

MODELAGEM MATEMÁTICA, PERSPECTIVAS E DISCUSSÕES

Jonei Cerqueira Barbosa¹ (UEFS)

joneicb@uol.com.br

Marluce Alves dos Santos² (UEFS)

marlucealves1@uol.com.br

Resumo: Este artigo é um ensaio teórico que discute a relação entre a perspectiva sócio-crítica de Modelagem Matemática e a noção de discussões reflexivas. Para isto, desenvolvemos o argumento de que perspectivas diferentes implicam num posicionamento diferente dos tipos de discussões na prática de alunos e professores. Em particular, ilustramos com o caso da perspectiva sócio-crítica, retomando suas características e associando-a à ênfase nas discussões reflexivas.

Palavra-chave: Modelagem Matemática, perspectiva, sócio-crítica, discussões reflexivas

Introdução

De modo genérico, podemos dizer que Modelagem Matemática³ se refere à aplicação da matemática em outras áreas do conhecimento ou dia-a-dia (BARBOSA, 2003). Ainda que circulem diversos conceitos sobre Modelagem na literatura, assumimos aquele posto em Barbosa (2003): ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e investigar, através da matemática, situações com referência na realidade.

O conceito trata apenas de definir o que é entendido como uma atividade de Modelagem, determinando suas fronteiras em relação a outros ambientes. Entretanto, o desenvolvimento da atividade em sala de aula implicará em outras especificações, como

¹ Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Membro do Núcleo de Pesquisas em Modelagem Matemática (NUPEMM) da UEFS. Home: www.uefs.br/nupeмм

² Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da UFBA/UEFS. Membro do Núcleo de Pesquisas em Modelagem Matemática (NUPEMM) da UEFS.

³ Por vezes, a partir deste ponto, deixaremos subtendido o adjetivo “Matemática” para o substantivo “Modelagem” a fim de evitar repetições.

os objetivos e os papéis que o professor e os alunos assumem neste ambiente, o que pode, em grande medida, ser enlaçado pela noção de “perspectiva”. Trata-se de uma forma mais geral de ver a Modelagem, abrangendo seus propósitos para o ambiente, o que implica em decorrências para suas outras características.

Kaiser e Sriraman (2006) têm revisado a literatura e sistematizado cinco perspectivas sobre Modelagem:

- realística: as situações-problema são autênticas e retiradas da indústria ou da ciência, propiciando aos alunos o desenvolvimento das habilidades de resolução de problemas aplicados;

- epistemológica: as situações-problema são estruturadas para gerarem o desenvolvimento da teoria matemática;

- educacional: propõe-se a integrar situações-problema autênticos com o desenvolvimento da teoria matemática;

- sócio-crítica: as situações devem propiciar a análise da natureza dos modelos matemáticos e seu papel na sociedade;

- contextual: as situações são devotadas à construção da teoria matemática, mas sustentadas nos estudos psicológicos sobre sua aprendizagem.

Estas perspectivas colocam ênfase em diferentes aspectos. Analisando-os, sugerimos que as perspectivas podem eleger como objetivo didático:

- o desenvolvimento da teoria matemática (epistemológica, educacional e contextual);

- o desenvolvimento das habilidades de resolução de problemas aplicados (realística);

- ou a análise da natureza e do papel dos modelos matemáticos na sociedade (sócio-crítica).

Consequentemente, os propósitos diferentes implicam em diferenças nas formas de organizar e conduzir as atividades de Modelagem. Isto nos força a refletir sobre as maneiras que as práticas de sala de aula representam ou constituem perspectivas mais amplas sobre Modelagem Matemática. Em particular, neste artigo, iremos ilustrar esta posição teórica através da relação entre a perspectiva sócio-crítica e a dinâmica discursiva de uma aula baseada em Modelagem Matemática.

A perspectiva sócio-crítica de Modelagem Matemática

O uso da expressão “sócio-crítica” para denotar um modo de ver a Modelagem na educação matemática é sugerido por Barbosa (2003, 2006) como um reconhecimento àquelas práticas pedagógicas que compreendem este ambiente como uma oportunidade para os alunos discutirem a natureza e o papel dos modelos matemáticos na sociedade.

