

MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: DIFICULDADES APRESENTADAS PELOS PROFESSORES RECÉM-EGRESSOS FORMADOS EM MODELAGEM NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

MODELIZACIÓN MATEMÁTICA EN LA EDUCACIÓN BÁSICA: DIFICULTADES
PRESENTADAS POR LOS PROFESORES RECIENTEMENTE GRADUADOS CON FORMACIÓN
EN MODELIZACIÓN EN LA PERSPECTIVA DE LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA

MATHEMATICAL MODELING IN BASIC EDUCATION: DIFFICULTIES
PRESENTED BY NEWLY FORMED TEACHERS GRADUATED IN MODELING
IN THE PERSPECTIVE OF MATHEMATICS EDUCATION

*Amauri Jersi Ceolim**
*Ademir Donizeti Caldeira***

Resumo: O objetivo deste artigo é apresentar e analisar algumas dificuldades de professores recém-egressos de cursos de Licenciatura em Matemática de instituições de ensino superior públicas do Estado do Paraná que cursaram a disciplina de Modelagem Matemática, na perspectiva da Educação Matemática, na graduação. A opção metodológica foi pela Análise Textual Discursiva. A coleta das informações foi realizada por meio de questionário e as análises mostraram pelo menos quatro categorias: a insegurança dos professores em utilizar a Modelagem em suas salas de aula; a formação insuficiente da própria Modelagem; a postura tradicional e conservadora do sistema escolar; e a dificuldade de promover o envolvimento dos alunos num ambiente de Modelagem.

Palavras-chave: Educação matemática; modelagem matemática; dificuldades dos professores.

Abstract: The purpose of this article is to present and analyze some difficulties of teachers recently graduated on Mathematics courses of public higher education institutions in the State of Parana who attended the discipline of Mathematical Modeling, in the perspective of Mathematics Education in graduation. The methodological option was through Discourse Textual Analysis. Data collection was conducted through a questionnaire and the analysis showed at least four categories: the insecurity of teachers using Modeling in their classrooms; insufficient training of the Modeling itself; traditional and conservative approach of the school system; and the difficulty of promoting the involvement of students in a Modeling environment.

Keywords: Mathematics Education; mathematical modeling; difficulties of teachers.

Introdução

A Modelagem, nas últimas décadas, tem-se tornado um campo de conhecimento em evidência e consolidado no cenário nacional, conforme já afirmava Barbosa (2007): “a formação e consolidação das comunidades nacional e internacional praticamente ocorreram em paralelo” (p. 15). Tal fato

pode ser comprovado pelo número de publicações científicas e de eventos correlatos à Modelagem.

Biembengut (2009) destaca que, no Brasil, o movimento pela Modelagem iniciou, praticamente, no mesmo período que no exterior. As primeiras tentativas relacionadas à prática de Modelagem iniciaram-se nas décadas de 1970 e 80 no Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (IMECC-Unicamp), em Campinas, estado de São Paulo, com um grupo de professores liderado pelo professor Rodney Carlos Bassanezi. Nesse período, de aproximadamente três décadas, a Modelagem teve avanços significativos, quer na qualidade, quer na quantidade dos trabalhos científicos desenvolvidos e publicados (SILVEIRA, 2007; BIEMBENGUT, 2009; ARAÚJO, 2010).

Assim, ainda que se considere que a Modelagem já seja um campo de pesquisa consolidado. Após uma busca rigorosa em programas de pós-graduação *stricto sensu* no Brasil e no principal evento de Modelagem, a Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática (CNEMM), ressaltamos que pesquisadores como Silveira (2007), Oliveira e Barbosa (2011), Silveira e Caldeira (2012), dentre outros, vêm apontando alguns indícios de dificuldades e obstáculos em relação à utilização da Modelagem em sala de aula das escolas de Educação Básica. Porém, não encontramos nenhum trabalho discutindo as dificuldades e obstáculos de professores recém-egressos de cursos de Licenciatura em Matemática que tiveram, na sua graduação, em instituições públicas do Estado do Paraná, a disciplina de Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática.

Nesse sentido, este artigo tem como objetivo apresentar e analisar algumas dificuldades apontadas por esses professores¹ em relação ao desenvolvimento da Modelagem na sala de aula da Educação Básica.

Procedimentos metodológicos

A pesquisa caracteriza-se na perspectiva qualitativa, pois que, dentre outros aspectos, possibilita ao pesquisador o entendimento da nova realidade social, que deixa de ser vista como mecânica, linear, previsível e passa a ser dinâmica, histórica, complexa (GHEDIN; FRANCO, 2008).

A justificativa pela escolha do Estado do Paraná é decorrente dos avanços que a Modelagem, na perspectiva da Educação Matemática, tem apresentado neste estado. Destacamos, além das publicações de artigos científicos e de livros, os cinco Encontros Paranaenses de Modelagem em Educação Matemática (EPMEM) realizados. Esses eventos, com periodicidade bienal, vêm despertando o interesse, a participação de professores e de estudantes da Educação Básica, bem como de pesquisadores.

Além disso, a Modelagem é contemplada em disciplinas de programas *stricto sensu* de cursos de mestrado e/ou doutorado em três instituições de ensino superior do Estado do Paraná e está inserida nas Diretrizes

Curriculares da Educação Básica do Estado do Paraná (PARANÁ, 2008). Dos 11 livros nacionais com abordagem de Modelagem, na perspectiva da Educação Matemática, quatro são de pesquisadores deste Estado.

