BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem Matemática na sala de aula. *Perspectiva*, Erechim (RS), v. 27, n. 98, p. 65-74, junho/2003.

MODELAGEM MATEMÁTICA NA SALA DE AULA

Jonei Cerqueira Barbosa
Faculdades Jorge Amado (Bahia)
Home: http://sites.uol.com.br/joneicb
E-mail: joneicb@uol.com.br

RESUMO

Nesse artigo, apresento algumas idéias teóricas sobre Modelagem Matemática na sala de aula. Usando uma experiência e colocando ênfase em aspectos sócio-culturais, relaciono Modelagem com a idéia de problema com referência na realidade. Além disso, discuto a integração desse ambiente de aprendizagem no currículo.

Palavras-chave: Educação Matemática, Modelagem, Sala de Aula.

Abstract

I underline some theoretical ideas about Modelling in classroom. Using an experience and emphasizing socio-cultural aspectcs, modelling is related to problems that are rooted in reality. The integration of modelling into the mathematics curriculum is also discussed.

Key words: Mathematics Education, Modelling, Classroom.

INTRODUÇÃO

Modelagem Matemática é entendida, em termos genéricos, como a aplicação de matemática em outras áreas do conhecimento. Esse entendimento, porém, possui uma limitação teórica: o termo ‘Modelagem’ tomaria o lugar de um grande ‘guarda-chuva’, onde caberia quase tudo. Com isso, não quero dizer que exista a necessidade de terem-se fronteiras definidas, mas de ter-se maior clareza sobre o que chamamos de Modelagem.

Outras vezes, os parâmetros da Matemática Aplicada, expressos em esquemas explicativos, como os encontrados em Edwards e Hamson (1996), são emprestados para conceituar Modelagem (figura 1).

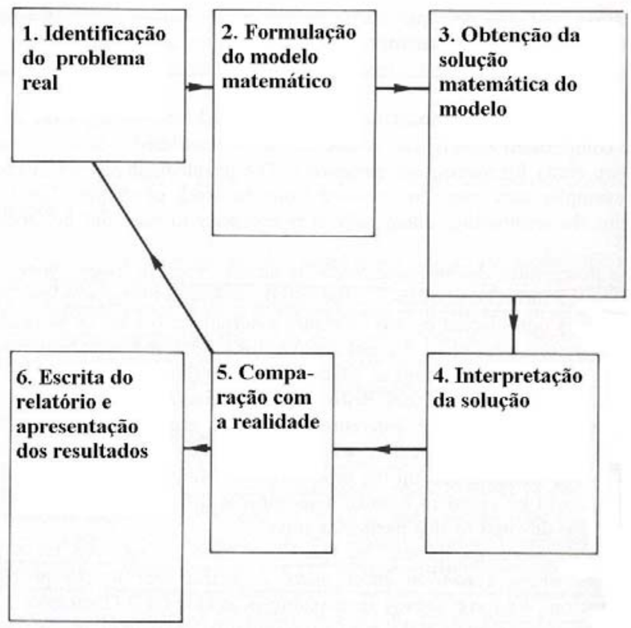

Figura 1 – Esquema explicativo de Modelagem Matemática (Edwards & Hamson, 1996, p. 44)

A principal dificuldade diz respeito aos quadros de referências postos pelo contexto escolar: aqui, os objetivos, a dinâmica do trabalho e a natureza das discussões matemáticas diferem dos modeladores profissionais (Matos e Carreira, 1996). Na sala de aula parece acontecer algo de natureza mais complexa, que não se deixa apreender facilmente por esses esquemas.

Além disso, os esquemas explicativos, trazidos da Matemática Aplicada, soam como passos prescritivos sobre a atividade dos alunos, os quais são avaliados em termos do que falta para chegarem ao seu uso 'adequado'. Se os próprios modeladores profissionais reconhecem a impossibilidade de prescrever os passos de seu trabalho (Clements, 1989), por certo a pretensão de fazer isso na sala de aula mostra-se muito frágil.

Diante disso, nesse artigo, esboço um convite para que façamos uma reflexão sistemática sobre Modelagem a partir da própria sala de aula. Para tal, apresento algumas idéias que venho maturando sobre o tema. Começo retomando o debate sobre a argumentação pela Modelagem, de onde esboço um entendimento em termos mais específicos, analiso uma experiência em uma turma de 7ª série e, por fim, discuto a inserção de Modelagem no currículo.

