

MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: CONTRIBUIÇÕES PARA O DEBATE TEÓRICO

Jonei Cerqueira Barbosa (UNESP)

1. Introdução

Diversos autores têm argumentado pela plausibilidade de usar Modelagem Matemática no ensino de matemática como alternativa ao chamado “método tradicional”¹ (Bassenezi, 1990, 1994; Biembengut, 1990, 1999; Blum & Niss, 1991; Borba, Meneghetti & Hermini, 1997, 1999). O movimento de Modelagem Matemática internacional e nacional tomou contorno nos últimos trinta anos, contando com a contribuição decisiva de matemáticos aplicados que migraram para a área da Educação Matemática (Blum & Niss, 1991; Fiorentini, 1996). A partir daqui, deixaremos de usar o adjetivo “Matemática” para o termo “Modelagem” – ficando implícito – como um recurso para evitar repetições.

No Brasil, Modelagem está ligada à noção de *trabalho de projeto*. Trata-se em dividir os alunos em grupos, os quais devem eleger temas de interesse para serem investigados por meio da matemática, contando com o acompanhamento do professor (Bassenezi, 1990, 1994; Biembengut, 1990, 1999; Borba, Meneghetti & Hermini, 1997, 1999). Porém, outras formas de organização das atividades são apontadas na literatura. Franchi (1993), por exemplo, utilizou uma situação-problema “dirigida” para sistematizar conceitos de Cálculo Diferencial e Integral. Jacobini (1999) problematizou um artigo de jornal com os alunos para abordar conteúdos programáticos de Estatística.

As experiências no Brasil possuem um forte viés antropológico, político e sócio-cultural, já que têm procurado partir do contexto sócio-cultural dos alunos e de seus interesses (Fiorentini, 1996). Esta pode ser considerada uma marca dos trabalhos brasileiros de Modelagem, ao contrário do movimento internacional que não apresenta esta preocupação de forma muito aparente (Kaiser-Messmer, 1991).

¹ Silva (1993) caracteriza o ensino tradicional de matemática em termos:

- epistemológicos: o conhecimento é descoberto por aqueles que “produzem” matemática;
- psicológicos: o aluno aprende vendo e o professor ensina mostrando;
- didáticos: é mais fácil aprender a partir da própria estrutura da matemática;
- pedagógicos: aprova-se quem “aprende” o que o professor mostrou;
- políticos: seleciona os que se adaptam a este sistema.

As práticas escolares de Modelagem têm tido fortes influências teóricas de parâmetros emprestados da Matemática Aplicada. A compreensão de Modelagem é apresentada em termos do processo de construção do modelo matemático, traduzido em esquemas explicativos. Um modelo matemático, segundo Bassanezi (1994, p. 31), é *quase sempre um sistema de equações ou inequações algébricas, diferenciais, integrais, etc., obtido através de relações estabelecidas entre as variáveis consideradas essenciais ao fenômeno sobre análise.*

Há indícios, porém, das limitações desta transferência conceitual para fundamentar a Modelagem na E(e)ducação M(m)atemática. A principal dificuldade diz respeito aos quadros de referências postos pelo contexto escolar; aqui, os propósitos, a dinâmica do trabalho e a natureza das discussões matemáticas diferem dos modeladores profissionais. Matos e Carreira (1996) concluem que estas diferenças contextuais levam a distinções entre o que os alunos fazem em suas atividades de Modelagem e o que é esperado dos matemáticos aplicados.

Esta situação tem levado a algumas incoerências entre a perspectiva teórica e a prática de Modelagem na sala de aula. Ilustramos com um caso relatado por Biembengut (1990), em que os alunos investigaram quanto custa construir uma casa. Para isto, eles listaram os materiais necessários, coletaram os preços, efetuaram cálculos e organizaram os resultados, sem construírem um modelo matemático propriamente dito.