O critério adotado nesta pesquisa é que a disciplina de Modelagem Matemática, nas instituições pesquisadas, fosse considerada na perspectiva da Educação Matemática. O critério se deu pela aplicação da Modelagem Matemática na Educação Básica nas ementas e nos programas de cada curso. Dos 20 cursos públicos de Licenciatura em Matemática no Estado do Paraná, sete² apresentaram a disciplina de Modelagem na perspectiva da Educação Matemática. Desses sete, selecionamos seis³.

Os recém-formados foram escolhidos em dois momentos: no primeiro, precisávamos saber quais estudantes egressos desses seis cursos estavam lecionando ou já tinham lecionado. Assim foram enviados e-mails para 134 graduados dos seis cursos. Destes, obtivemos um total de 57 professores egressos que estavam nessas condições. Os outros 77 egressos ficaram fora do processo, pois 21 deles apresentaram problemas no endereço de e-mails, 13 responderam que não lecionaram e não estão lecionando e 43 não responderam ao questionário.

No segundo momento, foi enviado um segundo questionário, construído no Google Docs⁴, aos 57 professores selecionados e, desses, 26 responderam e 31 não responderam ao questionário. Desses 26 professores, 11 desenvolvem ou já desenvolveram atividades de Modelagem em suas aulas e 15 não trabalharam ou não trabalham com a Modelagem em suas aulas. Assim, portanto, nossas análises serão realizadas a partir das respostas dos 11 professores que já tiveram contato com Modelagem em suas aulas⁵.

Os dados para análise neste artigo foram obtidos por meio de três questões, de um questionário maior⁶: 1) Quais as principais dificuldades ao trabalhar com Modelagem em suas aulas? 2) O que é necessário para que a Modelagem Matemática seja aplicada em sala de aula da Educação Básica? 3) Sugestões e contribuições sobre o uso da Modelagem Matemática na sala de aula da Educação Básica.

Esses dados foram interpretados e analisados com base na Análise Textual Discursiva (MORAES, 2003). Segundo esse autor, no contexto da análise deste estudo toda leitura e toda a análise textual já é uma interpretação, mas, para ele, interpretar é construir novos sentidos e compreensões de forma mais aprofundada, indo além das expressões construídas obtidas dos textos, sempre na procura de mais sentidos.

Para isso, o *corpus*⁷ foi organizado em três etapas previstas nessa metodologia: 1) desmontagem do texto ou fragmentação; 2) estabelecimento de relações ou categorização; e 3) captando o novo emergente ou construção do metatexto.

A primeira etapa consiste em desmontar o texto, em outras palavras, retirar os fragmentos de cada texto. Esses fragmentos comportam os significantes que contribuíram na construção de novos significados sobre o

fenômeno educacional em questão. O texto de cada respondente foi lido e relido numerosas vezes para que as respostas de cada professor envolvido pudessem ser impregnadas.

Os fragmentos foram identificados por um código alfanumérico composto por três partes, estas ordenadas da esquerda para a direita, conforme o exemplo, P7.2.2 – Professor 7, questão 2, fragmento 2.

A segunda etapa consiste em categorizar esses fragmentos. As categorias foram emergindo no momento em que atentamos para a convergência de ideias presentes nos fragmentos do corpus. Ou seja, elas foram surgindo com base no conhecimento tácito ou nas teorias implícitas do pesquisador.

A terceira etapa consiste em construir o “metatexto”, que, segundo Moraes (2003, p. 202), se constitui numa tentativa de compreensão mais abrangente do fenômeno investigado, em que se busca encontrar novos sentidos, diferentes daqueles já existentes nos textos originais dos discursos. Para o autor, “os metatextos são constituídos de descrição e interpretação, representando o conjunto um modo de compreensão e teorização dos fenômenos investigados”.

Nesse sentido, procuramos olhar os dados com essa perspectiva, analisando as categorias para compreender, de forma mais abrangente, as dificuldades apontadas pelos egressos de cursos em Licenciatura em Matemática do Estado do Paraná em relação ao uso de Modelagem na sala de aula da Educação Básica. Para isso nos embasamos em pesquisadores do campo da Modelagem e da área de Formação de Professores que tiveram pesquisas relacionadas a essa temática.

Resultados

Desse processo emergiram, principalmente, quatro categorias de convergência, cada uma delas com subcategorias. Assim, portanto, as dificuldades dos professores recém-egressos dos cursos de Licenciatura em Matemática e que tiveram a disciplina de Modelagem Matemática, na perspectiva da Educação Matemática, nas instituições públicas do Estado do Paraná, estavam diretamente relacionadas a:

I – Insegurança em utilizar a Modelagem em suas aulas.

(i) conhecimento insuficiente sobre Modelagem;

(ii) insegurança em relação ao novo;

(iii) dificuldades em sair da zona de conforto e romper com práticas tradicionais.

II – Formação insuficiente em Modelagem.

(i) falta de uma base de formação consistente em Modelagem para aplicações em suas aulas;

(ii) necessidade de uma postura pedagógica diferente da tradicional;

(iii) falta de discussões e reflexões sobre práticas de Modelagem na sala de aula da Educação Básica.