A ARGUMENTAÇÃO PELA MODELAGEM

Muito se tem discutido sobre as razões para a inclusão de Modelagem no currículo (Blum, 1995). Em geral, são apresentados cinco argumentos:

- Motivação: os alunos sentir-se-iam mais estimulados para o estudo de matemática, já que vislumbrariam a aplicabilidade do que estudam na escola;
- Facilitação da aprendizagem: os alunos teriam mais facilidade em compreender as idéias matemáticas, já que poderiam conectá-las a outros assuntos;
- Preparação para utilizar a matemática em diferentes áreas: os alunos teriam a oportunidade de desenvolver a capacidade de aplicar matemática em diversas situações, o que é desejável para moverem-se no dia-a-dia e no mundo do trabalho;
- Desenvolvimento de habilidades gerais de exploração: os alunos desenvolveriam habilidades gerais de investigação;
- Compreensão do papel sócio-cultural da matemática: os alunos analisariam como a matemática é usada nas práticas sociais.

Ainda que não existam pesquisas mais sistemáticas sobre a influência da Modelagem na formação matemática dos alunos, podemos assumir que os cinco argumentos acima são razoáveis. Segundo Blum (1995), eles são todos importantes e representam as facetas da Modelagem na educação escolar.

Porém, a meu ver, eles não estão num mesmo nível. Tenho colocado ênfase no último argumento, pois ele está diretamente conectado com o interesse de formar sujeitos para atuar ativamente na sociedade e, em particular, capazes de analisar a forma como a matemática é usada nos debates sociais. Com isso, não estou dizendo que os demais argumentos não são válidos, mas eles estariam subordinados ao interesse de formar matematicamente as pessoas para atuar na sociedade.

Diversos estudos têm agendado as dimensões sócio-críticas da Educação Matemática (Atweh, Forgasz & Nebres, 2001; D'Ambrósio, 1996, 2000; Keitel, 1993; Skovsmose, 1994). Reconhecidamente, ao redor das aplicações da matemática, persiste um certo consenso acerca da veracidade e confiabilidade dos resultados, denotando o que Borba e Skovsmose (1997) chamam de *ideologia da certeza*, o que pode dificultar a inserção das pessoas nos debates sociais.

Vários episódios de nossa sociedade ilustram o exercício da ideologia da certeza. Permita-me um exemplo. O leitor, por certo, recorda-se das discussões públicas em torno do aumento salarial. Em geral, argumentos matemáticos expressos em orçamentos são apresentados para justificar os baixos índices de reajuste. Se o trabalhador não tem condições de analisar matematicamente o que são esses orçamentos, acreditando sem questionamento nos argumentos matemáticos postos, terá que aceitar a posição do outro. Isso pode comprometer ou limitar a participação das pessoas nos debates públicos.

Se estamos interessados em educar matematicamente os nossos alunos para agir na sociedade e exercer a cidadania - e esse é objetivo da educação básica -, podemos tomar as atividades de Modelagem como uma forma de desafiar a ideologia da certeza e colocar lentes críticas sobre as aplicações da matemática. Discussões na sala de aula podem agendar questões como as seguintes: O que significa essa representação matemática? Quais os pressupostos assumidos? Quem a realizou? A quem serve? Etc. Trata-se de uma dimensão devotada a discutir a natureza das aplicações, os critérios utilizados e o significado social, chamado por Skovsmose (1990) de conhecimento reflexivo. Adiante, tentarei ilustrar essa perspectiva.

Com isso, creio que Modelagem pode potencializar a intervenção das pessoas nos debates e nas tomadas de decisões sociais que envolvem aplicações da matemática, o que me parece ser uma contribuição para alargar as possibilidades de construção e consolidação de sociedades mais democráticas.

MODELAGEM COMO UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM

Tentarei, agora, clarear em termos mais específicos o que estou entendo por uma atividade de Modelagem. Não pretendo, assim, engessar a compreensão de Modelagem, mas tornar específico ao leitor do que estou falando.

Começo pelo reconhecimento de que toda atividade escolar oferece condições sob as quais os alunos são convidados a atuar. Isso se refere à noção de ambiente de aprendizagem apresentada por Skovsmose (2000). No caso de Modelagem, são colocadas algumas condições – em particular, situações aplicadas - que propiciam determinadas ações e discussões singulares em relação a outros ambientes de aprendizagem (como investigações de matemática pura).