Claramente apoiado na perspectiva nomeada de Educação Matemática Crítica (Skovsmose, 1994), a sócio-crítica traduz um esforço de teorizar as implicações dos estudos críticos sobre o papel da matemática na sociedade no desenvolvimento do ambiente de Modelagem Matemática.

A importância de introduzir na sala de aula oportunidades de reflexão sobre a natureza dos modelos matemáticos na sociedade se sustenta na dialética matematização e desmatematização discutida por Keitel (1993) e, posteriormente, em Gellert e Jablonka (2007). Entendemos por modelo matemático qualquer representação matemática de um fenômeno eleito para estudo. Keitel (1993) se refere à crescente presença dos modelos matemáticos nas formas contemporâneas da vida social, inclusive através daqueles usados nas tecnologias de informação e comunicação. Porém, ao mesmo passo, corre um processo em que as pessoas se desobrigam de dominar conceitos e algoritmos matemáticos, ainda que lidem com estes de maneira implícita em tecnologias (a desmatematização).

A natureza crítica deste fenômeno reside no seu uso como regulador da vida social, em particular nos casos dos modelos matemáticos utilizados para definir o funcionamento de sistemas informáticos, já que os primeiros têm sua flexibilidade moldada de acordo com seus pressupostos e os objetos matemáticos utilizados na sua construção. As ações são limitadas às possibilidades oferecidas pelo modelo matemático. É o que Skovsmose (1994) nomeia de poder formatador da matemática.

Em grande medida, a legitimidade que os modelos matemáticos possuem na sociedade sustenta-se num certo reconhecimento de que as explicações matemáticas são neutras e retratam a realidade como ela é. Borba e Skovsmose (1997) sugerem a noção de “ideologia da certeza” para traduzir este ponto de vista hegemônico que tem permitido o uso da matemática como argumento forte nas discussões e nas decisões.

A perspectiva sócio-crítica, tal como discutida em Barbosa (2006), canaliza este debate para a prática de Modelagem Matemática em sala de aula, entendendo esta como uma oportunidade para se reconhecer o poder formatador da matemática e desafiar a ideologia da certeza. Para atingir este fim, as atividades de Modelagem podem estimular situações em que os alunos percebam que os modelos matemáticos não são neutros, mas

que eles dependem de onde são produzidos e como são usados, fragilizando a idéia de que a matemática é a descrição pura da realidade.

A adoção da perspectiva sócio-crítica não implica na subtração de outros propósitos, como o desenvolvimento da teoria matemática e das habilidades de resolução de problemas aplicados, mas a tomada destes como “veículo” para viabilizar o “fim” de refletir sobre os modelos matemáticos. Na seqüência, discutiremos sobre a prática de Modelagem dos alunos.

A prática de Modelagem Matemática

Entendemos por prática de Modelagem Matemática dos alunos as ações que eles desenvolvem no ambiente desencadeado pelo professor para abordar uma situação pertencente ao dia-a-dia ou a outras área do conhecimento. Como sugerido em Matos e Carreira (1996), a prática dos alunos em Modelagem diferem daquela desenvolvida pelos modeladores profissionais.

Como usualmente grande parte do ambiente de Modelagem Matemática é desenvolvido através das discussões dos alunos organizados em grupo, podemos assumir que as interações desenvolvidas entre os alunos e entre estes e o professor se constituem em subsídios para a construção dos modelos matemáticos. De acordo a perspectiva sócio-cultural, tal como sustentada por Wertsch (1993, 1998), são justamente as vozes que circulam num certo contexto sócio-cultural que constituem as vozes particulares de cada um, as quais retornam para o ambiente social. Como decorrência deste ponto de vista, se desejamos compreender a prática de Modelagem dos alunos, não devemos buscar compreensões na relação dos atores sociais (alunos e professor) com Modelagem, mas na relação entre eles mediada pela Modelagem.