Outra ilustração pode ser trazida do relato de pesquisa de Araújo (2000), que aponta um grupo de alunas que criou uma situação-problema imaginária – a temperatura no decorrer do ano de uma cidade fictícia – para abordá-la matematicamente. Os modeladores profissionais, ao contrário, investigam situações concretas trazidas por outras áreas do conhecimento que não a matemática.

A par disto, argumentamos por uma perspectiva teórica que se ancore na prática de Modelagem corrente na Educação Matemática e faça dela seu objeto de crítica a fim de nutrir a própria prática. O termo “crítica”, que vem do grego *kritiké*, é entendido como a arte de julgar e analisar (Japiassu & Marcondes, 1990). Não há a pretensão de esgotar o assunto neste artigo, nem de colocar suas posições na alteridade dos discursos. Nossa intenção é apontar a necessidade de Modelagem – na perspectiva da Educação Matemática – se envolver no ciclo permanente da teoria-prática, oferecendo nossa contribuição inicial.

O presente trabalho, portanto, se constitui numa modalidade de ensaio teórico: *um estudo bem desenvolvido, formal, discursivo e concludente, consistindo numa exposição lógica e reflexiva e numa argumentação rigorosa com alto nível de interpretação e julgamento pessoal* (Severino, 1996, p. 120). Mas não se trata, frisamos, de um trabalho teórico puro, já que estamos subsidiados nas práticas relatadas na literatura e em nossas próprias experiências de Modelagem em sala de aula. Apresentamos neste trabalho, de maneira sistematizada, o esboço de uma perspectiva teórica que pretende fundamentar a prática de Modelagem, suas limitações e possibilidades.

Esta alteração de foco pode gerar uma argumentação pela mudança da terminologia. Entretanto, tentativas de outros nomes – como *Modelação* – não vingaram na Educação Matemática brasileira (Biembengut, 1990). O termo *Modelagem* continua sendo reconhecido pela comunidade, o que garante sua legitimidade.

2. As tendências em Modelagem e a corrente sócio-crítica

Modelagem pode ser definida em termos dos propósitos e interesses subjacentes à sua implementação, conduzindo a implicações conceituais e curriculares. Kaiser-Messmer (1991) aponta duas visões gerais que predominam nas discussões internacionais sobre Modelagem: a pragmática e a científica.

A corrente pragmática argumenta que o currículo deve ser organizado em torno das aplicações, removendo os conteúdos matemáticos que não são aplicáveis em áreas não-matemáticas. *Os tópicos matemáticos ensinados na escola devem ser aqueles que são úteis para sociedade* (ibid., p. 84). A ênfase é colocada no processo de resolução de problemas aplicados, focalizando o processo de construção de modelos matemáticos.

A corrente científica, por sua vez, busca estabelecer relações com outras áreas a partir da própria matemática. Ela *considera a ciência matemática e sua estrutura como um guia indispensável para ensinar matemática, a qual não pode ser abandonada* (ibid., p. 85). Modelagem, para os “científicos”, é vista como uma forma de introduzir novos conceitos.

Em suma, a corrente pragmática volta-se para aspectos externos da matemática enquanto que a científica, para os internos. O foco permanece, portanto, na matemática e sua capacidade de resolver problemas de outras áreas.

Skovsmose (1990) distingue três tipos diferentes de conhecimento que podem ser relacionados à Modelagem Matemática:

- o conhecimento matemático em si;
- o conhecimento tecnológico, que se refere a como construir e usar um modelo matemático;
- o conhecimento reflexivo, que se refere à natureza dos modelos e os critérios usados em sua construção, aplicação e avaliação.

A par disto, as correntes pragmática e científica estacionam no conhecimento matemático e tecnológico, mostrando reduzido interesse pelo conhecimento reflexivo. Porém, há uma parcela significativa da literatura que avança até o domínio do conhecimento reflexivo, como no caso de muitos estudos brasileiros e internacionais (Fiorentini, 1996; Julie, 1998; Keitel, 1993; Skovsmose, 1994).