A meu ver, o ambiente de Modelagem está associado à problematização e investigação. O primeiro refere-se ao ato de criar perguntas e/ou problemas enquanto que o segundo, à busca, seleção, organização e manipulação de informações e reflexão sobre elas. Ambas atividades não são separadas, mas articuladas no processo de envolvimento dos alunos para abordar a atividade proposta. Nela, podem-se levantar questões e realizar investigações que atingem o âmbito do conhecimento reflexivo.

Imagine que o professor propõe aos alunos o estudo do impacto da contribuição social (INSS) no salário das pessoas. Os alunos, por certo, terão que formular questões, buscar dados, organizá-los, abordá-los matematicamente, avaliar os resultados, traçar novas estratégias, etc. Aqui, os alunos, mesmo o professor oferecendo um problema inicial, teriam que formular questões para dar conta de sua resolução e investigar formas de resolvê-las.

Apesar das situações terem origem em outros campos que não a matemática, os alunos são convidados a usar idéias, conceitos, algoritmos da matemática para abordá-las. Além de aplicar conhecimentos já adquiridos, como tradicionalmente tem sido assinalado, há a possibilidade de os alunos adquirirem novos durante o próprio trabalho de Modelagem (Bassanezi, 1994).

Não considero situações fictícias no âmbito da Modelagem, mas sim situações cujas circunstâncias sustentam-se no mundo social e não são criadas (no sentido estrito da palavra) por alguém. Skovsmose (2000) afirma que atividades desse porte têm referência na realidade.

Posso resumir, conforme discussão tecida em texto anterior (Barbosa, 2001), que Modelagem, para mim, *é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a problematizar e investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade*.

Tento, por assim dizer, clarificar para mim mesmo o que entendo por Modelagem, tomando em conta a especificidade da Educação Matemática. O leitor poderá observar que tentei caracterizá-la em termos do contexto no qual é desenvolvido (a escola), a natureza da atividade (investigação) e os domínios que envolve (matemática e áreas com referência na realidade). Esse entendimento pretende delimitar uma certa região que abrange as atividades que chamo de Modelagem.

UMA EXPERIÊNCIA DE SALA DE AULA

Nesse ponto, gostaria de analisar uma experiência de Modelagem que tive a oportunidade de acompanhar. Trata-se de uma turma de 7ª série, numa escola pública na cidade de Feira de Santana (a 108 quilômetros de Salvador). Na oportunidade, a prefeitura anunciou um programa de distribuição de sementes de feijão e milho, culturas locais, para agricultores de subsistência. Muitos dos alunos da turma tinham fortes vínculos com a zona rural, onde muitos deles residiam.

A professora da turma julgou que essa situação seria do interesse dos alunos e decidiu tematizá-la com os mesmos. Para isso, tomou uma reportagem do Jornal Feira Hoje, versão *online*, de 09/06/2001, e propôs que os alunos a lessem. Abaixo, um trecho da matéria:

> *Os grãos de feijão e milho adquiridos pela Prefeitura de Feira de Santana começaram a ser distribuídos na tarde desta quinta-feira (7) pela Secretaria de Agricultura, Recursos Hídricos e Desenvolvimento Rural. São 37,5 toneladas – 25 t de feijão e 12,5 t de milho – destinadas aos produtores rurais que praticam a agricultura de subsistência. Aproximadamente oito mil agricultores receberão os grãos.*
>
> *Segundo o secretário Mário Borges, cada agricultor recebe três quilos de feijão e dois de milho. O primeiro carregamento dos grãos foi destinado aos agricultores de Maria Quitéria* [um distrito municipal]. *Os próximos a receberem serão os cadastrados na associação de moradores do distrito de Tiquaruçu.*

A professora problematizou a leitura: do que trata a reportagem? Os alunos começaram a falar sobre suas interpretações e não tardaram a notar que faltariam sementes para atender 8000 agricultores, já que cada um teria direito a 5 kg. de sementes e o programa previa 37500 kg. Alguns alunos tinham familiares ou conhecidos cadastrados no programa. A discussão encaminhou-se para a análise das possibilidades de produção com 5 kg. de sementes. A professora sistematizou no quadro algumas questões:

- É um critério adequado toda família receber a mesma quantidade? Haveria outro critério mais justo?
- Plantando 2 kg de milho e 3 kg de feijão, quanto rende? É para consumo? Dá para quanto tempo? O que se pode fazer com a renda?
- Que área é necessária para o plantio? Que mais precisa? Qual é a melhor época para plantar? Por que?