Em particular, deste ponto de vista, a ênfase recai sobre as práticas comunicativas, pois elas são meios de mediação para as ações que os alunos desenvolvem no ambiente de Modelagem. Seguindo esta tradição, Barbosa (2007) tem proposto a noção de *espaços de interações* para denotar todo encontro aluno-aluno ou aluno-professor com o propósito de discutir Modelagem Matemática como unidade básica de análise.

A constituição das perspectivas de Modelagem, tal como discutida na secção anterior, pode ser vista nos espaços de interações, pois são neles que os discursos sobre o que é válido e o que é tido como legítimo tomam lugar. Em outras palavras, usando os

termos de Brousseau (1997), o contrato didático⁴ no ambiente de Modelagem se constitui através dos discursos que aí se produzem e se posicionam. Portanto, aqui, tomaremos a noção de prática de Modelagem como uma instância discursiva.

Para compreendermos a prática de Modelagem dos alunos, seguimos o princípio da análise genética proposta por Vygotsky (Wertsch, 1993) que sustenta a necessidade de análise da gênese e das transições do fenômeno. Isto nos remete a olharmos os encaminhamentos seguidos pelos alunos na abordagem de uma situação de Modelagem. Ferri (2006) tem proposto a noção de *rotas de modelagem* para denotar o percurso dos alunos nos níveis interno (intramental) e externo (intermental). Entretanto, aqui, tomaremos a noção de *rotas de Modelagem* como assinalada em Barbosa (2006), que é de percurso discursivo, ou seja, uma progressão dos discursos produzidos pelos alunos e/ou professor no ambiente social. A ação de produzir um discurso será chamada de discussão.

O que os alunos discutem no ambiente de Modelagem Matemática? Por certo, eles podem discutir muitas coisas, inclusive aquelas que não jogam um papel direto na construção do modelo matemático. Recentemente, Barbosa (2007) observou que os alunos podem discutir aspectos gerais do contexto do problema, mas não utilizá-los (e nem ter esta intenção) na sua abordagem. Igualmente, notou que os alunos podem fazer conexões com conteúdos matemáticos estudados anteriormente e também não utilizá-los. Este autor tem proposto a noção de *discussões paralelas* para denotar as que tem esta natureza e são produzidas nos espaços de interações.

As rotas de Modelagem, por sua vez, são constituídas por aquelas discussões que têm um papel na construção do modelo matemático. Ainda que os alunos desistam de alguma estratégia, os discursos atrelados a ela compõem as rotas de Modelagem, pois eles têm esta intencionalidade.

Inspirado em Skovsmose (1990), Barbosa (2006) sugere que as rotas de Modelagem podem ser constituídas por três tipo de discussões:

- discussões matemáticas: referem-se estritamente aos conceitos e algoritmos matemáticos;
- discussões técnicas: referem-se aos processos de simplificação e matematização da situação-problema;
- discussões reflexivas: referem-se à reflexão sobre os critérios utilizados na

⁴ Contrato didático refere-se a um conjunto de regras implícitas ou explícitas no contexto da sala de aula.

construção do modelo matemático e seu papel na sociedade.

Para ilustrar estas noções, consideremos o caso de uma sala de aula onde os alunos de uma turma de 7^a. série de uma escola privada de Salvador estão discutindo uma reportagem de jornal. Nela, especula-se sobre a possibilidade de ocorrer racionamento de energia na região Nordeste do país. A reportagem relata condições do Lago do Sobradinho (volume e vazão), responsável pela produção de parte significativa da energia fornecida ao Nordeste, e afirma que se ele atingir o nível mínimo, poderia ter o “apagão”. Assim, tomando esta reportagem, o professor propôs que os alunos avaliam o risco do Lago do Sobradinho atingir seu nível mínimo. Os alunos se puseram a trabalhar em grupos com o acompanhamento do professor.

Como apontamos anteriormente, os alunos podem falar muitas coisas, mas podemos classificar algumas de suas vozes conforme as definições apontadas acima de discussões matemática, técnicas e reflexivas.

