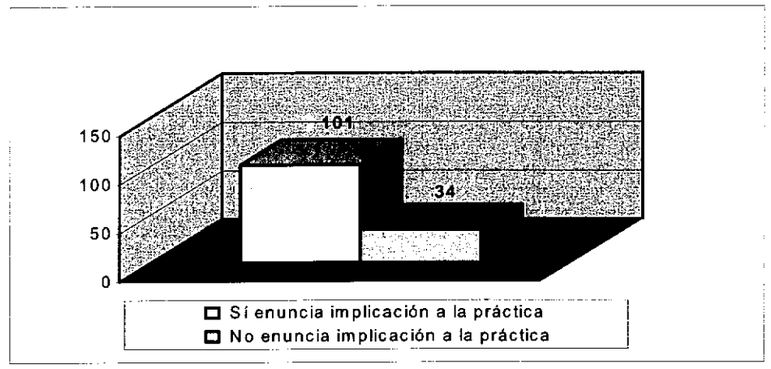

Figura 103. Diagrama de frecuencias en relación al enunciado de implicaciones a la práctica.

El caso de la implicación a la práctica es algo diferente al de la anterior variable. En la figura 103 observamos como la mayoría de las tesis doctorales llevaban implícito un cambio-mejora de la propia práctica.

Con estos datos se puede comprobar, como en investigación sobre Educación Matemática hay una mayor preocupación por la implicación práctica que por la teórica. Podemos, de este modo, afirmar que se trata por lo general de investigación aplicada y en menor grado de investigación básica.

7.4.36. . Variables metodológicas según los momentos de la tesis.

Una vez realizado el análisis de los datos metodológicos y tomando en consideración lo planteado por Rico (1999), podemos agrupar las variables que constituyen este análisis considerando los momentos de realización de una tesis, de la siguiente manera:

- Ubicación de la Investigación.
- Definición del problema de investigación.
- Diseño y trabajo de campo.
- Tratamiento/análisis de los datos.
- Resultados y conclusiones.

Tabla 149. Tabla Clasificación de las Variables Según los Momentos de la Tesis.

Momentos en la realización de una tesis	Variables	Sí lo consideran	No lo consideran
Ubicación de la investigación	V1: Paradigmas	128	7
	V2: Marco teórico	118	17
	V7: Marco metodológico	113	22
	V8: Revisión bibliográfica	124	11
Definición del problema de investigación	V3: Cuestión de investigación	126	9
	V4: Objetivo general	118	17
	V5: Objetivos específicos	79	56
	V6: Hipótesis	96	39
	V10: Definición de términos	111	24
Diseño y trabajo de campo	V11: Uso de instrumentos	128	7
	V13: Instrumento no estándar.	121	14
	V14: Validez del instrumento	85	50
	V16: Fiabilidad	57	78
	V18: Unidad análisis alumnos	98	37
	V19: Nivel educativo: enseñanza obligatoria	120	15
	V20: Identificación población	130	5
	V22: Técnica de muestreo	104	31
	V23: Aleatorización muestral	29	106
	V26: Temporalización	59	76

	V27: Amenazas al diseño	82	53
	V28: Control de amenazas	79	56
Tratamiento/Análisis de los datos	V29: Estadísticos descriptivos	116	19
	V36: Análisis cualitativo	56	79
	V37: Triangulación	25	114
Resultados	V38: Hallazgos	133	2
	V39: Cuestiones abiertas	106	29
	V40: Implicaciones teóricas	54	81
	V41: Implicaciones prácticas	101	34

Los momentos en la realización de la tesis pueden ser categorizados a través de las variables metodológicas que hemos utilizado en este estudio (tabla 149); los datos obtenidos ponen de manifiesto que en las tesis doctorales españolas en Educación Matemática en el periodo estudiado se abordan todas las variables planteadas con distinto grado de profundidad, como se presenta a continuación:

1. Variables metodológicas presentes en más de un 90% de las tesis:
   - A. Ubicación de la investigación:
     - Variable 1: Paradigmas
     - Variable 8: Revisión bibliográfica
   - B. Definición del problema de investigación:
     - Variable 3: Cuestión de investigación
   - C. Diseño y trabajo de campo:
     - Variable 11: Uso del instrumento
     - Variable 13: Instrumento no estandarizado
     - Variable 20: Identifica la población
   - D. Tratamiento y análisis de datos según variables
   - E. Resultados y conclusiones
     - Variable 38: Hallazgos

La alta presencia de estas siete variables muestran el perfil metodológico general de una tesis doctoral en Educación Matemática.

2. Variables metodológicas que se presentan entre el 75 y 90% de las tesis:
   - A. Ubicación de la investigación
     - Variable 2: Marco teórico
     - Variable 7: Marco metodológico
   - B. Definición del problema de investigación
     - Variable 4: Objetivo general
     - Variable 10: Definición de términos claves
   - C. Diseño y trabajo de campo
     - Variable 19: Nivel educativo
     - Variable 22: Técnicas de muestreo
   - D. Tratamiento y análisis de datos.
     - Variable 29: Estadísticos descriptivos
   - E. Resultados y conclusiones
     - Variable 31: Cuestiones abiertas

3. Las demás variables metodológicas están presentes en un menor número de tesis y por tanto, ponen de manifiesto la escasa atención que han merecido algunos aspectos metodológicos en la fase del diseño y trabajo de campo.

Se pone de manifiesto que existe una carencia notable en el uso de algunas variables metodológicas como:

Variable 5: objetivos específicos.
Variable 14: validez de instrumento.
Variable 27: amenaza al diseño.
Variable 28: control de amenazas.
Variable 16: fiabilidad.
Variable 26: temporización.
Variable 40: implicaciones teóricas.

CAPITULO 8: CONCLUSIONES.

8.1. Conclusiones sobre los datos cientimétricos.

En este apartado presentamos los hallazgos más relevantes obtenidos tras el análisis cientimétrico de las tesis doctorales revisadas:

- Con respecto a la productividad diacrónica de la Educación Matemática en el periodo 1976-1998, se observa que ésta crece de manera paulatina a partir del año 1985; y no será hasta los años noventa, específicamente en el año 1991, cuando se origina un crecimiento exponencial más acentuado. Crecimiento que se prolonga actualmente sin alcanzar todavía un periodo de madurez propio de una disciplina ya asentada en el campo de la investigación y dado por la curva logística.

  Un dato relacionado con este mismo asunto es la constatación de la Ley de Price, la cual afirma que la información científica crece a un ritmo superior al de otros procesos sociales; provocando éste la duplicación de la información existente cada 10-15 años (existiendo una correlación entre tiempo y producción de $r = 0.94$).

- En relación con la productividad de los departamentos, se destacan en primera instancia los relacionados con la Educación pedagógica con un 39.2%; y en segundo lugar, los departamentos específicos como Didáctica de la Matemática y Didáctica de las Ciencias Experimentales con un 29.6%. Hacemos referencia especial al hecho de que la productividad de los departamentos de Didáctica de la Matemática resulta significativa a partir del año 1993. Fecha a partir de la cual se puede considerar el inicio de la consolidación del área de conocimiento de Didáctica de la Matemática.

- En cuanto al sexo de los autores de las investigaciones y de sus respectivos directores, se observa una diferencia notable entre la categoría autor y la de director. Mientras el sexo de los autores se distribuye de manera equilibrada entre hombres y mujeres; tal distribución, en relación con los directores, se descompensa cayendo un mayor peso sobre los hombres (80.8%) que sobre las mujeres. De este modo, se puede inferir que tradicionalmente, en este campo de investigación, existía un claro sesgo pro-masculino en la dirección de tesis.

- Con relación al tema de la cooperación intra e inter-institucional, podemos destacar su escasez como deficiencia existente en esta área. A nivel de directores de tesis doctorales, hay una clara tendencia a tutelar dichos trabajos de forma individual (83.7%). A nivel inter-institucional, cooperación entre distintas instituciones, se vuelve a ratificar esta escasa tendencia colaborativa; puesto que el 93.3% de la muestra analizada procede de la misma institución. Además esta tendencia se confirma cuando hacemos referencia a departamentos de los que proceden los distintos directores; ya que el 91.1% pertenecen a un mismo tipo de departamento.

- Acerca de la productividad científica de los directores se puede apreciar que hay una tendencia que ratifica la ley Lotka; ya que el 58% de los directores ocasionales (una tesis dirigida) dirigen el 69% de las tesis, y el 2% de los directores medios (de dos a nueve tesis dirigidas) dirigen el 13% de las tesis; de los más destacados en su productividad son: Rico, Batanero y Gutiérrez Rodríguez.

  Destacar finalmente, la falta de existencia de grandes directores (más de diez tesis dirigidas) dentro del ámbito de la Educación Matemática; lo cual reafirma que la producción está en crecimiento exponencial.

- En lo que respecta a la productividad institucional y la institución a la que pertenecen los directores de las tesis doctorales, se produce una semejanza en torno a los valores que arrojan ambas variables. En éstas existe un ajuste muy similar con respecto a las denominadas zonas Bradford; donde el núcleo lo constituyen las universidades de Granada y Complutense de Madrid, con una tasa de 40 tesis doctorales, entre ambas.

- Al hablar de la lengua de las citas referenciadas en las tesis doctorales, destaca el inglés como idioma en la Educación Matemática, con un 57.2%. En un segundo plano, pero no por ello menos significativo, se encuentra el español con un 36.1%. Por lo que se puede entender que ambas lenguas son los protagonistas del referente científico actual en el contexto de la Educación Matemática española.

- En este mismo asunto de la lengua, cuando lo relacionamos con las revistas y los libros encontramos un sutil patrón generado por el hecho de que en las revistas prima el inglés sobre el español de forma significativa, situación que se denota por los siguientes datos: la media por tesis de revistas citadas en inglés es de 59.3; y en español la cifra desciende a 17 revistas referenciadas por tesis. En el caso de los libros, no existe diferencia entre ambas lenguas; encontrándose una media de 62.1 en ambas.

  Este hallazgo tan significativo nos permitiría inferir que en inglés se publican las investigaciones más actuales, y por tanto, aparecen en las revistas; mientras que un conocimiento más consolidado y aceptado, se encuentra tanto en inglés como en español.

- Un hallazgo a subrayar es el relativo a las revistas más citadas y sus respectivos contenidos temáticos. Al respecto, se destacan 7 revistas propias del ámbito de la Educación Matemática y 3 del ámbito de la Psicología y Pedagogía. Las tres revistas que aparecen con una mayor frecuencia de citación son: *Educational Studies in Mathematics, Journal for Research in Mathematics Education* y *Recherches en Didactique des Mathématiques.*

- Un aspecto importante a resaltar en relación con las citaciones, es el uso generalizado de la denominada "literatura gris". Uso que podría parecer excesivo, con una frecuencia media de 30.4 y con una desviación típica de 40.8.

- Un aspecto característico de las ciencias sociales con relación a la media de antigüedad de las citas, es que oscila entre 5 y 10 años. Específicamente, en este estudio la media se encuentra en 12.7 años de antigüedad; por lo que, consideramos que en los trabajos de estudio de tesis doctorales en el área de Educación Matemática se ha hecho uso de referencias bastante antiguas en el tiempo. Este valor de antigüedad promedio (Media = 12.7) sería atribuible a que el doctorando tiende a demostrar un conocimiento exhaustivo del campo; y por tanto, cita trabajos relevantes pero que pudieran ser antiguos.