Os alunos estavam diante de problemas formulados por eles próprios. Aqui, ocorreu o que Mendonça (1993) chama de *problematização*. Segunda a autora, *é o* *caminho em direção ao problema, é problemática que leva à formulação do problema* (p. 30). No caso, tratava-se de problemas legítimos para os alunos, que tangenciavam seus interesses, pois o assunto tinha implicações diretas no seu contexto de vida.

Por certo, cada problema levantado pela turma poderia gerar um projeto. A professora sugeriu que, no momento, apenas um fosse escolhido. Como os alunos estavam muito ansiosos com o fato de que todas as famílias, independentemente do número de membros, receberiam a mesma quantidade de sementes, eles decidiram gerar critérios alternativos para a distribuição de sementes.

Em comum acordo, decidiram manter o 'montante' de 37,5 toneladas de sementes e 8000 famílias a serem atendidas pelo programa. Essa atividade ocupou algumas aulas e foi desenvolvida em grupos de quatro ou cinco alunos com o acompanhamento da professora. Eles estavam diante de um problema e não de um exercício. Nesse último, os alunos saberiam como proceder enquanto que, no primeiro, eles não têm nenhuma indicação de como iniciar e teriam que ensaiar novas estratégias para dar conta do problema.

Aqui, podemos perceber a limitação dos esquemas ilustrativos assinalados na primeira parte desse artigo. Se a atividade é aberta e, portanto, um problema, o professor não pode prescrever para o aluno que etapas deverá cumprir, mas permitir que ele próprio esboce seu caminho. Trata-se, aqui, de um convite aberto à investigação de uma situação com referência na realidade.

Os alunos não tinham informações sobre a distribuição de freqüência do número de pessoas por família. Então, assumiram que as 8000 famílias estavam divididas em 9 faixas, tendo cada uma, respectivamente, 2, 3, 4,..., 10 pessoas. Assim, cada faixa tinha 889 famílias (8000/9). Aqui, eles tiveram que fazer uma simplificação, já que, certamente, essa distribuição não corresponderia aos valores da distribuição se fosse realizado um levantamento, porém, podemos considerar como uma boa aproximação.

Uma das equipes mostrou na lousa uma tabela (tabela 1), onde relacionaram o número de pessoas por família e quantidade de pessoas por faixa. Os alunos explicaram que para achar essa última, basta multiplicar o número de pessoas por família pela quantidade de famílias em cada faixa (no caso, 889 pessoas).

Número de pessoas por família	Quantidade de pessoas
2	1778
3	2667
4	3556
5	4445
6	5334
7	6223
8	7112
9	8001

- Tabela 1 -

Os alunos, aqui, relacionaram duas variáveis por uma lei de formação: Q = 889p, onde Q é a quantidade de pessoas por faixa e p, o número de pessoas por famíla da referida faixa. Isso poderia gerar muitas discussões matemáticas: intuitivamente, os alunos trabalharam com a noção de função; Q e p são grandezas diretamente proporcionais; entre outras.

Da tabela, os estudantes totalizaram 48006 pessoas (observe que não são famílias) que seriam atendidas pelo programa: 48006. Fazendo o quociente entre 37500 kg de sementes e esse número, obtém-se, aproximadamente, a razão de 0,78 kg de sementes/pessoa.

Ao serem questionados sobre como proceder para distribuir as sementes, os alunos explicaram que bastaria tomar o número de pessoas da família e multiplicar pela constante 0,78. Em outras palavras, temos: S = 0,78p , onde S é a quantidade de sementes que cada família receberia.

Aqui, algumas explorações poderiam tomar lugar. Por exemplo, quais os valores possíveis para p? Isso inauguraria a discussão intuitiva sobre conjunto domínio de uma função, o que ainda não tinha sido estudado pelos alunos. Muitas vezes, as atividades de Modelagem oferecem oportunidades para aprender novas idéias matemáticas (Bassanezi, 1994). Aqui, por exemplo, ainda que não se tenha planejado, parece-me um bom momento para discutir conjunto domínio - talvez não fosse necessário usar essa terminologia naquele momento. Entendo Modelagem como uma atividade aberta, acerca da qual temos pouco controle sobre como ela será desenvolvida, pois isso depende do encaminhamento dos alunos. Porém, para resolver um problema, conhecimentos anteriores podem ser usados, bem como esboços de novas idéias matemáticas.