Notemos, por exemplo, a natureza destas falas: “O que é para fazer?”, “Vamos tentar regra de três?”, “Podemos relacionar a quantidade de água com os dias!”. Elas nos remetem a translação da situação para termos matemáticos, referindo-se ao processo de matematização, o que pode ser entendidas como discussões técnicas.

Já falas do tipo “Como é o gráfico desta função?”, “Isto é uma função afim!” e “Vamos isolar o x para resolver a equação!” referem-se a aspectos pertencentes à disciplina matemática, ainda que envolvidas na constituição de um modelo matemático, o que nos permite identificá-las como discussões matemáticas.

Por sua vez, os alunos desenvolvem discussões reflexivas quando produzem discursos como a seguir: “O resultado deu 78, porque a gente colocou o Lago cheio”. Neste exemplo, os alunos realizam um olhar retrospectivo, analisando a conexão entre o resultado matemático e os pressupostos utilizados na construção do modelo matemático. Ou ainda, analisemos esta frase de um aluno: “A gente tem que tomar providências antes dos 55 dias [número de dias previsto pelos alunos para o Lago do Sobradinho atingir seu nível mínimo, caso chuvas não ocorram], senão vai ter apagão de novo... a gente pode, por exemplo, propor um mini-acionamento”. Neste fala, uma decisão é proposta baseada nos resultados matemáticos, o que nos remete para a definição das discussões reflexivas.

A ocorrência e o funcionamento das discussões matemáticas, técnicas e reflexivas podem nos oferecer lentes teóricas sobre as características que o ambiente de Modelagem pode tomar em cada contexto e momento específico. A tese central que

iremos apresentar na seqüência é o posicionamento delas na sala de aula falamos muito sobre as perspectivas que representam ou que constituem.

As perspectivas e as discussões

As perspectivas de Modelagem Matemática tal como definidas por Kaiser e Sriraman (2006) – realística, epistemológica, educacional, sócio-crítica e contextual – podem ser associadas à priorização sobre os argumentos para inserção de Modelagem no currículo. Na literatura, um longo debate sobre as razões de incluir este ambiente de aprendizagem tem sido registrado (BLUM, NISS, 1991; BLUM, 1995). Blum (1995) apresenta cinco argumentos: motivação, facilitação da aprendizagem, preparação para utilizar a matemática em diferentes áreas, desenvolvimento de habilidades gerais de exploração e compreensão do papel da matemática na sociedade.

Estes argumentos não possuem o mesmo *status* nas diferentes perspectivas, sendo que algum ou alguns deles são priorizados conforme os propósitos didáticos estabelecidas por elas. Para cada perspectiva, podemos eleger dentre os cinco argumentos aquele ou aqueles que constitui/constituem “o fim”, enquanto os demais podem ser compreendidos como “meio”.

Ilustraremos esta afirmação com o caso da perspectiva sócio-crítica, onde o argumento de compreensão do papel da matemática na sociedade é o fim, ou seja, é o propósito da organização do ambiente, enquanto os demais argumentos são compreendidos como meios para alcançá-lo. Estar envolvido na atividade (motivação), desenvolver uma ação sobre ela (aprendizagem), desenvolver habilidades de exploração e utilização da matemática são condições para que os alunos possam refletir sobre os critérios utilizados na construção dos modelos matemáticos.

Barbosa (2001), num estudo sobre as concepções de futuros professores em relação à Modelagem, identificou que eles privilegiavam alguns argumentos em detrimento de outros. É o que o autor chamou de *primado da argumentação*. Assim, podemos identificar o *primado da argumentação* em cada perspectiva de Modelagem, entendida aqui como o modo de hierarquizar os argumentos.

Como temos discutido, as perspectivas e, portanto, o primado da argumentação, se traduzem ou se constituem na produção dos discursos no ambiente de Modelagem. Em grande medida, as características do contrato didático serão condicionadas pela ação do professor. Como podemos inferir da perspectiva socio-cultural (WERTSCH, 1993,

1998), a voz dos professor, o que ele legitima e valoriza, será considerada uma espécie de “kit-instrumento” para a produção dos discursos dos alunos, colocando ênfase nas discussões matemáticas, técnicas ou reflexivas.

