

As discussões paralelas no ambiente de aprendizagem modelagem matemática¹

Jonei Cerqueira Barbosa

RESUMO

Neste artigo, focalizo aquelas discussões dos alunos as quais não possuem um papel claro na construção de modelos matemáticos. Usando dados qualitativos de uma situação de sala de aula, proponho a noção de discussões paralelas de modo que passo a identificá-las e analisá-las. A seguir, delinheiro argumentos sobre as potencialidades dessas discussões para produzir investigações matemáticas ou reflexões sobre a vida em sociedade.

Palavras-chave: Modelagem matemática. Alunos. Práticas.

The parallel discussions in the mathematical modeling learning environment

ABSTRACT

In this paper, I put attention on those students' discussions that don't play a clear role in constructing mathematical models. Using qualitative data from a classroom situation, I propose the notion of parallel discussions to term them and analyze their nature. Arguments are underlined about the potentiality of these discussions to produce mathematical investigations or discussions about aspects of life in society.

Keywords: Mathematical Modelling. Students. Practices.

MODELAGEM MATEMÁTICA E A PRÁTICA DOS ALUNOS

Introdução

O debate sobre modelagem matemática tem crescido na Educação Matemática em muitos países, o que tem gerado uma importante agenda de pesquisa, como aquela discutida em Barbosa, Caldeira e Araújo (2007) e Blum et al. (2007). Um dos atuais

Jonei Cerqueira Barbosa é professor do Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), onde coordena o Núcleo de Pesquisas em Modelagem Matemática (NUPEMM), e do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da UFBA/UEFS.

Endereço para correspondência: BR 116, Km 03, Feira de Santana/BA. CEP 44031-460. Home: www.uefs.br/nupemm. E-mail: joneicb@uol.com.br

¹ Uma versão anterior deste texto foi apresentada no *5th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, Chipre, 2007.

Acta Scientiae	Canoas	v. 10	n.1	p. 47-58	jan./jun. 2008
----------------	--------	-------	-----	----------	----------------

focos é a prática dos alunos quando eles fazem modelagem matemática (para evitar repetições, a partir deste ponto, por vezes, usarei apenas o nome modelagem). Antes de desenvolver o foco deste artigo, discutirei a perspectiva adotada aqui, para que o leitor possa entender como esta influenciou as outras partes do estudo.

Uma perspectiva de modelagem

De modo geral, pode-se dizer que modelagem refere-se ao uso da matemática para abordar situações “reais” (BIEMBENGUT; HEIN, 2005). Entretanto, como sustentado em Barbosa (2006, 2007b), o debate no campo da Educação Matemática requer uma definição que apreenda as especificidades desta prática no contexto da sala de aula. Assim, defino modelagem como um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a questionar ou investigar situações com referência na realidade por meio da Matemática (BARBOSA, 2007b). Para uma atividade ser definida ou não como modelagem, é necessário que ela seja um problema para os alunos, ou seja, eles não devem ter estratégias prontas “às mãos”, e ela tenha referência na realidade (ou seja, extraída do dia-a-dia ou de outras ciências).

Toda representação matemática da situação, por escrito, é chamada de modelo matemático. Esta noção é propositalmente ampla e inclusiva, agendando a intenção de capturar as diferentes formas que os alunos representam uma determinada situação, independente de sua capacidade de descrição, generalização e prescrição. Sant’Ana (2007), por exemplo, exemplifica diferentes modelos matemáticos produzidos pelos alunos, como tabela, equação e gráficos, com diferentes potencialidades de descrição e previsão. Porém, também, podemos também reconhecer como modelo matemático qualquer outro tipo registro matemático escrito que se refira à situação-problema, como as operações matemáticas básicas.