III – Postura tradicional e conservadora do sistema escolar.

(i) dificuldades com o currículo;

(ii) dificuldade com o material didático;

(iii) dificuldades com o planejamento e o tempo gasto com a aplicação da Modelagem em sala de aula.

IV – Envolver os estudantes num ambiente de Modelagem.

(i) práticas tradicionais incorporadas nos estudantes;

(ii) exigência de uma postura crítica e investigativa dos estudantes.

Dessa forma, as categorias e as subcategorias foram analisadas nessa perspectiva, no sentido de procurar compreender e analisar de forma mais abrangente as dificuldades apontadas pelos professores pesquisados.

Discussão dos resultados

A Categoria I – Insegurança em utilizar a Modelagem em suas aulas contempla três subcategorias:

(i) conhecimento insuficiente sobre Modelagem;

(ii) insegurança em relação ao novo;

(iii) dificuldades em sair da zona de conforto e romper com práticas tradicionais.

Quanto a essa primeira categoria, em relação à subcategoria (i) – conhecimento insuficiente dos professores sobre Modelagem –, esse tema será abordado também na próxima categoria. Aqui selecionamos aspectos mais gerais, conforme apontado nos fragmentos dos professores⁸ P1.2.1: “o professor deve conhecê-la, de forma mais aprofundada” e P4.2.2: “os professores precisam estar bem preparados”, P1.3.5: “acredito que muitos dos nossos colegas não a utilizam por não a conhecerem, ou mesmo, por desconhecer os seus próprios motivos para não usá-la”; dentre outros.

Os professores enfatizaram que, para desenvolver atividades de Modelagem em suas aulas, é necessário ter um bom conhecimento sobre essa modalidade de ensino da matemática. Como afirma Almeida (2009), o trabalho com Modelagem possibilita ao estudante aprender sobre, aprender por meio e a refletir sobre. Consideramos que isso pode acontecer também com o professor, porque trabalhar com Modelagem é estar num ambiente imprevisível, uma vez que se trata de temas ou de problemas relacionados à realidade em que os estudantes estão inseridos. Dessa forma, o professor aprende ao desenvolver atividades de Modelagem, adquire novos conhecimentos e novas habilidades inerentes a esse processo, ou seja, o conhecimento e o preparo do professor podem ser aprimorados ao trabalhar com a Modelagem.

Corroboramos a afirmação de Carvalho e Perez (2001, p. 110), de que “a prática, ou o saber fazer, está intrinsecamente relacionada com a forma

de produção do conhecimento na área”. Uma das hipóteses é que esses professores não tiveram uma produção de conhecimentos aberta para novas perspectivas e para novos conhecimentos, numa abertura de mente em que o professor possa atuar, pesquisar e envolver-se com questões da Educação Matemática que o transforme em participante em todas as atividades originadas desse meio.

Na subcategoria (ii) – insegurança em relação ao novo – são explicitadas preocupações relacionadas às características da Modelagem. Então, dentre elas, destacamos a questão de abordar problema e situações da realidade em que os estudantes estão inseridos. Em outras palavras, os professores terão que enfrentar situações novas e inusitadas, conforme explicitam os professores P1.2.3: “maior segurança para usá-la” e P1.3.4: “reconhecimento das nossas resistências quanto a seu uso”. Tal insegurança pode estar vinculada ao fato de estarem acostumados com práticas denominadas de tradicionais⁹, práticas que os colocam numa zona de conforto, por lidarem com situações previsíveis e que, na maioria das vezes, corroboram práticas tradicionais para a aceitação da realidade como posta. A mencionada ‘zona de conforto’, segundo Skovsmose e Penteado (2008, p. 49), está relacionada ao “um alto grau de previsibilidade tanto para alunos quanto para professores”.

O desenvolvimento de atividades de Modelagem exige, então, outra conduta. O professor não trabalha com resultados previsíveis, pois os temas podem ser abertos, as questões podem estar relacionadas com fatores econômicos, culturais, sociais, etc. Isso vale dizer, em outras palavras, que o professor envolvido com Modelagem estará, na maioria das vezes, numa zona de risco e de busca.

Por fim, na subcategoria (iii) – dificuldades em sair da zona de conforto e romper com práticas tradicionais – fica evidenciado que o professor necessita de postura diferente para lidar com a Modelagem, conforme relatado nos fragmentos relacionando concepções e abordagem de Modelagem. Assim, P1.3.2 informa: “reconhecerem-se enquanto sujeitos sociais, responsáveis pelas tomadas de decisão na sociedade”, P5.1.2: “metodologia diferenciada para trabalhar em sala de aula”, P10.2.1: “compreender o processo de modelagem matemática de modo a orientar os alunos, o que dá margem para diversas interpretações” e P2.1.1: “o trabalho com a modelagem matemática destoa das aulas expositivas”. Para esses professores, a Modelagem não se enquadra como uma metodologia de ensino em que o professor apenas a utiliza para resolver problemas da realidade, ou simplesmente a aplica tendo como objetivo final chegar a um modelo matemático.

Percebemos que a concepção de Modelagem relatada nesses fragmentos pode ser considerada como a que tem um caráter investigativo, que reflete sobre as questões sociais, econômicas, culturais e políticas, e que permite conhecer criticamente a realidade e, talvez, modificá-la. Então, nesse sentido, há necessidade de uma conduta diferente para lidar com abordagens que não fazem parte do seu rol de atividades cotidianas.