Wertsch (1993) sugere a noção de *privileging* para denotar o fato que alguns meios de mediação (alguns discursos, por exemplo) são vistos como mais apropriados ou eficazes do que outros em um determinado contexto sociocultural. Este conceito tem relação com a idéia de *primado de argumentação*, pois acaba por estabelecer uma hierarquia entre as discussões conforme os propósitos do professor.

Se consideramos, por exemplo, a perspectiva sócio-crítica, ela não pode se constituir se os alunos não produzem discussões reflexivas, fazendo desta seu “fim”. Entretanto, não é possível refletir sobre os critérios utilizados na construção do modelo matemático se os alunos não discutem o processo de matematização da situação problema, o que é pertinente às discussões técnicas, e manejam matematicamente o modelo matemático, que é pertinente às discussões matemáticas. Estes dois últimos tipos de discussões, portanto, podem ser vistos como “meios” para viabilizar as discussões reflexivas.

Analogamente, podemos ilustrar a tese central deste artigo através da hierarquização das discussões na perspectiva realística, onde o “fim” são as discussões técnicas, pois elas estão mais associadas ao propósito de desenvolver habilidades de aplicar matemática. As demais podem ser consideradas “meios”. As discussões reflexivas podem ser tidas como secundárias, já que não há uma preocupação explícita em agendar a natureza dos modelos matemáticos, mas sim aproximar o aluno do saber-fazer do modelador profissional..

E, por fim, nas perspectivas epistemológica, educacional e contextual, onde as situações de Modelagem são encaradas como motivação para conduzir os alunos à teoria matemática, podemos assumir que a ênfase recai nas discussões matemáticas. As técnicas podem ser vistas como “meio”. Igualmente, aqui, as reflexivas podem não ser claramente legitimadas.

Esta relação entre as perspectivas e o *privileging* das discussões nas rotas de Modelagem nos remete a colocar mais atenção sobre os discursos produzidos nos espaços de interações. A adoção de alguma perspectiva implica na ênfase a algum tipo de discussão, levando a um particular papel ao professor na organização e desenvolvimento do ambiente de Modelagem.

As discussões reflexivas, sua gênese e desenvolvimento

Como encontrado em Barbosa (2003, 2006) e também discutido anteriormente, assumimos claramente a perspectiva sócio-crítica para a Modelagem Matemática, o que sugere a ênfase nas discussões reflexivas. Entretanto, a sua gênese pode não ocorrer naturalmente, pois refere-se a um tipo de discurso historicamente estranho à matemática escolar. Ao contrário, principalmente quando nas primeiras atividades de Modelagem dos alunos, eles podem enfatizar as discussões matemáticas, pois a socialização anterior deles na escola têm privilegiado os aspectos intrínsecos desta disciplina. Por outro lado, as discussões reflexivas podem ter origem nos alunos, sem interferência direta do professor, pois a Modelagem pode acabar desafiando a “lógica” tradicionalmente vigente na matemática escolar, conforme exemplo discutido por Christiansen (1997).

Este quadro nos remete a uma postura mais intencionada do professor no caso deste manter o propósito de constituir a perspectiva sócio-crítica. Para isto, além de convidar os alunos a se envolverem na produção de um modelo matemático, também pode convidá-los a refletir sobre sua natureza enviesada, ou seja, sobre como os resultados estão atrelado aos critérios utilizados, e como podem ser usados na sociedade. Em nossas observações de sala de aula, temos notados que as discussões reflexivas ocorrem quando os alunos confrontam resultados diferentes, forçando-os a analisarem o processo de sua produção.