Outra exploração proposta foi a representação da relação estabelecida entre as variáveis S e p. Os alunos já tinham estudado representação cartesiana e, com a intervenção da professora, construíram uma tabela e o seu respectivo gráfico (figura 2)

p	S
2	1,6
3	2,3
4	3,1
5	3,9
6	4,7
7	5,5
8	6,2
9	7,0
10	7,8

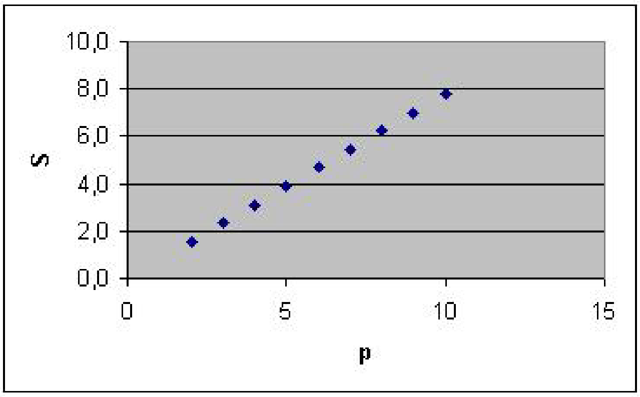

Figura 2 – A tabela e o gráfico relacionando p e S

Essa representação permite algumas discussões com os alunos: Pode-se ligar os pontos? Por que? Implicitamente, os alunos poderiam envolver-se na discussão se p é variável discreta ou contínua. Poder-se-ia, ainda, perguntar aos alunos se haveria outra representação gráfica mais adequada para apresentar ao público.

Além disso, a discussão pode levantar questões que não são necessariamente de matemática, mas se referem ao significado da exploração matemática realizada pelos alunos. Agora que os alunos produziram um critério alternativo para distribuir as sementes, eles poderiam se perguntar se esse é o mais adequado. E no caso de 2 membros, o que se pode fazer com 1,5 kg de sementes? Será que o critério proposto pela prefeitura seria melhor? E se assumirmos uma distribuição desigual entre as famílias, como ficaria?

As questões acima se situam no âmbito do conhecimento reflexivo (Skovsmose, 1990), ou seja, referem-se ao significado da matemática na sociedade. É a essa esfera que me referi anteriormente quando assinalei que o principal argumento para incluir Modelagem no currículo escolar é sua potencialidade para levantar discussões dessa natureza. Isso, como ilustrei na experiência relatada, não descarta os outros argumentos. Na experiência acima, parece-me legítimo afirmar que os alunos conheceram e re-conheceram idéias matemáticas, desenvolveram habilidades de exploração e capacidade de aplicar matemática, envolveram-se nas atividades, mas, sobretudo, tiveram a oportunidade de discutir a presença e o uso da matemática na sociedade.

MODELAGEM E CURRÍCULO

Na experiência discutida acima, a atividade de Modelagem figurou entre outras no currículo (esse último entendido aqui como o conjunto de experiências propiciadas aos alunos). Entretanto, isso não significa uma abordagem compartimentada, onde Modelagem constitui-se uma 'ilha' dentre as atividades curriculares. Incorporá-la na escola deve significar também o movimento do currículo de matemática para um paradigma baseada na investigação e exploração dos alunos.

Araújo e Barbosa (no prelo) relatam estudo onde os alunos elaboraram problemas fictícios, altamente idealizados, pois esse tipo de atividade era estimulado pelo professor nas demais atividades curriculares. Isso sugere a importância de existir uma consonância, quanto à natureza, entre Modelagem e as outras tarefas escolares.

Há experiências de Modelagem que variam quanto à extensão e às tarefas que cabem ao professor e aluno. Tenho tentado classificá-las, do ponto de vista teórico, em três regiões de possibilidades, as quais chamarei simplesmente de 'casos' (Barbosa, 2001). Permita-me numerá-los de 1 a 3 e exemplificá-los.