Como afirma Ferreira (2003), é necessário compreender também que os professores mudam continuamente por meio de suas práticas. Assim, a mudança de conduta do professor dependerá de vários fatores que podem estar relacionados à sua vida profissional, acadêmica, dentre outros.

Ressaltamos que, na literatura sobre o assunto, existem várias abordagens, concepções e definições sobre a Modelagem. Assim, por exemplo, Caldeira (2009, p. 38) considera que, por meio da Modelagem, é possível “problematizar, elaborar suas próprias perguntas, desenvolver por meio da pesquisa, refletir e tirar suas próprias conclusões”. Barbosa (2007) destaca que uma das formas de conceituar Modelagem é como sendo um ambiente de aprendizagem em que os estudantes são convidados a indagar e/ou investigar situações/problemas da realidade por meio da matemática. E isso pode ser um fator que dificulta aos professores, por terem que lidar com essas características investigativas que são próprias da Modelagem.

Essa categoria mostra-nos que o desenvolvimento de atividades de Modelagem em sala de aula deixa o professor inseguro devido ao fato de ter que modificar práticas sobre as quais ele tem domínio e controle, para assumir outras práticas, agora incertas e que podem colocá-lo em situação de risco.

A Categoria II – Formação insuficiente em Modelagem contempla as seguintes subcategorias:

- (i) falta de uma base de formação consistente em Modelagem para aplicações em suas aulas;
- (ii) necessidade de uma postura pedagógica diferente da tradicional;
- (iii) falta de discussões e reflexões sobre práticas de Modelagem na sala de aula da Educação Básica.

Nessa segunda categoria, em relação à subcategoria (i) – falta de uma base consistente em Modelagem, para aplicações em suas aulas –, os recém-egressos explicitaram a necessidade de mais embasamento de Modelagem, conforme evidenciado nos fragmentos de P1.2.2: “é necessário que nós professores tenhamos uma concepção clara de Modelagem”, P6.3.1: “tenha vivenciado atividades dessa natureza”, P8.2.1: “maior preparação” e P5.2.1: “conhecimento, [...] do que é modelagem matemática”. Além disso, o fragmento P1.2.4 explicita a necessidade de formação continuada para preparar o professor.

Esses fragmentos evidenciam que os professores terminam a graduação no ensino superior e, mesmo assim, não se sentem preparados para trabalhar com a Modelagem na Educação Básica. Um dos indícios pode ser devido à pouca relação dos conteúdos da disciplina de Modelagem com os conteúdos da Educação Básica, conforme relato dos professores, bem como a presença de conteúdos com caráter formal, pois isso é verificado nas ementas dos cursos de graduação.

Além disso, a disciplina de Modelagem é desenvolvida, nos cursos de Licenciatura em Matemática das instituições investigadas, com uma

carga horária que varia de 60 horas a 144 horas, sendo a maioria dos cursos com a carga horária próxima de 60 horas. Ressaltamos que a Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática apresenta, em média, 1,3% do total da carga horária dos cursos de Licenciatura em Matemática do Estado do Paraná e 16,4% de disciplinas relacionadas à Educação Matemática do mesmo estado (CYRINO, 2013). Essa realidade curricular deixa nítida a predominância de disciplinas voltadas aos conteúdos matemáticos trabalhada, na maioria das vezes, sem relação com a Educação Básica e com poucas aplicações em situações da realidade.

Na subcategoria (ii) – necessidade de uma postura pedagógica diferente da tradicional aparece –, nos fragmentos do corpus constam preocupações que dizem respeito ao trabalho do professor com abordagens e perspectivas diferentes daquelas executadas geralmente nas escolas, e isso pode ser considerado como um fator de dificuldade para o professor, pois ele necessita romper com algumas práticas tradicionais estabelecidas pela escola e lidar com situações não previsíveis, relacionadas aos problemas advindos da realidade em que os estudantes estão inseridos. Seguem fragmentos nessa direção. P5.2.1: “é necessário o conhecimento, dentro de uma escola, do que é modelagem matemática, [...] e não só preocupar em vencer conteúdos didáticos para cumprir o currículo”; P2.1.2: “a modelagem matemática destoa das aulas expositivas com as quais os professores e alunos estão acostumados, exige uma atitude investigativa que precisa ser trabalhada e estimulada” e P2.1.6: “a atividade de modelagem matemática pode seguir por diferentes caminhos, evocando conteúdos que não estavam previstos pelo professor”.

Esses fragmentos nos advertem para o fato de que, para desenvolver atividades de Modelagem Matemática com os estudantes da Educação Básica, é necessário que o professor saia da ‘zona de conforto’, como já relatado no fragmento do professor P2.1.2. Além disso, como relata o professor P5.2.1, o fato de envolver a escola nesse processo deve ser devido ao entendimento de que trabalhar a Modelagem em suas aulas implica, por vezes, romper com práticas tradicionais já incorporadas nos professores e na estrutura da escola.

