



Percepções de Professores sobre o Uso da Modelagem Matemática em Sala de Aula

Teachers' Perceptions on the Use of Mathematical Modeling in the Classroom

Eleni Bisognin*
Vanilde Bisognin**

Resumo

A pesquisa relatada neste artigo teve como objetivo analisar e interpretar as respostas de professores que concluíram um curso de Mestrado em Ensino de Matemática e elaboraram suas dissertações utilizando a Modelagem Matemática. Para compreender como esses professores perceberam sua atuação, foram coletados dados por meio de um questionário e de análise das suas dissertações, nas quais também são indicados os depoimentos dos seus alunos. Das falas dos professores, destacamos três eixos principais: possibilidade de mudança na prática docente, dificuldades no exercício da docência com Modelagem Matemática e repercussões na aprendizagem docente e discente. Os resultados da pesquisa apontaram para possibilidades de mudanças na prática pedagógica, porém alguns obstáculos ainda precisam ser transpostos para que estas mudanças se efetivem.

Palavras chave: Modelagem Matemática. Percepções de Professores. Ensino de Matemática.

* Doutora em Matemática pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professora do Centro Universitário Franciscano (UNIFRA), Santa Maria, RS, Brasil. Endereço para correspondência: Rua dos Andradas, 1614, CEP 97010-032, Santa Maria, RS, Brasil. *E-mail:* eleni@unifra.br.

** Doutora em Matemática pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professora do Centro Universitário Franciscano (UNIFRA), Santa Maria, RS, Brasil. Endereço para correspondência: Rua dos Andradas, 1614, CEP 97010-032, Santa Maria, RS, Brasil. *E-mail:* vanilde@unifra.br.

Abstract

The research reported in this paper aims to analyze and interpret the responses of teachers who completed a Master's degree in Teaching Mathematics and whose theses focused on mathematical modeling. To understand how these teachers perceived their performance, data were collected through a questionnaire and analysis of their theses, which include testimonies of their students. From the interviews with the teachers, we highlight three major themes: possibilities of change in teaching practice, difficulties in the teaching practice with Mathematical Modeling, and repercussions for teacher and student learning. The survey results pointed to possibilities of changes in teaching practice, but some obstacles still need to be overcome for these changes to take place.

Keywords: Mathematical Modeling. Teachers Perceptions. Mathematics Teaching.

1 Introdução

O processo de ensinar e aprender é complexo, e é influenciado por aquilo que se conhece e por aquilo que se acredita. Está intimamente ligado ao relacionamento entre alunos e professores e apresenta melhor resultado quando há uma correspondência entre objetivos e valores a serem atingidos. Esses resultados, por sua vez, também estão relacionados à prática docente dos professores e às estratégias de ensino adotadas em sala de aula. Nos cursos de formação inicial ou continuada, apesar de as disciplinas específicas de preparação para a docência abordarem aspectos da teoria de ensino e aprendizagem, raramente o aluno é instigado a refletir sobre sua prática, sobre o método de estudo e sobre a forma como a aprendizagem se processa. Não basta o professor conhecer os conteúdos específicos de sua disciplina, é necessário saber articular esses conhecimentos a situações concretas de ensino, competência que deve ser desenvolvida durante os cursos de formação inicial ou continuada, bem como ao longo de sua carreira profissional.

Como docentes de um curso de mestrado em Ensino de Matemática, questionamo-nos se as experiências de ensino oportunizadas aos mestrandos, utilizando a Modelagem Matemática durante o curso, os prepara para desempenharem suas tarefas docentes e se as experiências desenvolvidas para elaboração de suas dissertações provocaram mudanças quanto ao modo de conceberem o processo de ensino e aprendizagem.

Para obter respostas a essas questões, a pesquisa aqui relatada teve como objetivo investigar as percepções de professores que concluíram um curso

de Mestrado em Ensino de Matemática sobre as experiências com Modelagem Matemática na sua prática docente, bem como as opiniões de seus alunos sobre o mesmo tópico.

Um dos aspectos relevantes do uso da Modelagem na formação de professores é destacado por Barbosa (2004), ao afirmar a importância de oportunizar aos docentes a vivência de experiências como aluno e como professor. No primeiro caso, como aluno, ele deve desenvolver diferentes atividades de Modelagem; já no segundo, como professor, deve realizar atividades de Modelagem com seus alunos, sendo responsável pelo trabalho de sala de aula e tendo o papel de mediador em todo o processo. Trata-se de momentos distintos, mas que têm implicações profundas na prática docente.

Muitos pesquisadores têm realizado estudos sobre a formação de professores sob a ótica da Modelagem Matemática (BARBOSA, 1999, 2001; ALMEIDA; DIAS, 2007; OLIVEIRA, 2010, entre outros). No entanto, as particularidades de estudo de cada grupo, suas experiências pessoais e suas reflexões sobre a prática realizada são diversas, e essa diferença contribui para o redimensionamento dos objetivos e das práticas dos professores dos cursos de formação. D'Ambrósio (1998, p. 91), ao se referir à prática, comenta que “à medida que vamos exercendo a crítica sobre ela, mesclada com observações e reflexões teóricas, vai-nos dando elementos para aprimorá-la. Essa nossa prática, vai novamente solicitar e alimentar teorizações que vão, por sua vez, se refletir em sua modificação”.