Esta limitação na classificação realizada por Kaiser-Messmer (ibid.) leva-nos a sugerir uma terceira corrente, a qual chamaremos de *sócio-crítico*. As atividades de Modelagem são consideradas como oportunidades para explorar os papéis que a matemática desenvolve na sociedade contemporânea. Nem matemática nem Modelagem são “fins”, mas sim “meios” para questionar a realidade vivida. Isso não significa que os alunos possam desenvolver complexas análises sobre a matemática no mundo social, mas que Modelagem possui o potencial de gerar algum nível de crítica. É pertinente sublinhar que necessariamente os alunos não transitam para a dimensão do conhecimento reflexivo, de modo que o professor possui grande responsabilidade para tal.

Ilustremos com um exemplo imaginário. Suponhamos que os alunos estejam com o seguinte problema: planejar os gastos com publicidade de uma empresa. Tomaram os preços de vários publicitários para produzir propagandas. Também obtiveram os preços que os canais de televisão e rádios cobram para veiculá-las. Através de programação linear, acharam uma solução para o problema posto. Até aqui, os alunos estiveram envolvidos com o conhecimento de matemática em si e o conhecimento de Modelagem. Mas poderiam também analisar e examinar o que estão fazendo ou o que fizeram: “Este resultado é válido?”, “Por que?”, “Como podemos garantir?”, “Ao traduzirmos a situação em termos matemáticos, o que perdemos?”, “O que ganhamos?”, “O que garante os procedimentos matemáticos adotados?”, “Há pressupostos implícitos?”, “As manipulações matemáticas podem nos dizer algo sobre a situação?”. Mais ainda: “É seguro tomar a decisão baseada nesta abordagem matemática do problema?”, “Por que é importante a propaganda para a empresa?”, “Qual o impacto sobre as vendas?”, “Que papel a mídia desempenha nos hábitos das pessoas?”, “Qual a relação com o

consumismo?”, “Somos autônomos perante a mídia?”. Muitas outras questões poderiam ser formuladas. Todas elas se situam na dimensão do conhecimento reflexivo. O que chamamos de corrente sócio-crítica de Modelagem sublinha que as atividades devem potencializar a reflexão sobre a matemática, a própria Modelagem e seu significado social.

Nesta visão, não é apropriada a separação entre aquilo que é útil ou não, como se faz nas correntes pragmática ou científica. O que não tem aplicações na atualidade, pode ter posteriormente. Igualmente, aplicações podem gerar novas idéias, novos procedimentos. Tanto matemática aplicada como pura fazem parte do que convencionamos chamar de matemática, de modo os alunos podem transitar livremente entre ambas. Borba, Meneghetti e Hermini (1997) citam um caso onde as alunas utilizaram a situação do problema para justificar procedimentos matemáticos. Já Araújo (2000) fala-nos de um episódio em que as alunas se descolaram do problema aplicado e focaram na discussão acerca do conceito de continuidade. Portanto, não advogamos um currículo baseado nem somente nas aplicações nem somente na estrutura da matemática. Julgamos que a educação matemática deve envolver todas as instâncias implicadas no conhecimento matemático. Modelagem é uma delas. É necessária, mas não suficiente.

3. Modelagem como ambiente de aprendizagem

Modelagem pode ser entendida em termos mais específicos. Do nosso ponto de vista, trata-se de uma oportunidade para os alunos indagarem situações por meio da matemática sem procedimentos fixados previamente e com possibilidades diversas de encaminhamento. Os conceitos e idéias matemáticas exploradas dependem do encaminhamento que só se sabe à medida que os alunos desenvolvem a atividade. Porém, alguns casos podem ser mais propícios a alguns conceitos matemáticos – por exemplo, situações que envolvem variação podem levar a idéias do Cálculo ou Pré-cálculo -, mas nada garante que os alunos se inclinem por eles.

Esta natureza “aberta” que sustentamos para as atividades de Modelagem nos impossibilita de garantir a presença de um modelo matemático propriamente dito na abordagem dos alunos. Somente a análise dos caminhos seguidos na resolução pode nos falar sobre sua ocorrência; eles podem desenvolver encaminhamentos que não passem pela construção de um modelo matemático.