Modelagem na escola pode ter diferentes características, de acordo os objetivos emprestados a ela. Recentemente, Kaiser e Sriramam (2006) caracterizaram diversas perspectivas no campo. Para não fugir do foco do artigo, irei me deter, a seguir, somente a listar os diferentes focos: aquelas perspectivas que focam no desenvolvimento de habilidades de modelagem, aquelas que enfatizam a aprendizagem de conceitos matemáticos e aquela que vê a modelagem como uma oportunidade para se refletir sobre o papel da matemática na sociedade. Embora não seja o objetivo aqui discuti-las, sublinho o fato de que diferentes perspectivas sobre modelagem geram diferentes agendas de pesquisa.

Dentre as perspectivas observadas por Kaiser e Sriramam (2006), cito a sócio-crítica, caracterizada em Barbosa (2003, 2006), a qual enfoca a modelagem como uma oportunidade para os alunos discutirem o papel da Matemática na sociedade e a natureza dos modelos matemáticos. O desenvolvimento de competências, ou a aprendizagem de procedimentos e conceitos matemáticos, visto em outras perspectivas como propósitos primários, é considerado na perspectiva sócio-crítica como meio para gerar a discussão sobre o papel que os modelos matemáticos podem ter na sociedade.

Esta argumentação acerca da perspectiva sócio-crítica é baseada sobre o reconhecimento de que os modelos matemáticos são usados na sociedade como instrumentos de poder (BORBA; SKOVSMOSE, 1997; JABLONKA; GELLERT, 2007; SKOVSMOSE, 1994). Uma implicação direta disto é a recomendação de que os alunos “leiam” os modelos matemáticos criticamente, analisando como os resultados matemáticos dependem do lugar de onde eles são produzidos e como estes últimos são usados (Por quem são produzidos? Que resultados geram na sociedade? A quem beneficia? A quem prejudica? Etc.).

A prática dos alunos no ambiente de modelagem matemática

Muitos estudos sobre a prática dos alunos no ambiente de modelagem têm focado sobre a análise das competências e habilidades para modelar situações-problema (HAINES; COUCH, 2005; HENNING; KEUNE, 2005), colocando alguma ênfase na aproximação da prática dos alunos à dos modeladores profissionais. Outros estudos, como visto em Zbiek e Conner (2006), têm analisado a prática dos alunos em termos das oportunidades para o desenvolvimento conceitual e procedimental em matemática. Neste artigo, adoto um outro ponto de vista, tentando extrair implicações a partir da perspectiva sócio-cultural para analisar a prática dos alunos.

Não irei me estender sobre a noção de prática. Nesse momento, eu a definirei simplesmente como ações desenvolvidas pelos indivíduos, cujos sentidos são achados no contexto no qual elas são produzidas. A hipótese fundamental adotada está no reconhecimento de que as ações humanas são vinculadas/ligadas aos contextos históricos, institucionais culturais (LERMAN, 2001; WERTSCH, 1993, 1998). Segundo Wertsch (1993), a abordagem sócio-cultural para a mente inicia-se com o pressuposto de que a ação é mediada, e que ela não tem como ser separada do ambiente no qual é realizada.

A compreensão das ações em um ambiente específico, como o de modelagem, não está apenas na relação que alunos estabelecem com o objeto, nesse caso, a situação-problema, mas nas suas condições externas. Não é possível dissociar a ação das formas de mediação usadas, tais como a linguagem. Segundo Wertsch (1993, p.12), “as relações entre ação e meios de mediação são tão fundamentais que é mais apropriado, quando referindo-se aos agentes envolvidos, falar em “indivíduo(s)-agindo-com-meios-de-mediação” do que falar simplesmente em indivíduo(s)”.

Por conseguinte, o autor argumenta que a ação humana emprega meios de mediação, de modo que a separação entre o indivíduo e o meio de mediação é somente analítica. Baseado em Vygotsky and Bakhtin, Wertsch (1993, 1998) coloca ênfase sobre as práticas comunicativas, entendendo elas como dados primários para a ação humana. Na Educação Matemática, Lerman (2001), entre outros, tem realizado vários estudos com base nessa idéia. O autor elege a instância discursiva como foco de seu programa de pesquisa. Discurso refere-se a todos os tipos de linguagem, incluindo gestos, signos, artefatos, mímicas, etc. (LERMAN, 2001). Para ele, a análise de práticas

discursivas é central, porque os significados antecedem-nos e nós somos constituídos através da linguagem e das práticas associadas aos vários contextos em que participamos. Assim, o entendimento das ações dos alunos em um ambiente de modelagem pode ser analisado em termos discursivos.