Tendo em vista o objetivo proposto para a pesquisa, desenvolvemos um estudo na perspectiva qualitativa interpretativa, uma vez que os significados sobre as questões surgem a partir da compreensão e das interpretações das colocações desses professores e de seus alunos. Entendemos que a pesquisa qualitativa tem como objetivo principal investigar o processo social na sua ocorrência, envolvendo observação, descrição, compreensão e significado, bem como hipóteses construídas após observação e não pré-concebidas. (BOGDAN; BIKLEN, 1994). A pesquisa qualitativa converge para o estudo de indivíduos em sua realidade, focada na compreensão e no discurso, oriundos do universo de pesquisa.

Para obter dados para a investigação, elaboramos um questionário (Anexo), que foi enviado a seis professores-mestres que foram por nós orientados durante a realização de pesquisa de mestrado sobre o uso de Modelagem Matemática. A eles foi solicitada a cooperação, no sentido de responder ao instrumento. Na época em que cursaram o mestrado, todos atuavam na educação

básica; atualmente, quatro deles também atuam no ensino superior.

Foi feito, também, um estudo documental por meio das dissertações desses professores, nas quais também estavam disponibilizados os depoimentos de seus alunos, participantes das investigações por eles desenvolvidas. De acordo com Fiorentini e Lorenzato (2009, p. 102), “o estudo documental pode ser feito por meio de entrevistas, listas de conteúdo de ensino, dissertações, diários pessoais, entre outros documentos”.

A análise foi elaborada a partir das informações obtidas nas respostas do questionário, procurando interpretar as percepções¹ dos professores sobre a experiência realizada, bem como dos relatos das experiências documentadas em suas dissertações. As interpretações foram realizadas por meio do método de análise temática (BAUER; GASKELL, 2004). Em um primeiro momento, foi realizada a transcrição das falas dos sujeitos e, posteriormente, a redução gradual do texto. Esse procedimento teve os seguintes passos: a) desmontagem dos textos (unitarização), em que foram retiradas as falas que sugeriam possíveis entendimentos sobre a temática; b) identificação dos eixos que permitiram o ordenamento dos dados. As falas consideradas significativas deram consistência a esses eixos.

2 Formação de professores e a Modelagem Matemática

Muitas são as pesquisas em Educação Matemática que têm como foco principal a formação de professores, seja em nível inicial ou continuada. A divulgação dos resultados dessas investigações tem impulsionado a melhoria dos cursos de formação e a realização de experiências inovadoras. O tema, formação de professores e análise da prática de professores que utilizam Modelagem, foi discutido por vários pesquisadores da área de Educação Matemática. Entre eles, destacam-se os estudos de Barbosa (1999, 2001, 2002, 2004), Bassanezi (2002), Oliveira (2003, 2010), Almeida (2004), Dias (2005), Roma (2007), Almeida e Dias (2007), Silva (2007), Leite (2008), entre outros. Nos trabalhos citados, os autores argumentam, favoravelmente, quanto à utilização da Modelagem em cursos de formação inicial ou continuada, e apontam algumas

¹ Houaiss e Villar (2001, p. 2183), entre outras acepções, definem *percepção* como: “ato ou efeito de perceber”. Já para a palavra *perceber*, os autores atribuem o significado de: “formar ideias a respeito de; compreender”. Assim, nesta pesquisa, entendemos *percepção* como a formação de ideias, no caso, a respeito do uso da Modelagem, a tomada de consciência sobre os efeitos dessa abordagem. Nesse ponto, então, concordamos com Barbosa (1999, p. 72), que entende a percepção como “ato de trazer coisas à consciência [...]”.

dificuldades de sua utilização.

Barbosa (2001, p. 55), ao se referir à formação de professores, afirma:

Ao meu ver, a formação de professores envolve e se faz pela criticidade, pela pergunta e/ou pelo inquirir. O propósito consiste em edificar condições para que se reflita sobre as experiências vivenciadas. Não se trata apenas de falar de propostas para a educação matemática ou de tentar impô-las, mas de dialogar sobre as experiências dos professores e a dos formadores.

Sobre a formação inicial de professores de Matemática, Barbosa (2002) desenvolveu uma pesquisa com o objetivo de investigar a maneira como esses docentes concebem a Modelagem para o desenvolvimento de suas futuras práticas de ensino. Nesse relato, o autor descreve as experiências de três futuras professoras, e analisa suas percepções sobre Modelagem Matemática. O autor destaca a insegurança em relação ao ambiente de aprendizagem, manifestada por futuras professoras, a qual está relacionada ao saber-fazer do professor, à organização da escola, à relação com os colegas, com os alunos e com a direção. Esses fatores foram listados por futuras docentes como obstáculos que dificultam o uso da Modelagem na escola.

No que se refere às ações de Modelagem Matemática para a formação inicial de professores, Silva (2007, p. 227) destaca dois tipos delas: ações de vivência da Modelagem e ações didático-pedagógicas de Modelagem. Como primeira ação didático-pedagógica, a autora salienta a “leitura, discussão, análise e reflexão sobre textos com a temática da Modelagem”. Para a autora, o entendimento é de que “teoria e prática precisam ser pautadas numa interlocução permanente a partir de referenciais bibliográficos atualizados”.

Oliveira (2007, p. 249) ao analisar as primeiras experiências de alunos em formação inicial, com Modelagem Matemática, destaca como dificuldades o domínio do conteúdo matemático e a insegurança, pois, segundo a autora, “a realização de atividades [de Modelagem] em sala de aula, envolve várias ações não previsíveis”. A autora acrescenta, ainda, que “[...] o trabalho com a quebra de previsibilidade [...] deve ser proposto como desafio na formação inicial com o intuito de proporcionar uma familiaridade com a Modelagem de modo que os alunos se sintam motivados a utilizá-la na sua prática docente futura” (OLIVEIRA, 2007, p. 249).