No caso 1, o professor apresenta um problema, devidamente relatado, com dados qualitativos e quantitativos, cabendo aos alunos a investigação. Considere, por exemplo, que o professor levasse a reportagem de jornal apresentada acima e o problema abordado pelos alunos. Nesse caso, os alunos não precisam sair da sala de aula para coletar novos dados e a atividade não é muito extensa. Porém, eles, acompanhados pelo professor, teriam a tarefa de resolver o problema.

Já no caso 2, os alunos deparam-se apenas com o problema para investigar, mas têm que sair da sala de aula para coletar dados. Ao professor, cabe apenas a tarefa de formular o problema inicial. Nesse caso, os alunos são mais responsabilizados pela condução das tarefas. Imagine, por exemplo, que o professor apenas convidasse, sem apresentar a reportagem de jornal, os alunos para perseguirem a seguinte questão: como fazer a distribuição de sementes de um programa de apoio à agricultura de subsistência? Aqui, os alunos não teriam muitas informações para desenvolver a tarefa, teriam que buscar fora da sala de aula.

E, por fim, no caso 3, trata-se de projetos desenvolvidos a partir de temas 'não-matemáticos', que podem ser escolhidos pelo professor ou pelos alunos. Essa forma é muito visível na tradição brasileira de Modelagem (Bassanezi, 1994; Fiorentini, 1996). Analogamente, podemos pensar que os alunos em equipe desejem investigar o tema 'Agricultura de Subsistência'. Nesse caso, eles teriam apenas um certo assunto delimitado. A partir daí, eles precisariam levantar informações, formular problemas e resolvê-los.

No caso 3, o professor pode propor um tema para a turma, ou pedir que ela própria escolha ou ainda pode convidar que os alunos, por grupos, para decidirem que assunto querem investigar. Na literatura, constam experiências e estudos mais detalhados sobre essa modalidade (Bassanezi, 1994; Borba, Meneghetti & Hermini, 1997; Scheffer & Campagnollo, 1998).

Do caso 1 para o 3, a responsabilidade do professor sobre a condução das atividades vai sendo mais compartilhada com os alunos (ver figura 3). Os casos não são prescritivos, mas trata-se da idealização de um conjunto de práticas correntes na comunidade. Talvez não seja sempre possível classificar uma experiência de Modelagem num dos casos, mas eles podem oferecer bases para entender aquilo que fazemos na sala de aula.

	Caso 1	*Caso 2*	*Caso 3*
Elaboração da situação-problema	**professor**	**professor**	**professor/aluno**
Simplificação	**professor**	**professor/aluno**	**professor/aluno**
Dados qualitativos e quantitativos	**professor**	**professor/aluno**	**professor/aluno**
Resolução	**professor/aluno**	**professor/aluno**	**professor/aluno**

Figura 3 – Quadro comparativo dos casos de Modelagem

Os três casos ilustram a flexibilidade da Modelagem nos diversos contextos escolares. Em certos períodos, a ênfase pode ser projetos pequenos de investigação, como no caso 1; em outros, pode ser projetos mais longos, como os casos 2 e 3.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse artigo é fruto das reflexões que tenho realizado nos últimos tempos sobre a Modelagem Matemática. A expectativa não era e não é formular um entendimento final e acima dos demais, mas incitar a reflexão sobre o significado e o lugar da Modelagem na Educação Matemática.

Como decorrência, argumento que os parâmetros da Matemática Aplicada, expressos nos esquemas explicativos, são limitados para embasar Modelagem na Educação Matemática. Parece-me que o que ocorre na sala de aula é de natureza diferente, porém não disjunta, da atividade dos modeladores profissionais. Daí a reivindicação de tomar o *locus* da Educação Matemática para teorizar sobre Modelagem.

Partindo de uma perspectiva crítica, coloquei a ênfase na investigação de situações reais, tematizando uma experiência de Modelagem na sala de aula. A intenção não foi fazer um estudo sistemático de algum aspecto do que aconteceu, mas ilustrar as idéias teóricas assinaladas no texto.

Por fim, apresentei a noção de 'caso' para discutir a inserção de Modelagem no currículo. Muitos professores não se sentem seguros para implementar atividades dessa natureza em suas práticas (Barbosa, 1999). Penso que a idéia de 'caso' coloca em evidência que existem muitas maneiras de desenvolver Modelagem nas aulas de matemática, o que pode oferecer ao professor um sinal de que ele pode trazer atividades dessa natureza para sua prática, caso decida por isso.