As discussões dos alunos

Como uma das implicações da perspectiva delineada acima, irei considerar, neste artigo, a prática dos alunos em modelagem como discursiva. Anteriormente, ao focalizar as interações verbais em um ambiente de modelagem, propus a noção de espaços de interação como unidade de análise (BARBOSA, 2007a). Um espaço de interação é todo encontro professor(s)-aluno(s) ou aluno(s)-aluno(s) com o propósito de discutir uma tarefa de modelagem (ou outra qualquer).

Assim, uma vez que estou considerando o discurso como objeto, o interesse recai sobre as interações verbais entre os alunos ou entre estes e o professor. A progressão de discursos produzida pelos alunos e o professor com o intuito de produzir um modelo matemático será chamada, aqui, de rotas de modelagem (BARBOSA, 2007b). Observemos que a noção de rotas de modelagem não comporta qualquer discurso produzido, mas aqueles que possuem um claro papel no propósito de construir uma representação matemática para a situação-problema em estudo. Também, este entendimento se afasta da definição proposta por Borromeo Ferri (2006), pois esta autora toma este conceito em termos dos caminhos percorridos pelos alunos nos níveis internos e externos. Para os propósitos do *framework* que tenho desenvolvido (BARBOSA, 2007b), o foco é mais sobre as práticas discursivas como objeto de análise em si, em vez de tomá-las como evidências para inferir o que ocorre no nível interno (se é que podemos postular sua existência).

Este enquadramento teórico sobre as práticas dos alunos no ambiente de modelagem gera uma larga agenda de pesquisa. Em estudos prévios (BARBOSA, 2006, 2007b), inspirado em Skovsmose (1990), propus as noções de discussões matemáticas, discussões técnicas e discussões reflexivas como parte das rotas de modelagem, definindo-as nos seguintes termos:

- as discussões matemáticas referem-se a conceitos e procedimentos da disciplina matemática pura;
- as discussões técnicas referem-se à translação do fenômeno eleito para estudar em termos matemáticos;
- e as discussões reflexivas referem-se à natureza dos modelos matemáticos e a influência de critérios usados em seus resultados.

Estas definições dirigem nosso olhar para o conteúdo das discussões dos alunos e professores quando envolvidos em modelagem. Porém, isto não significa que estas discussões possuem fronteiras claras. No nível empírico, é possível identificarmos intersecções e superposições. Sua utilidade, entretanto, repousa sobre sua potencialidade de descrição (e estruturação) das práticas discursivas no ambiente de modelagem. Utilizando-as como instrumento de análise, somos capazes de identificar as variações de conteúdo na rotas de modelagem.

De acordo com o propósito do professor e o contexto escolar, é possível que uma dessas discussões seja mais enfatizadas. No caso específico da perspectiva sócio-crítica, busca-se que os alunos não se restrinjam às discussões matemáticas e técnicas, mas desenvolvam as reflexivas, porque elas constituem uma oportunidade para refletir sobre a natureza e o papel dos modelos matemáticos na sociedade.

A consideração das discussões matemáticas, técnicas e reflexivas não exaure as práticas discursivas no ambiente de modelagem, já que outras discussões podem aparecer e podem não se enquadrar, exatamente, em nenhum desses casos. Assim, neste artigo, **considero um exemplo de sala de aula para analisar a natureza dessas outras discussões dos alunos, ou seja, aquelas que não são matemáticas, nem técnicas, nem reflexivas.** Com isso, espero avançar a teorização da prática de modelagem no contexto escolar, bem como gerar mais subsídios para professores acompanharem as ações dos alunos.

