

UMA PERSPECTIVA DE MODELAGEM MATEMÁTICA

Jonei Cerqueira Barbosa

Home: <http://sites.uol.com.br/joneicb>

E-mail: joneicb@uol.com.br

Para início de conversa...

Modelagem Matemática tem sido o foco de minha atenção nos últimos anos. Tenho desenvolvido atividades dessa natureza em minhas aulas, acompanhado outros professores e conduzido investigações. Nessas práticas, a questão ‘O que é Modelagem?’ sempre veio à tona.

Pude perceber que, muitas vezes, Modelagem é conceituada, em termos genéricos, como a aplicação de matemática em outras áreas do conhecimento, o que, a meu ver, é uma limitação teórica. Dessa forma, Modelagem é um grande ‘guarda-chuva’, onde cabe quase tudo. Com isso, não quero dizer que exista a necessidade de se ter fronteiras claras, mas de se ter maior clareza sobre o que chamamos de Modelagem.

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

Parece-me que 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 o uso ‘adequado’ deles.

Diante dessas limitações, sugiro que façamos uma reflexão sistemática sobre Modelagem a partir dos parâmetros da própria Educação Matemática. Isso não significa uma separação da Matemática Aplicada, com a qual temos uma forte intersecção, mas a singularização do objeto no campo da Educação Matemática. Penso que para dar conta desse propósito, deve-se tomar as práticas correntes de Modelagem como objeto de crítica.

Nesse artigo, apresento alguns de meus entendimentos sobre Modelagem, resultantes justamente da reflexão permanente que tenho realizado sobre a questão ‘O que é isso, Modelagem?’. Trata-se de idéias que ainda estão maturando, mas oportunas para o debate na comunidade. Inspirei-me em vários autores, alguns dos quais cito nesse artigo. Começo retomando o debate sobre a argumentação pela Modelagem, de onde apresento um entendimento em termos mais específicos e, por fim, localizo-a no currículo.

Por que Modelagem?

¹ Para evitar repetições, deixarei de escrever o adjetivo “Matemática” para o termo Modelagem.

Muito se tem discutido sobre as razões para a inclusão de Modelagem no currículo (Bassanezi, 1994). Em geral, são apresentados cinco argumentos: motivação, facilitação da aprendizagem, preparação para utilizar a matemática em diferentes áreas, desenvolvimento de habilidades gerais de exploração e compreensão do papel sócio-cultural da matemática.

Como atesta Blum (1995), eles são todos importantes e representam as facetas da Modelagem na educação escolar. Porém, eu gostaria de colocar a ênfase no último da lista acima, 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.

Diversos estudos têm agendado as dimensões sócio-críticas da Educação Matemática (Atweh, Forgasz & Nebres, 2001; D'Ambrósio, 1996; 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.

Creio que as atividades de Modelagem podem contribuir para 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 representam? Quais os pressupostos assumidos? Quem as realizou? A quem servem? 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.

Com essa perspectiva, 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 democráticas.

Com essa discussão, quero sugerir a noção de primado da argumentação. Em estudo anterior (Barbosa, 2001), conclui que o argumento de maior força nas concepções de professores interfere no *design* das atividades de Modelagem. Portanto, ao tomar o argumento de que Modelagem leva os alunos a compreender o papel sócio-cultural da matemática, quero justamente enfatizar esse aspecto nas atividades de sala de aula. Com isso, não quero dizer que os demais argumentos postos na literatura são inválidos, mas que são iluminados por esse último.

O que é uma atividade de Modelagem?

Toda atividade escolar oferece condições sob as quais os alunos são convidados a atuar. Isso refere-se à noção de ambiente de aprendizagem apresentada por Skovsmose (2000). No caso de Modelagem, são colocadas algumas condições que propiciam determinadas ações e discussões singulares em relação a outros ambientes de aprendizagem.

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 (trata-se de um imposto cobrado pelo Governo Brasileiro para manutenção do sistema previdenciário) 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 supondo que o professor oferecesse 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 (Blum e Niss, 1991), os alunos são convidados a usarem 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 (Tarp, 2001).

A par do comentário de Niss (2001) sobre a forte presença na literatura de atividades altamente simplificadas e idealizadas, devo sublinhar que não considero situações fictícias no âmbito da Modelagem. Estou interessado em situações cujas circunstâncias se sustentam no mundo social e não são criadas (no sentido estrito da palavra) por alguém. Skovsmose (2000) fala que atividades desse porte têm referência na realidade.

Devido ao pouco espaço para estender a discussão, posso resumir dizendo 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.

Tentei 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.

Qual o lugar de Modelagem no currículo?

Há várias maneiras de implementar Modelagem no currículo. Tenho evitado uma abordagem compartimentada, onde Modelagem constitui-se uma 'ilha' dentre as outras atividades. Incorporá-la na escola deve significar também o movimento do currículo de matemática para um paradigma de investigação (Skovsmose, 2000).