  Asombra la alta variabilidad en los datos de citación, ello denota la ausencia de un patrón uniforme; pues la desviación típica supera en bastantes indicadores la media. Queda muy

lejos el ajuste de una distribución normal de los diversos indicadores de citación para esta muestra de tesis.

- Al considerar los autores más citados, en los trabajos de investigación analizados, sobresale Jean Piaget de forma significativa en relación con el resto de los autores. Este dato se correlaciona con el hecho de que un número considerable de las tesis doctorales se fundamentan en las ideas del Cognitivismo.

  A su vez es destacable que en un tercer y cuarto lugar, después de Thomas Carpenter, aparecen como más citados César Coll y Luis Rico respectivamente. Lo que manifiesta que en el ámbito nacional existe una preocupación científica sobre el área analizada en esta investigación.

- Sobre el asunto de la financiación en las tesis doctorales revisadas, se puede establecer que este tipo de trabajos científicos tiene un aporte económico bastante escaso; puesto que sólo el 13.3% de la muestra ha recibido algún tipo de financiación.

Con respecto a la fecha en que se inicia la financiación de la investigación en el área de Educación Matemática, se puede decir que ésta surge en los años noventa, a excepción de una tesis doctoral que recibió tal financiación en el año 1981. Destacando como año más productivo 1993. Es de destacar que de las 18 tesis financiadas, 13 de ellas fueron realizadas en Departamentos de Didáctica de la Matemática, hecho que refuerza la idea de un comienzo de consolidación del área.

8.2. Conclusiones sobre los datos conceptuales.

En este apartado pretendemos recoger una síntesis acerca de los aspectos más relevantes obtenidos tras el análisis de los datos conceptuales.

- La investigación que se ha realizado en Educación Matemática entre 1976-1998 en España a través de las tesis doctorales, se orienta de manera general a tres grandes áreas de investigación:

  1. La variable D "Educación e Instrucción en Matemáticas" polariza con un 83%, el mayor número de tesis que indagan sobre los procesos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje desde la perspectiva de la Educación. Dentro de esta área la categoría temática más investigada es D 30: " Objetivos de la Enseñanza de las Matemáticas. Desarrollo curricular" presente en 61 de las tesis doctorales.

  2. La variable C "Psicología de la Educación Matemática. Investigación en Educación Matemática. Aspectos sociales" fue objeto de investigación en el 80,7% del total de tesis analizadas. La categoría temática de mayor presencia, tanto en esta variable como a nivel general, fue C 30 "Procesos cognitivos, aprendizaje y teorías educativas" observándose en 79 tesis, siendo la única categoría temática que es investigada en más del 50% de las tesis. Este resultado tiene su coherencia con el hecho de que el Cognitivismo es la teoría predominante que fundamenta el mayor porcentaje de las tesis analizadas.

  3. El análisis de la tabla de contingencia (tabla 90) pone de manifiesto que un alto número de tesis doctorales, concretamente un 67.4% abordan la investigación tanto en "Educación e Instrucción en Matemáticas" como en "Psicología de la Educación Matemática. Investigación en Educación Matemática. Aspectos sociales" de tal manera, que esta combinación de áreas de investigación genera un nuevo campo de investigación.

  Una implicación directa que arrojan estos datos, es que existe un foco de investigación creciente dentro del ámbito de la Educación Matemática, reducido a dos temas de

manera casi exclusiva en coherencia con lo planteado por Rico (1996) y que hemos analizado en el apartado 7.3.15. Este crecimiento en el área, deja al descubierto algunos tópicos que en un futuro deberían de ser analizados para conseguir un crecimiento más general y equilibrado del área de la Educación Matemática. Todo esto nos hace pensar que la misma se encuentra en un periodo de pleno crecimiento y consolidación.

- Otras áreas de la Educación Matemática objeto de investigación, aunque en menor medida, en las tesis doctorales son:

  1. "Materiales y Medios Educativos. Educación Tecnológica" en un 18%; dentro de esta área la categoría temática más tratada es la relacionada con "Libros de texto".

  2. La "Aritmética. Teoría de los números. Cantidades" es investigada en un 16.3% de las tesis. La categoría temática "Etapa prenumérica. Concepto de número. Contar" es la de mayor presencia.

  3. Así mismo, la "Geometría" se presenta como área de investigación en un 16.3%; y dentro de ella, los "Textos comprensivos de geometría" son las categorías temáticas más tratadas.

  Merece destacar que la "Formación del Profesorado" como categoría temática fue objeto de investigación en un 11.9% de las tesis doctorales, lo cual indica una gran preocupación dentro de la Educación Matemática española por investigar la actividad profesional de los docentes del área de Matemáticas.

- Llama la atención que, pese al auge de las nuevas tecnologías y el impacto que estas han tenido y mantienen sobre los Sistemas Educativos y particularmente en aquellos relacionados con las Matemáticas y concretamente en la Geometría, tan sólo 8 tesis doctorales han abordado las "Herramientas tecnológicas" como objeto de investigación dentro de las categorías temáticas.

- La Educación Matemática como área de investigación es reciente en España, esto se pone de manifiesto a través del análisis conceptual de categorías temáticas realizado en esta

tesis; ya que aparecen 39 de estas categorías que no han sido objeto de investigación, lo que reafirma el hecho de que aún se encuentra en fase de crecimiento, sin llegar todavía al desarrollo propio de cualquier disciplina científica.

- La tabla de contingencia (tabla 90) brinda un panorama general de las investigaciones realizadas en Educación Matemática en España entre 1976-1998 por áreas de investigación; así mismo puede tomarse como un mapa que oriente una agenda de investigación, pues indica las áreas con poca o nula investigación, las cuales podrían ser abordadas para futuras investigaciones en el área de Educación Matemática en la Universidad Española.

- La base de datos TESEO ha de mejorar en el sentido de actualizarse con la adecuación a la nueva realidad de las Ciencias de la Educación, a través de las nuevas áreas de conocimiento con las didácticas específicas y, en concreto con la Didáctica de la Matemática. Además creemos, que esta base de datos podría sistematizarse teniendo en consideración las categorías temáticas del ZDM para que los descriptores se ajusten más al contenido temático de las tesis doctorales en Educación Matemática.

8.3. Conclusiones sobre los datos metodológicos.

Sobre la base de los resultados expuestos en el análisis metodológico, de las tesis españolas en el periodo estudiado, podemos obtener las siguientes conclusiones:

- Los distintos paradigmas utilizados por la muestra del estudio reflejan una primacía del paradigma interpretativo (38.5%). Sin embargo, se hace necesario destacar que el paradigma mixto ocupa un grado significativo con un 31.1%, aumentando con ello lo interpretativo; ya que el paradigma mixto incorpora características de éste.

  Al hablar de este paradigma mixto, estamos haciendo alusión a una unión sincrética; caracterizada por unir de manera asistemática (no eclécticamente) fundamentos del paradigma nomotético e interpretativo.

- En relación con las metodologías de investigación, su análisis indica el predominio de una metodología eminentemente mixta o complementarista, seguida de una metodología cualitativa; dando ello una clara visión del cambio metodológico que está emergiendo en el mundo científico y concretamente en las ciencias sociales. Cambio relacionado con una visión de un mundo más plural y complejo, que necesita por ello de metodologías que apuesten por dicha pluralidad.

  En el fondo, a los conceptos de objetividad y exactitud se les suman otros relacionados con la subjetividad y la permeabilidad del sujeto como objeto de estudio.

- Al profundizar en las teorías utilizadas en las diferentes tesis doctorales, existe una notoria predominancia de las teorías cognitivistas (34.1%) y constructivistas (23.7%) dentro del campo de la Educación Matemática.

- En las tesis doctorales, se apuesta en gran medida por el uso de instrumentos no estandarizados (pruebas *ad hoc*); es decir, los investigadores construyen sus propios instrumentos para recoger datos muy diversos sobre la realidad educativa.

Este hecho puede ser explicado en parte, por la ausencia de herramientas de trabajo que se encuadren de manera clara y definitoria en los nuevos campos de exploración científica.

- Con respecto a la validez del instrumento de recogida de datos utilizado en las investigaciones, concluimos que en su mayoría (63%) realizan un proceso de validación de tales instrumentos. Pero a su vez, un porcentaje significativo de tesis, el 37% restante no utiliza ningún proceso de validación. Esto podría hacer cuestionable las conclusiones alcanzadas por las respectivas investigaciones. Por tanto, sería conveniente una mayor preocupación en la validación cuando se utilizan instrumentos no estandarizados. Si a esto le sumamos que cerca del 40% de las tesis doctorales analizadas no enuncian ni controlan las amenazas a la validez del diseño, se genera un panorama metodológico más preocupante.

  Otro aspecto a destacar en la construcción del instrumento de recogida de datos es que el 57.8% de las tesis no utiliza ningún procedimiento de fiabilidad. Hecho que, de nuevo nos suscita la necesidad de una mayor preocupación y/o formación en aspectos metodológicos de la investigación en Educación Matemática, lo que puede provocar algunos interrogantes sobre los resultados alcanzados por las tesis analizadas.

- La unidad básica de análisis más utilizada son los alumnos/sujetos en un 72.6% de la muestra; lo que indica la ausencia del resto de agentes educativos, tales como profesores, directivos, padres y centros, que quedan menos considerados para el análisis y reflexión que se generan a través de las Tesis Doctorales. Sería necesario en el futuro, que los nuevos conocimientos de la investigación en Educación Matemática avancen de manera menos centrada en la figura del alumno.

- Respecto al nivel académico al que pertenecen las unidades básicas de análisis de las tesis revisadas, el 88.8% de la muestra investigada en nuestro estudio, corresponde a Educación Primaria y Educación Secundaria Obligatoria (ESO). Porcentaje considerable a destacar ya que estamos manifestando que aproximadamente de cada diez tesis nueve se preocupan de los primeros años de escolarización obligatoria, dejando un campo abierto para futuras investigaciones sobre otros niveles educativos.

- Desde la perspectiva metodológica, la utilización de técnicas de selección no aleatoria es la predominante con un 78.5%. Este hecho refleja:

    - Si la investigación es de corte analítico-nomotético; una limitación notable en el tipo de muestra; ya que no se suele utilizar la deseable: muestras aleatorizadas.
    - Por otro lado, si la investigación es de corte interpretativo; este muestreo no aleatorizado sería lo usual.

- En relación al tipo de diseño que utilizan las distintas Tesis Doctorales expuestas en el presente estudio señalamos que el 68.1% de las tesis enuncian el tipo de diseño general que han utilizado, sin embargo, sólo el 27.4% indican específicamente, de un modo más taxativo, el tipo de diseño concreto que utilizaron.

  Sería deseable una mayor concreción en la denominación del tipo específico del diseño. Incluso si el estudio es descriptivo se debería especificar, alejándose de esa denominación genérica que incluye tanto lo cuantitativo como lo cualitativo.