Metodologia e contexto

Este estudo segue a tradição denominada por Guba and Lincoln (1994) como construtivista, a qual vê a realidade como resultado de uma multiplicidade de perspectivas, implicando em retorno às atividades subjetivas para construir um entendimento do mundo real. O estudo tem natureza qualitativa, buscando dar sentido à interpretação do fenômeno em termos dos significados que as pessoas dão para ele, tendo as palavras como dados (GUBA; LINCOLN, 1994).

Os dados foram coletados por meio da observação, que consiste em colecionar impressões do mundo ao redor por meio de faculdades humanas (AGROSINO, PEREZ, 2000). Um grupo de alunos desenvolvendo atividades de modelagem foi gravado por um dos membros de nosso grupo de pesquisa, o NUPEMM, na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

O contexto foi um curso de professores em formação, em maio de 2006, na cidade de Feira de Santana, ministrado pela professora Andréia Maria Pereira de Oliveira, que também integra o nosso grupo de pesquisa. Os alunos são professores com experiência docente, mas sem titulação acadêmica naquele momento, que retornaram para a Universidade para obterem essa titulação através de uma Licenciatura especial financiada pelo Governo do Estado da Bahia.

Na ocasião da coleta de dados, a Prefeitura de Feira de Santana tinha autorizado um aumento no valor da passagem do transporte coletivo de R\$ 1,40 para R\$ 1,50, o qual provocou uma grande indignação na cidade, com repercussão na imprensa e protestos públicos. Aproveitando o debate na sociedade sobre o assunto, a professora pediu aos alunos que avaliassem o impacto do aumento da passagem nos gastos mensais de uma família.

No primeiro momento, a professora distribuiu uma cópia de um artigo de jornal sobre o aumento do valor da passagem, o qual foi lido e discutido por todos. Na seqüência, os alunos foram organizados em grupos, tendo como tarefa encontrar uma solução para o problema. Nesse artigo, considerarei a gravação do grupo composto por Lia, Selma e Maria.

A análise dos dados foi inspirada na *grounded theory* (CHARMAZ, 2006), da qual usei principalmente seus procedimentos para codificação. A gravação foi transcrita e codificada linha por linha, tentando identificar os trechos que referem-se às discussões matemáticas, técnicas, reflexivas e aquelas que não se enquadram em nenhuma dessas. A seguir, estas últimas receberam códigos, os quais foram agrupados em categorias descritivas mais gerais. Após isso, os resultados foram confrontados com a literatura, gerando entendimentos teóricos para o propósito deste artigo. As interpretações foram discutidas no nosso grupo de pesquisa, o NUPEMM, e num evento internacional, o *5th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, o que permitiu posteriores refinamentos na análise.

APRESENTAÇÃO DOS DADOS

O grupo de alunos formados por Lia, Selma e Maria, imediatamente, decidiu pesquisar a solução para o problema proposto pela professora. Por delimitação de espaço, apresentarei dois trechos representativos dos dados. Neles, é possível identificar passagens que podem ser enquadradas nas definições de discussões matemáticas [M] e discussões técnicas [T]. Contudo existem outras passagens que não se referem a nenhuma destas, as quais indiquei como [?].

[T] Lila: O que realmente queremos saber? Temos que descobrir as despesas mensais. Quatro semanas e meia!

[T] Selma: Uma família que ganha um salário mínimo ou que participe, pelo menos, com 3 ou 4 salários mínimos.

[?] Maria: A realidade é realmente difícil!

[?] Lila: Por isso que as crianças têm que estudar em escolas próximas. Não é possível pagar transporte. Elas vão andando.

Maria diz alguma coisa a Selma que não é possível entender.

- [M] Selma: Encontramos 1,50 vezes 6. O resultado é 9,00.
- [T] Maria: A semana tem 5 dias: segunda, terça, quarta, quinta e sexta.
- [T] Selma: Em um mês, existe cerca de 18 ou 20 dias escolares.

