

## A DINÂMICA DAS DISCUSSÕES DOS ALUNOS NO AMBIENTE DE MODELAGEM MATEMÁTICA

Jonei Cerqueira Barbosa

Universidade Estadual de Feira de Santana

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

*Resumo:* Esse artigo relata um estudo sobre a dinâmica das discussões dos alunos no ambiente de Modelagem Matemática. Numa abordagem qualitativa, um episódio de sala de aula foi filmado, transcrito e analisado. Utilizando noções de discussões matemáticas, técnicas e reflexivas, a pesquisa levanta a hipótese de que a transição entre essas discussões ocorre por impasses.

*Abstract:* This paper relates a study on the dynamics of students' discussions in the mathematical modelling activities. Using a qualitative approach, a classroom episode was filmed and analysed. Taking notions like mathematical, technological and reflexive discussions, the study arises up the idea that the transition among these discussions occurs by impasses.

### Introdução

Uma das formas de conceituar Modelagem Matemática é como ambiente de aprendizagem onde os alunos são convidados a investigarem, por meio da matemática, situações com referência na realidade (BARBOSA, 2003). Para evitar repetições, no decorrer do texto, usarei apenas “Modelagem” para denotar a expressão “Modelagem Matemática”. Há diversas maneiras de compreender o papel e a operacionalização desse ambiente na escola, as quais não me estenderei aqui por razões de limitação de espaço. Anteriormente, detectei três perspectivas na literatura: a pragmática, com ênfase no desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas; a científica, com ênfase na aprendizagem dos conceitos matemáticos; e a sócio-crítica, que sublinha a análise do papel dos modelos matemáticos na sociedade (BARBOSA, 2003). Assumindo essa última

perspectiva, irei nesse artigo dirigir o olhar para aspectos micro da gestão de aulas baseadas em Modelagem, tomando a prática dos alunos nesse ambiente como foco.

Em geral, o trabalho dos alunos com Modelagem é organizado, pelo professor, através de grupos, o que implica no encontro entre eles para discutir a atividade. Além disso, podem existir momentos específicos de interações com o professor. Em geral, esses encaminhamentos têm por base a idéia de que as interações aluno-aluno e aluno-professor provocam resultados positivos. Em Barbosa (2004), a trajetória de um projeto de Modelagem de um grupo de estudantes do curso de Sistemas de Informação é descrita e analisada, em particular destacando a influência do professor como “problematizador” para a constituição do mesmo.

Araújo e Salvador (2001), ao analisar um trabalho de Modelagem desenvolvido por uma aluna na disciplina Cálculo Diferencial e Integral, sugerem que a natureza de encontros professor-aluno foi um traço determinante para que o trabalho tivesse sido avaliado como positivo. Ainda em Araújo (2003) consta um estudo detalhado sobre as discussões de um grupo de alunas ao realizarem atividades de Modelagem com a presença do computador, sugerindo que esse ambiente pode propiciar o desenho de investigações por parte dos alunos.

Esses estudos são convergentes com o pressuposto de que a qualidade da comunicação influencia a qualidade da aprendizagem (ALRØ, SKOVSMOSE, 2002; CHRONAKI, CHRISTIANSEN, 2005). Analogamente, podemos dizer que a qualidade do ambiente de Modelagem depende da natureza das interações desenvolvidas pelos estudantes e/ou professor nesse ambiente. Compreendo interação como um encontro entre, pelo menos, duas pessoas mediados por instrumentos conceituais, materiais e/ou históricos. Como a noção de humanos-com-mídias proposto por Borba e Villareal (2005), as pessoas estão ligadas através de instrumentos construídos socialmente. Esta perspectiva é convergente com a psicologia sociocultural discursiva (LERMAN, 2001), que coloca ênfase nos fatores sociais como constitutivos da cognição humana, tomando-a como de natureza simbólica.

