

METODOLOGIAS DE INVESTIGAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: A IMPORTÂNCIA DA DIVERSIDADE

JOSÉ MANUEL MATOS

Universidade Nova de Lisboa

QUINTO SIMPOSIO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE
INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA
Almería, Septiembre 2001

METODOLOGIAS DE INVESTIGAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: A IMPORTÂNCIA DA DIVERSIDADE



JOSÉ MANUEL MATOS

Universidade Nova de Lisboa

A Educação Matemática pode aspirar a possuir teorias, conceitos, leis, através dos quais se possa prever o acto educativo com o mesmo grau de precisão com que o engenheiro constroi uma ponte, ou que o físico calcula a trajectória de um satélite? Será que um dia conseguirá, seja com uma bateria de testes, seja com outros instrumentos mais ou menos sofisticados, prescrever modos de ensino adaptados a alunos específicos? Ou prever com exactidão razoável as respostas de qualquer aluno a uma situação matemática? São questões impossíveis de responder com certeza nos tempos actuais. Suspeito, no entanto, que muitos educadores matemáticos acreditam na impossibilidade efectiva de tornar o conhecimento desenvolvido pela sua área de saber da mesma natureza do de outras. A Educação Matemática, como outras áreas da Educação, partilha das características das Ciências Sociais e Humanas, e aquilo que, na nossa área, formos aceitando como certo terá sempre um carácter (alguns diriam um estigma) transitório e contextualizado porque o próprio objecto de estudo não é estático nem objectivo mas antes dinâmico e subjectivo.

Significará então que é impossível o desenvolvimento de um conhecimento fiável em Educação Matemática? Acredito que a esmagadora maioria dos educadores matemáticos responderá não a esta pergunta, escudados nos cuidados que colocaram no desenvolvimento das investigações em que participaram, nas teorizações e nas aplicações práticas conseguidas a partir dos resultados desses trabalhos e na significância das interacções sobre todos estes aspectos efectuadas com outros investigadores. A viabilidade de um conhecimento fiável em Educação Matemática é atestada pelo facto de ser possível o estabelecimento de zonas de intersubjectividade nas quais se confrontam conceitos, teorias, enquadramentos ou resultados. Um exemplo dos momentos durante os quais se desenvolvem estas zonas de subjectividades partilhadas é precisamente no decorrer de seminários de investigação.

A discussão sobre metodologias de investigação que me preocupa neste texto constitui precisamente um dos modos pelos quais a comunidade dos investigadores procura reflectir sobre formas como o conhecimento pode ser desenvolvido de um modo que o torne aceitável no seio dessa comunidade, perante outras comunidades científicas e perante a sociedade em geral. Como afirma Vallecillos¹, sendo

¹ver o seu artigo neste livro.

um método “qualquer conjunto de acções ordenadas com as quais pretendemos conseguir um resultado”, uma metodologia é “a aplicação coerente de um método”. Entendo que é a busca de critérios para tornar esta coerência aceitável entre pares que deve estar no centro da realização de debates sobre metodologias de investigação. Estes critérios são estabelecidos através de intercâmbios mais ou menos formais que vão construindo entendimentos intersubjectivamente partilhados. Será sobre essa coerência que assentará, em última análise, as bases da fiabilidade e da credibilidade do trabalho dos investigadores.

A reflexão sobre metodologias de investigação no campo de Educação Matemática, em particular, deve tomar em conta as especificidades desta área do saber. Recordo a caracterização efectuada por Hans-Georg Steiner em 1984, e que retomo aqui na versão apresentada por Juan Godino (1991), sobre as relações entre a Didáctica da Matemática e outras disciplinas e sistemas (figura 1). Neste diagrama podemos observar como a Educação Matemática se encontra rodeada por múltiplas áreas, desde a Psicologia, a Sociologia, as Ciências da Educação, e outras, terminando na própria Matemática.