A professora aproxima-se do grupo

- [T] Professora: Vocês estão considerando o valor da passagem do ônibus inteira ou metade [Na cidade, os estudantes pagam metade do valor da passagem do transporte coletivo.]
- [T] Selma: Consideramos a metade do preço.
- [M] Maria: Metade de 18 vezes 4.
- [?] Selma: O que acontece é que o trabalhador paga 6%. A lei do transporte é assim: o trabalhador paga 6% e o empregador, 94%
- [?] Maria: É o programa do vale transporte.
- [?] Lila: Não é possível, é muito gasto!
- [T] Selma: 85,5? Isto está errado!

Neste episódio, é possível observar que a enunciação indicada por [?] refere-se à percepção dos alunos sobre o contexto social mais amplo de onde a situação-problema foi extraída. Eles falaram sobre o alto preço do transporte público para as pessoas pobres que recebem um salário mínimo. Eles lembraram do programa do vale transporte, no qual empregados recebem vale-transportes.

Os alunos não pareceram considerar que estas informações eram úteis para a solução do problema, pois elas não interferiram claramente nas estratégias do grupo. Se, da progressão de falas acima, apagássemos aquelas identificadas como [?], a discussão continuaria compreensível.

O trecho sugere que as discussões definidas como [?] funcionam/ocorrem paralelamente àquelas chamadas de [M] e [T], já que as primeiras não integraram a construção da representação matemática. Contudo, elas estão lidando com temas da realidade exterior à escola, a vida em sociedade e, especificamente, a possibilidade de acesso ao transporte público pela população. Estas discussões não se enquadram na definição de discussões reflexivas, porque elas não abordam a relação entre o modelo matemático e os critérios utilizados na sua construção. Entretanto, penso que, do ponto de vista sócio-cultural, estas discussões, as quais foram codificadas no episódio como [?], representam reflexões sobre a realidade social. Elas acabam por trazer para as aulas de matemática um debate sobre problemas críticos na sociedade.

Mais adiante, quando o professor retornou ao grupo, outro tipo de discussão parece não se enquadrar em [M], [T] ou [R], mas possui um conteúdo diferente da mencionada no trecho acima como [?]

- [T] Professora: Quais variáveis podemos considerar no problema? O que ocorre quando o salário aumenta? O que irá ocorrer? Podemos discutir isso?
- [T] Selma: Está diminuindo, se a pessoa recebe muitos salários.
- [?] Maria: Eles são inversamente proporcionais. Então, vamos lá!
- [T] Selma: Você quer que nós façamos em relação ao salário?
- Professora: Como vocês quiserem.

Na seqüência, a fala de Maria não foi considerada e não influenciou em nada as falas posteriores.

Neste trecho, os alunos estão discutindo com o professor as variáveis escolhidas para o problema. A fala de Maria, caracterizando a relação entre os gastos com transporte público e os salários como inversamente proporcionais, não foi considerada por suas colegas. Neste caso, ela caracterizou um certo tipo de variação de grandezas como inversamente proporcionais. Parece-me possível inferir que ela estava realizando uma associação com tópicos matemáticos estudados previamente. Entretanto, sua fala não foi considerada no grupo para abordar a situação-problema. Elas não discutiram a plausibilidade de utilizá-la, ou seja, não influenciou claramente a construção do modelo matemático.

Entretanto, retomando o trecho acima, a fala de Maria parece ter sido numa boa oportunidade para gerar *discussões sobre matemática* (não estou dizendo *discussões matemáticas*, ver definição desta última). Questões como “Por quê?”, “O que são grandezas inversamente proporcionais?”, etc. poderiam ter realizadas e gerar boas discussões. Neste caso, um outro ambiente de aprendizagem poderia ter sido gerado a partir do de modelagem, como atividades de investigação matemática explorando noções de proporcionalidade. Ou ainda, os ambientes de modelagem e investigações matemáticas poderiam ser desenvolvidos simultaneamente. Enfim, a meu ver, o que este trecho sugere é que outros ambientes de aprendizagem podem ser gerados a partir do de modelagem.