Recentemente, propus a noção de *espaços de interação* (BARBOSA, 2006) como um conceito para denotar o encontro professor-aluno ou aluno-aluno, nesse

caso, com o propósito de discutir – portanto, o foco é o discurso - o encaminhamento de uma atividade de Modelagem. Com isso, coloco uma espécie de lente de aumento sobre as interações verbais que alunos e/ou professores desenvolvem e quero tomá-las como objeto de estudo. A investigação das interações entre as pessoas não encerra apenas o que elas estão dizendo, mas também as perspectivas e valores que lhes são subtis.

Porém, como tenho sugerido até aqui, o estabelecimento dessa noção também carrega a intenção de alterar o foco. Em vez de tomar o discurso como dado para compreender alguma coisa que ocorre no âmbito interno, desejo considerá-lo como objeto, pois é justamente o discurso a matéria-prima da consciência e não o contrário (LERMAN, 2001).

Quando alunos e/ou professores se encontram para discutir uma atividade de Modelagem, eles podem falar de muitas coisas. Skovsmose (1990) tem apresentado a natureza do processo de Modelagem em termos de conhecimento matemático, técnico e reflexivo. Porém, o autor utiliza o termo “conhecimento”, o que não é útil para o modelo teórico que busco estabelecer aqui, já esse arrasta uma longa discussão sobre as relações entre externo e interno. Por essa razão, tendo em conta o objeto que quero definir, colocarei ênfase nas discussões e, analogamente a Skovsmose (1990), definirei-as como:

- matemáticas: referem-se às idéias pertencentes ao campo da matemática pura.
- técnicas: referem-se à construção do modelo matemático, em particular à transição da situação para a representação matemática;
- reflexivas: referem-se à natureza do modelo matemático, aos critérios utilizados em sua construção e suas conseqüências.

Do ponto de vista da Educação Matemática Crítica (BARBOSA, 2003; SKOVSMOSE, 1994), o interesse não é somente sobre as discussões matemáticas e técnicas, mas a ênfase é colocada sobre a reflexiva. Neste artigo, um episódio de sala de aula é discutido com o propósito de levantar uma compreensão inicial sobre a dinâmica das discussões matemáticas, técnicas e reflexivas no ambiente de Modelagem Matemática. O propósito é analisar de que maneira elas ocorrem nos espaços de interações. Como estudos anteriores sugerem a influência do que ocorre aí como “determinantes” para a qualidade das



atividades de Modelagem, o conhecimento dessa dinâmica pode oferecer importantes subsídios aos professores para acompanharem a tarefa dos alunos.

## O contexto e a metodologia

Para dar conta do propósito desse estudo, dados empíricos foram coletados a fim de oferecer elementos para o propósito do estudo. O contexto é uma disciplina de Modelagem Matemática para alunos de uma Licenciatura em Matemática na cidade de Salvador, Brasil. Nesse curso, os alunos possuem duas disciplinas sobre o tema: Modelagem Matemática I e II, cada uma com 36 horas, respectivamente no 3º. e 4º. semestres. Na primeira, eles resolvem problemas reais e desenvolvem trabalhos de projetos. Na segunda, eles se envolvem em discussões pedagógicas sobre a inserção de Modelagem na educação básica.

No 1º. semestre de 2004, em Modelagem Matemática I, os alunos foram convidados a escolherem temas, levantarem informações qualitativas e quantitativas sobre eles, formularem e resolverem problemas matemáticos aplicados. Essa é uma atividade que demandou 4 meses para realização e ocorreu em paralelo às demais tarefas da disciplina. O professor acompanhou o trabalho dos alunos através de dois relatórios parciais escritos, os quais eram discutidos em encontros presenciais com os alunos.

Um dos grupos era formado por João, Maria, Vânia e Carlos e eles escolheram o tema “doenças cardiovasculares” para seu projeto. A escolha do tema foi por sugestão de Vânia que tinha familiares com problemas de saúde dessa natureza. Na próxima seção, colocarei em análise um episódio da discussão do professor com esses alunos sobre seu projeto.

A análise do episódio tomará a palavra com dado, já que o objetivo da pesquisa refere-se às interações discursivas. Trata-se, portanto, de um estudo na tradição qualitativa (BOGDAN, BIKLEN, 1998), com ênfase nos significados que as pessoas dão as coisas.