  Podemos concluir que no existe una fuerte tradición en el uso de diseños específicos, siendo esta una cuestión a mejorar en el ámbito de la Educación Matemática. El tema de la especificidad del diseño toma relevancia en la medida que queremos datos y análisis más exactos y más científicos, ya que al saber el diseño específico utilizado se sabrá o sabremos las potencialidades y amenazas a las inferencias obtenidas. Además, se hace necesario especificar el diseño para que la investigación tenga una consistencia y coherencia desde su construcción, proceso y conclusión; sobre todo, si ésta fuese sometida a réplica.

- Al profundizar sobre el tipo de estadísticos utilizados en el análisis de los datos, se observa una clara predominancia de los estadísticos descriptivos, no así de los inferenciales, correlacionales y multivariados. Concretamente hacemos referencia a lo denominado comúnmente "estadística básica" como son: la media, el porcentaje, la frecuencia y la desviación típica. Es alarmante la casi total ausencia de tamaño del efecto.

Esta presencia de estadísticos descriptivos puede ser debida a que bastantes investigaciones admiten que estas técnicas de análisis son también utilizables en investigaciones de corte cualitativo. Parecería que hay una especie de zona intermedia entre lo cualitativo y lo cuantitativo en la que se utilizaría la estadística descriptiva simple y, probablemente también la estadística no paramétrica (por utilizar variables nominales o cualitativas).

- Con relación al uso de valores *p*, tras la aplicación de técnicas inferenciales, se observa que el 63% de la muestra emplea este valor. Información que genera una contradicción debido a la existencia de tesis que confiesan que trabajan desde un paradigma interpretativo; y después hacen uso de valores *p*, teniendo como finalidad última la de generalizar las conclusiones obtenidas a otros contextos. Provocando así, una contradicción en el marco metodológico de la investigación.

  El uso de valores *p* en un 13% más de esperado, podría ser imputable a una menor presencia de investigaciones cualitativas de las que se enuncian en las variables del paradigma y metodología.

- Al tratar el tema de la triangulación, nuevamente se cuestiona la validez de las investigaciones realizadas puesto que el 84.4% de ellas no realizan ningún tipo de triangulación. Esto podría conllevar nuevamente a una falta de consistencia en los resultados obtenidos. Esta evidencia del uso tan escaso de la triangulación hace un tanto preocupante la credibilidad de estudios interpretativos.

- Respecto a la implicación posible de las diversas tesis doctorales, se observa una clara opción por la implicación práctica de esa investigación. Aspecto que nos lleva a la conclusión de que las investigaciones analizadas en el periodo 1976-1998 tienen un carácter eminentemente aplicativo y pragmático sobre la realidad analizada.

- Los momentos en la realización de una tesis doctoral que han recibido una mayor atención en Educación Matemática en el periodo 1976-1998 son: la ubicación de la investigación, la definición del problema de investigación y los resultados y conclusiones; en detrimento del diseño y trabajo de campo, así como de los tratamientos de los datos, que no han recibido la suficiente atención.

8.4. Conclusiones en relación a las hipótesis.

Como hallazgos más importantes relacionados con las hipótesis planteadas en esta investigación y, tomando como referencia los resultados obtenidos según el tipo de análisis específico llevado a cabo (cientimétrico, conceptual y metodológico), destacamos las siguientes:

1. **En relación a la hipótesis nº 1**: Se verifica que la producción española en Educación Matemática se identifica a través de una serie de indicadores cientimétricos, conceptuales y metodológicos, tal como se deduce de los análisis hechos en el capítulo 7 y lo expuesto en los apartados 8.1., 8.2. y 8.3.

2. **En relación a la hipótesis nº 2:** Constatamos que existe un amplio rango de marcos conceptuales, metodológicos y ámbitos de actuación como consecuencia del análisis de resultados de los apartados 7.4.1., 7.4.2., 7.4.6., 7.3.14, 7.3.15 y lo expuesto en los epígrafes 8.2. y 8.3. No obstante existen espacios a cubrir en los ámbitos de actuación y además hay ciertas limitaciones metodológicas como las relacionadas con la validez y fiabilidad de los instrumentos entre otras.

3. **En relación a la hipótesis nº 3**: La investigación española en Educación Matemática, a nivel de tesis doctorales en el periodo 1976-1998 se ajusta a patrones y leyes cientimétricas comúnmente aceptadas (Ley de Price, Lotka y Bradford); pese a que el número de estudios incluidos (n= 135) no alcanza el valor de 200 usual en estudios cientimétricos.

4. **En relación a la hipótesis nº 4 y nº 5:** Se identifican tres periodos de productividad bien diferenciados: 1976-1985, 1986-1992, 1993-1998. Estos periodos se ponen de manifiesto en la curva exponencial de Price, para la productividad diacrónica, aún no logística como se muestra en el apartado 7.2.1.

   El primer periodo es de baja productividad propio del comienzo por la preocupación en España de los problemas relacionados con la Educación Matemática.

El segundo periodo coincide con la aparición y primeros pasos del área de conocimiento de Didáctica de la Matemática, como disciplina científica en la universidad española, con una producción centrada en Departamentos de Educación Pedagógicos y aún incipiente en los Departamentos de Didácticas Específicas.

Por último, el tercer periodo es el de mayor crecimiento, coincidiendo con el inicio de la consolidación del área de conocimiento Didáctica de la Matemática, puesta de manifiesto a través de un incremento de la producción investigadora, estando aún en fase de crecimiento exponencial. Este periodo coincide con la lectura de tesis doctorales fruto de los primeros programas de doctorado desarrollados en Departamentos de Didáctica de la Matemática en las Universidades Españolas.

8.5. Aportaciones de la investigación.

Este estudio aporta a la comunidad investigadora de Educación Matemática Española, una serie de herramientas de utilidad para el futuro de la investigación en este ámbito, y especialmente para los profesionales universitarios del área de conocimiento Didáctica de la Matemática. Estas son:

1. Una base de datos específica con tesis doctorales españolas realizadas en Educación Matemática desde 1976 hasta 1998, que unida a los resultados del análisis conceptual permite orientar la elaboración de una futura agenda de investigación en Educación Matemática.

2. Dos instrumentos para la recogida de datos cientimétricos y metodológicos en futuras investigaciones, con el grado de validación que supone su uso en esta investigación.

3. La apertura de una nueva línea de investigación en Educación Matemática centrada en la Cienciometría en el marco de la "ciencia de la ciencia", a través de la cual se podrá seguir profundizando en el avance y conocimiento de la Educación Matemática española.

8.6. Cuestiones abiertas.

Algunas cuestiones a seguir analizando en futuras investigaciones entre otras, podrían ser las siguientes:

- Algunos de los indicadores puestos de manifiesto serían susceptibles de ser sometidos a un análisis diacrónico; estableciendo estudios longitudinales retrospectivos, que podrían permitirnos inferir patrones y tendencias más contundentes.

- Ciertas variables admiten relaciones cruzadas para inferir explicaciones sobre determinados fenómenos aquí explorados de manera univariante. Una gran apertura de esta investigación sería el estudio y justificación de relaciones entre variables. Un ejemplo de ello, sería cruzar las variables metodológicas correspondientes para comprobar si existe asociación alguna entre métodos de indagación (cualitativo vs. cuantitativo) y técnica de muestreo (aleatorizado vs. no aleatorizado). Nuestra conjetura predice que las muestras no aleatorizadas serían las que se han utilizado en estudios interpretativos.

- Otra apertura posible sería realizar un estudio longitudinal para verificar si ha existido una evolución y variación en las técnicas metodológicas de las tesis analizadas; y si ello ocurriera, cuáles podrían ser los factores explicativos.

- Se podría constatar la antigüedad de la "literatura gris". Si esta fuese antigua, sería un síntoma preocupante pues se habría utilizado información obsoleta y no contrastada. Pero si esta literatura fuese una fuente muy actual, el dato porcentual no sería preocupante; incluso, normal en todo proceso de indagación científica.

8.7. Recomendaciones.

Como aspectos complementarios a las conclusiones obtenidas y a las cuestiones abiertas puestas de manifiesto en los apartados anteriores, presentamos a continuación unas recomendaciones con el fin de continuar potenciando el desarrollo de la investigación en Educación Matemática:

- Es conveniente continuar y profundizar en la formación metodológica de los investigadores en Educación Matemática.

- Ampliar la colaboración entre instituciones, áreas de conocimiento y directores, buscando el enriquecimiento académico, que las perspectivas múltiples pueden ofrecer.

- A pesar de los últimos cambios realizados en la base de datos TESEO, ésta es aún mejorable en cuanto a su actualización, cobertura, sistematización de campos de búsqueda y concreción de los descriptores correspondientes. Habría que establecer mecanismos para una recuperación más completa y ágil (*on line*) de las tesis doctorales leídas en cualquier universidad española.

- Por último, es recomendable la creación de revistas específicas de investigación en Educación Matemática en lengua española, de forma complementaria a las ya existentes en otras lenguas, que permitan la difusión y diseminación de los hallazgos encontrados.

3ª PARTE
BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASOCIATION (1994). Publication Manual (4ª edición). Hyattsville, MD: APA.

ANDERSON, D. y BIDDLE, B. (1986). Teoría, métodos, conocimiento e investigación sobre la enseñanza. En M.C. Wittrock (ed.), *La investigación en la enseñanza, I.* Barcelona: Paidós.

ARNAL, J.; LABORDE, A. y RINCÓN, D. (1994). *Investigación educativa. Fundamentos y metodología*. Barcelona: Labor.

BAIRD, L. L. (1991). Publication productivity in doctoral research departaments, interdisciplinary and intradisciplinary factors. *Research in Higher Education*, 32 (3), 303-318.

BELLAVISTA, J.; VILADIU, C.; GUARDIOLA, E.; ESCRIBANO, L.; GRABULOS, M. y IGLESIAS, C. (1991). Evaluación de la investigación social. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 56, 219-237.

BELLAVISTA, J.; ESCRIBANO, L.; GRABULOS, M.; GUARDIOLA, E.; IGLESIAS, C. y VILADIU, C. (1992). La organización de la investigación en la universidad. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 59, 301-309.

BELLAVISTA, J.; GUARDIOLA, E.; MÉNDEZ, A. y BORDONS, M. (1997). *Evaluación de la investigación*. Madrid: C.I.S.

BERTOLÍN, J. M. (1990). Algunas notas historiográficas a la bibliometría. *Ciencia Médica*, 7, 326-334.

BEST, J. (1972). *Cómo investigar en educación* (3ª reimp.). Madrid: Morata.

BISHOP, A. J.; CLEMENTS, K.; KEITEL, C.; KILPATRICK, J. y LABORDE, C. (eds.) (1996). *International handbook of mathematics education,* 2 vols. Dordrecht: Kluwer.

BISQUERRA, R. (1987). *Introducción a la estadística aplicada a la investigación educativa.* Barcelona: Promociones Publicaciones Universitarias.

BISQUERRA, R. (1989). *Métodos de investigación educativa. Guía práctica.* Barcelona: CEAC.

BRADFORD, S. C. (1948). *Documentation.* Londres: Crosby Lockwood. Reimpresión en (1950), Washington, D. C. : Public Affair Press.