DISCUSSÃO

A análise dos trechos acima identifica novos elementos para caracterizar as práticas dos alunos no ambiente de modelagem. Como sugerido anteriormente, as rotas de modelagem representam uma progressão de discursos produzidos pelos alunos e pelo professor com o claro propósito de produzir um modelo matemático. Elas podem ser compostas por discussões matemáticas, técnicas e reflexivas, como explicitado em Barbosa (2007).

Contudo, como ilustrado anteriormente, muitas falas não se enquadram nestas categorias. Este é o caso daquelas marcadas como [?] nos trechos acima analisados.

Os alunos produziram falas paralelas sobre as condições de acesso ao transporte público da população. Em outro momento, Maria produziu uma fala sobre matemática quando ela se referiu aos valores inversamente proporcionais. Estas falas não alteraram as estratégias das alunas para abordarem a situação-problema, nem parecem ter alterado as rotas de modelagem. Neste caso analisado, elas foram, de certo modo, “invisíveis”, visto que foram produzidas e ouvidas, mas não tomadas em consideração.

Visto que as falas identificadas como [?] ocorrem paralelamente às rotas de modelagem, chamarei elas de discussões paralelas. **Elas se referem àquelas que ocorrem nos espaços de interações, mas não pertencem às rotas de modelagem.** Com isto, quero defini-las como aquelas discussões que não possuem um claro papel na construção do modelo matemático.

Os dados sugerem que uma fala será enquadrada nas rotas de modelagem ou nas discussões paralelas, dependendo do uso que os alunos e os professores fizerem dela. Se a fala de Maria sobre valores inversamente proporcionais fosse utilizada, de algum modo, na discussão sobre a construção do modelo matemático, elas não seriam classificadas como discussões paralelas, mas como parte das rotas de modelagem. Portanto, somente após produzida, temos como enquadrar o tipo de discussão.

A análise dos trechos sugerem que as discussões paralelas podem se referir a vários domínios. O primeiro caso, refere-se ao contexto do problema, exemplificado nos dados com as falas sobre o acesso da população ao transporte público. Nesta direção, atividades de modelagem podem gerar algumas reflexões sobre a situação social. Não devemos confundir este tipo de discussão com as reflexivas, pois esta última, em particular, agenda a influência dos critérios nos resultados matemáticos e como estes podem ser usados na sociedade para sustentar posições e tomada de decisões. O tipo de discussão paralela citada neste parágrafo refere-se a uma tipo de reflexão mais desatada da construção do modelo matemático.

Por outro lado, como exemplificado nos dados, as discussões paralelas podem se referir a objetos matemáticos. Nesse caso, a sua legitimidade está baseada no contexto da prática dos alunos. Se eles estão numa aula de matemática, falar sobre matemática é relevante, mesmo que não contribua claramente na construção do modelo matemático. No caso acima, as alunas produziram falas sobre a possibilidade dos dados serem inversamente proporcionais, mas não chegaram a discutir se isto poderia ser usada na produção do modelo matemático. Este tipo de discussão mostra como o ambiente de modelagem pode gerar problemas de matemática pura (SKOVSMOSE, 2000).

A emergência das discussões paralelas tem relação com o contexto social e cultural. Visto que a escola e os alunos pertencem a contextos sociais amplos, discussões podem ocorrer sobre o contexto mais amplo de onde a situação-problema foi retirada. Por outro lado, o alunos podem conectar experiências matemáticas prévias do contexto escolar com o desenvolvimento de uma atividade de modelagem. Em ambos os casos, estas ações são legitimadas pelo contexto (LERMAN, 2001; WERTSCH, 1993, 1998).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Propondo a noção de discussões paralelas para denotar falas que não têm um claro papel na construção do modelo matemático, quero focalizar um tipo de discussão que pode ocorrer no ambiente de modelagem. Com ela, espero oferecer mais um conceito para caracterizar as práticas discursivas neste (BARBOSA, 2007b).