Skovsmose (2000) apresenta a noção de *ambiente de aprendizagem* para se referir às condições nas quais os alunos são estimulados a desenvolverem determinadas atividades. O termo “ambiente” diz respeito a um lugar ou espaço que cerca, envolve. O ensino tradicional é um ambiente de aprendizagem, pois estimula os alunos a desenvolverem certas atividades; a história da matemática como recurso didático, também; e assim por diante. Modelagem, como entendemos, estimula os alunos a investigarem situações de outras áreas que não a matemática por meio da matemática. Podemos, agora, falar no ambiente de aprendizagem de Modelagem. Apesar da possibilidade de definir uma outra terminologia para qualificar a Modelagem – como a palavra *método* vindo da Matemática Aplicada - nos termos que se queira, preferimos procurar uma que traduza nosso entendimento sobre esta temática.

Debrucemo-nos sobre o entendimento de Modelagem esboçado neste texto. Formulado de maneira sintética, assumimos que *Modelagem é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade.*

O ambiente é colocado aqui em termos de “convite” aos alunos, tomando por referência a argumentação de Skovsmose (ibid.). Segundo este autor, os alunos podem não se envolver nas tarefas sugeridas. O ambiente de aprendizagem que o professor organiza pode apenas colocar o convite. O envolvimento dos alunos ocorre na medida em que seus interesses se encontram com esse.

Neste caso, o convite faz referência à indagação e investigação. Para Paulo Freire, a indagação é o próprio caminho da educação:

O que o professor deveria ensinar – porque ele próprio deveria sabê-lo – seria, antes de tudo, ensinar a perguntar. Porque o início do conhecimento, repito, é perguntar. E somente a partir de perguntar é que se deve sair em busca de respostas e não o contrário (Freire & Faundez, 1998, p. 46).

A indagação não se limita à explicitação do problema, mas uma atitude que permeia o processo de resolução. Se tomarmos Modelagem de um ponto de vista sócio-crítico, a indagação ultrapassa a formulação ou compreensão de um problema, integrando os conhecimentos de matemática, de modelagem e reflexivo. Mendonça (1993) apresentou o conceito de *problematização* para se referir à formulação de um problema, o qual pode ser parte do processo de indagar.

A investigação é o caminho pelo qual a indagação se faz. É a busca, seleção, organização e manipulação de informações. É uma atividade que não conhece procedimentos *a priori*, podendo comportar a intuição e as estratégias informais. Pode-se dizer que Modelagem é uma investigação matemática, pois ela se dá por meio de conceitos, idéias e algoritmos desta disciplina. Porém, deve-se distinguir das investigações matemáticas que tratam de situações formuladas em termos da matemática pura, sem referência a outras áreas do conhecimento (Abrantes, Ponte, Fonseca et al., 1999).

Indagação e investigação são tidas como indissociáveis, pois uma só ocorre na mesma medida da outra. Se o aluno não avança no conhecimento das informações sobre a situação em estudo, não pode indagá-la; e vice-versa.

A situação em estudo diz respeito a um domínio fora da disciplina matemática, ou seja, outras disciplinas ou o dia-dia, chamado por alguns autores por mundo real ou vida real (Blum & Niss, 1991; Skovsmose, 2000). Esta terminologia carrega uma limitação semântica, pois opõe matemática e mundo real, o que não aceitamos. Matemática é tão real quanto qualquer outro domínio da realidade, já que, sendo idéias, interfere nas ações e práticas sociais (D'Ambrósio, 1996; Skovsmose, 1994). Por isto, colocamos o termo entre aspas e preferimos falar em *situações oriundas de outras áreas da realidade*.

O entendimento de Modelagem que estamos apresentando privilegia situações com circunstâncias que as sustente. O crescimento de uma planta, o fluxo escolar na escola, a construção de uma quadra de esportes, o custo com propaganda de uma empresa, a criação comercial de perus, o sistema de distribuição de água num prédio, etc. são alguns exemplos possíveis.