A subcategoria (iii) aponta que – a falta de discussões e reflexões sobre práticas de Modelagem na sala de aula da Educação Básica – pode ser um fator significativo e importante no processo de desenvolvimento de Modelagem. Seguem alguns relatos nessa direção. P1.2.6: “acredito que se nós estivermos ‘convencidos’ da importância do uso da Modelagem na sala de aula”, P1.3.3: “nós professores estejamos claros da Educação que queremos, ter uma visão clara de Modelagem Matemática na Educação Matemática”, P3.2.1: “maior interesse por parte dos professores em adotar a modelagem matemática”, P7.2.1: “importância de se trabalhar com alternativas de ensino diferenciadas”.

A falta de embasamento teórico e a falta de discussões sobre práticas de Modelagem voltadas para a Educação Básica, juntas, tornam-se um fator de dificuldades para esses professores. Como afirmam Meyer, Caldeira e Malheiros (2011), os futuros professores devem ser preparados também para atuarem como pesquisadores junto com seus alunos da Educação Básica.

Os cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil, como afirma Moreira (2012), ainda dão ênfase ao conteúdo formal, e que a maioria das disciplinas não tem relação com as da Educação, ou seja, não existe relação das disciplinas de caráter matemático com as da área de ensino. Para o autor, as mudanças nos cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil ocorreram no papel, porque, mesmo com as muitas tentativas de mudar, o “3+1”¹⁰ ainda se faz presente nesses cursos. Caldeira (2007) relata que a maioria das universidades brasileiras adota uma postura epistemológica em que somente o conteúdo, muitas vezes descontextualizado, sem significado, acaba sendo o principal foco nos cursos de formação de professores de matemática.

Os professores deixaram implícita a necessidade de formação teórica e prática que possa sustentar propostas inovadoras, no caso a Modelagem, em suas aulas. Carvalho e Perez (2001, p. 110) relatam que “a principal dificuldade para que os professores se envolvam realmente na implantação de propostas inovadoras é a falta de domínio de conhecimento das questões fundamentais do conhecimento”.

A Categoria III – Postura tradicional e conservadora do sistema escolar contempla as seguintes subcategorias:

- (i) dificuldades com o currículo;
- (ii) dificuldade com o material didático;
- (iii) dificuldades com o planejamento e o tempo gasto com a aplicação da Modelagem em sala de aula.

Em relação à subcategoria (i) – dificuldades com o currículo –, os professores relataram que ele já está estruturado pela escola e não dá abertura para flexibilizá-lo e que, na maioria das vezes, é seguido de forma linear. Além disso, as escolas adotam livro didático ou apostilas, induzindo o professor a trabalhar os conteúdos conforme a sequência estabelecida no material.

Seguem alguns fragmentos expressando dificuldades dos professores com o currículo. P5.1.1: “cumprir a apostila”, P7.2.3: “essa característica conteudista do nosso sistema de ensino”, P5.2.2 “vencer conteúdos didáticos para cumprir currículo” e P10.2.2: “necessitar um maior tempo de explanação”.

Esses fragmentos mostram que o currículo atual é um dos principais fatores que dificulta o desenvolvimento de atividades de Modelagem na sala de aula da Educação Básica. A Modelagem não está contemplada nele e, além disso, ela não segue uma sequência linear de conteúdos e não faz uma previsão exata sobre o tempo que será gasto para o desenvolvimento de cada conteúdo.

Corroboramos, então, a afirmação de Tardif e Lessard (2005, p. 43), de que a flexibilização no trabalho docente ocorre constantemente, pois “ensinar, de certa maneira, é sempre fazer algo diferente daquilo que estava previsto pelos regulamentos, pelo programa, pelo planejamento, pela lição etc.”. Como relata o professor P7.2.2, há necessidade de “uma mudança no sistema de ensino no Brasil” e isso corrobora também a afirmação de Burak (2010), de que o currículo escolar, da forma como se encontra nas escolas,

subtrai-lhe a possibilidade de desenvolver sua autonomia, a iniciativa, liberdade de conjecturar e, com isso, inibe o desenvolvimento de muitas competências necessárias à formação de um cidadão (BURAK, 2010, p. 19).

Já na subcategoria (ii) – dificuldade com o material didático –, os professores relataram dificuldades para encontrar materiais na literatura que pudessem respaldar o desenvolvimento de Modelagem em suas aulas, como explicitado por P11.1.1: “encontrar atividades compatíveis com as séries ministradas”, P11.2.1: “mais materiais”, e P4.2.3: “é necessário que os livros didáticos também façam alterações em seus conteúdos privilegiando a modelagem”.

Pelas características da Modelagem não há um material em que o professor possa seguir as orientações de forma linear. Essa dificuldade apontada pelos professores se dá pelo fato deles estarem acostumados com o sistema vigente de ensino que prevalece “centrado na repetição e na reprodução” (BURAK; ARAGÃO, 2012, p. 9) ou, como afirma Skovsmose (2007, p. 34), um ensino em que “o livro-texto ocupa a cena”.

Na subcategoria (iii) – dificuldades com o planejamento e o tempo gasto com a aplicação da Modelagem em sala de aula –, os professores enfatizam que há necessidade de elaborar/planejar atividades de Modelagem, e isso demanda mais tempo do que é estabelecido pelo sistema de ensino vigente. Para P7.1.1: “falta de tempo para preparar essas atividades” e P7.2.4: “se a quantidade de aulas de preparação fosse suficiente”.