Para operacionalizá-la, a fim de melhor atender ao propósito do estudo, a observação, através da filmagem, foi eleita como estratégia de coleta de dados. Após o grupo de alunos entregar seu primeiro relatório escrito sobre o trabalho, o



professor teve um encontro, no horário da aula, para discuti-lo. Esse, o qual denomino espaço de interação, foi filmado e transcrito.

A análise dos dados foi inspirado na *grounded theory* (CHARMAZ, 2006), tomando a interpretação dos dados como elementos para gerar novas idéias teóricas e/ou confirmar/revisar aquelas já postas pela literatura.

## Um episódio

No primeiro relatório dos alunos, encontrava-se uma discussão qualitativa sobre doenças cardiovasculares e cuidados para evitá-las. Havia alguma informação sobre a interferência de oito variáveis no desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Para cada variável, eles deram um valor de acordo o estilo de vida. Por exemplo, para a variável *tabagismo*, o “zero” foi usado para uma pessoa que nunca tinha fumado, o “um” para um ex-fumante e assim por diante. Ao final, o relatório apresenta uma equação que determina o grau de risco para as doenças cardiovasculares. Tomando o relatório em consideração, o professor tem um encontro com os alunos para discutir o mesmo. Abaixo, segue parte da discussão:

*Maria: É difícil, porque não sabemos como lidar com...*

*Professor: ... 2 variáveis?*

*Maria: Isso. Agora nós temos 8 variáveis. Necessitaríamos de 8 eixos.*

**Professor: Tem a variável risco também, não é?**

**Maria: É, então são 9 variáveis.**

*Maria: E agora, como fazer esse gráfico?*

*Professor: Vamos pensar. Como é no caso de 2 variáveis?*

*Joao: Podemos usar o plano cartesiano.*

*Professor: E...?*

*Maria: Com 3 variáveis, podemos usar XYZ.*

*Professor: E com 9 variáveis?*

(...)

Nesta parte, a discussão em negrito entre os alunos e o professor se refere à construção do modelo matemático, ou seja, da translação da situação para termos matemáticos, enquadrando-se no que chamei de discussões técnicas. A

parte em itálico refere-se a idéias e procedimentos matemáticos e ela ilustra o que defini como discussões matemáticas. Em termos das idéias teóricas discutidas aqui, esse encontro representa um espaço de interação, já que alunos e professor estão se comunicando verbalmente para discutir um assunto que justifica o encontro entre eles.

Neste extrato, a discussão sobre a construção do modelo levantou um impasse: a possibilidade de fazer o gráfico da função com 9 variáveis. Para matematizar a situação real, os alunos encararam um novo problema, porém pertencente ao campo da matemática pura. Isso gerou uma mudança no conteúdo de suas discussões, movendo de aspectos técnicos para matemáticos. Um problema específico gerou o abandono de um tipo de discussão e provocou uma outra.

A seguir, um trecho onde os alunos traçam uma estratégia para representar graficamente a situação-problema.

**João: Vamos eliminar variáveis e trabalhar com três... depois disso, faremos o gráfico.**

**Carlos: Talvez podemos analisar a influencia de uma variável no desenvolvimento de doenças cardiovasculares.**

**Maria: É simples. Podemos aplicar o coeficiente de correlação para os níveis de colesterol e obesidade.**

Neste caso, os alunos discutem a possibilidade de abandonar algumas variáveis a fim de que seja possível fazer a representação gráfica da situação. Essa mudança de plano foi suscitada pelas limitações matemáticas, levando-os a estabelecer outra representação do sistema real.