Este tipo de discussão pode ser encontrado em diversos outros relatórios publicados na literatura, como em Caldeira (2007), Jacobini e Wodewotzki (2005) e Santos e Bisognin (2007), entre outros. Entretanto, eles não tinham sido ainda conceituados e distinguidos de outros tipos de discussões.

Entretanto, parece-me abusivo pensar que as discussões paralelas não influenciam, em alguma medida, o modo como os alunos concebem a situação-problema, o que não significa influenciar as estratégias e, portanto, as discussões sobre como produzir o modelo matemático. Assim, o termo “paralela” para este tipo de discussão não significa disjunção em relação às rotas de modelagem, mas apenas define um tipo de discussão a qual é diferente delas.

Parece-nos que o principal *insight* oferecido pela noção de discussões paralelas é a possibilidade de geração de outros ambientes de aprendizagem (como investigações matemáticas) e a produção de discussões mais amplas sobre temas da sociedade ou das ciências. Uma das conseqüências imediatas é que os professores podem ter mais atenção sobre estas falas produzidas pelos alunos, pois elas podem oferecer subsídios para tal propósito.

O conceito de discussões paralelas gera novas questões para agenda de pesquisa no campo científico. Quais são as condições para a sua produção? Por que elas não são consideradas pelo grupo? Que outros tipos de discussões paralelas podem ocorrer? Qual o caminho das discussões paralelas para gerar outras atividades? A pesquisa sobre essas questões pode nos ajudar a construir uma melhor caracterização das práticas discursivas dos alunos no ambiente de modelagem.

AGRADECIMENTOS

Embora não sejam responsáveis pelas posições adotadas neste artigo, agradeço a Andréia Maria Pereira de Oliveira, Carlos Alberto do Patrocínio Jr., Elizabeth Gomes Souza, Jonson Ney Dias da Silva e Marcelo Leon Caffê de Oliveira, membros do NUPEMM, pelos comentários à versão prévia deste artigo. Também agradeço aos comentários oferecidos pelos participantes das sessões do Grupo de Trabalho em modelagem matemática do *5th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, Chipre, 2007.

REFERÊNCIAS

- ANGROSINO, M. V.; PEREZ, K. Rethinking observation: from method to context. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Ed.). *Handbook of qualitative research*. 2.ed. Thousand Oaks: Sage, 2000. p.673-702.
- BARBOSA, J. C. Modelagem matemática e a perspectiva sócio-crítica. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2., 2003, Santos. *Anais...* São Paulo: SBEM, 2003. 1 CD-ROM.
- BARBOSA, J. C. Mathematical modelling in classroom: a critical and discursive perspective. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, v.38, n.3, p.293-301, 2006.
- BARBOSA, J. C. Teacher-student interactions in mathematical modelling. In: HAINES, C. et al. (Org.). *Mathematical Modelling: education, engineering and economics*. 1 ed. Chichester: Horwood Publishing, 2007a, v. único, p.232-240.
- BARBOSA, J. C. A prática dos alunos no ambiente de modelagem matemática: o esboço de um framework. In: BARBOSA, J. C., CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. de L. (orgs.). *Modelagem matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais*. Recife: SBEM, 2007b. Cap. 10, p.161-174. (Biblioteca do Educador Matemático, v.3).
- BARBOSA, J. C., CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. de L. (Org.). *Modelagem matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais*. Recife: SBEM, 2007.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. *Modelagem matemática no ensino*. 4.ed. São Paulo: Contexto, 2005.
- BLUM, W.; GALBRAITH, P.; HENN, H.; NISS, M. (Eds.). *Modelling and Applications in Mathematics Education: the 14th ICMI study*. New York: Springer, 2007.
- BORBA, M.; SKOVSMOSE, O. The ideology of certainty in mathematics education. *For the learning for mathematics*. v.17, n.3, p.17-23, 1997.
- BORROMEO FERRI, T. Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, v. 38, n.2, p.86-95, 2006.
- CALDEIRA, A. D. Etnomodelagem e suas relações com a educação matemática na infância. In: BARBOSA, J. C., CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. de L. (Org.). *Modelagem matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais*. Recife: SBEM, 2007. Cap. 5, p. 81-97. (Biblioteca do Educador Matemático, v.3).
- CHARMAZ, K. *Constructing Grounded Theory: a practical guide through qualitative analysis*. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2006. 208p.
- GUBA, E. G.; LINCOLN, Y. S. Competing paradigms in qualitative research. In: DENZIN, N. D.; LINCOLN (Ed.). *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks: Sage, 1994. p.105-118.
- HAINES, C.; CROUCH, R. Getting to grips with real world contexts: developing research in mathematical modelling. In: CONGRESS OF THE EUROPEAN SOCIETY FOR RESEARCH IN MATHEMATICS EDUCATION, 5., 2005, Sant Feliu de Guíxols. *Proceedings...* Sant Feliu de Guíxols: ESRME, 2006. 1 CD-ROM.
- HENNING, H; KEUNE, M. Levels of modelling competence. In: CONGRESS OF THE EUROPEAN SOCIETY FOR RESEARCH IN MATHEMATICS EDUCATION,