O relato de resultados de pesquisa ou experiências com Modelagem oportuniza que outros professores reflitam sobre suas próprias práticas, motivando

o desenvolvimento de novas experiências. Oliveira (2007), ao discutir as análises dos alunos em formação inicial sobre suas primeiras experiências com Modelagem, destaca a importância de se propor atividades utilizando essa metodologia, para que os futuros professores possam compreender a dinâmica do fazer e se sintam convidados a utilizá-la na sua prática docente futura. A autora destaca, também, a utilização de tecnologias informatizadas na elaboração dos modelos. Os licenciandos analisados reconhecem que a tecnologia auxiliou-os no desenvolvimento dos trabalhos de Modelagem. Um deles salienta: “[...] no laboratório o Excel ajuda a fazer o gráfico, a visualizar melhor. Então vai muito de visualização, de você abrir o caminho” (OLIVEIRA, 2007, p. 242).

Em relação à Modelagem Matemática em cursos de formação de professores, Almeida e Dias (2007, p. 258) analisam as discussões de alunos em formação inicial durante o desenvolvimento de atividades de Modelagem e o envolvimento de um grupo de professores em um programa de formação continuada. Na formação inicial, segundo as autoras, uma das preocupações é que “a compreensão acerca da Modelagem envolva a idéia de ensinar Matemática e contribuir para a formação do aluno enquanto ser social”.

As autoras referem-se, ainda, à reflexão em torno do argumento formativo, em que a Modelagem pode ser vista como uma oportunidade para desenvolver competências, bem como às discussões sobre a prática futura dos alunos. Em relação à formação continuada, salientam que “o contato dos professores com a Modelagem oferece subsídios para eles desenvolverem novos entendimentos sobre a Matemática e seu ensino e que pode ter impacto na sua prática de sala de aula” (ALMEIDA; DIAS, 2007, p. 265).

Também, em relação à formação inicial de professores, Leite (2008) analisa aplicações da Modelagem na disciplina Modelagem Matemática de um curso de Licenciatura, com o intuito de averiguar as habilidades e competências desenvolvidas pelos alunos na construção de modelos matemáticos. A autora destaca que essa disciplina é valorizada pelos alunos por possibilitar a contextualização de conteúdos matemáticos e por motivar o processo de ensino e aprendizagem. Uma das principais características evidenciadas pelos estudantes no desenvolvimento da disciplina foi a possibilidade de aprender e aplicar conteúdos matemáticos e, entre as dificuldades, apontaram a transição de um fenômeno real para um modelo matemático.

De modo geral, a Modelagem Matemática é valorizada pelos alunos por seu caráter prático e utilitário, por despertar o interesse, a curiosidade e motivá-los para o estudo. Bassanezi (2002) destaca alguns argumentos que justificam a

inclusão da Modelagem no ensino de Matemática. Entre eles, temos o argumento formativo, no sentido de tornar os alunos criativos e desenvolver a habilidade de resolver problemas e o argumento de aprendizagem, no sentido de facilitar ao aluno a compreensão dos conceitos matemáticos, entre outros.

Em relação à utilização da Modelagem Matemática na formação continuada de professores, Roma (2007) relata as dificuldades dos alunos de um curso de Especialização em Etno/Modelagem e analisa as implicações pedagógicas nas práticas dos professores egressos desse curso, salientando os pontos positivos e alguns obstáculos. Com base nas respostas de um questionário aplicado aos participantes, o autor aponta os seguintes obstáculos, destacados pelos professores para justificar a não utilização da Modelagem: dificuldade da realização de projetos diferenciados em escolas particulares; concepção de que o ensino noturno dificulta a realização desses projetos; falta de reflexão conjunta; reestruturação da escola em relação ao livro didático adotado.

Relativo à percepção dos professores em relação à utilização da Modelagem Matemática em cursos de formação continuada, o trabalho de Oliveira (2003) analisa as percepções de cinco professoras acerca de suas práticas. Indagadas sobre suas expectativas quanto à participação no programa de formação continuada, uma das participantes da pesquisa de Oliveira (2003) apontou o conhecimento de novas metodologias, e acrescentou: “meu objetivo é buscar novas práticas pedagógicas ou renovar um conceito diferente” (OLIVEIRA, 2003, p. 75).

A busca por novas formas de abordar os conteúdos, por práticas docentes inovadoras, capazes de despertar o interesse e a motivação do aluno para o estudo, têm sido os principais objetivos dos professores ao ingressarem num curso de formação continuada. Nesse sentido, a Modelagem Matemática tem-se destacado como uma estratégia que favorece os propósitos enunciados e seu uso tem contribuído, significativamente, para o ensino e aprendizagem da Matemática. Trabalhos que fundamentam teoricamente a Modelagem Matemática e os relatos de experiências são descritos em Barbosa, Caldeira e Araújo (2007), com destaque para: aspectos teóricos da Modelagem Matemática; Modelagem Matemática e tecnologia da informação; Modelagem e prática de sala de aula; Modelagem Matemática e formação de professores. São textos que evidenciam a importância da Modelagem para o processo de ensino e aprendizagem e mostram resultados positivos de sua utilização.