## Discussão

Os alunos desenvolveram discussões matemáticas e técnicas no trecho acima. Entretanto, outras questões poderiam ser formuladas nesse espaço de interação: Qual é o efeito de escolher somente três variáveis sobre os resultados? Que critérios estão sendo utilizados para selecioná-los? Esses resultados são bons para alguém? Essas perguntas poderiam conduzir a reflexões sobre a natureza enviesada do processo de modelagem. Trata-se de questões que se

dirigem ao condicionamento dos resultados matemáticos às hipóteses utilizadas na construção do modelo, fragilizando a idéia de que os modelos matemáticos são descrições neutras das situações sociais. Isso ilustra o que chamo de discussões reflexivas. Elas funcionam como um “ponto de entrada” para pensar sobre a natureza e papel dos modelos matemáticos na sociedade. Jacobini e Wodewotzki (2006) relatam um episódio que ilustra essa idéia, quando alunos desenvolvem reflexões políticas a partir do estudo dos critérios de cobrança do imposto de renda no Brasil.

O episódio aqui discutido ilustra transições entre as discussões matemáticas e as técnicas, ou seja, momentos onde uma se transmuta na outra. Analogamente, podemos supor que os alunos poderiam também se mover para discussões reflexivas.

O episódio dá inspiração para pensar que o desenvolvimento do espaço de interação pode conter varias transições entre os tipos de discussões. A figura 1 ilustra seis possibilidades. Não quero afirmar, como já mencionei anteriormente, que o conteúdo das discussões dos alunos e/ou professores se restrinjam a esses tipos, mas que elas podem acontecer. Além do que, a importância dessas discussões refere-se aos propósitos educacionais do professor.

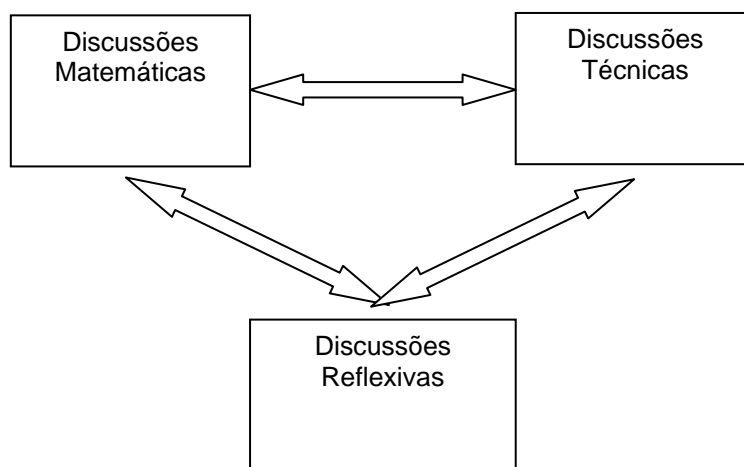


Figura 1: Discussões no ambiente de Modelagem

No episódio, a mudança do conteúdo da discussão foi gerada por uma questão, ou seja, uma pergunta para a qual os envolvidos não tinham uma resposta direta. Chamarei questões como essas de “impasses”. No episódio, o impasse sobre a representação gráfica de uma função de 9 variáveis gerou um *detour* na discussão, dirigindo os alunos das discussões técnicas para as matemáticas. Mais tarde, a impossibilidade de fazer o gráfico de tal função levou os alunos a simplificarem a situação de maneira diferente e, assim, conduzindo-os para as discussões técnicas.

Do mesmo modo, quando os alunos estavam discutindo que variáveis escolher, na segunda parte, eles poderiam gerar alguns impasses: Por que estas variáveis e não outras? Esta questão poderia provocar uma interrupção na discussão técnica corrente e dirigir a atenção dos alunos para discussões reflexivas.

Com isso, a análise desse episódio sugere a hipótese de que a transição entre as discussões – considerando que elas podem ser matemáticas, técnicas e reflexivas – num espaço de interação ocorre por impasses. Os alunos podem alterar o foco da discussão quando se defrontam com questões que não possuem respostas imediatas e demandam algum tipo de debate.

A noção de *impasse* difere da de “*blockage*” proposta por Galbraith e Stillmann (2006). Esses autores partem de esquemas prescritivos sobre o processo de modelagem, como aqueles que identificam fases para se fazer modelagem muito presente na literatura, e identificam situações que “obstruem” seu desenvolvimento. Essa visão toma o fazer modelagem como um caminho idealizado previamente. Ao contrário, a idéia de impasse toma-as como constitutivo de um caminho singular seguido pelos alunos no desenvolvimento das atividades de Modelagem.