Temos pouco interesse em situações fictícias elaboradas artificialmente - chamadas por Skovsmose (2000) de *semi-realidade* - para atender aos propósitos do ensino de matemática. Isto não quer dizer que elas não possam envolver os alunos em ricas discussões; podem sim e devem integrar o currículo. Apenas, tal como as investigações de matemática pura, não se enquadram confortavelmente na perspectiva de Modelagem que sustentamos aqui.

4. Modelagem e Currículo

A discussão sobre a integração de Modelagem no currículo envolve a questão do “como”, a qual não se pode descolar das condições para isso. Entendemos currículo como o *conjunto de todas experiências de conhecimento proporcionadas aos/às estudantes* (Silva, 1995, p. 184).

O ambiente de aprendizagem de Modelagem, baseado na indagação e investigação, se diferencia da forma que o ensino tradicional – visivelmente hegemônico nas escolas - busca estabelecer relações com outras áreas e o dia-dia. Este último procura trazer situações idealizadas que podem ser diretamente abordadas por idéias e algoritmos sugeridos pela exposição anterior do professor. Os alunos, portanto, já sabem como proceder e o que utilizar na abordagem das situações.

Existe uma relativa distância entre a maneira que o ensino tradicional enfoca problemas de outras áreas e a Modelagem. São atividades de natureza diferente, o que nos leva a pensar que a transição em relação à Modelagem não é algo tão simples. Envolve o abandono de posturas e conhecimentos oferecidos pela socialização docente e discente e a adoção de outros. Do ponto de vista curricular, não é de se esperar que esta mudança ocorra instantaneamente a partir da percepção da plausibilidade da Modelagem no ensino, sob pena de ser abortada no processo.

A par disto, concebemos a integração curricular de Modelagem de formas diversas, de tal modo que pavimente o caminho do professor e dos alunos em direção a este ambiente. Assumimos uma compreensão teórica geral nos itens anteriores que podem se materializar através de configurações curriculares diferentes, conforme as condições de cada sala de aula, de cada escola e da experiência e confiança de cada professor.

Com isto, recusamos a idéia de associar Modelagem exclusivamente à modalidade de projetos. Outros tipos de atividades de Modelagem que demandam menos tempo e são mais simplificadas também podem ser consideradas. Cada configuração curricular de Modelagem é vista em termos de *casos*, referindo-se às diferentes possibilidades de organização curricular da Modelagem.

Analisando os estudos sobre Modelagem, nacional e internacional, podemos classificar os casos de Modelagem de três formas diferentes:

1) *Caso 1*. O professor apresenta a descrição de uma situação-problema, com as informações necessárias à sua resolução e o problema formulado, cabendo aos alunos o processo de resolução. Uma experiência de Franchi (1993) pode ilustrar este caso (ver secção1). Ela colocou uma situação-problema aos alunos, que realizaram a

investigação. Não foi preciso que eles procurassem dados fora da sala de aula; todo o trabalho se deu a partir da situação e do problema oferecido pelo professor.

2) *Caso 2*. O professor traz para a sala um problema de outra área da realidade, cabendo aos alunos a coleta das informações necessárias à sua resolução. Ilustremos com uma experiência de Biembengut (1999). Ela apresentou aos alunos o problema “*O que é preciso para construir uma casa?*”. Eles tiveram que buscar dados fora da sala de aula e fazer algumas simplificações que ajudassem a resolver o problema.

3) *Caso 3*. A partir de temas não-matemáticos, os alunos formulam e resolvem problemas. Eles também são responsáveis pela coleta de informações e simplificação das situações-problema. É via do trabalho de projetos. Devido à falta de espaço, limitamo-nos a remeter às experiências relatadas em Bassanezi (1990), Borba, Meneghetti e Hermini (1997), Biembengut (1990, 1999) e Franchi (1993).