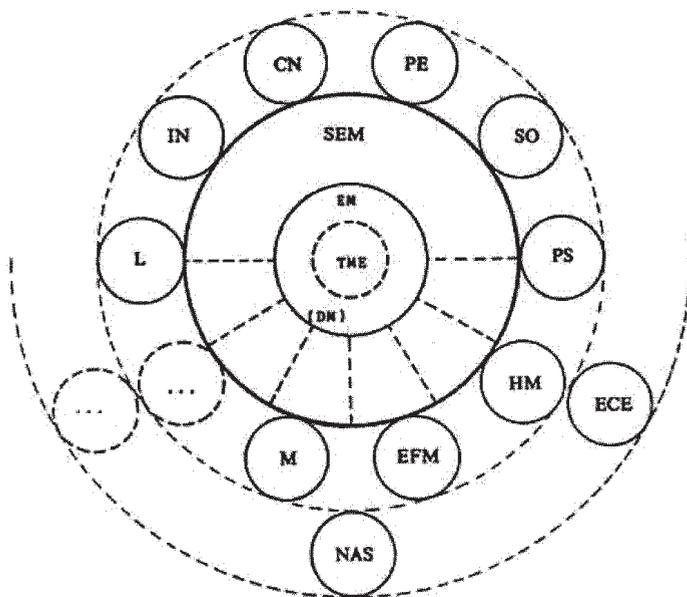


Figura 1

A Educação Matemática é uma área do saber aberta às influências de todas estas áreas e onde encontramos reflexos de quase todos os debates que se travam nos diversos campos de conhecimento. As dicotomias individual / social, processo / produto, interno / externo, objectivo / subjectivo, ou outras mais específicas de certos campos, como professor / investigador, por exemplo, estimulam múltiplas discussões entre os educadores matemáticos e são indispensáveis para que o nosso campo seja aberto, vivo, interveniente e relevante no mundo de hoje. A Educação Matemática, no entanto, não se esgota neste tecido de ideias, pois possui uma especificidade própria, aquela que lhe é dada pela sua preocupação central no estudo dos modos como se ensina e se aprende matemática.

O desenvolvimento e o uso de metodologias de investigação em Educação Matemática espelha esta dualidade de “motores de desenvolvimento”. Por um lado, reflecte uma multiplicidade de influências

provindas das metodologias predominantes noutras áreas, como as abordagens quantitativas ao gosto da maioria dos sociólogos, ou dos psicólogos anglo-saxónicos, entre outros, ou as qualitativas preferidas de antropólogos ou de correntes psicológicas europeias. Mas, derivado da natureza própria do saber matemático, não tem deixado de criar alternativas específicas. Os quatro textos que comentarei em seguida reflectem, segundo penso, precisamente estas multiplicidades e especificidades.

Comentarei os quatro textos em análise segundo dois pontos de vista. Procurarei, em primeiro lugar, fazer corresponder a cada texto um paradigma especialmente relacionado com as metodologias de investigação. Procurarei, em particular contrastar os modos como cada investigação se relaciona com as respectivas metodologias. Tratar-se-á de uma primeira leitura, que estabelecerá pontos de contacto com debates que extravasam a Educação Matemática. Usarei, em segundo lugar, uma visão internalista, procurando estabelecer correspondências com o que Alan Bishop designou de tradições de investigação em Educação Matemática. Em qualquer dos casos a minha preocupação estará centrada em fazer ressaltar as zonas em que cada abordagem é mais frutuosa, bem como identificar áreas não estudadas por nenhuma delas.

Devo, desde já, prevenir o leitor das limitações inerentes a este trabalho. A tarefa de comentar textos de uma comunidade da qual não faço parte é arriscada. Como *outsider*, poderei, eventualmente, aportar perspectivas não usuais aos educadores matemáticos espanhóis. Mas poderei igualmente entender de forma muito parcial os textos que aqui analiso. Afinal estes trabalhos devem ser compreendidos em contexto, como etapas de um percurso de linhas de investigação mais complexas, com um passado, um presente e um futuro, factores que desconheço e que apenas posso vislumbrar, mal ou bem, da leitura dos textos em análise. Significa isto que o meu trabalho poderá eventualmente valer mais pela caracterização de problemas globais e pelas interrogações que a partir daí coloca ao leitor e menos pela pertinência dos comentários a textos específicos. Se neste processo cometer incorrecções de apreciação, peço antecipadamente desculpas aos meus colegas (*compañeros*) espanhóis que tão amavelmente me receberam.

OS PARADIGMAS DAS METODOLOGIAS DE INVESTIGAÇÃO

Os quatro textos em análise estabelecem relações distintas com os paradigmas das metodologias de investigação respectivos que passarei a analisar seguindo uma ordem alfabética.