Também sou professor e sei que, muitas vezes, não conseguimos fazer aquilo que desejamos, mas todos os dias podemos nos perguntar: o que é possível, tendo em conta as limitações do contexto escolar, os interesses dos alunos e a própria percepção de nossos saberes? E na tentativa de responder essa pergunta, acabo sempre refazendo minha prática.

As idéias aqui postas representam um esboço de sistematização com o fim de nutrir a própria prática. Esse processo é inconcluso e está envolto num ciclo permanente de crítica. Com esse artigo, quero tão somente oferecer um convite para o debate e para a prática com Modelagem na Educação Matemática.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. L.; BARBOSA, J. C. *Face a face com a Modelagem Matemática:* como os alunos interpretam e conduzem esta atividade? 2003. 22 p. No prelo.

ATWEH, B.; FORGASZ, H.; NEBRES, B. (Ed.). *Sociocultural research on Mathematics Education*: an international perspective. Mahwah: Lawrence Erlbaum, 2001.

BARBOSA, J. C. O que pensam os professores sobre a modelagem matemática? *Zetetiké*, Campinas, v. 7, n. 11, p. 67-85, jan./jun. 1999.

BARBOSA, J. C. *Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores*. 2001. 253 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001

BASSANEZI, R. Modeling as a teaching-learning strategy. *For the learning of mathematics*, Vancouver, v. 14, n. 2, p. 31-35, june 1994.

BLUM, W. Applications and Modelling in mathematics teaching and mathematics education – some important aspects of practice and of research. In: SLOYER, C. et al. *Advances and perspectives in the teaching of mathematical modelling and applications*. Yorklyn: Water Street Mathematics, 1995. p. 1-20.

BORBA, M. C.; MENEGHETTI, R. C. G.; HERMINI, H. A. Modelagem, calculadora gráfica e interdisciplinaridade na sala de aula de um curso de ciências biológicas. *Revista de Educação Matemática da SBEM-SP*, [São José do Rio Preto], n. 3, p. 63-70, 1997.

BORBA, M.; SKOVSMOSE, O. The ideology of certainty in mathematics education. *For the learning for mathematics*, Kingston, v. 17, n. 3, p. 17-23, nov. 1997.

CLEMENTS, D. Mathematical Modelling: a case study approach. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. 166 p.

D'AMBRÓSIO, U. *Educação Matemática: da teoria à prática*. Campinas: Papirus, 1996. 121 p.

EDWARDS, D.; HAMSON, M. *Guide to Mathematical Modelling*. Boca Raton: CRC Press, 1990. 277 p.

FIORENTINI, D. *Brazilian research in mathematical modelling*. Sevilla: ICME, 1996. 20 p. Paper presented in the GT-17at 8th International Concress on Mathematical Education, Sevilla, 1996.

KEITEL, C. Implicit mathematical models in social practice and explicit mathematics teaching by applications. In: LANGE, J. et. al. *Innovation in maths educations by modelling and applications*. Chichester: Ellis Horwood, 1993. p.19-30.

MATOS, J. F.; CARREIRA, S. The quest for meaning in students'mathematical modelling activity. In: CONFERENCE FOR THE PSYCHOLOGY OF MATHEMATICS EDUCATION, 20., 1996, Valencia. *Proceedings*... Valencia: Univérsitat de València, 1996. p. 345-352.

MENDONÇA, M. do C. D. *Problematização: um caminho a ser percorrido em educação matemática*. 1993. 307 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, Campinas, 1993.

SCHEFFER, N. F.; CAMPAGNOLLO, A. J. Modelagem matemática: uma alternativa para o ensino-aprendizagem da matemática no meio rural. *Zetetiké*, Campinas, v. 6, n. 10, p. 35-55, jul./dez. 1998.

SKOVSMOSE, O. Reflective knowledge: its relation to the mathematical modellig process. *Int. J. Math. Educ. Sci. Technol.,* London, v. 21, n. 5, p. 765-779, 1990.

SKOVSMOSE, O. *Towards a philosophy of critical mathematics education*. Dordrecht: Kluwer, 1994. 246 p.

SKOVSMOSE, O. Cenários de investigação. *Bolema – Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, n. 14, p. 66-91, 2000.