BREIMER, L. H. y BREIMER, D. (1995). A computer-based international "Thesis-line". *TIBS,* 20, 175-176.

BUENDÍA, L., COLÁS, P. y HERNÁNDEZ, F. (1998). *Métodos de Investigación en Psicopedagogía.* Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España.

BUNGE, M. (1981). *La investigación científica.* Barcelona: Ariel.

BUSWELL, G. T. & JUDD, C H. (1925). Summary of educational investigations relating to arithmetic (Supplementary Educational Monographs N° 27). Chicago: University of Chicago.

CALLÓN, M., COURTIAL, J. P. y PENAN, H. (1995). *Cienciometría. El estudio cuantitativo de la actividad científica: de la bibliometría a la vigilancia tecnológica.* Oviedo: TREA.

CAMPBELL, D. T. Y STANLEY, J. S. (1973). Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social. Buenos Aires: Amorrortu:

CARPINTERO, H. (1981). La psicología actual desde una perspectiva bibliométrica: una introducción. En H. Carpintero y J. M. Peiró (dirs.), *Psicología contemporánea. Teoría y métodos cuantitativos para el estudio de su literatura científica* (pp. 25-39). Valencia: Alfaplus.

CARR, W. (1990). *Hacia una ciencia crítica de la educación.* Barcelona: Alertes.

COLÁS, Mª. P. y BUENDÍA, L. (1994). *Investigación educativa.* Sevilla: Alfar.

COMISIÓN INTERMINISTERIAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (1989). *Clasificaciones Científicas.* Madrid: Centro de Publicaciones del MEC.

CORIAT, M.; SANCHO, J. ; GONZALVO, P. y MARÍN, A. (1989). *Nudos y nexos. Redes en la escuela.* Madrid: Síntesis.

DE GABRIEL, N. (1997). El informe de investigación. En N. de Gabriel y A. Viñao (eds.), *La investigación histórico-educativa.* Barcelona: Ronsel.

DE MIGUEL, M. (1988). Paradigmas de la investigación educativa, II. En Dendaluce (ed.) *Aspectos metodológicos a la investigación educativa, I.* Madrid: Narcea.

DE MOYA, F.; LÓPEZ, J. y GARCÍA, C. (1999). *Técnicas cuantitativas aplicadas a la biblioteconomía y documentación.* Madrid: Síntesis.

DEL PINO, P. (1988). Análisis estadístico y sociométrico de la producción matemática española a través de la revista matemática hispanoamericana. *Boletín de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias,* 11 (21), 263-284.

DOBROV, G. M. (1996). Nauka o Nauke. Vvedenie vobsscee naukoznainie. Kieu: naukovadukan.

DONOGHUE, E.F. (1999). The Task-technique matrix: An alternative system for classifying research in mathematics education. *School Science and Mathematics*, 99 (1), 42-46.

DORBAN, M.; VANDEVENNE, A. F. (1992). Bibliometric análisis of bibliographic behaviours in economic sciences. *Scientometrics*, 25 (1), 149-165.

ELKANA, Y.; LEDERBERG, J.; MERTON, R. K.; THACKRAY, A. y ZUCKERMAN, H. (eds.) (1978). *Toward a metric of science: The advent of science indicators*. New York: John Wiley & Sons.

ERICKSON, F. (1989). Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza. En M.C. Wittrock (ed.), *La investigación de la enseñanza II*. Barcelona: Paidós/MEC.

ESCOLANO, A. (1997). La historiografía educativa. Tendencias generales. En N. de Gabriel y A. Viñao (eds.), *La investigación histórico-educativa*. Barcelona: Ronsel.

FACHINFORMATIONSZENTRUM KARLSRUHE (1999). Bemerkungen zur einrichtung des dokumentationsteils. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* (ZDM), 31 (1).

FERNÁNDEZ CANO, A. (1995a). *Métodos para evaluar la investigación en Psicopedagogía*. Madrid: Síntesis.

FERNÁNDEZ CANO, A. (1995b). La evaluación de la investigación educativa. *Revista Española de Pedagogía,* 200, 131-145.

FERNÁNDEZ CANO, A. (1995c). Metodologías de la investigación en Educación Matemática. En L. Berenguer et. al. (eds.), *Investigación en el aula de Matemáticas* (pp. 47-65). Granada: Departamento de Didáctica de las Matemáticas – SAEM Thales.

FERNÁNDEZ CANO, A. (1997). Evaluación de la investigación educativa española: Una revisión integrativa de realizaciones en 25 años. *Revista Española de Pedagogía*, 207, 279-301.

FERNÁNDEZ CANO, A. (1999). Producción educativa española en el Social Sciences Citation Index (1988/97). *Revista Española de Pedagogía*, 214, 509-524.

FERNÁNDEZ CANO, A. y BUENO SÁNCHEZ, A. (1998). Síntesis de estudios bibliométricos españoles en educación. Una aproximación evaluativa. *Revista Española de Documentación Científica*, 21 (3), 269-285.

FERNÁNDEZ CANO, A. y BUENO SÁNCHEZ, A. (1999). Synthesizing scientometric patterns in Spanish educational research. *Scientometrics*, 46 (2), 349-367.

FERNÁNDEZ CANO, A.; LORITE, J. y MACHUCA, M. (2000). Exploración cientimétrica de la producción española en Logopedia Educativa. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, XX (4), 197-203.

FERNÁNDEZ FRIAL, Mª. J., OLIVER, V. y VÁZQUEZ, M. (1992). Disponibilidad de las publicaciones periódicas de matemáticas en España: Base de datos DOCUMAT. *Congreso y conferencia FID. XLVI*, pp. 58-79.

FERREIRO ALÁEZ, L. (1993). *Bibliometría (Análisis Bivariante)*. Madrid: EYPASA.

FERREIRO ALÁEZ, L. y JIMÉNEZ-CONTRERAS, E. (1986). Procedimientos de evaluación de las publicaciones periódicas: Estudio crítico de su empleo en las revistas científicas españolas. *Revista Española de Documentación Científica*, 9, 9-44.

FERRER, G. y GOMIS, C. (1992). *Personalismo y Estructuralismo*. Barcelona: Vicens Vives.

FIORENTINI, D. (1993). Memoria e análise da pesquisa académica em educaçao matemática no Brasil: O banco de teses do CEMPEM/FE-UNICAMP. *Revista Zetetiké,* 1 (1), 55-76.

FIORENTINI, D. (1994). *Rumos da pesquisa brasileira em Educaçao Matemática: O caso da produçao científica em cursos de pós-graduaçao.* Tesis doctoral. Universidade Estadual de Campinas.

FOSTER, W. P. (1980). Administration and the crisis of legitimacy: A review of Habermasian thought. *Harvard Educational Review*, 50 (4), 496-505.

FOX, D. (1969). *The reseach process in & education*. New York: Holt, Rineart and Winston.

FOX, D. (1981). *El proceso de investigación en educación*. Pamplona: EUNSA.

GALANTE, R. Y SANCHIDRIAN, C. (1996). Evaluación de los trabajos de grado en Historia de la Educación desde una perspectiva bibliométrica (1980-1990). *Revista de Investigación Educativa,* 14 (1), 37-59.

GALLEGO, A. (1987). *Ser doctor. Cómo redactar una tesis doctoral*. Madrid: Fundación Universidad Empresa.

GARCÍA JIMÉNEZ, E. (1994). Investigación etnográfica. En V. García Hoz (dir.), *Problemas y métodos de investigación en educación personalizada*. Madrid: Rialp.

GARCÍA, J. y LACASA, P. (1996). Procesos cognitivos básicos. Años escolares. En C. Coll, A. Marchesi y J. Palacios (comps.), *Desarrollo psicológico y educación, I. Psicología Evolutiva*. Madrid: Alianza.

GARCÍA LLAMAS, J. L. (1994). Investigación correlacional y descriptiva. En V. García Hoz (dir.), *Problemas y métodos de investigación en educación personalizada*. Madrid: Rialp.

GARFIELD, E. (1983). *Citation indexing: Its theory and application in science, technology and humanities* (Edición actualizada). Filadelfia: ISI Press. (Edición original de 1979. Nueva York: John Wiley & Sons).

GÓMEZ, I. y BORDONS, M. (1996). Limitaciones en el uso de los indicadores bibliométricos para la evaluación científica. *Política Científica*, 46 (diciembre), 21-26.

GOOD, T. L. (1982). Classroom research. En M. Sykes y L. Shulman (eds.), *Research and policy implications in education*. New York: Longman.

GROUWS, D. A. (ed.) (1992). *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York: MacMillan.

GUBA, E. (1985). The context of emergent paradigm research. En Y. Lincoln y E. Guba, *Naturalistic Inquiry* (pp. 79-10). Beverly Hills CA: Sage.

GUTIÉRREZ, A. y MAZ, A. (2001). Cimentando un proyecto de investigación: La revisión de literatura. En P. Gómez y L. Rico (eds.), *Iniciación a la investigación en Didáctica de la Matemática. Homenaje al profesor Mauricio Castro*. Granada: Editorial Universidad de Granada.

HERRERA RODRÍGUEZ, F. (1987). *La investigación científica en la Facultad de Medicina de Cádiz a través de las tesis doctorales producidas en la misma en el siglo XIX*. Tesis doctoral. Universidad de Cádiz.

HUCK, S., CORMIER, W. y BOUNDS, W. (1974). *Reading statistics and research*. New York: Harper y Row.

ISAAC, P. D.; KOENIGSKNECHT, R. A.; MALANEY, G. D.; KARRAS, J. E. (1989). Factors related to doctoral dissertation topic selection. *Research in Higher Education*, 30 (4), 357-373.

JOHNSON, D. C. (1980a). Types of research. In R.J. Shumway (ed.), *Research in mathematics education*. Reston, V.A.: National Council of Teachers of Mathematics.

JOHNSON, D. C. (1980b). The research process. In R.J. Shumway (ed.), *Research in mathematics education*. Reston, V.A.: National Council of Teachers of Mathematics.

JUAN QUILIS, V. (1997). *La visibilidad de las tesis doctorales españolas en ciencias médicas*. Tesis doctoral. Universidad de Alicante.

KERLINGER, F. N. (1981). *Investigación del comportamiento*. México: Interamericana.

KILPATRICK, J. (1994). Historia de la investigación en Educación Matemática. En J. Kilpatrick, L. Rico y M. Sierra, *Educación Matemática e Investigación*. Madrid: Síntesis.

KISH, L. (1972). *Muestreo de encuestas*. México: Trillas.

KLEIN, F. (1948). *La matemática elemental desde un punto de vista superior. Aritmética y Álgebra* (2° ed.). Buenos Aires: Iberoamericana.

KRAGH, H. (1989). La historiografía cientimétrica. En *Introducción a la historia de la ciencia*, cap. 17, (pp. 237-256). Barcelona: Cincel.

KRATHWOHL, D. R. (1993). *Methods of educational and social science research. An integrated approach*. New York: Longman.

KUHN, T. H. (1975). Lógica del descubrimiento o psicología de la investigación. En I. Lakatos y A. Musgrave (eds.), *La crítica y el desarrollo del conocimiento*. Barcelona: Grijalbo.