Em relação ao papel que a Modelagem Matemática desempenha junto aos alunos no processo de ensino e aprendizagem, o trabalho de Oliveira (2010)

aponta as tensões geradas nos professores ao utilizarem essa abordagem. A autora analisou as tensões que foram manifestadas nos discursos de três professores da Educação Básica, quando recontextualizaram a Modelagem Matemática em suas práticas pedagógicas, e destacou três dimensões em que essas tensões se manifestaram: no planejamento das ações, nas ações da prática pedagógica e na abordagem das ações dos alunos.

A autora destaca, ainda, que não basta ter experiências anteriores com Modelagem para que os professores passem a utilizá-la em suas práticas escolares; existem outras implicações pedagógicas relacionadas com o papel do professor como orientador do processo de ensino e aprendizagem. Nessa direção, Oliveira (2010) aponta os dilemas dos professores na realização de atividades de Modelagem, quais sejam: compreensão das fases do processo de Modelagem; se a Modelagem tem por objetivo motivar o aluno ou ensinar Matemática; e como desenvolver a autonomia dos alunos no trabalho com Modelagem.

No trabalho aqui relatado, procuramos investigar as influências das experiências com Modelagem Matemática na prática docente dos participantes. As ações facilitadoras e os obstáculos narrados servem de subsídios para modificar nossa própria prática, como orientadores e professores do curso, bem como podem servir de subsídios para colegas de outros cursos, que também orientam trabalhos nessa abordagem.

3 Análise dos resultados

Ao analisarmos as respostas do questionário, optamos por identificar os seis participantes apenas por letras, para preservar sua identidade. Além disso, não fizemos distinção de gênero, chamando cada um deles de *professor*. Pelo mesmo motivo, identificamos cada aluno citado, denominando-o *aluno do professor X*.

Salientamos que, para esta análise, foi necessário levar em consideração a influência das experiências vivenciadas com a Modelagem na prática dos sujeitos, visto que o modo como os professores percebem seu fazer pedagógico, seus alunos e a escola em que atuam, é influenciado pelas concepções de docência construídas por meio de suas experiências ao longo de suas trajetórias profissionais.

Tendo como *corpus* para a análise os resultados decorrentes dos questionários e das dissertações dos sujeitos participantes, destacamos três eixos que estão intimamente relacionados entre si. São eles: a) possibilidade de mudança na prática docente; b) dificuldades no exercício da docência com Modelagem

Matemática; c) repercussões na aprendizagem docente e discente.

Apresentamos, a seguir, cada um dos eixos, procurando entrelaçar a fala dos professores, dos alunos e a fala das autoras e dos pesquisadores.

a) Possibilidade de mudança na prática docente

O primeiro eixo está intimamente relacionado com a reflexão sobre o trabalho pedagógico que é desenvolvido na escola. Entendemos que a mudança na prática docente não se caracteriza pelo total abandono das práticas anteriores, mas é decorrente da percepção de que a transformação no trabalho pedagógico é essencial para revitalizar a relação entre professor, aluno, conhecimento e o processo de ensino e aprendizagem. Vários são os fatores que influenciam a mudança na prática docente, conforme indicam as falas dos professores, a seguir identificadas:

A experiência modificou minha prática docente e me motivou para novas experiências no processo de ensino e aprendizagem, livrando-me das aulas livrescas.[...]A experiência com Modelagem foi inovadora para minha prática docente e, por meio de sua utilização, conquistei a participação efetiva dos alunos em sala de aula”. (Professor A).

[...] houve mudanças, pois a utilização da Modelagem nas aulas de Matemática trouxe a possibilidade de “quebra” do ensino tradicional e resgatou o gosto pelas aulas, não só dos alunos mas, também, o gosto pela minha atividade docente que estava diminuindo. (Professor B).

[...] por meio dessa experiência com Modelagem pude comprovar que é possível tornar as aulas de Matemática mais atraentes e agora, sempre que possível, proponho atividades diferenciadas aos alunos, não só de Modelagem, mas utilizo jogos educativos e programas computacionais em aulas de laboratório para tornar as aulas mais interessantes e motivar o aluno. (Professor C).

[...] os alunos que eram estudiosos e interessados continuaram demonstrando interesse pelo conteúdo trabalhado. O que merece destaque é a atitude de um grupo de alunos que não tinha interesse em estudar e que tinha várias reprovações em Matemática no terceiro ano do Ensino Médio. Nessa experiência o tema que eu estava trabalhando em sala de aula era Plantação de Arroz e

explorei conceitos de Geometria Espacial analisando a forma geométrica dos silos, dos graneleiros e de outros artefatos utilizados na plantação e colheita do arroz. Esses alunos eram filhos de agricultores e estavam habituados à utilização desses artefatos. Para esses alunos houve uma significativa mudança de comportamento. Foram os que mais participaram e problematizaram os dados levantados na pesquisa exploratória do tema e construíram as melhores maquetes para explorar a forma geométrica de um silo. (Professor D).

As percepções desses sujeitos apontam para o reconhecimento da possibilidade de mudanças nas suas práticas, pois, ao proporem uma tarefa de Modelagem, sentiram o efeito positivo de sua realização. A partir desses depoimentos, infere-se que possíveis repercussões em suas concepções de ensino, provocadas pela prática da Modelagem Matemática, podem desencadear uma mudança na forma de trabalho e no relacionamento com os alunos, percebendo-os como sujeitos corresponsáveis pelo trabalho na sala de aula.

Também nos depoimentos dos alunos, constatamos elementos que demonstram as transformações sentidas, conforme se apresentam a seguir:

Mudou. Eu prestei mais atenção e compreendi melhor a matéria. A aula ficou mais interativa e chamou mais atenção. (Aluno do professor C).