Borromeo Ferri (2006) tem proposto a noção de “rotas de modelagem” para denotar os passos dos alunos durante as atividades. A análise do episódio desse artigo sugere que essas rotas não se realizam sem impasses, mas pelo contrário eles pavimentam seus traçados. Isso coloca um outro olhar sobre o trabalho dos alunos. Em vez de vê-los como destoantes de um modelo previamente descrito (tal como sugere a noção de *blockage*) ou como rotas harmônicas, sustento a



hipótese de que o desenvolvimento de atividades de modelagem encerra negociações entre os atores envolvidos a fim de dar conta dos impasses que surgem.

### Considerações finais

Esse artigo colocou lentes sobre a dinâmica das discussões dos alunos, baseando-se na idéia de que a comunicação em sala de aula determina a qualidade da aprendizagem. Considerando conceitos postos por Skovsmose (1990), defini discussões matemáticas, técnicas e reflexivas para denotar a conteúdo das interações verbais entre alunos e/ou professor.

Analisando um pequeno episódio de sala de aula, sugiro que as transições entre os tipos de discussões ocorrem por impasses. Essa observação reforça idéia de que o professor deve mais colocar questões para os alunos do que dar encaminhamentos prontos.

A possibilidade de constituir atividades de modelagem na perspectiva sócio-crítica está associada à presença das discussões reflexivas. É difícil imaginar esta perspectiva operando em sala de aula sem que questões dessa natureza estejam presentes. Porém, não me refiro à mera figuração nos espaços de interações; essas discussões devem ter um lugar primário, usando as demais para apoiá-la.

Aqui, tentei esboçar um modelo teórico recente, com resultados preliminares de um projeto de pesquisa corrente. Estudos posteriores devem ser realizados para aprofundar a análise da dinâmica das discussões matemáticas, técnicas e reflexivas nos espaços de interações.

### Referências

ALRØ, H.; SKOVSMOSE, O. *Dialogue and learning in mathematics education: intention, reflection, critique*. Dordrecht: Kluwer, 2002.

ARAÚJO, J. L. Situações reais e computadores: os convidados são igualmente bem-vindos? *Bolema*, n. 19, p. 1-18, 2003.



ARAÚJO, J. L.; SALVADOR, J. A. Mathematical Modelling in calculus courses. In: J. F. MATOS et al. (eds) *Modelling and Mathematics Education: ICTMA9 – Applications in science and technology*. Chichester: Horwood Publishing, 2001. p. 195-204.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. 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. Modelagem Matemática em cursos para não-matemáticos. In: CURY, H. N. (Org.). *Disciplinas matemáticas em cursos superiores: reflexões, relatos e propostas*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 63-83.

BARBOSA, J. C. Mathematical Modelling in classroom: a sócio-critical and discursive perspective. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, v. 38, n. 3, p.293-301, 2006.

BODGAN, R.; BIKLEN, S. K. *Qualitative research for education: an introduction for theory and methods*. Boston: Allyn and Bacon, 1998.

BORBA, M. C.; VILLAREAL, M. E. *Humans-with-media and the reorganization of mathematical thinking*. Dordrecht: Springer, 2005.

BORROMEO FERRI, Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, v. 38, n. 2, p. 86-95, 2006.

CHARMAZ, K. *Constructing grounded theory: a practical guide through qualitative analysis*. London: Sage, 2006.

CHRONAKI, A.; CHRISTIANSEN, I. M. (Eds.) *Challenging perspectives on mathematics classroom communication*. Greenwich: Information Age Publishing, 2005.

GALBRAITH, P.; STILLMAN, G. A framework for identifying student blockages during transitions in the Modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, v. 38, n. 2, p. 143-162, 2006.

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, 2006.

LERMAN, S. Cultural, discursive psychology: a sociocultural approach to studying the teaching and learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, v. 46, n. 1-3, p. 87-113, 2001.

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

SKOVSMOSE, O. *Towards a philosophy of critical mathematical education*. Dordrecht: Kluwer, 1994.