LÓPEZ LÓPEZ, P. (1996). *Introducción a la Bibliometría*. Valencia: Promolibro.

LÓPEZ PIÑERO, J. M. (1972). *El análisis estadístico y sociométrico de la literatura científica*. Universidad de Valencia: Centro de Documentación e Información Biomédica.

LÓPEZ PIÑERO, J. M. (1973). La obra de Price y el análisis estadístico y socioeconómico de la literatura científica. Estudio preliminar previo en: D. J. S. Price, *Hacia una ciencia de la ciencia*. Barcelona: Ariel (or.: 1963)

LÓPEZ PIÑERO, J. M. y TERRADA, M. L. (1992a). Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad médico-científica. (I). Usos y abusos de la bibliometría. *Medicina Clínica*, 98 (2), 64-68.

LÓPEZ PIÑERO, J. M. y TERRADA, M. L. (1992b). Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad médico-científica. (II). La comunicación científica en las distintas áreas de las ciencias sociales. *Medicina Clínica*, 98 (3), 101-106.

LÓPEZ PIÑERO, J. M. y TERRADA, M. L. (1992c). Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad médico-científica. (III). Los indicadores de producción, circulación y dispersión, consumo de la información y repercusión. *Medicina Clínica*, 98 (4), 142-148.

LOTKA, A. J. (1926). The frecuency distribution of scientific productivity. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 16 (12), 317-323.

MALTRÁS BARBA, B. (1996). *Los indicadores bibliométricos en el estudio de la ciencia: Fundamentos conceptuales y aplicación en política científica*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.

MALTRÁS, B. y QUINTANILLA, M. A. (1992). *Producción científica española, 1981-89*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

McGUIGAN, F. J. (1977). *Psicología experimental*. México: Trillas.

McKNIGHT, C. Y MAGID, A., MURPHY, T., y McKNIGHT, N. (2000). *Mathematics Education Research: A guide for the research mathematician.* USA: AMS.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA. Orden de 16 de julio de 1975 por la que se crea un fichero de tesis doctorales realizadas en Universidades españolas (BOE del 1 de septiembre).

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA. Real Decreto 185/1985, de 23 de enero, por el que se regula el tercer ciclo de estudios universitarios, la obtención y expedición del título de Doctor y otros estudios de postgraduados. (BOE de 16 de febrero).

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Decreto de 7 de julio de 1944 sobre ordenación de la Facultad de Ciencias (BOE de 4 de agosto).

MÉNDEZ, A. (1986). Los indicadores bibliométricos de la ciencia y su utilidad en la práctica científica. *Política Científica*, octubre, 34-36.

MERTON, R. K. (1979). *The sociology of science: An episodic memoir.* Carbondale, IL: Southern Illinois University Press.

MORAVCSIK, M. J. (1989). ¿Cómo evaluar la ciencia y a los científicos? *Revista Española de Documentación Científica*, 12 (3), 313-325.

NARIN, F. (1976). *Evaluative bibliometrics. The use of publication and citation analysis in the evaluation of scientific activity.* Cherry Hill: Computer Horizons.

NASCIMIENTO, M. J. (1996). *Producción científica brasileña en España. Estudio bibliométrico aplicado a las tesis doctorales.* Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

NAVARRO, V. (1977). La productividad de los autores españoles de bibliografía médica. *Revista Española de Documentación Científica*, 1, 9-21.

NISBET, J. (1985). Introducction. En J.Nisbet, J. Megarry y S. Nisbet (Edt.), *World Yearbook of Education 1985: Research, Policy and Practice* (pp. 9-16). London: Kogan.

ORTEGA y GASSET, J. (1967). *La misión del bibliotecario* (2º ed.). Madrid: Revista de Occidente.

ORTEGA y GASSET, J. (1983). *La rebelión de las masas.* Barcelona: Orbis (Versión original, 1929).

OCDE. (1994). *Frascati Manual* (4º ed.). París: OCDE Publications Service.

PATTON, M. (1984). *Qualitative evaluation methods.* Beverly Hills: Sage.

PÉREZ ÁLVAREZ OSSORIO, R. (1990). *Introducción a la información y documentación científica.* Madrid: Alhambra Logman.

POPKEWITZ, T. (1988). *Paradigma e ideología en investigación educativa.* Madrid: Mondadori.

PRICE, D. J. S. (1956). The exponencial curve of sicence. *Discovery*, v. 17, 240-243.

PRICE, D. J. S. (1973). *Hacia una ciencia de la ciencia.* Barcelona: Ariel.

PRICE, D. J. S. (1963). *Little science, big science...and beyond.* Nueva York: Columbia University Press.

PRITCHARD, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics? *Journal of Documentation*, 25 (4), 348-349.

REYS, R. (2000). Doctorates in Mathematics Education. An Acute Shortage. *Notices of the AMS.* 47 (10), 1267-1270.

RICO, L. (1995). Prólogo. En A. Fernández Cano, *Métodos para evaluar la investigación en Psicopedagogía*, (pp. 13-16). Madrid: Síntesis.

RICO, L. (1996). Didáctica de la Matemática como campo de problemas. En G. Marrero y E. Reppeto (drs.), *Estrategias de intervención en el aula desde la LOGSE.* Canarias: ICEPSS.

RICO, L. (1999). Desarrollo en España de los estudios de doctorado en Didáctica de la Matemática. En K. Hart y F. Hitt (Eds), *Dirección de tesis de Doctorado en Educación Matemática. Una perspectiva Internacional.* México: Cinvestav-IPN.

RICO, L y SIERRA, M. (1991). La comunidad de educadores matemáticos. En A. Gutiérrez (edt.), *Área de conocimiento: Didáctica de la Matemática.* Madrid: Síntesis.

RICO, L. y SIERRA, M. (1994). Educación matemática en la España del siglo XX. En J. Kilpatrick, L. Rico y M. Sierra, *Educación Matemática e Investigación.* Madrid: Síntesis.

RICO, L. y SIERRA, M. (2000). Didáctica de la matemática e investigación. En J. Carrillo y L.C. Contreras (eds), *Matemática española en los albores del siglo XXI* (pp. 77-131). Huelva: Hergué.

RICO, L.; SIERRA, M. y CASTRO, E. (2000). Didáctica de la Matemática. En L. Rico y D. Madrid (eds.), *Fundamentos didácticos de las áreas curriculares.* Madrid: Síntesis.

ROMERA, M. J. (1989). *Análisis bibliométrico de la literatura española en educación especial a través de las revistas pedagógicas (1950-1984).* Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

SABATER LORENZO, P. (2000). *Las tesis doctorales de las facultades de ciencias de la universidad de Murcia 1955-1990.* Tesis doctoral. Universidad de Murcia.

SANCHO, R. (1990). Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión bibliográfica. *Revista Española de Documentación Científica*, 13 (3-4), 842-865.

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA (2000). http://www.ugr.es/~seiem/Boletines/boletin_1.htm

SCHOENFELD, A. H. (2000). Purposes and methods of research in mathematics education. *Notices of the AMS*, 47 (6), 641-649.

SCHWARTZ, P. y OGILVY, J. (1979). *The emergent paradigm: Changing patterns of thought and belief.* Menlo Park, CA: Stanford University Press.

SHULMAN, L. (1984). The practical and the eclectic: A deliberation on teaching and educational research. *Curriculum Inquiry*, 14 (2), 183-200.

SIERRA BRAVO, R. (1996). *Tesis doctorales y trabajos de investigación científica* (4° ed.). Madrid: Paraninfo.

SIERRA VÁZQUEZ, M. (1994). Mathematics Education in the spanish "Normalista" movement. En N. Malara y L. Rico (eds.), *Procedings of the First Italian-Spanish Research Simposyum in Mathematics Education* (pp. 241-248). Modena: Dipartamento di Matemática Universitá di Modena.

SIERRA VÁZQUEZ, M. (1995). La formación del profesorado de matemáticas en España: Perspectiva histórica. En L. Blanco y V. Mellado (eds.), *La formación del profesorado de*

Ciencias y Matemáticas en España y Portugal (pp. 227-242). Badajoz: Universidad de Extremadura.

SIERRA, M. (2001). Líneas de investigación en Didáctica de la Matemática. En F. J. Perales y otros (eds.), *Congreso Nacional de Didácticas Específicas*. Vol. 1, (p. 277-287). Granada: Grupo Editorial Universitario.

SOLÍS, F. M. (2000). *El sistema de I+D en Andalucía dentro del contexto nacional y europeo. Una evaluación del plan andaluz de investigación*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

SPINAK, E. (1996). *Diccionario enciclopédico de bibliometría, cienciometría e informetría*. Caracas: UNESCO.

STERNBERG, R. (1985). *Las capacidades humanas. Un enfoque desde el procesamiento de la información*. Barcelona: Labor.

TAYLOR, S. S. y BOGDAN, R. (1986). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Buenos Aires: Paidós.

TEJEDOR, F. J. (1982). *Análisis de la varianza aplicada a la Psicología y Educación*. Madrid: Anaya.

TEJEDOR, F. J. (1994). La experimentación como método de investigación educativa. En V. García Hoz (dir.), *Problemas y métodos de investigación en educación personalizada*. Madrid: Rialp.

TERRADA, M. L. (1983). La documentación científica como disciplina. Valencia: Centro de Documentación e Informática Biomédica (CEDIB).

TERRADA, M. L. y LÓPEZ PIÑERO, J. M. (1990). La producción científica española y su posición en la comunidad internacional. En J. M. López Piñero (dtor.), *España Ciencia* (pp. 73-109). Madrid: Espasa-Calpe.

TERRADA, M. L. y PERIS, R. (1988). *Lecciones de Documentación Médica*. Valencia: Cátedra de Documentación Médica.

TORRALBO, M.; MAZ, A.; RICO, L. y FERNÁNDEZ CANO, A. (2001). Programas de doctorado e investigación en didáctica de la matemática. En F. Perales *et. al.* (eds.). *Congreso Nacional de didácticas específicas. Las didácticas de las áreas curriculares en el siglo XXI*. Vol. 1. Granada: Grupo Editorial Universitario.

TURUGET, D. (1989). Sociología de la Ciencia: Bibliometria, Cientiometria y Cientiografia. *Noticias para Químicos*, 316, 4-12.

VALCÁRCEL, M. (1998). La evaluación institucional de la investigación y el tercer ciclo. *Revista de Educación*, 315, 125-139.

WHEELER, D. (1984a). Research in mathematics education. *For the Learning of Mathematics*, v. 4 (1), 40-45.

WHEELER, D. (1984b). Research in mathematics education. *For the Learning of Mathematics*, v. 4 (2), 39-44.

WHEELER, D. (1984c). Research in mathematics education. *For the Learning of Mathematics*, v. 4 (3), 22-29.

ZABALZA, M. (1987). *Diseño y Desarrollo Curricular*. Madrid: Narcea.

ZNANIESKI, F. (1934). *The method of sociology*. New York: Farrar & Rinehart.

TESIS DOCTORALES ANALIZADAS.