Mudou porque nós “entramos de cabeça” nesse trabalho e não foi aquele ensino monótono de sempre. Os problemas trabalhados em sala de aula tinham relação com nosso dia a dia. (Aluno do professor D).

É interessante estudar matemática a partir de problemas do nosso dia a dia e foi legal usar o Excel para traçar os gráficos. Eu gostei de estudar Matemática desse modo. (Aluno do professor A).

Esses depoimentos indicam que a Modelagem Matemática pode despertar o interesse do aluno e possibilitar seu envolvimento na construção das soluções dos problemas. Pode-se inferir, também, que o uso de programas computacionais associados à Modelagem facilita a construção de modelos e suas representações, desperta o entusiasmo e a motivação do aluno para realização das atividades. Esse entusiasmo, quanto ao uso da tecnologia nos

trabalhos de Modelagem, também é destacado por Oliveira (2007).

b) Dificuldades no exercício da docência com Modelagem Matemática

Este eixo indica que o desenvolvimento de Modelagem Matemática em sala de aula pode acarretar dificuldades no fazer pedagógico. Bassanezi (2002, p. 43), ao se referir às dificuldades do uso da Modelagem Matemática em sala de aula, afirma que

[...] a maior dificuldade que notamos para adoção do processo de Modelagem, pela maioria dos professores de Matemática, é a transposição da barreira naturalmente criada pelo ensino tradicional em que o objeto de estudo apresentasse quase sempre delineado, obedecendo a uma sequência de pré-requisitos e que vislumbra um horizonte claro de chegada.

Oliveira e Barbosa (2007, p. 14) destacam que “o desenvolvimento de Modelagem na prática docente, principalmente se for a primeira, pode ser acompanhada de algumas tensões”. Segundo os autores, uma das tensões é gerada pela quebra de previsibilidade e a possibilidade de não poder seguir um planejamento preestabelecido. Entendemos que essas tensões podem ser equiparadas às dificuldades encontradas.

Relativo ao tema assim, se manifestaram os professores:

As principais dificuldades que eu percebi foram em relação à leitura e interpretação. Sem essas competências não é fácil trabalhar a Modelagem com os alunos licenciandos. (Professor E)

Ao iniciar as atividades de Modelagem em sala de aula, percebi que o tempo seria insuficiente para construir o modelo matemático e fazer a representação gráfica para explorá-lo. Como estávamos no laboratório de informática, os alunos estavam muito empolgados para interromper. Só foi possível concluir a tarefa porque o colega cedeu uns minutos de sua aula. Devíamos dar mais tempo aos alunos para que eles pudessem discutir e construir suas próprias soluções. (Professor C.)

Para mim, a maior dificuldade foi trabalhar com uma turma de muitos alunos que solicitavam minha presença constantemente. Apesar de o tema trabalhado ser o mesmo para todos os grupos, cada grupo formulou uma questão

de modo diferente. [...] Eu sou de opinião que devemos diversificar as tarefas, só que com o tempo que temos não é possível desenvolver muitas tarefas de Modelagem, para isso necessitaríamos de muitas aulas, temos muitos conteúdos para trabalhar. Por outro lado, sei que todo processo de aprendizagem demanda tempo, é uma questão de escolha. (Professor F).

Ao iniciar a experiência em sala de aula os alunos surpreenderam-se frente à necessidade de pesquisar, estudar e apresentar seus resultados para os colegas, tarefas essas inerentes à Modelagem. Percebi a dificuldade que os alunos tinham de realizar tarefas de modo autônomo. Eles sentiam necessidade de saber minha opinião a respeito de suas tarefas, mas, também se sentiram desafiados e isso os impulsionou a estudar. (Professor E).

Pode-se perceber que a leitura e a interpretação são indispensáveis para que as atividades de Modelagem sejam bem sucedidas. Tal constatação vem ao encontro do que Silva (2007) salienta sobre a leitura, discussão, análise e reflexão de textos na implantação da Modelagem, entendendo-as como uma das ações didático-pedagógicas a serem efetivadas.

A falta de tempo para a diversificação de atividades e a conclusão das tarefas em sala de aula é outra dificuldade encontrada na Modelagem Matemática, pois é uma estratégia que demanda tempo, fato que o currículo escolar não leva em conta. Em Barbosa (2002), esses mesmos obstáculos são salientados.

A insegurança dos alunos para construir algo novo é outra dificuldade enfrentada pelos professores, pois estão habituados com a ideia de que o professor é o responsável pela condução das tarefas. É ele quem toma iniciativa e fornece caminhos para resolução das atividades. Barbosa (2001, p. 61) enfatiza que “A Licenciatura pode interferir na perspectiva profissional dos futuros professores, reforçando saberes arraigados ou desafiando-os.” Ainda, segundo o mesmo autor, “há evidências suficientes para afirmar que a natureza e a qualidade das experiências na licenciatura afetam os futuros professores de maneiras diferentes.”

Nos depoimentos dos alunos destacam-se as seguintes dificuldades:

Trabalhar com Modelagem indica que devemos trabalhar de modo interdisciplinar, assim o professor precisa ter

conhecimento e se relacionar com colegas de outras áreas, não pode trabalhar sozinho. Como vou fazer isso na escola quando vou ser professora? (Aluno do Professor E).

Minha maior dificuldade é ler e interpretar o que precisa ser feito. A lógica do problema e a interpretação é a maior dificuldade para nós jovens. (Aluno do Professor D).