- 5., 2005, Sant Feliu de Guíxols. Proceedings... Sant Feliu de Guíxols: ESRME, 2006. 1 CD-ROM.
- KAISER, G.; SRIRAMAN, B. A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, v.38, n.3, p.302-310, 2006.
- JABLONKA, E.; GELLERT, U. Mathematisation – Demathematisation. In: GELLERT, U.; JABLONKA, E. (Eds). *Mathematisation and demathematisation: social, philosophical and educational ramifications*. Rotterdam: Sense, 2007. p.1-18.
- JACOBINI, O. R.; WODEWOTZKI, M. L. L. Mathematical modelling: a path to political reflection in the mathematics class. *Teaching mathematics and its applications*, v.25, n.1, p.33-42, 2005.
- LERMAN, S. Cultural, discursive psychology: a sociocultural approach to studying the teaching and learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, Dordrecht, v.46, n.1-3, p.87-113, 2001.
- SANT'ANA, M. F. Modelagem de experimento e ensino de Cálculo. In: BARBOSA, J. C., CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. de L. (Org.). *Modelagem matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais*. Recife: SBEM, 2007. Cap. 9, p.149-160. (Biblioteca do Educador Matemático, v.3).
- SANTOS, L. M. M.; BISOGNIN, V. Experiências de ensino por meio da modelagem matemática na educação fundamental. In: BARBOSA, J. C., CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. de L. (Org.). *Modelagem matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais*. Recife: SBEM, 2007. Cap. 6, p.99-114 (Biblioteca do Educador Matemático, v.3).
- SKOVSMOSE, O. Reflective knowledge: its relation to the mathematical modelling process. *Int. J. Math. Edu. Sci. Technol.*, v.21, n.5, p.765-779, 1990.
- SKOVSMOSE, O. *Towards a philosophy of critical mathematics education*. Dordrecht: Kluwer, 1994.
- SKOVSMOSE, O. Cenários de investigação. *Bolema – Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, n.14, p.66-91, 2000.
- WERTSCH, J. V. *Voices of the mind: a sociocultural approach to mediated action*. Cambridge: Harvard University Press, 1991.
- WERTSCH, J. V. *Mind as action*. New York: Oxford University Press, 1998.
- ZBIEK, R. K.; CONNER, A. Beyond motivation: exploring mathematical modeling as a context for deepening students' understandings of curricular mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, v.63, n.1, 89-112, 2006.

Recebido em: junho 2008 **Aceito em:** junho de 2008