Em todos os casos, o professor é concebido como “co-partícipe” na investigação dos alunos, dialogando com eles acerca de seus processos. Porém, em alguns, ele possui um papel mais presente na organização das atividades. No caso 1, por exemplo, a presença do professor, já que ele fica responsável pela formulação da situação-problema, é mais forte do que no 3, onde isso é compartilhado com os alunos. A figura 1 esquematiza a participação do professor e do aluno em cada caso.

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

Figura 1. O aluno e o professor nos casos de Modelagem.

Os casos 1, 2 e 3 não representam configurações estanques, mas sim regiões de possibilidades. Eles não pretendem engessar a prática, mas, uma vez que é reflexão

sobre a prática, alimentá-la. Esta classificação chama a atenção para o fato de que os professores e os alunos podem se envolver com diferentes maneiras de implementar a Modelagem no currículo, re-elaborando de acordo as possibilidades e as limitações oferecidas pelo contexto escolar, por seus conhecimentos e preferências.

5. O desafio da pesquisa

As considerações teóricas traçadas até este ponto do texto representam a tentativa de capturar e elaborar teoricamente, de um ponto de vista sócio-crítico, a prática da Modelagem tomando como referência os interesses da área da Educação Matemática, traduzindo nosso momento atual de reflexão. Como nos diz D'Ambrósio (1996), é um processo que não tem começo nem fim, é permanente. *Nenhuma teoria é final, assim como nenhuma prática é definitiva, e não há teoria e prática desvinculadas* (p. 81). Este autor destaca o papel da pesquisa como elo entre ambas.

A pesquisa é uma atividade sistemática que vai além da percepção imediata, evitando se perder na multiplicidade de fatores que permeiam a sala de aula. Para tal, é preciso dirigir o olhar para alguma problemática específica, de onde se espera emergir com mais clareza. Relatos de experiência e elaboração de propostas pedagógicas não se constituem em pesquisa (Bicudo, 1993). Esta é a atividade sistemática que visa a produção de conhecimentos novos a partir de um problema bem delimitado.

Entretanto, o corpo de pesquisas que abordam questões referentes à Modelagem ainda é tímido (Fiorentini, 1996; Niss, 2001). A ênfase tem sido na argumentação pelo uso da Modelagem e no relato de experiências, o que é muito importante, mas não basta. Esta situação pode ser explicada pelo fato desta prática ter surgido antes de qualquer tentativa mais visível de teorização. Agora, chegada a sua maioridade, as demandas de implementação requerem o olhar da pesquisa para prover o desenvolvimento da área.

A geração de conceitos, compreensões e conclusões teóricas são imprescindíveis para evitar o desarmamento perante a prática. Do contrário, os educadores matemáticos ficam sem instrumentos para desempenhar seus papéis no ambiente de Modelagem. Sem teoria, a prática fica fragilizada pela dinâmica do contexto escolar e vice-versa. Por isto, a reivindicação por pesquisas na área de Modelagem (Fiorentini, 1996; Niss, 2001).

A demanda por pesquisas abrange os campos da Epistemologia, do currículo, dos processos de sala de aula, da cognição dos alunos e do papel e desenvolvimento do professor. Elas não podem prescindir das contribuições de outras áreas correlatas da Educação Matemática e Educação. Na área da cognição, por exemplo, existe um acalorado debate sobre a questão da *transferência*, ou seja, o uso de idéias aprendidas num contexto em outro (Evans, 1999); na formação de professores, novas visões re-significam os processos de desenvolvimento docente (Fiorentini, Souza Jr. & Mello, 1998; Poletini, 1999); e assim por diante. Isto não significa que as pesquisas devam se dissolver nestas outras áreas, mas dialogar com elas, mantendo a singularidade de suas problemáticas.