A dissonância não estimula a problematização e investigação. Araújo e Barbosa (2002) 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 entre Modelagem e as outras tarefas escolares.

A literatura tem apresentado experiências de Modelagem que variam quanto à extensão e às tarefas que cabem ao professor e aluno. Galbraith (1995) apresenta uma idéia poderosa para abordar essa diversidade de *designs*. O autor fala em níveis de Modelagem. Inspirado nessa idéia, vou preferir falar em regiões de possibilidades, os quais chamarei simplesmente de 'casos'. Permita-me numerá-los de 1 a 3 e lembrar que todos os casos estão subordinados à compreensão de Modelagem posta na secção anterior.

No caso 1, o professor apresenta um problema, devidamente relatado, com dados qualitativos e quantitativos, cabendo aos alunos a investigação. Aqui, os alunos não precisam sair da sala de aula para coletar novos dados e a atividade não é muito extensa.

Já no caso 2, o 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.

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. Aqui, a formulação do problema, a coleta de dados e a resolução são tarefas dos alunos. Essa forma é muito visível na tradição brasileira de Modelagem (Bassanezi, 1994; Fiorentini, 1996).

Do caso 1 para o 3, a responsabilidade do professor sobre a condução das atividades vai sendo mais compartilhada com os alunos. Os casos não são prescritivos, mas, como insinuei anteriormente, trata-se da idealização de um conjunto de práticas correntes na comunidade.

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. Mas, seja como for, quero sublinhar a perspectiva crítica nessas atividades e a consideração de situações, de fato, ‘reais’ como subjacentes a eles.

Algumas palavras finais...

Esse artigo é fruto das reflexões que tenho realizado nos últimos tempos sobre a questão ‘O que é Modelagem Matemática?’. A expectativa não era e não é formular um entendimento final e acima dos demais, mas excitar o pensamento a se debruçar sobre o significado e o lugar da Modelagem na Educação Matemática.

Como decorrência, argumento que os parâmetros da Matemática Aplicada, expressa 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.

A seguir, tomando em conta essas considerações, tentei sistematizar minhas próprias reflexões sobre Modelagem. Partindo de uma perspectiva crítica, coloquei a ênfase na problematização e investigação e no estudo de situações reais e introduzi a noção de casos inspirado em Galbraith (1995).

As idéias, aqui, postas representam uma sistematização com o fim de nutrir a própria prática. Esse processo é inconcluso e está envolto num ciclo permanente de crítica. Com esse artigo, ao contrário de desejar congelar as idéias aqui postas, quero colocá-las em movimento. Trata-se tão somente de convite para o debate.

Referências

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Uma perspectiva de Modelagem Matemática. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3., 2003, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: UNIMEP, 2003. 1 CD-ROM. 5

ARAÚJO, J. L.; BARBOSA, J. C. *Face a face com a Modelagem Matemática: como os alunos interpretam e conduzem esta atividade?* 2002. 22 p. No prelo.

ATWEH, B.; OCHOA, M. D. A. Continuous in-service professional development of teachers and school change: lessons from Mexico. In: ATWEH, B.; FORGASZ, H.; NEBRES, B. (Ed.). *Sociocultural research on Mathematics Education: an international perspective*. Mahwah: Lawrence Erlbaum, 2001. cap. 10, p. 167-183.

BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. *Anais...* Caxambu: ANPED, 2001. 1 CD-ROM

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

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

BLUM, W.; NISS, M. Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects – state, trends and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics*, Dordrecht, v. 22, n. 1, p. 37-68, feb. 1991.

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.

BASSANEZI, R. Modelagem Matemática. *Dynamis*, Blumenau, v. 2, n. 7, p. 55-83, abril/jun. 1994.

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

GALBRAITH, P. Modelling, teaching, reflecting – what I have learned. In: SLOYER, C. et al. *Advances and perspectives in the teaching of Mathematical modelling and Applications*. Yorklyn, DE: Water Street Mathematics, 1995. p. 21-45.

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: Universitat de València, 1996. p. 345-352.

NISS, M. Issues and problems of research on the teaching and learning of applications and modelling. In: J. F. MATOS et. al. *Modelling and Mathematics Education*. Chichester: Ellis Horwood, 2001. p. 72-88.

SKOVSMOSE, O. Reflective knowledge: its relation to the mathematical modelling 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.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Uma perspectiva de Modelagem Matemática. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3., 2003, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: UNIMEP, 2003. 1 CD-ROM.

6

TARP, A. Mathematics before or through applications: Top-down and bottom-up understandings of linear and exponential functions. In: MATOS, J. F. et al. (Eds) *Modelling and mathematics education*. Chichester: Ellis Horwood, 2001. p.119-129.