O que atrapalhou o nosso trabalho foi a falta de tempo porque precisávamos trabalhar em grupo e tínhamos dificuldades de nos reunirmos fora da sala de aula, mas foi muito bom pois aprendemos matemática e sua aplicação na nossa vida. (Aluno do Professor F).

Os depoimentos dos alunos reforçam as percepções dos professores sobre as dificuldades encontradas relativas à interpretação e a falta de tempo para cumprimento das tarefas. Possivelmente, o caráter interdisciplinar da Modelagem seja, também, um fator que gere insegurança, pois o uso da Modelagem pressupõe saber Matemática e ter conhecimento de outras áreas.

c) Repercussões na aprendizagem docente e discente

Consideramos que a aprendizagem docente envolve a maneira como o professor aprende a atuar em sala de aula e a lidar com as abordagens metodológicas que escolhe para suas práticas. Trata-se de um processo complexo, que se dá ao longo de todas as etapas formativas do professor. (ISAIA, 2006). Em contrapartida, a aprendizagem discente compreende o modo como o aluno se apropria dos conteúdos matemáticos desenvolvidos na sala de aula. As falas a seguir são representativas das afirmativas acima:

Houve uma transformação no meu modo de pensar e agir em sala de aula, pois, verifiquei que a maneira de ensinar influencia na aprendizagem dos alunos. Aqueles alunos que não se interessavam nas aulas de Matemática, por não vislumbrarem sua utilidade, nessa experiência com Modelagem, percebi que ficaram estimulados e mais participativos. Minha experiência com a Modelagem na elaboração de minha dissertação e ao longo do curso de mestrado propiciou esta mudança e influenciou na minha concepção a respeito do que é ensinar Matemática nos dias atuais. Não é mais possível resolver só exercícios repetitivos sem os alunos entenderem o conteúdo, pois esta é uma aprendizagem fruto de uma trajetória de insatisfação. É preciso ensinar com prazer. (Professor D).

[...] eu gostava muito de trabalhar com meus alunos dando-lhes muitos exercícios para resolverem, passávamos a aula resolvendo, aplicando fórmulas para se obter o resultado [...], hoje percebo que quem gostava era eu, os alunos aprendiam por repetição. Minhas experiências no curso de Mestrado e, em particular, a experiência com a Modelagem ao elaborar minha dissertação, modificaram minha opinião, porém, ainda hoje sinto falta das listas de exercícios que eu dava para meus alunos. (Professor C).

Entendemos que as mudanças no processo de ensinar, com base na Modelagem, modificam-se, principalmente, quanto ao aspecto de poder abordar, em sala de aula, problemas do cotidiano, envolvendo dados reais extraídos do dia-a-dia, não no sentido de delimitar o conhecimento, mas procurando dar significado ao aprendizado do conteúdo.

A experiência de ensino por meio dessa estratégia demonstra que é possível colocar em prática as abordagens teóricas estudadas no curso de mestrado, referentes à Modelagem. Contudo, nem sempre o uso da Modelagem em uma única experiência é suficiente para causar uma mudança mais profunda na prática.

Entretanto, essa metodologia permite a reflexão sobre as práticas usuais de sala de aula. A reflexão sobre a própria prática vem ao encontro do que Ponte (1994, p. 5), afirma:

[...] a reflexão parte sempre do confronto duma prática com um quadro de referência teórico, que pode ser uma reapreciação dos objetivos inicialmente fixados ou um confronto com outras perspectivas e valores. Por isso é tão essencial a explicitação de objetivos, propósitos, intenções inerentes, por exemplo, à prática duma metodologia de projeto.

Os depoimentos dos alunos evidenciam suas opiniões sobre como aprenderam a partir do uso da Modelagem Matemática nas aulas:

A Matemática se tornou interessante a partir do ponto que pude perceber que ela fazia parte da minha vida [...] é outro modo de ver o mundo. (Aluno do Professor F).

[...] a gente desenvolveu o trabalho de um jeito... não sei como vou dizer, mas através dos comentários e das discussões no nosso grupo, a gente foi aprendendo a

matemática, construindo os gráficos.(Aluno do Professor A).

[...] eu aprendi muito e o meu sentimento mudou muito também porque eu tinha muito medo da matemática. (Aluno do Professor D).

Sim, eu aprendi sem perceber, de uma maneira descontraída e ao mesmo tempo nos educando em relação ao uso do álcool, das bebidas em geral e do cigarro. Aprendi não só matemática, mas, também, os malefícios dessas drogas. Isso foi importante para mim. (Aluno do professor C).

Eu sou um aluno repetente, não conseguia entender como se trabalhava a função exponencial, mas, do modo como a professora foi construindo em aula [...], explicando como o álcool é eliminado do nosso organismo, consegui entender o que é um fator de decrescimento. Acho que todas as aulas deviam ser assim, a gente precisa entender. (Aluno do professor C).

Esses depoimentos, além dos que corroboram as percepções dos docentes, apontam a importância de os conteúdos matemáticos estudados se relacionarem com fatos da realidade vivenciada pelo aluno, para que sejam por ele entendidos. Outro elemento importante é a formação de valores, denotando que o ensino de Matemática envolve não só a dimensão cognitiva e técnica, mas, também, a humana. A aprendizagem de conteúdos atitudinais, que envolvem valores, apesar de ter sua importância destacada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), é complexa e de difícil exploração em termos pedagógicos. A superação do medo e da tensão em relação à aprendizagem de Matemática é fator positivo, propiciado pela Modelagem Matemática, que vem ao encontro de uma formação mais ampla do aluno.