Essa dificuldade em relação ao tempo está intimamente relacionada com as características da Modelagem. Essas características são tais que envolvem abordagens de concepções, procedimentos, dentre outros, conforme apresentado por Souza (2013). Esse tema é sempre recorrente em trabalhos que envolvem abordagens de obstáculos da Modelagem Matemática em sala de aula. Caldeira (2015) discute essas questões numa perspectiva foucaultiana, em que a cronometragem dos tempos escolares é uma forma de disciplinamento e de controle. Na Modelagem, esses tempos nem sempre são aqueles estabelecidos pela escola, fazendo com que os professores se sintam constrangidos em não cumpri-los. Nesse sentido, a falta de atividades sobre Modelagem contemplada no material adotado pela escola, a não flexibilização do currículo e o tempo gasto com a elaboração/

planejamento de atividades de Modelagem são pontos de dificuldades que os professores enfrentaram ao desenvolver essas atividades em suas aulas.

A Categoria IV – Dificuldades em envolver os estudantes num ambiente de Modelagem contempla as subcategorias:

- (i) práticas tradicionais incorporadas nos estudantes;
- (ii) exigência de uma postura crítica e investigativa dos estudantes.

Nesta quarta categoria, na subcategoria (i) – práticas tradicionais incorporadas nos estudantes –, os professores explicitaram a questão das práticas tradicionais incorporadas nos estudantes, ficando evidenciado que isso dificulta a aceitação de novas práticas pedagógicas, como relatam os professores. P1.1.6: “queriam respostas prontas, e pediam ‘fórmulas’ para resolver tudo”, P4.1.2: “sempre trabalharam resolvendo exercícios”, P10.1.2: “acostumados com problemas rotineiros”, dentre outros.

As práticas tradicionais vivenciadas pelos estudantes, ainda presentes nas escolas, predominam, como afirma Mizukami (1986), dizendo que se trata de um ensino centrado no professor e em que se dá ênfase ao que é externo ao estudante. Ou seja, enfatiza-se o programa, enfatizam-se as disciplinas e se enfatiza o professor. Com isso, o estudante entra na rotina da escola e “apenas executa prescrições que lhe são fixadas por autoridades exteriores” (MIZUKAMI, 1986, p. 8).

E, nesse sentido, os estudantes estão imobilizados pelo controle estabelecido pelo sistema escolar. Estando imobilizados, preferem então seguir a rotina ao invés de enfrentar situações inusitadas, como acontece no caso da Modelagem, que, na maioria das vezes, não tem ‘fórmulas’ para aplicar e nem modelo a ser seguido.

Em (ii) – exigência de uma postura crítica e investigativa dos estudantes –, são evidenciadas algumas características que são próprias da Modelagem. Os professores explicitaram que os estudantes necessitam de uma postura crítica e investigativa para desenvolver atividades de Modelagem. Nesse sentido, encontraram dificuldades para envolver os estudantes em tais atividades, como constatado nos fragmentos de P4.3.1: “A modelagem contempla situações que exige do aluno interpretar”, P8.1.1 “não estão preparados para efetuar uma pesquisa”, P6.1.1: “sempre existe uma desconfiança dos alunos, esses ficam com ‘medo’ de fazer algo errado”, P8.2.2: “maior interesse e preparação dos alunos”, dentre outros.

E o desenvolvimento de atividades de Modelagem proporciona diversos caminhos e não há previsibilidade, como destaca Barbosa (2001, p. 7): “a investigação é o caminho pelo qual a indagação se faz. É a busca, seleção, organização e manipulação de informações”.

Dessa forma, o desenvolvimento de Modelagem em sala de aula provoca mudança na prática do professor, pois terá que conquistar os estudantes que estão acostumados com atividades de ensino predeterminadas, com aplicações de fórmulas, etc.

Como toda pesquisa de cunho qualitativo como esta que se mostra, há sempre uma limitação no que se refere à generalização dos resultados. Especificamente neste caso, trabalhamos com uma amostra de 11 professores que se dispuseram a trabalhar conosco e, por mais que a desmontagem das narrativas, possa ter sido com o cuidado que tal metodologia exige, sempre haverá alguns elementos que não serão contemplados. Basicamente, porém, o que os nossos resultados nos mostram, apesar de termos escolhido professores que, teoricamente, conheciam, pela sua graduação, os pressupostos do objeto de estudo aqui discutido e analisado, não foge muito daquilo que outras pesquisas já concluíram.

Considerações finais

Os resultados nos mostram que as dificuldades dos professores recém-egressos de cursos de Licenciatura em Matemática das IES públicas do estado do Paraná, e que tiveram na sua graduação a disciplina de Modelagem na perspectiva da Educação Matemática, em relação ao desenvolvimento da Modelagem em suas aulas, estão associadas, principalmente, a dois fatores: (i) o primeiro fator diz respeito à formação docente inicial em relação à Modelagem, formação insuficiente e que gera uma certa insegurança na sua aplicação; e (ii) o segundo fator consiste na postura desfavorável da escola tradicional e ao pouco engajamento dos estudantes em participar das atividades, isso em razão do próprio sistema escolar tradicional.

No que se refere à questão de formação em Modelagem, ela está intimamente relacionada à formação inicial de professores. A disciplina de Modelagem é desenvolvida na graduação, na maioria dos cursos, com carga horária reduzida, predominando abordagem de conteúdos caracterizados pela matemática formal e fazendo pouca relação com os conteúdos da Educação Básica.