1. ABRAIRA FERNÁNDEZ, C. (1993). *Efectos de la evaluación formativa en alumnos de matemáticas de E.U. del Profesorado de Educación General Básica.* Tesis Doctoral. Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Directores: Pérez Juste, R. y González Rodríguez, M.

2. AGUILAR VILLAGRÁN, M. (1997). *Diseño y aplicación de un programa instruccional de resolución de problemas aritméticos.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz. Director: Navarro Guzmán, J. I.

3. ALBA PASTOR, C. (1992). *Evaluación sumativa y formativa de software educativo para la etapa infantil.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica y Organización Escolar. Universidad Complutense de Madrid. Director: Bautista García Vera, A.

4. ALCALDE CUEVAS, M. C. (1997). *Conceptualización numérica en niños deficientes mentales mediante un pronóstico de control de estímulos.* Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz. Director: Navarro Guzmán, J. I.

5. ANDRES MIRALLES, V (1983). *Comprensión del lenguaje escrito para el éxito en matemáticas.* Tesis Doctoral. Departamento de Ciencias Experimentales y Diferenciales de la Educación. Universidad de Barcelona. Director: Fernández Huerta, J.

6. ARENZANA HERNÁNDEZ, V. (1988). *La enseñanza de las matemáticas en el siglo XVIII en España. La escuela de matemáticas de la Real Sociedad Económica Aragonesa de Amigos del País.* Tesis Doctoral. Departamento de Matemática Aplicada. Universidad de Zaragoza. Directores: Balaguer Perigüel, E. y Hormigón Elanques, M.

7. ARLANDIS COLLADO, P. (1992). *Estudiantes con dificultades en la resolución de problemas de matemáticas. Efectos de la instrucción en estrategias sobre el aprendizaje y la conducta.* Tesis Doctoral. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Universidad de Valencia. Directora: Miranda Casas, A.

8. ARNAL AGUSTÍN, J. (1986). *Elaboración y validación de un test de instrucción en el área de matemáticas al término del ciclo medio de E.G.B. Estudio comparativo.* Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. Director: Sanvisens Marfull, A.

9. ARRIETA ILLARRAMENDI, M. (1995). *Análisis causal para un diagnóstico individual del rendimiento en matemáticas (11 - 12 años).* Tesis Doctoral. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Universidad del País Vasco. Directora: Sanz Lerma, I.

10. ARRIETA GALLASTEGUI, J. J. (1987). *Teoría y práctica de las matemáticas en el ciclo inicial de la E.G.B.* Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo. Director: Gimeno Sacristán, J.

11. AZCARÁTE GIMÉNEZ, C. (1990). *La velocidad: Introducción al concepto de derivada.* Tesis Doctoral. Departamento de Física. Universidad Autónoma de Barcelona. Director: Johnson, D.

12. AZCÁRATE GODED, P. (1995). *El conocimiento profesional de los profesores sobre las nociones de aleatoriedad y probabilidad. Su estudio en el caso de la Educación Primaria.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz. Directores: Porlan Ariza, R. y Palacios González, F.

13. BARBERÁ GREGORI, E. (1995). *Enfocament avaluatiu en matemátiques: El coneixement procedimental i el coneixement estratégic a través dels programes d'avaluació escrita de matemátiques.* Tesis Doctoral. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Universidad de Barcelona. Directores: Coll Salvador, C. y Moreno Font, C.

14. BELTRÁN CHICA, J. (1989). *La enseñanza de los sistemas de representación asistida por ordenador.* Tesis Doctoral. Facultad de Bellas Artes. Universidad de Granada. Director: Giménez Yanguas, F.

15. BENITO GÓMEZ, M. (1992). *El pensamiento de los profesores de matemáticas de Enseñanza Secundaria Obligatoria sobre la evaluación.* Tesis Doctoral. Departamento de Pedagogía del Lenguaje y Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad del País Vasco. Director: Dendaluce Segurola, I.

16. BETHENCOURT, J. T. (1985). *Estrategias cognitivas en la resolución de problemas aritméticos.* Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna. Director: Hernández Hernández, P.

17. BLANCO NIETO, L. (1991). *Conocimiento y acción en la enseñanza de las matemáticas de profesores de E.G.B. y estudiantes para profesores.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica y Organización Escolar. Universidad de Sevilla. Director: Villar Angulo, L. M.

18. BORDAS ALSINA, I. (1979). *Diagnosis matemática en E.G.B.* Tesis Doctoral. Departamento de Metodología y Tecnología Educativa. Universidad de Barcelona. Director: Fernández Huerta, J.

19. BOSCH CASABO, M. (1991). *La dimensión ostensiva en la actividad matemática. El caso de la proporcionalidad.* Tesis Doctoral. Departamento de Matemáticas. Universidad Autónoma de Barcelona. Director: Chevellard, Y.

20. BRUNO CASTAÑEDA, A. (1997). *La enseñanza de los números negativos desde una perspectiva unitaria.* Tesis Doctoral. Departamento de Análisis Matemático. Universidad de La Laguna. Director: Martinón Cejas, A.

21. BUSQUETS I PRAT, M. D. (1995). *Models representacionals en la formulacio de problemes simples d'estructura additiva.* Tesis Doctoral. Departamento de Psicología Básica. Universidad de Barcelona. Directora: Sastre i Vilarrasa, G.

22. CAJARAVILLE PEGITO, J. A. (1996). *Evaluación del significado del cálculo diferencial para estudiantes preuniversitarios. Su evolución como consecuencia de una ingeniería didáctica alternativa.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Ciencias Experimentales. Universidad de Santiago de Compostela. Director: Alonso Tarrio, L.

23. CALVO LLENA, M. T. (1988). *Aspectos implicados en la conceptualización del espacio: un estudio correlacional.* Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. Director: Carranza Carnicero, J. A.

24. CAÑAS CALLES, A. (1986). *Fracaso escolar en el área de matemáticas del ciclo inicial.* Tesis Doctoral. Departamento de Pedagogía Experimental y Orientación. Universidad Complutense de Madrid. Director: de la Orden Hoz, A.

25. CAÑIZARES CASTELLANOS, M. J. (1997). *Influencia del razonamiento proporcional y combinatorio y de creencias subjetivas en las intuiciones probabilísticas primarias.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. Directora: Batenero Bernabeu, M. C.

26. CARBONELL RODRIGO, J. M. (1993). *Evaluación de los niveles mínimos de acceso al B.U.P. en el área de las matemáticas.* Tesis Doctoral. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Universidad de Valencia. Director: Alcantud Marín, F.

27. CARDEÑOSO DOMINGO, J. M. (1998). *Las creencias y conocimientos de los profesores de primaria andaluces sobre la matemática escolar. Modelización de concepciones sobre la aleatoriedad y probabilidad.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz. Directora/director: Azcárate Goded, P. y Rodríguez Gómez, G.

28. CARRILLO YÁÑEZ, J. (1996). *Modos de resolver problemas y concepciones sobre la matemática y su enseñanza de profesores de matemáticas de alumnos de más de 14 años. Algunas aportaciones a la metodología de la investigación y estudio de posibles relaciones.*

Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Sevilla. Director: de Guzmán Ozamiz, M.

29. CASTELLS AZPILICUETA, P. (1998). *Heurísticas y metaconocimiento en resolución automática de problemas de matemáticas*. Tesis Doctoral. Departamento de Ingeniería Informática. Universidad Autónoma de Madrid. Director: Mariyon, R.

30. CASTRO MARTÍNEZ, E. (1994). *Exploración de patrones numéricos mediante configuraciones puntuales. Estudio con escolares de primer ciclo de Secundaria (12 - 14 años)*. Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. Director: Rico, L.

31. CASTRO MARTÍNEZ, E. (1994). *Niveles de comprensión en problemas verbales de comparación multiplicativa*. Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. Director: Rico, L.

32. CERÓN SÁEZ, A. M. (1990). *Construcción y validación de una batería de aprendizajes específicos para E.G.B.* Tesis Doctoral. Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad Complutense de Madrid. Director: Crespo Vasco, J.

33. CHAMORRO PLAZA, M. C. (1997). *Estudio de las situaciones de enseñanza de la medida en la escuela elemental.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica, Organización Escolar y Didácticas Especiales. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Directores: Medina Rivilla, A. y Brousseau, G.

34. COBO LOZANO, P. (1998). *Análisis de los procesos cognitivos y de las interacciones sociales entre alumnos (16-17) en la resolución de problemas que comparan áreas de superficies planas. Un estudio de casos.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad Autónoma de Barcelona. Director: Fortuny, J. M.

35. CONTRERAS GONZÁLEZ, L. C. (1998). *Resolución de problemas. Un análisis exploratorio de las concepciones de los profesores acerca de su papel en el aula.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Huelva. Director: Carrillo Yáñez, J.

36. CONTRERAS DE LA FUENTE, A. (1993). *Evolución de concepciones sobre nociones geométricas elementales en entornos de programación con el lenguaje Logo.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. Directora: Batanero Bernabeu, M. C.

37. COELLO GARCIA, M. T. (1987). *El proceso de contar en los niños.* Tesis Doctoral. Departamento de metodología de las Ciencias del Comportamiento. Universidad Complutense de Madrid. Director: Yela Granizo, M.

38. CORBALÁN YUSTE, F. (1997). *Juegos de estrategia y resolución de problemas: Análisis de estrategias y tipología de jugadores en el alumnado de Secundaria.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad Autónoma de Barcelona. Director: Deulofeu Piquet, J.

39. CORBERÁN SALVADOR, R. (1996). *Análisis del concepto de área de superficies planas. Estudio de su comprensión por los estudiantes desde primaria a la Universidad.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Valencia. Director: Gutiérrez Rodríguez, A.

40. CORELLA QUESADA, A. M. (1997). *Evaluación del nuevo curriculum de matemáticas de X año de la educación diversificada académica de Costa Rica y su incidencia en el funcionamiento cognitivo.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica y Organización Escolar. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Director: Moreno Olmedilla, J. M.

41. COSSIO AMONDO, J. (1998). *Diagnosis de la habilidad de visualizar en el espacio 3D con estudiantes de Bachillerato (B.U.P.) del Bilbao metropolitano.* Tesis Doctoral. Departamento

de Psicología Evolutiva y de la Educación. Universidad del País Vasco. Director: Serrano Vitores, J.

42. CUBILLO DURÁN, C. (1998). *Un estudio sobre las potencialidades que genera en los alumnos de Secundaria el modelo de gestión mental aplicado a las fracciones.* Tesis Doctoral. Departamento de Análisis Matemático y Didáctica de la Matemática. Universidad de Valladolid. Director: Ortega del Rincón, T.

43. DEL RIO SÁNCHEZ, J. (1990). *Aprendizaje de las matemáticas por descubrimiento. Estudio comparado de dos metodologías.* Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca. Directores: García Carrasco, J. y Muñoz Masqué, J.

44. DEULOFEU PIQUET, J. (1992). *Els gràfics cartesians de funcions: Un estudi de les concepcions dels alumnes centrat en el significat del gràfic.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales. Universidad Autónoma de Barcelona. Director: Johnson, D.

45. DÍAZ ALCARAZ, F. (1991). *Validación de un test de rendimiento de matemáticas para ciclo medio y enseñanza primaria en Castilla la Mancha.* Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Directora: Repetto-Talavera, E.