O trabalho de Luis Carlos Contreras discute a utilização de uma metodologia qualitativa de recorte interpretativo e efectua uma descrição detalhada das distintas etapas por que passa um estudo deste tipo. É de realçar o cuidado posto pelo investigador ao reflectir pormenorizadamente sobre os passos que efectuou para gerar *teoria substantiva*, como diriam Glaser e Strauss (1967). Metodologias qualitativas deste tipo têm a sua origem nas ciências sociais, em especial na Antropologia, e têm vindo a ser usadas em Educação Matemática quando se pretende obter descrições densas (*thick descriptions*) do objecto de estudo. A sua inspiração provem da fenomenologia e do interaccionismo simbólico e valoriza a descrição, a indução, a teoria fundamentada e o estudo das percepções pessoais (Bogdan e Biklen, 1999). O uso desta metodologia constitui um exemplo do modo como um quadro teórico desenvolvido num contexto externo pode ser aplicado à Educação Matemática.

O trabalho de Angel Gutiérrez tem características muito distintas. Trata-se de uma reflexão sobre o aprofundamento de uma *teoria interna*², isto é, de um corpo teórico desenvolvido por educadores matemáticos que visa uma adequação a problemas do ensino e da aprendizagem da Matemática. O cen-

² tradução do termo “home-grown theories” usado pela primeira vez no contexto da Educação Matemática por Jeremy Kilpatrick em 1981 (referido em Steiner, 1984).

tro do seu texto é a reflexão sobre os modos de desenvolver estratégias de investigação quando o educador matemático é confrontado com a insuficiência dos quadros teóricos de que dispõe, envolvendo num caso a alteração de quadros teóricos pré-existentes – a teoria de van Hiele –, e noutro – a demonstração matemática – a participação no desenvolvimento de um quadro teórico em construção que recolhe contribuições sucessivas de diversos investigadores. Este texto configura uma análise de cariz teórico com o educador matemático procurando reflectir sobre a prática investigativa dos casos apresentados e produzir teoria, desta vez *teoria formal*, seguindo Glaser e Strauss (1967).

O texto de Pilar Orús Báguena apresenta algumas semelhanças, mas também algumas diferenças, em relação ao anterior. Temos igualmente em pano de fundo os esforços de educadores matemáticos, neste caso, participantes essencialmente de influência francófona, para desenvolver enquadramentos adequados à especificidade do seu campo. Trata-se pois de uma teoria interna. Mas, enquanto que no caso anterior o nascimento das teorias citadas ocorreu num confronto com a prática lectiva (teoria de van Hiele) ou decorrendo de um processo de aperfeiçoamento conceptual que se procura adequar ao estudo de processos empíricos (demonstração), neste caso foi o confronto com teorias generalistas sobre educação que gerou a necessidade de afirmação de uma Didáctica da Matemática, que envolvesse, como afirma Chevallard (1991), não só o professor e o aluno, mas, de um modo muito particular e muito marcante, a especificidade do conhecimento matemático.

Com o último texto, da responsabilidade de Angustias Vallecillos Jiménez, regressamos de novo à utilização de paradigmas exteriores, neste caso o que se costuma designar por metodologias quantitativas, para a elucidação de fenómenos do âmbito da educação matemática. A autora reflecte sobre os cuidados a ter nas várias etapas de uma investigação deste tipo, confrontando implicitamente o paradigma de investigação quantitativo com as concepções de estudantes universitários sobre conceitos chave deste paradigma.