Além disso, os cursos de Licenciatura em Matemática, em muitos casos, são constituídos por característica voltada ao conteúdo matemático e há pouca relação dos conteúdos trabalhados nesses cursos com a Educação Matemática. Isso foi uma das questões explicitadas pelos professores sujeitos desta pesquisa, ao afirmarem que saem da graduação e não se sentem preparados para trabalhar com novas práticas pedagógicas, ou seja, não se consideram preparados para enfrentar situações inusitadas nem para trabalhar com o imprevisível, como no caso da Modelagem.

Essas categorias mostram-nos que, para a Modelagem chegar à sala de aula da Educação Básica, e chegar de forma significativa, há necessidade de entrosamento entre instituições de ensino, tanto no que se refere à formação docente inicial quanto à formação continuada de professores. No que se refere à postura tradicional da escola, os professores explicitaram que, para desenvolver atividades de Modelagem em suas aulas, há necessidade de mexer na estrutura escolar, principalmente há necessidade de mexer no

currículo, que é constituído de forma fechada e, na maioria das vezes, as sequências de conteúdos contidos nele são de materiais didáticos adotados pela escola e o professor o segue à risca. Além disso, as aulas de Matemática são distribuídas na programação intercaladas com as demais disciplinas, podendo ficar, por exemplo, uma aula em um único dia. Esses fatores podem ser considerados como as principais dificuldades para desenvolver atividade de Modelagem em suas aulas, pois há cobrança, por parte da escola, em relação ao cumprimento do currículo, da sequência das aulas de acordo com a programação. E a Modelagem não se enquadra nessa estrutura.

As práticas tradicionais incorporadas nos estudantes e nos professores são outro fator de dificuldade para desenvolver atividades de Modelagem, pois os professores que querem trabalhar com Modelagem em suas aulas terão que conquistar os estudantes e seus pares para viabilizar o processo de forma significativa.

De uma maneira geral, para minimizar as dificuldades aqui apontadas pelos professores quanto à Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática, necessita-se chegar com mais frequência nos cursos de formação de professores. Isso depende sobretudo de uma postura das coordenações dos cursos de Licenciatura em Matemática no sentido de equalizar os aspectos no que se refere ao conhecimento dos conteúdos matemáticos com os conhecimentos pedagógicos desses conteúdos em que a Modelagem se faz mais presente. Há uma boa oportunidade para que esses temas possam ser discutidos nos colegiados dos cursos em virtude de uma nova regulamentação sobre os cursos de Licenciatura em Matemática exigida pela Resolução n. 2, de 1 de julho de 2015, pelo Conselho Nacional de Educação.

Quanto à postura tradicional e conservadora do sistema escolar, não há como fazer uma mudança no sentido de adequar o sistema à Modelagem, mas, ao contrário, os professores necessitam se adaptar às características da Modelagem no sistema escolar vigente. Este ponto nos sugere outras pesquisas de como, por exemplo, o professor possa criar mecanismos de adaptação das características da Modelagem, como, por exemplo, o uso do livro didático e a execução da sequência linear dos conteúdos.

Quanto ao engajamento dos alunos em atividades de Modelagem, algumas pesquisas têm mostrado que há uma diversidade de fatores, tais como motivação, interesse, valores pessoais, sociais, cognitivos, culturais, dentre outros, que possam estar influenciando no desejo de aprender de uma maneira ou de outra. Essas questões são subjetivas e vão depender de vários fatores. Algumas pesquisas também têm mostrado que o papel de professor tem uma influência muito forte nas relações com o saber. Nesse caso, implementar a utilização da metodologia da Modelagem vai depender muito do grau de comprometimento e das relações pessoais entre o professor e seus alunos.

Notas

* Doutor em Educação pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Docente da Universidade Estadual do Paraná, Campus de Campo Mourão. E-mail: ajceolim@gmail.com.

** Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Docente da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). E-mail: mirocaldeira@gmail.com.

¹ Este trabalho está vinculado à pesquisa de doutorado de Ceolim (2015), que teve apoio da Unespar, Campus de Campo Mourão, da UFSCar/SP e da Fundação Araucária/PR.

² Unespar/Campus de Campo Mourão; Unespar/Campus de União da Vitória; Unespar/Campus de Paranavaí; Unespar/Campus de Paranaguá; UENP-Campus de Cornélio Procopio, UENP/Campus de Jacarezinho e a Universidade Estadual de Londrina (UEL).

³ Não foi possível a coleta de dados dos estudantes de uma das instituições.

⁴ Pacote aplicativo do Google que funciona totalmente on-line diretamente no browser, permite a edição colaborativa em tempo real com diversos usuários, composto de vários aplicativos, dentre eles, um editor de formulários.

⁵ A análise completa faz parte da pesquisa de doutorado do primeiro autor. A definição dos sujeitos e a coleta de dados ocorreram em 2013.

⁶ O questionário maior pode ser obtido em Ceolim (2015).

⁷ O corpus da análise textual, sua matéria-prima, é constituído essencialmente de produções textuais [...]. São vistos como produtos que expressam discursos sobre fenômenos e que podem ser lidos, descritos e interpretados, correspondendo a uma multiplicidade de sentidos que a partir deles podem ser construídos. Os documentos textuais da análise [...] são significantes dos quais são construídos significados em relação aos fenômenos investigados (MORAES, 2003, p. 194).