46. DÍEZ BARRABÉS, Mª. M. (1995). *Sobre la simbolización en el álgebra. Aplicación al proceso de aprendizaje de las desigualdades en educación secundaria.* Tesis Doctoral. Departamento de Metodología Educativa. Universidad Complutense de Madrid. Director: González Jiménez, F.

47. ESPINOZA SALFATE, L. (1998). *Organizaciones matemáticas y didácticas en torno al objeto "límite de función". Del "pensamiento del profesor" a la gestión de los momentos del estudio.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad Autónoma de Barcelona. Directora: Azcárate Giménez, C.

48. ESTEPA CASTRO, A. (1993). *Concepciones iniciales sobre la asociación estadística y su evolución como consecuencia de una enseñanza basada en el uso de ordenadores.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. Directora: Batanero Bernabeu, M. C.

49. FERNÁNDEZ CANO, A. (1991). *Impacto de la calculadora electrónica en la educación matemática primaria. Un estudio cuasiexperimental en el tercer nivel.* Tesis Doctoral. Departamento de Pedagogía. Universidad de Granada. Directora: Buendía Eisman, L.

50. FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (1997). *Evaluación de competencias en álgebra elemental a través de problemas verbales.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. Directores: Rico, L. y Fernández Cano, A.

51. FERNÁNDEZ MÉNDEZ, J. L. (1997). *Modelos TRI y TRC en la medida de la competencia en matemáticas.* Tesis Doctoral. Departamento de Análisis e Intervención Psicosocioeducativa. Universidad de Vigo. Director: González Lorenzo, M.

52. FIOL MORA, M. L. (1992). *Marco de desarrollo del razonamiento proporcional en alumnos de 12 a 14 años: Visualización y computación.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad Autónoma de Barcelona. Director: Johnson, D.

53. FLORES MARTÍNEZ, P. (1995). *Concepciones y creencias de los futuros profesores sobre las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje. Evolución durante las prácticas de enseñanza.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. Director: Díaz Godino, J.

54. GAIRÍN SALLÁN, J. (1986). *Aprendizaje y cambio de actitud en la Didáctica Especial de las Matemáticas.* Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Director: Fernández Arenaz, A.

55. GARCÍA BLANCO, M. (1997). *Análisis del conocimiento profesional del profesor de matemáticas de enseñanza secundaria y el concepto de función como objeto de enseñanza-aprendizaje. Aportaciones metodológicas.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Sevilla. Director: Llinares Ciscar, S.

56. GARCÍA CRUZ, J. A. (1998). *El proceso de generalización desarrollado por alumnos de Secundaria en problemas de generalización lineal.* Tesis Doctoral. Departamento de Análisis Matemático. Universidad de La Laguna. Director: Martinón Cejas, A.

57. GARCÍA ROA, A. J. (1987). *Pruebas de rendimiento en matemáticas. Ciclo superior de E.G.B.* Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Directora: Repetto-Talavera, E.

58. GARRIDO GIL, C. F. (1991). *La heurística en la solución de problemas: Un enfoque cognitivo.* Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. Directora: Prieto Sánchez, M. D.

59. GASCÓN PÉREZ, J. (1989). *El aprendizaje de métodos de resolución de problemas de matemáticas.* Tesis Doctoral. Departamento de Matemáticas. Universidad Autónoma de Barcelona. Director: Reventos Tárrida, A.

60. GIMÉNEZ RODRÍGUEZ, J. (1991). *Innovación metodológica de la didáctica especial del número racional positivo. (Diagnosis cognitiva y desarrollo metodológico).* Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Director: Fernández Arenaz, A.

61. GÓMEZ ALFONSO, B. (1994). *Los métodos de cálculo mental en el contexto educativo: Un análisis en la formación de profesores.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Valencia. Director: Filloy Yagüe, E.

62. GÓMEZ CHACÓN, I. M. (1997). *Procesos de aprendizaje en matemáticas con poblaciones de fracaso escolar en contextos de exclusión social. Las influencias afectivas en el conocimiento de las matemáticas.* Tesis Doctoral. Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad Complutense de Madrid. Director: de la Orden Hoz, A.

63. GÓMEZ I URGELLES, J. (1998). *Contribució a l'estudi dels processos de modelització a l'ensenyament/aprenentatge de les matemàtiques a nivell universitari.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad Autónoma de Barcelona. Director: Fortuny, J. M.

64. GONZÁLEZ HERRERO LÓPEZ, M. E. (1995). *Un análisis comparativo de los sistemas curricular, metodológico y de evaluación en el área de matemáticas entre España y los países francófonos europeos: Implicaciones para el rendimiento académico.* Tesis Doctoral. Departamento de Currículum e Investigación Educativa. Universidad de Murcia. Director: Serrano González-Tejero, J. M.

65. GONZÁLEZ MARÍ, J. L. (1995). *El campo conceptual de los números naturales relativos.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. Director: Rico, L.

66. GONZÁLEZ RAPOSO, M. S. (1981). *Factores que influyen en el aprendizaje del vocabulario matemático.* Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Director: García Hoz, V.

67. GORGORIÓ SOLA, N. (1994). *Estratègies, dificultats i errors en els aprenentatges de les habilitats espacials.* Tesis Doctoral. Departamento de Pedagogía Aplicada. Universidad Autónoma de Barcelona. Director: Fernández Arenaz, A.

68. GUILLÉN SOLER, G. (1997). *El modelo de Van Hiele aplicado a la geometría de los sólidos. Observación de procesos de aprendizaje.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Valencia. Director: Gutiérrez Rodríguez, A.

69. HERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ, J. (1997). *Sobre habilidades en la resolución de problemas aritméticos verbales, mediante el uso de dos sistemas de representación yuxtapuestos.* Tesis Doctoral. Departamento de Análisis Matemático. Universidad de La Laguna. Directores: Socas Robayna, M. M. y Nacere Hayek, C.

70. HIDALGO DÍEZ, E. (1987). *Motivación y rendimiento escolar en el área de matemáticas en octavo de E.G.B.* Tesis Doctoral. Departamento de Teoría e Historia de la Educación. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Directora: Pérez Serrano, G.

71. HUERTA PALAU, M. P. (1997). *Los niveles de Van Hiele en relación con la taxonomía SOLO y los mapas conceptuales.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Valencia. Director: Gutiérrez Rodríguez, A.

72. JAIME PASTOR, A. (1993). *Aportaciones a la interpretación y aplicación del modelo de Van Hiele: La enseñanza de las isometrías del plano. La evaluación del nivel de razonamiento.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Valencia. Director: Gutiérrez Rodríguez, A.

73. JIMÉNEZ FRÍAS, R. (1988). *Factores cognitivos en el aprendizaje de las matemáticas elementales.* Tesis Doctoral. Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento. Universidad Complutense de Madrid. Directora: Martínez Arias, R.

74. JOVER CAO DE BENOS, F. (1989). *Evaluación de las matemáticas en Bachillerato.* Tesis Doctoral. Departamento de Teoría de la Educación. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Directora: Pérez Serrano, G.

75. LAGO MARCOS, M. O. (1992). *Análisis estructural de la adquisición y desarrollo de la habilidad de contar.* Tesis Doctoral. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Universidad Complutense de Madrid. Director: Bermejo Fernández, V.

76. LLINARES CISCAR, S. (1988). *Las creencias sobre la naturaleza de las matemáticas y su enseñanza en estudiantes para profesores de Primaria: Dos estudios de casos.* Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. Director: Villar Angulo, L. M.

77. LIZCANO FERNÁNDEZ, E. (1991). *Para una arqueología de las matemáticas: El problema de los números negativos en China y Grecia.* Tesis Doctoral. Departamento de Lógica, Lingüística y Filosofía de la Ciencia. Universidad Autónoma de Madrid. Director: Ordoñez Rodríguez, F. J.

78. LLORENS FUSTER, J. L. (1994). Aplicación *del modelo de Van Hiele al concepto de Aproximación Local.* Tesis Doctoral. Departamento de Matemática Aplicada. Universidad Politécnica de Valencia. Director: Pérez Carreras, P.

79. LÓPEZ BARAJAS ZAYAS, E. (1976). *Prueba objetiva de conocimientos y aptitudes básicas para matemáticas: Segundo ciclo de Enseñanza General Básica* Tesis Doctoral. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Complutense de Madrid. Director: García Hoz, V.

80. LÓPEZ PUIG, A. (1982). *Psicología del aprendizaje de las matemáticas y fracaso escolar.* Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. Directora: Moreno Marimón, M.

81. LÓPEZ SALAS, J. L. (1988). *La geometría y la proporción en la arquitectura ovetense.* Tesis Doctoral. Departamento de Ciencias de la Educación. Universidad de Oviedo. Director: Menéndez Fernández, G.

82. LUKAS MÚGIKA, J. F. (1990). *Trebetasun eta errendimendu matematikoa testuiguru elebidunean.* Tesis Doctoral. Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación. Universidad del País Vasco. Director: Dendaluce Segurola, I.

83. MARCHENA CONSEJERO, E. (1996). *Un programa de control de estímulos y formación de conceptos en niños de educación Infantil.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz. Director: Navarro Guzmán, J. I.

84. MARÍ MOLLA, R. (1996). *Evaluación del rendimiento en matemáticas: Estudio métrico diferencial de la escala Keymath-revised.* Tesis Doctoral. Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad de Valencia. Director/Directora: Jornet Melia, J. y Villanueva Bea, P.

85. MARTÍNEZ DELGADO, A. (1994). *La resolución mental de ejercicios y problemas. Implicaciones didácticas.* Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. Director: García Jiménez, E.

86. MARTÍNEZ MONTERO, J. (1995). *Los problemas aritméticos elementales verbales de una etapa, desde el punto de vista de las categorías semánticas, en los cursos 3º, 4º y 5º de E.G.B./ Primaria.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica General, Organización Escolar y Didácticas Especiales. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Director: Medina Rivilla, A.

87. MEAVILLA SEGUÍ, V. (1998). *Algunas contribuciones al estudio de la influencia de las interacciones verbales sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje del álgebra elemental.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad Autónoma de Barcelona. Director: Fortuny, J. M.

88. MÉNDEZ VALENTÍN, L. (1996). *Análisis de los conocimientos geométricos preuniversitarios y su influencia en la formación de los alumnos de las Escuelas Técnicas.* Tesis Doctoral. Departamento de Ingeniería y Morfología del Terreno. Universidad Politécnica de Madrid. Director/Directora: Martínez Simón, J. M. y Oñate Gómez, C.

89. MIÑÁN ESPIGARES, A. (1996). *Resolución de problemas en alumnos con Necesidades Educativas Especiales.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica y Organización Escolar. Universidad de Granada. Director: Sáenz Barrios, O.

90. MIRA CASTERA, M. R. (1986). *Les matematiques a pre-escolar.* Tesis Doctoral. Departamento de Metodología y Tecnología Educativa. Universidad de Barcelona. Directora: Borrell Felip, N.

91. MONTAGNINI MAGDA, I. (1992). *Evaluación de la eficacia de un programa de perfeccionamiento de profesores para potenciar el desarrollo cognitivo de los alumnos.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica y Organización Escolar. Universidad Complutense de Madrid. Directora: Díaz Aguado Jalón, Mª. J.