Caracterizarei as diferenças entre os textos comentados segundo dois vectores que condensa no quadro seguinte. O primeiro relaciona-se com a origem do paradigma de investigação referido em cada um dos textos. Como já referi, ela é interna em dois casos, embora na sua génese estejam abordagens distintas e no caso de Gutiérrez se trate da própria formulação do paradigma, e externa nos outros dois, também aqui também com uma génese muito distinta: a Antropologia e a Sociologia num caso, e a Estatística no outro. O segundo vector realça os distintos modos como cada um dos trabalhos se relaciona com os paradigmas apresentados. Quer no caso de Contreras, quer no de Valencillos, os educadores matemáticos fazem uso de um paradigma de investigação que lhes é exterior e naturalmente adoptam uma relação que caracterizaria como essencialmente instrumental. Não se procura intervir sobre os paradigmas, mas antes utilizá-los como instrumentos fiáveis para a descrição, para a interpretação, ou para a inferência, conforme o caso. Daí o cuidado enfatizado na escolha da amostra, na formulação de hipóteses e na escolha de procedimentos estatísticos adequados, no caso de Valencillos, ou na análise baseada nos significados intrínsecos ao participante e na formulação de teoria substantiva, no caso de Contreras. O sucesso das investigações está aqui decisivamente relacionado com um cuidado especial com a boa execução destas opções processuais. Orús adopta uma posição distinta, e enquadra os fenómenos observados nas compreensões possibilitadas pelo enquadramento teórico escolhido. A multiplicidade de trabalhos realizados neste paradigma garantem uma coerência que estrutura os resultados. Tal coerência é difícil exigir no caso de Gutiérrez, que se debruça sobre quadros teóricos mal definidos e ainda em construção. Daí a necessidade deste último de adoptar uma postura de questionamento e problematização das teorias objecto do seu estudo.

	ORIGEM DO PARADIGMA	RELAÇÃO COM O PARADIGMA
Luis Carlos Contreras	Antropologia e Sociologia	Instrumental
Angel Gutiérrez	Teoria interna Paradigma em construção	Problematização e questionamento
Pilar Orús Báguena	Teoria interna	Adaptação, confirmação
Angustias Vallecillos Jiménez	Estatística	Instrumental

Estes textos espelham de uma forma abrangente as diversas situações que os educadores matemáticos enfrentam ao efectuar investigações: desde trabalhos que se baseiam em quadros teóricos estáveis até os que pretendem contribuir para a formulação dos próprios quadros teóricos. Vimos também como são estabelecidos pontos de contacto entre a Educação Matemática e diversas áreas de saber. Nas quatro investigações em análise é possível observar que esta multiplicidade de influências se reflecte, não apenas nos pontos de vista a partir do qual o fenómeno educativo é observado e interpretado, mas também modelam de forma decisiva as características dos trabalhos de investigação. Se a utilização consistente de um quadro teórico permite obter compreensões ou explicações coerentes, a utilização de diferentes quadros teóricos permite completar a compreensão dos fenómenos. Fica, no entanto, por encontrar os modos pelos quais o campo dos educadores matemáticos pode integrar contribuições cujos fundamentos apresentam um tal grau de diversidade. Fica mesmo a dúvida se, a exemplo de muitas outras áreas de saber, o nosso campo não caminhará para uma especialização cada vez maior, propiciadora de compreensões específicas de grande recorte técnico, mas incapaz de gerar entendimentos abrangentes. Talvez este caminho seja uma inevitabilidade, exigindo, por seu lado, uma atitude integradora de saberes dos educadores matemáticos.

TRADIÇÕES DE INVESTIGAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Alan Bishop, num texto de 1992 retomado em 1997, chama a atenção para uma outra dimensão segundo a qual se podem perspectivar os trabalhos de investigação em Educação Matemática e que designa de *Tradições de investigação*. Segundo ele, “uma tradição de investigação é muito diferente de um paradigma de investigação. Não escolhemos uma tradição de investigação como poderíamos escolher um paradigma de investigação. É-se parte dela como resultado do processo de ensino³, da educação, da base cultural e da formação em investigação” (1992, p. 712). Bishop (1992) aplica este construto pela primeira vez à caracterização das diferentes tradições de investigação presentes no primeiro congresso internacional de educadores matemáticos, ICME 1, que decorreu em 1969 em Lyons, França, e mais

³“upbringing” no original.

tarde como pano de fundo para uma reflexão sobre a relação entre a investigação em Educação Matemática e a prática educativa (1997). Decidi usar heurísticamente o conceito de tradição de investigação para observar de um ponto de vista distinto os quatro textos em discussão, dado o carácter fluido e impreciso destas tradições, mas simultaneamente muito mais tenaz e persistente do que as construções racionais associadas aos paradigmas de investigação que referi na secção anterior.