Algumas questões são mais primárias, pois suas investigações podem trazer implicações práticas essenciais para o desenvolvimento de ambientes de Modelagem. Arriscamo-nos a citar algumas:

- Quais as dificuldades decorrentes da implementação de modelagem no currículo?
- Quais as dificuldades dos alunos nas atividades de Modelagem?
- Como o conhecimento prévio interfere na prática dos alunos com Modelagem?
- De que maneira os alunos constroem argumentações matemáticas?
- Como os alunos transitam da situação-problema para o conceito matemático?
- Como os alunos usam e se envolvem com o conhecimento de matemática, de Modelagem e reflexivo?
- Qual o impacto das atividades de Modelagem nas concepções de matemática dos alunos?
- Como a intervenção do professor interfere nas atividades dos alunos?
- De que forma os professores conduzem atividades de Modelagem?
- Como os professores “iniciantes com Modelagem” conduzem atividades de Modelagem?
- Como os programas de formação em Modelagem influenciam as práticas dos professores?
- Que saberes os professores produzem no ambiente de Modelagem? Etc.

Por fim, cabe salientar que algumas pesquisas existentes na área têm focalizado algumas destas questões. Borba, Meneghetti e Hermini (1997, 1999) trouxeram elementos sobre a argumentação dos alunos e os processos de avaliação; Matos e Carreira (1996), sobre a cognição; Araújo (2000), sobre a discussão matemática dos

alunos; Tavares (1998), sobre as dificuldades dos alunos; Barbosa (1999), sobre a percepção dos professores; e assim por diante. O que estamos assinalando é que preciso potencializar este fluxo de pesquisas em Modelagem, não se limitando ao relato de experiências, com vista a produzir compreensões teóricas, como a perspectiva esboçada neste artigo, que visem à própria experiência.

Referências Bibliográficas

- ABRANTES, P., PONTE, J. P. da, FONSECA, H. et al. *Investigações matemáticas na aula e no currículo*. [Lisboa]: Associação de professores de matemática, 1999. 226p.
- ARAÚJO, J. de L. A função é contínua ou não? – discussões que decorrem de uma atividade de Modelagem Matemática em um ambiente computacional. In: *Anais do IV Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática*. Rio Claro (SP): Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da UNESP, 2000. p. 47-52.
- BARBOSA, J. C. O que pensam os professores sobre a modelagem matemática? *Zetetiké*, Campinas, v. 7, n. 11, p. 67-85, 1999.
- BASSANEZI, R. C. Modelagem como metodologia de ensino de matemática. In: *Actas de la Séptima Conferencia Interamericana sobre Educación Matemática*. Paris: UNESCO, 1990. p. 130-155.
- BASSANEZI, R. Modeling as a teaching-learning strategy. *For the learning of mathematics*, Vancouver, v. 14, n. 2, p. 31-35, 1994.
- BICUDO, M. A. V. Pesquisa em educação matemática. *Pro-posições*, Campinas, v. 4, n. 10, p. 18-23, 1993.
- BIEMBENGUT, M. S. *Modelação Matemática como método de ensino-aprendizagem de Matemática em cursos de 1º e 2º graus*. Rio Claro: IGCE/UNESP, 1990. 210p. (Dissertação, Mestrado).
- BIEMBENGUT, M. S. *Modelagem Matemática & implicações no ensino-aprendizagem de matemática*. Blumenau: Editora da FURB, 1999. 134p.
- 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, 1991.