Consideremos, por exemplo, o caso de um professor de uma escola pública na região de Feira de Santana, Bahia, onde tivemos a oportunidade de acompanhar a implementação do ambiente de Modelagem. Nele, o professor pediu que os alunos definisse o valor ideal de uma cesta básica. Organizados em grupo, os alunos definiram os itens e as quantidades que comporiam a cesta básica. Na fase de socialização, os diversos grupos apresentam resultados diferentes, o que os fizeram analisar as razões. Este confronto de resultados levaram a discutir como os diferentes critérios utilizados geraram diferentes resultados matemáticos, desafiando a idéia de matemática como descrição neutra de uma realidade (o que compõe a ideologia da certeza).

Para analisar os critérios utilizados na definição da cesta básica ideal, os alunos tiveram que se remeter às discussões técnicas, pois era necessário revisar o processo de matematização do fenômeno, e às discussões matemáticas, devido à recapitulação dos procedimentos matemáticos. Isto sugere que as discussões reflexivas se convertem em técnicas e matemáticas, dotando a primeira de uma natureza meta-analítica sobre as

rotas de modelagem dos alunos.

Este caso de sala de aula tem, portanto, nos inspirado a considerar o confronto de resultados como uma estratégia pedagógica para estimular o surgimento das discussões reflexivas. O professor pode, por exemplo, convidar os diversos grupos a apresentarem seus resultados para debate; confrontando-os, parece-nos forte a possibilidade da gênese das discussões reflexivas.

Considerações finais

Neste artigo, desenvolvemos o argumento que diferentes perspectivas de Modelagem geram diferentes legitimidades para as discussões produzidas e enfatizadas no desenvolvimento das atividades. Em vez, portanto, de tomar as perspectivas como categorias externas à sala de aula ou idealizações meramente retóricas, elas podem ser vistas como constituídas através dos discursos dos alunos e professores.

O ponto particular que ilustramos foi o *privileging* das discussões reflexivas como constituição da perspectiva sócio-crítica na sala de aula, posicionando as demais como “meio” para sua efetivação. Do ponto de vista das estratégias didáticas, propomos que convidar os alunos a confrontarem os resultados matemáticos pode ser uma forma de fazer erigí-las nos espaços de interações.

Estas conclusões colocam novos desafios para a agenda de pesquisa empírica em Modelagem Matemática. Se assumirmos que as discussões reflexivas se vertem em matemáticas e técnicas, como sustentado anteriormente, faz-se necessário que analisemos o que gerar estas transições. Do mesmo modo, observações de sala de aula podem nos dar insights de outras estratégias que gerem discussões reflexivas no ambiente de Modelagem.

Referências

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

BARBOSA, J. C. What is Mathematical Modelling? In: LAMON, S. J. et al. (eds.) *Mathematical Modelling: a way of life*. Chichester: Ellis Horwood, 2003. p. 227-234.

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.

BARBOSA, J. C. . **Mathematical modelling and parallel discussions**. In: CONGRESS OF THE EUROPEAN SOCIETY FOR RESEARCH IN MATHEMATICS EDUCATION, 5, Larnaca. Paper presented at WG13 (Applications and Modelling). Disponível em: <http://www.cyprusisland.com/cerme/Group13/GROUP13_2.doc>. Acesso em: 12/03/2007.

BLUM, W. Applications and Modelling in mathematics teaching and mathematics education – some important aspects of practice and of research. In: SLOYER, C. et. Al (Eds.) **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**, 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**, v. 17, n. 3, p. 17-23, 1997.

BROUSSEAU, G. **Theory of didactical situations in mathematics**: didactique des mathématiques. Dordrecht: Kluwer Academic, 1997.

CHRISTIANSEN, I. M. When Negotiation of Meaning is also Negotiation of Tasks: Analysis of the Communication in an Applied Mathematics High School Course. **Educational Studies in Mathematics**. v. 34, n. 1, p. 1-25, 1997.

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

GELLERT, U.; JABLONKA, E. (Eds.) **Mathematisation and demathematisation**: social, philosophical and educational ramifications. Rotterdam: Sense Publishers, 2007.

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.

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

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.

WERTSCH, J. V. **Voices of the mind: a sociocultural approach to mediated action**. Cambridge: Harvard University, 1993.

WERTSCH, J. V. **Mind as action**. New York: Oxford University, 1998