Bishop (1992) propõe que se manifestaram três tradições de investigação no ICME 1. A primeira, que denominou de *tradição pedagógica*, foi representada pelas intervenções de Emma Castelnuovo, Max Beberman e valorizavam o papel do professor reflexivo sobre a sua prática. De um modo geral, estas intervenções procuravam divulgar o saber exemplar de alguns práticos e dos seus métodos de ensino. A segunda, a *tradição do cientista empírico*, personificada por Ed Begle, enfatizava os métodos pelos quais a investigação é levada à prática, propondo a adopção de processos semelhantes aos usados nas ciências físicas e naturais, tornando a Educação Matemática numa ciência empírica. A terceira e última tradição, a *tradição do filósofo escolástico*, seguida por Willy Servais e Hans-Georg Steiner, baseava-se na análise, na teorização racional e no criticismo, sendo o mundo escolar visto como uma manifestação imperfeita de uma situação educativa teórica. A força desta tradição repousa no modo rigoroso como as suas posições teóricas são argumentadas. O quadro seguinte resume as diferenças entre estas tradições salientadas por Bishop (p. 713) segundo três componentes: o propósito da inquirição, a função da evidência e a função da teoria.

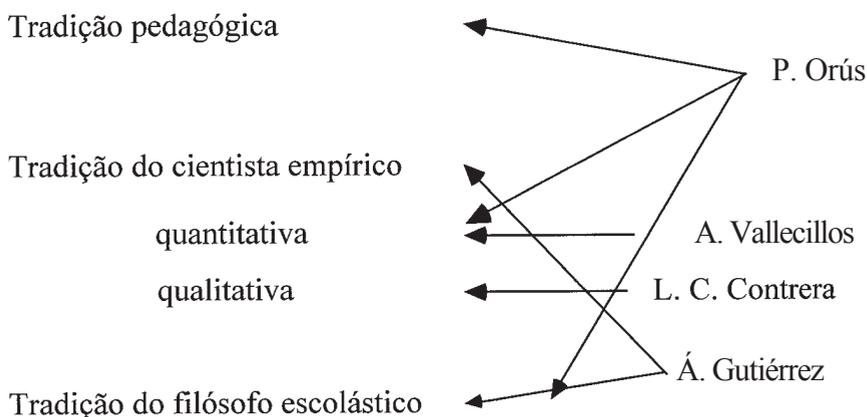
Tradição	Propósito da inquirição	Função da evidência	Função da teoria
Tradição pedagógica	Melhoramento directo do ensino	Fornecer comportamentos de alunos selectivos e exemplares	Saber acumulado e partilhado de professores peritos
Tradição do cientista empírico	Explicação da realidade educativa	Dados objectivos, oferecendo factos a serem explicados	Explicativa, testada em confronto com os dados
Tradição do filósofo escolástico	Estabelecer uma posição teórica rigorosamente argumentada	Supostamente conhecida ou a ser desenvolvida	Situação idealizada para a qual a realidade educativa deverá tender

Penso que cada uma destas tradições possui preocupações que se revelam centrais e que, de certo modo, se destacam numa visão de conjunto. Na tradição pedagógica o centro está na *intervenção* exemplar sobre o processo educativo. Na tradição do cientista empírico o centro está no *rigor metodológico* como forma de obter conhecimento seguro, fiável e reproduzível. Por último, na do filósofo escolástico, o centro está na *ideologia*.

Desde 1969 verificaram-se naturalmente mudanças que alteram o quadro anterior. A primeira mudança que destaco é a incorporação de metodologias de investigação-acção, com consequências em especial para a tradição pedagógica. Segundo esta metodologia, continua-se a procurar uma alteração dos processos de ensino, já não através da disseminação de abordagens exemplares, como o fazia aquela tradição, mas antes através da reflexão e acção sobre a prática por parte de professores procurando intencionalmente alterar essa mesma prática. A segunda mudança ocorre no seio da tradição do cientista empírico onde assistimos a um cisma que caracterizo simplisiticamente como a separação entre abordagens quantitativa e qualitativa, separação essa, que é bem mais do que uma distinção entre o numérico e o descritivo, centrando-se sobretudo sobre distintas opções filosóficas e éticas. Uma terceira mudança é o aparecimento recente de uma perspectiva crítica perante o acto educativo que vem problematizar as intenções dos trabalhos produzidos segundo a tradição pedagógica, mas questiona sobretudo a tradição do filósofo escolástico.