- 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, SP], n. 3, p. 63-70, 1997.
- BORBA, M. C., MENEGHETTI, R. C. G., HERMINI, H. A. Estabelecendo critérios para avaliação do uso de Modelagem em sala de aula: estudo de um caso em um curso de ciências biológicas. In: BORBA, M. C. *Calculadoras gráficas e educação matemática*. Rio de Janeiro: USU, Ed. Bureau, 1999. p. 95-113 (Série Reflexão em Educação Matemática).
- D'AMBRÓSIO, U. *Educação Matemática: da teoria à prática*. Campinas: Papirus, 1996. 121p.
- EVANS, J. Building bridges: reflections on the problem of transfer of learning in mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, Dordrecht, v. 39, n. 1-3, p. 23-44, 1999
- FIorentini, D. Brazilian research in mathematical modelling. *Paper presented in the GT-17/ICME-8*, Sevilla, Spain, 1996. 20p. (mimeo).
- FIorentini, D., SOUZA JR., A. J. de, MELO, G. F. A. Saberes docentes: um desafio para acadêmicos e práticos. In: GERALDI, C. M. G., FIorentini, D., PEREIRA, E. M. de A. (org.). *Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a)*. Campinas: Mercado de Letras/ALB, 1998. p. 307-335.
- FRANCHI, R. H. de O. L. *A Modelagem Matemática como estratégia de aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral nos cursos de Engenharia*. Rio Claro: IGCE/UNESP, 1993. 148p. (Dissertação, Mestrado).
- FREIRE, P., FAUNDEZ, A. *Por uma pedagogia da pergunta*. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1998. 158p.
- JACOBINI, O. R. *A Modelação Matemática aplicada no ensino de Estatística em cursos de Graduação*. Rio Claro: IGCE/UNESP, 1999. 155p. (Dissertação, Mestrado).
- JAPIASSU, H., MARCONDES, D. *Dicionário básico de filosofia*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1990. 265p.
- JULIE, C. Prospective Shouth African Teachers' handling of pedagogical activities related to the Applications of Mathematics. In: GALBRAITH, P., BLUM, W., BOOKER, G. et al. (ed.). *Mathematical Modelling: teaching and assessment in a technology-rich world*. Chichester: Horwood, 1998. p. 291-300.

- KAISER-MESSMER, G. Application-orientated mathematics teaching: a survey of the theoretical debate. In: NISS, M., BLUM, W., HUNTLEY, I. (ed.). *Teaching of mathematical modelling and applications*. Chichester: Ellis Horwood, 1991. p. 83-92.
- KEITEL, C. Implicit mathematical models in social practice and explicit mathematics teaching by applications. In: LANGE, J. de, KEITEL, C., HUNTLEY, I. et. al. *Innovation in maths educations by modelling and applications*. Chichester: Ellis Horwood Ltda., 1993. p.19-30.
- MATOS, J. F., CARREIRA, S. The quest for meaning in students' mathematical modelling activity. In: PUIG, L., GUTIÉRREZ, A. (ed.). *Proceedings of PME 20*, vol. 3. Valencia: Universitat de València, 1996. 4 v. V. 3. p. 345-352.
- MENDONÇA, M. do C. D. *Problematização: um caminho a ser percorrido em educação matemática*. Campinas: FE/UNICAMP, 1993. 306p. (Tese, Doutorado).
- NISS, M. Issues and problems of research on the teaching and learning of applications and modelling. In: MATOS, J. F., HOUSTON, S. K., BLUM, W. et al. *Modelling and mathematics education: applications in science and technology*. Chichester: Ellis Horwood Ltda., 2001 (no prelo).
- POLETTINI, A. F. F. Análise das experiências vividas determinando o desenvolvimento profissional do professor de matemática. In: BICUDO, M. A. V. *Pesquisa em Educação Matemática: concepções & perspectivas*. São Paulo: Editora da UNESP, 1999. p. 247-261.
- SEVERINO, A. J. *Metodologia do trabalho científico*. 20. ed. 1996. São Paulo: Cortez, 1996. 272p.
- SILVA, M. R. G. da. *Concepções didático-pedagógicas do professor-pesquisador em matemática e seu funcionamento em sala de aula de matemática*. Rio Claro: PGEM/UNESP, 1993. 245p. (Dissertação, Mestrado).
- SILVA, T. T. da. Os novos mapas culturais e o lugar do currículo numa paisagem pós-moderna. In: SILVA, T. T. da, MOREIRA, A. F. (org.). *Territórios contestados: o currículo e os novos mapas políticos e culturais*. Petrópolis: Vozes, 1995. p. 184-202.
- 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 Academic Publishers, 1994. 246p.

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

TAVARES, F. A actividade de Aplicação de Modelação Matemática com recurso a ferramentas computacionais: um estudo de caso com alunos do 1^o ano do ensino superior. Lisboa: Dep. de Educação e Dep. de Informática da Faculdade de Ciências/Univ. de Lisboa, 1998. 242p. (Dissertação, Mestrado).