4 Considerações finais

A partir da análise integrada das falas dos professores mestres e dos depoimentos dos seus alunos, foram destacados três eixos, quais sejam: a) mudança na prática docente; b) dificuldades no exercício da docência com Modelagem Matemática e c) repercussões na aprendizagem docente e discente.

As falas evidenciaram questões que orientam a reflexão sobre o processo de formação continuada de professores no Curso de Mestrado em Ensino de Matemática, tendo por *locus* a Modelagem Matemática. A partir das percepções evidenciadas, foi possível inferir a influência das experiências de ensino oportunizadas aos mestrandos com a Modelagem Matemática, durante o curso, e as possibilidades de mudanças quanto ao modo de perceber sua atuação em sala de aula.

No primeiro eixo, direcionado para as mudanças na prática docente, constatamos vários fatores responsáveis por essas modificações, tais como: motivação, interesse, participação docente e discente. Além destes, a inovação estabeleceu-se como um elemento que permitiu desenvolver uma nova sistemática de sala de aula, com uma abordagem do conteúdo através da utilização de tecnologias apropriadas à Modelagem e, ao mesmo tempo, com o respeito pelo contexto do aluno. Entendemos, assim, que estes fatores possibilitaram resgatar o gosto pelo ensinar e pelo aprender, despertando o protagonismo docente e discente.

O segundo eixo, voltado às dificuldades no exercício da docência, apresenta pontos focais. Entre eles, destacamos a complexidade da Modelagem, que demanda tempo para sua execução, o que torna sua dinâmica um trabalho exaustivo, gerando insegurança e constituindo-se em um obstáculo para incorporar a Modelagem nas salas de aula. Outro ponto importante é a diversidade de atividades a serem desenvolvidas, tendo, muitas vezes, turmas muito numerosas. Como contemplar as dúvidas de todos os grupos e mediar as discussões que surgem? A insegurança dos alunos para construir algo novo é outro ponto a considerar, pois os alunos não estão habituados com a ideia de que são responsáveis pela condução das tarefas. Além disso, a Modelagem trabalha com diversificados conhecimentos, exigindo do professor e dos alunos a predisposição para navegar em outras áreas do conhecimento, articulando-as com a Matemática.

O terceiro eixo envolve as repercussões na aprendizagem docente e discente. Este processo é demarcado por expectativas, sentimentos e transformação das trajetórias dos alunos e dos professores. Compreende, para tanto, um percurso em que o compartilhamento de ideias e procedimentos, o gosto pelo desafio e a solução de problemas são indispensáveis.

Especialmente, nesse eixo, destaca-se a expectativa de que a Modelagem possa facilitar o trabalho de sala de aula com a introdução de novos conceitos matemáticos e a forma de fazê-lo; que, por meio da Modelagem, os professores

e alunos consigam trabalhar, não somente a construção de modelos, mas que possam aprofundar os conteúdos matemáticos envolvidos; que o trabalho com Modelagem consiga transformar o comportamento e atitude dos alunos, tendo-os, de fato, como parceiros e colaboradores no processo de ensino e aprendizagem; que a utilização da Modelagem propicie um ambiente colaborativo e investigativo na escola, no sentido de fortalecer o uso dessa metodologia como prática comum em sala de aula.

Das análises das respostas ao instrumento, constata-se a necessidade de o professor familiarizar-se com esta metodologia para agir com segurança em sala de aula e provocar uma mudança efetiva em sua prática docente. Para isso, é necessária a introdução da Modelagem nos cursos de formação inicial e continuada e sua utilização nas disciplinas desses cursos, no sentido de proporcionar a vivência de diferentes experiências. As constatações a que chegamos dão subsídios para analisar nossas próprias práticas, como docentes e orientadores desses professores que utilizaram a Modelagem no desenvolvimento de suas experiências.

Nessa direção centramos nossa prática com Modelagem na construção de conceitos matemáticos, tendo como base a formação de imagens conceituais que deem significado ao conceito. De acordo com Tall e Vinner (1981), a imagem conceitual descreve a estrutura cognitiva que está associada ao conceito e inclui todas as figuras mentais e propriedades associadas, podendo ser representadas por tabelas, diagramas, gráficos, modelos ou outros objetos matemáticos relacionados ao conceito. Nas orientações de mestrandos que trabalham com a Modelagem Matemática, também adotamos a ideia da construção de conceitos, levando-os a planejar experiências que, efetivamente, auxiliem na construção de imagens conceituais por parte de seus alunos.

Temos trabalhado nesse curso de formação continuada com a Modelagem Matemática oportunizando, conforme Almeida e Dias (2007, p. 266), “aprender sobre Modelagem, aprender por meio da Modelagem, ensinar usando Modelagem”. Tendo em vista o processo de aprender e ensinar, consideramos que a implantação da Modelagem Matemática nas escolas ou nas disciplinas dos cursos superiores nos quais os professores recebem sua formação inicial, ou mesmo já atuam, é uma forma de podermos planejar ações no sentido de qualificar a formação continuada.

Acreditamos que as falas dos professores participantes desta pesquisa evidenciaram a importância de se utilizar experiências de ensino, neste caso particular com Modelagem Matemática. Entretanto, como reflexão final,

levantamos os seguintes questionamentos: é possível desenvolver atividades de Modelagem sem o apoio de um grupo de colegas para discutir, planejar ações e refletir sobre o trabalho realizado? É possível formar esses grupos nas escolas em que esses professores atuam? Os professores terão perseverança para transpor os obstáculos? Que ações podemos desenvolver no Curso de Mestrado, para auxiliar esses professores a superarem os obstáculos e se tornarem autônomos no planejamento de atividades de Modelagem, bem como formarem, em suas escolas, sua própria comunidade de professores que utilizam a Modelagem Matemática?