Tentarei seguidamente posicionar os quatro trabalhos em análise em relação com as três tradições. Tal como Bishop afirma (1997), a maior parte dos trabalhos de investigação actuais raramente podem ser enquadrados numa determinada tradição e normalmente podem ser detectados indícios de influências múltiplas. O mesmo acontece no caso presente, como veremos. Já anteriormente alertei o leitor para a falibilidade inerente à caracterização que tenho vindo a empreender, mas não me parece excessivo reforçar de novo o aviso. O exercício a que me estou a propôr é pessoal, tem sobretudo um valor heurístico, um método para encontrar linhas de força gerais, e, pelas razões que já expus, não pretende (não pode sequer pretender) esboçar uma análise profunda de cada texto.

Dos quatro trabalhos, dois posicionam-se claramente. O texto de Luis Carlos Contreras e o de Angustias Vallecillos situam-se na tradição do cientista empírico, embora em posturas opostas, o primeiro subscrevendo uma vertente qualitativa e a segunda uma quantitativa. Os outros dois trabalhos incorporam fortes preocupações de carácter teórico seguindo uma tradição do filósofo escolástico. No caso de Ángel Gutiérrez trata-se de problematizar modos de teorização, e no de Pilar Orús procura-se contribuir para um corpo teórico bem estabelecido. Mas os dois trabalhos manifestam também uma forte ligação a uma base empírica, estabelecendo assim, simultaneamente, uma relação com a tradição do cientista empírico. Este último trabalho é ainda influenciado por uma preocupação com o desenvolvimento de processos de ensino inovadores na linha da tradição pedagógica. As relações que esbocei entre os quatro trabalhos e as três tradições está sintetizada na figura seguinte.



EM CONCLUSÃO

Os trabalhos aqui apresentados mostram-nos a Educação Matemática como um campo de conhecimento aberto, quer no sentido em que incorpora saberes exteriores como modo de construir um saber adequado ao seu objecto de estudo (Contreras e Valencillos), quer enquanto área em evolução, na qual se procura consolidar enquadramentos já adquiridos (Orúz) ou caminhar em direcções novas (Gutiérrez).

Ficaram, no entanto, zonas que não foram discutidas. A primeira que destaco é uma problematização sobre a relação dos investigadores com os outros interessados no acto educativo: os alunos, os professores e os pais, em primeiro lugar, mas também o resto da comunidade científica e mesmo a sociedade no seu conjunto, pois o conhecimento científico é hoje interpelado por uma sociedade mais exigente. Ficou, em segundo lugar, por apresentar um outro trabalho que problematizasse sobre os modos como podemos (ou não) fazer face a uma diversidade de paradigmas e tradições distintos ou mesmo contraditórios. Será possível estabelecer uma racionalidade no nosso campo? Será sequer viável a busca de zonas de intersubjectividade que nos permitam formular entendimentos parcelares? E no caso particular das metodologias de investigação será possível desenvolver critérios consensuais? Estou em crer que sim, e que, tal como em outras áreas de saber, será possível construir ilhas de racionalidade partilhada que, embora admitindo perspectivas mais ou menos radicalmente distintas, estimulem o desenvolvimento de “conhecimento fiável em Educação Matemática” com que inicie este comentário.

REFERÊNCIAS

- Bishop, A. J. (1992). International perspectives on research in mathematics education. Em D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 710-723). Nova Iorque: Maxwell Macmillan.
- Bishop, A. J. (1997). Research, effectiveness, and the practitioners' world. Em A. Sierpiska e J. Kilpatrick (Ed.), *Mathematics Education as a research domain: A search for identity* (Vol. 1, pp. 33-45). Dordrecht: Kluwer.
- Bogdan, R. C. e Biklen, S. K. (1999). *Investigação qualitativa em educação. Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Chevallard, Y. (1991). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné* (2ª ed.). Paris: La Pensée Sauvage.
- Glaser, B. G., e Strauss, A. L. (1967). *The discovery of Grounded Theory. Strategies for Qualitative Research*. Nova Iorque: Aldine Publishing Company.
- Godino, J. D. (1991). Hacia una teoría de la Didáctica de la Matemática. Em A. Gutiérrez Rodríguez (Ed.), *Área de conocimiento. Didáctica de la Matemática* (pp. 105-148). Madrid: Síntesis.
- Steiner, H.-G. (1984). Theory of Mathematics Education (TME). Em H.-G. Steiner e outros (Ed.), *Theory of Mathematics Education (TME)*. (pp. 16-32). Bielefeld: Institut für Didaktik der Mathematik der Universität Bielefeld.