92. NAVARREDONDA GOMEZ, A. B. (1996). *Neuropsicología de la discalculia evolutiva: Su asociación con dislexia y su existencia como componente del síndrome de Gerstmann del desarrollo.* Tesis Doctoral. Departamento de Psicología Básica. Universidad Complutense de Madrid. Director: Manga Rodríguez, D.

93. NAVARRO PELAYO SÁNCHEZ, V. (1994). *Estructura de los problemas combinatorios simples y del razonamiento combinatorio en alumnos de secundaria.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. Director: Díaz Godino, J.

94. NAVAS ARA, M. J. (1993). *Aplicación de la teoría de respuesta al item al campo de la medida: Creación de un banco de items para evaluar la capacidad matemática.* Tesis Doctoral. Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Directora: Barbero García, M. I.

95. NORTES CHECA, A. (1988). *El paso de las operaciones concretas a las formales: Un análisis en el dominio de las Matemáticas.* Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. Director: Serrano González Tejero, J. M.

96. NÚÑEZ DEL RIO, M. C. (1994). *Dificultades de aprendizaje en el área de matemáticas en una nuestra de deficientes mentales. Estudio experimental.* Tesis Doctoral. Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad Complutense de Madrid. Director: de la Orden Hoz, A.

97. OLIVERAS CONTRERAS, M. L. (1995). *Etnomatemáticas en trabajos de artesanía andaluza. Su integración en un modelo para la formación de profesores y en la innovación del*

currículo matemático escolar. Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. Director: Díaz Godino, J.

98. ORTIZ COMAS, A. (1997). *Razonamiento inductivo numérico. Un estudio en Educación Primaria.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. Directores: Rico, L. y González Marí, J. L.

99. ORTIZ VALLEJO, M. S. C. (1989). *La enseñanza de las matemáticas en los niveles elemental y medio. Su repercusión en la elección de carrera.* Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid. Director: Aroca Hernández-Ros, J. M.

100. PALAREA MEDINA, M. (1998). *La adquisición del lenguaje algebraico y la detección de errores comunes cometidos en álgebra por alumnos de 12 a 14 años.* Tesis doctoral. Departamento de Análisis Matemático. Universidad de La Laguna. Director: Socas Robayna, M. M.

101. PENALVA MARTÍNEZ, M. C. (1996). *Estudio sobre la comprensión del concepto de número cardinal de un conjunto infinito.* Tesis doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Valencia. Directores: Gaulin, C. y Gutiérrez Rodríguez, A.

102. PÉREZ SANTAMARINA PICÓN, E. (1997). *Evaluación de las habilidades básicas en matemáticas.* Tesis Doctoral. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Universidad de Granada. Director: Moreno Moreno, M.

103. PORTO CASTRO, A. M. (1991). *Efectos de un programa en el área de matemáticas con alumnos muy capacitados.* Departamento de Métodos y Técnicas de Investigación en Ciencias del Comportamiento y de Educación. Universidad de Santiago de Compostela. Director: Cajide Val, J.

104. PUIG ESPINOSA, L. R. (1993). *Elementos para la instrucción en resolución de problemas de matemáticas.* Tesis Doctoral. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Universidad de Valencia. Director: Rivas Martínez, F.

105. QUINTANA ALBALAT, J. (1996). *Análisis del tratamiento de la geometría en el currículum de la educación primaria. Una propuesta didáctica y un estudio de caso sobre las transformaciones geométricas.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica y Organización Educativa. Universidad de Barcelona. Director: Alsina Catalá, C.

106. RAMÍREZ DE DAMPIERRE EZQUÍROZ, F. (1978). *Aplicación de la técnica cinematográfica en la enseñanza de la geometría descriptiva.* Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Director: Fernández Huidobro, R.

107. RODRÍGUEZ LAJO, M. (1985). *Incidencia de la evaluación en el rendimiento de los universitarios en estadística aplicada.* Tesis Doctoral. Departamento de Pedagogía Experimental, Terapéutica y Orientación. Universidad de Barcelona. Directora: Bartolomé Pina, M.

108. RODRÍGUEZ MARCOS, P. (1991). *Análisis de los procesos cognitivos que conducen a la adquisición y desarrollo de la propiedad conmutativa.* Tesis Doctoral. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Universidad Complutense de Madrid. Director: Bermejo Fernández, V.

109. ROJAS GUZMÁN, G. (1991). *Un sistema tutorial inteligente aplicado a la enseñanza de la geometría.* Tesis Doctoral. Departamento de Inteligencia Artificial. Universidad Politécnica de Madrid. Director/Directora: Pascual Iglesias, M. A. y Fernández Baizán, Mª. C.

110. ROMERO ALBALADEJO, I. (1995). *La introducción del número real en Educación Secundaria.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. Director: Rico, L.

111. ROMERO MARTÍNEZ, L. (1991). *Un modelo didáctico para la adquisición del concepto de límite.* Tesis Doctoral. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Universidad de Murcia. Director: Serrano González Tejero, J. M.

112. ROSICH I SALA, N. (1995). *Els nivells de pensament geometric i resolucio de problemes geometrics amb alumnes sords i oients: implicacions pedagogiques.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Matemática. Universidad de Barcelona. Director/Directora: Núñez Espallargas, J. M. y Silvestre Bernach.

113. RUIZ HIGUERAS, L. (1993). *Concepciones de los alumnos de secundaria sobre la noción de función: Análisis epistemológico y didáctico.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. Director: Díaz Godino, J.

114. SÁENZ CASTRO, C. (1995). *Intuición y matemática en el razonamiento y aprendizaje probabilístico.* Tesis Doctoral. Departamento de Psicología Social y Metodología. Universidad Autónoma de Madrid. Director: León García, O.

115. SÁNCHEZ COBO, F. T. (1998). *Significado de la correlación y regresión para los estudiantes universitarios.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de las Matemáticas. Universidad de Granada. Directora/Director: Batanero Bernabeu, M. C. y Estepa Castro, A.

116. SÁNCHEZ GARCÍA, M. V. (1989). *Los constructos de dos estudiantes para profesores de primaria acerca de las matemáticas y su enseñanza. Influencia de las prácticas.* Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. Director: Villar Angulo, L. M.

117. SÁNCHEZ GÓMEZ, C. (1997). *Estudio estadístico sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje de la noción de límite de una función.* Tesis Doctoral. Departamento de Estadística e Investigación Operativa. Universidad de Granada. Directores: Parras Guijosa, L.; Contreras de la Fuente, A. y González Carmona, A.

118. SÁNCHEZ HUETE, J. C. (1997). *Análisis de los libros de texto de matemáticas del ciclo medio de la Educación General Básica.* Tesis Doctoral. Departamento de Métodos de Diagnóstico en Educación. Universidad Complutense de Madrid. Director: de la Orden Hoz, A.

119. SANZ LERMA, I. (1995). *La construcción del lenguaje matemático a través de los libros escolares de matemáticas. Configuraciones gráficas de datos.* Tesis Doctoral. Departamento de Lógica y Filosofía de la Ciencia. Universidad del País Vasco. Director: Echevarría Esponza, J.

120. SEGOVIA ALEX, I. (1995). *Estimación de cantidades discretas: estudio de variables y procesos.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. Directores: Rico, L. y Castro Martínez, E.

121. SERRANO ROMERO, L. (1996). *Significados institucionales y personales de objetos matemáticos ligados a la aproximación frecuencial de la enseñanza de la probabilidad.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. Directora: Batanero Bernabeu, M. C.

122. SERVAT I SUSAGNE, J. (1996). *Modelo de Van Hiele para la adquisición de los teoremas de equidescomposición, del concepto y cálculo del área de figuras geométricas.* Tesis Doctoral. Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad de Barcelona. Directores: Mateo i Andrés, J. y Núñez i Espallargas, J.

123. SIERRA VÁZQUEZ, M. (1989). *La reforma de la enseñanza de las matemáticas después de la Segunda Guerra Mundial: Aportación del Centre Belge de Pédagogie de la Mathématique (C.B.P.M.).* Tesis Doctoral. Departamento de Teoría e Historia de la Educación. Universidad de Salamanca. Director: Escolano Benito, A.

124. SILVA LABARCA, L. (1987). *Creatividad y matemática.* Tesis Doctoral. Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad Complutense de Madrid. Director: García Hoz, V.

125. SIMÓ GIL, N. (1996). *Las múltiples caras de las matemáticas escolares a través de los diferentes entornos de decisión curricular. Un estudio de caso.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica y Organización Educativa. Universidad de Barcelona. Directora/Director: Sancho Gil, J. M. y Coriat Benarroch, M.

126. SORIANO AYALA, E. (1993). *Estrategias de aprendizaje, edad de adquisición y secuenciación de los conceptos matemáticos en niños de seis a ocho años.* Tesis Doctoral. Departamento de Currículum e Investigación Educativa. Universidad de Murcia. Directora: Hernández Pina, F.

127. STEREN DOS SANTOS, B. (1996). *Interacción entre iguales y procesos de aprendizaje mediatizados por ordenador. Análisis e intervención en contexto escolar.* Tesis Doctoral. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Universidad de Barcelona. Director: Martí Sala, E.

128. TOMAS FOLCH, M. (1990). *Los problemas aritméticos en la Enseñanza Primaria. Estudio de dificultades y Propuesta Didáctica.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica y Organización Escolar. Universidad de Barcelona. Directora: Bordas Alsina, I.

129. TUREGANO MORATALLA, P. (1994). *Los conceptos en torno a la medida y el aprendizaje del cálculo infinitesimal.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Valencia. Director: Filloy Yagüe, E.

130. UÑA JUÁREZ, I. (1995). *Propuesta de una metodología docente para el concepto de determinante en matemáticas de C.O.U.* Tesis Doctoral. Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad Complutense de Madrid. Director: García Nieto, N.

131. VALLECILLOS JIMÉNEZ, A. (1992). *Estudio teórico-experimental de errores y concepciones sobre el contraste estadístico de hipótesis en estudiantes universitarios.* Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. Directores: Batanero Bernabeu, M. C. y Pérez Ocón, R.

132. VECINO RUBIO, F. (1996). *Los aspectos métricos de la representación del espacio en los primeros años de enseñanza elemental.* Tesis Doctoral. Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Directora: Jiménez Frías, R.

133. VELASCO TOSCANO, J. (1994). *Desarrollo del conocimiento meta-lógico y del razonamiento lógico. La búsqueda de contraejemplos.* Tesis Doctoral. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Director: García Madruga, J. A.

134. YABAR MADINAVEITIA, J. M. (1991). *Desenvolupament i potenciacio d'alguns conceptes geometrics mitjancant el llenguatge logo.* Tesis Doctoral. Departamento de Pedagogía y Didáctica. Universidad Autónoma de Barcelona. Director: Benedito Antoli, V.

135. ZORROZA RUESTA, J. (1998). *Resolución de problemas matemáticos: Estudio experimental de los procesos cognitivos.* Tesis Doctoral. Departamento de Personalidad. Universidad de Valencia. Director: Sánchez Cánovas J.