As respostas a essas perguntas não são únicas e dependem, também, das contribuições que podemos receber por meio de leituras de artigos e livros, de apresentações de trabalhos em eventos, de discussões desencadeadas em mesas redondas, enfim, do diálogo com a comunidade de Educação Matemática, em especial, dos colegas que trabalham com Modelagem Matemática.

Referências

- ALMEIDA, L. M. W. Modelagem matemática e formação de professores. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2004, Londrina. **Anais...** Londrina: EBRAPEM, 2004. p. 1-12. 1CD-ROM.
- ALMEIDA, L. M. W. DIAS, M. R. Modelagem Matemática em cursos de Formação de Professores. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Orgs.). **Modelagem matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: SBEM, 2007. p. 253-268. (Biblioteca do Educador Matemático, v.3).
- BARBOSA, J. C. O que pensam os professores sobre a modelagem matemática? **Zetetiké**, Campinas, v.7, n.11, p. 67-85, 1999.
- BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática: Concepções e experiências de futuros professores**. 2001. 253f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.
- BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática e os futuros professores. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 25., 2002, Caxambu. **Anais...** Caxambu: ANPED, 2002. 1 CD-ROM.
- BARBOSA, J. C. As relações dos professores com a Modelagem matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2004, Recife. **Anais...** Recife: SBEM, 2004. p. 1-11. 1 CD-ROM.

BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAUJO, J. L. (Orgs.). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira**: pesquisas e práticas educacionais. Recife: SBEM, 2007. (Biblioteca do Educador Matemática, v.3).

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**: uma nova estratégia. São Paulo: Contexto, 2002.

BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**: Um manual prático. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

BOGDAN, R; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Matemática. Brasília, 1998.

D'AMBRÓSIO, U. **Educação Matemática**: teoria à prática. 4. ed. Campinas: Papirus, 1998.

DIAS, M. R. **Uma Experiência com Modelagem Matemática na Formação Continuada de Professores**. 2005. 121f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática**: percursos teóricos e metodológicos. Campinas: Autores Associados, 2009.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. **Dicionário Houaiss de Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

ISAIA, S. M. A. Desafios à docência superior: Pressupostos a considerar. In: RISTOFF, D.; SEVEGNANI, P. (Orgs.). **Docência na Educação superior**. Brasília: Inep, 2006. v. 5. p. 65-86.

LEITE, M. B. F. Reflexões sobre a disciplina de modelagem matemática na formação de professores. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 10, n.1, p. 115-135, 2008.

OLIVEIRA, A. M. P. **Formação continuada de professores de Matemática e suas percepções sobre as contribuições de um curso**. 2003. 192f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

OLIVEIRA, A. M. P. As Análises dos Futuros Professores sobre as suas primeiras Experiências com Modelagem Matemática. In: BARBOSA, J. C; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Orgs.). **Modelagem matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: SBEM, 2007. p. 233-252. (Biblioteca do Educador Matemático, v.3).

OLIVEIRA, A. M. P. **Modelagem Matemática e as Tensões nos Discursos dos Professores**. 2010. 199f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2010.

OLIVEIRA, A. M. P.; BARBOSA, J. C. A primeira experiência de modelagem matemática e a tensão do “próximo passo”. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBEM, 2007. p. 1-17. 1 CD-ROM.

PONTE, J. P. **Desenvolvimento Profissional do Professor de Matemática**. 1994. Disponível em: <<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/artigos-por-temas.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2010.

ROMA, J. E. Dificuldades dos Professores Egressos de um Curso de Especialização em Etno/Modelagem Matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBEM, 2007. p. 1-14. 1 CD-ROM.

SILVA, D. K.; Ações de Modelagem para Formação Inicial de Professores de Matemática. In: BARBOSA, J. C; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Orgs.). **Modelagem matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: SBEM, 2007. p. 215-232. (Biblioteca do Educador Matemático, v.3).

TALL, D.; VINNER, S. Concept Image and Concept Definition in Mathematics with particular reference to Limits and Continuity. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrech, Netherland, NL, v. 12, n. 2, p. 151-169, May, 1981.

Anexo - Questionário aplicado aos participantes

Caro(a) ex-aluno(a):

Tendo em vista que, para realização de sua dissertação, você utilizou a Modelagem Matemática, gostaríamos de saber seu posicionamento a respeito dessa experiência. Para tanto, solicitamos a gentileza de responder as seguintes questões:

1) Houve modificações em sua prática docente com o uso da Modelagem Matemática? Em caso afirmativo, em que aspectos?

2) Houve modificações em suas concepções sobre o processo de ensino e aprendizagem, após vivenciar, no curso e na dissertação, experiências com a Modelagem Matemática? Em caso afirmativo, explicita as modificações percebidas.

3) Em que aspectos você sentiu que a Modelagem Matemática favoreceu seu trabalho docente? Em que aspectos você sentiu dificuldades na condução das aulas?

4) Como os alunos se posicionaram frente à utilização dessa estratégia? Manifestaram maior interesse em participar das aulas? Apresentaram dificuldades?

Submetido em Setembro de 2010.

Aprovado em Dezembro de 2011.