⁸ Todos os fragmentos descritos estão detalhados em Ceolim (2015).

⁹ Ensino tradicional neste contexto é aquele que é abordado de forma linear, baseado apenas na resolução de exercícios de aplicação e conteúdo teórico descontextualizado, como afirma Skovsmose (2007, p. 34) “o ensino tradicional de matemática é dominado pelo uso do livro-texto, que é seguido mais ou menos página por página”.

¹⁰ A nomenclatura “3+1” foi dada aos cursos de Licenciatura na época do seu surgimento no Brasil em meados dos anos 1930, em que os cursos eram estruturados da seguinte forma: três anos de formação de conteúdos específicos de Matemática e um ano de formação para o ensino, com as disciplinas de didática (MOREIRA, 2012).

Referências

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de. Modelagem matemática na formação inicial de professores de matemática. **Anais XEPREM – Encontro Paranaense em Educação Matemática**. Unicentro-Guarapuava, 2009. 1 CD-ROM.

ARAÚJO, Jussara de Loiola. Brazilian research on modelling in mathematics education. **ZDM Mathematics Education**, Karlsruhe, v. 42, n. 3-4, p. 337-348, 2010.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem na educação matemática: contribuições para o debate teórico. **Anais Reunião Anual da ANPED**, Rio Janeiro: ANPED, 2001, 1 CD-ROM.

_____. Sobre a pesquisa em modelagem matemática no Brasil. **Anais V CNMEM – Conferência Nacional sobre Modelagem Matemática**, Ouro Preto: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007, 1 CD-ROM.

BIEMBENGUT, Maria Salett. 30 anos de modelagem matemática na educação brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria**, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 7-32, jul. 2009.

BURAK, Dionísio. Modelagem matemática sob um olhar de educação matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. **Revista de Modelagem na Educação Matemática**, Blumenau, v. 1, n. 1, p. 10-27, 2010.

BURAK, Dionísio; ARAGÃO, Rosália Maria Ribeiro de. **A modelagem matemática e relações com a aprendizagem significativa**. Curitiba: Editora CRV, 2012.

CALDEIRA, Ademir Donizeti. Modelagem matemática e formação de professores: o que isto tem a ver com as licenciaturas? In: **Anais V CNMEM – Conferência Nacional Sobre Modelagem Na Educação Matemática**, Ouro Preto: UFOP, 2007, p. 69-81.

_____. Modelagem matemática: um outro olhar. **Alexandria**, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 33-54, jul. 2009.

_____. Modelagem matemática, currículo e formação de professores: obstáculos e apontamentos. **Educação Matemática em Revista**, Brasília, n. 46, p. 53-61, 2015.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; PEREZ, Daniel Gil. O saber e o saber fazer dos professores. In: CASTRO, Amélia Domingues de; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Orgs.). **Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001, p. 107-124.

CEOLIM, Amauri Jersi. **Modelagem matemática na educação básica: obstáculos e dificuldades apontados por professores**. Tese (Doutorado). Setor de Educação, Universidade Federal de São Carlos-SP, São Carlos, 2015.

CYRINO, Márcia Cristina de Costa Trindade. A formação inicial de professores de matemática no Paraná. In: **Anais XI ENEM – Encontro Nacional de Educação Matemática**, Curitiba: Campus da PUC, 2013, p. 1-17.

FERREIRA, Ana Cristina. Um olhar retrospectivo sobre a pesquisa brasileira em formação de professores de matemática. In: FIORENTINI, Dario (Org.). **Formação de professores de matemática: explorando novos caminhos com outros olhares**. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2003, p. 19-50.

GHEDIN, Evandro; FRANCO, Maria Amélia Santoro. **Questões de método na construção da pesquisa em educação**. São Paulo: Cortez, 2008.

MEYER, João Frederico da Costa; CALDEIRA, Ademir Donizete; MALHEIROS, Ana Paula dos Santos. **Modelagem em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. **Ensino**: as abordagens do processo. São Paulo: EPU, 1986.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Revista Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, dez. 2003.

MOREIRA, Plínio Cavalcanti. 3+1 e suas (in)variantes (Reflexões sobre as possibilidades de uma nova estrutura curricular na Licenciatura em Matemática). **Bolema**, Rio Claro, v. 26, n. 44, p. 1137-1150, dez. 2012.

OLIVEIRA, Andréia Maria Pereira de; BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem matemática e situações de tensão na prática pedagógica dos professores. **Bolema**, Rio Claro, v. 24, n. 38, p. 265-296, abr. 2011.

PARANÁ. **Diretrizes Curriculares de Matemática para a Educação Básica**. Secretaria de Estado da Educação. Curitiba, 2008.

SILVEIRA, Everaldo. **Modelagem matemática em educação no Brasil**: entendendo o universo de teses e dissertações. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

SILVEIRA, Everaldo; CALDEIRA, Ademir Donizeti. Modelagem na sala de aula: resistências e obstáculos. **Bolema**, Rio Claro, v. 26, n. 43, p. 249-275, ago. 2012.

SKOVSMOSE, Ole. **Educação crítica**: incerteza, matemática, responsabilidade. São Paulo: Cortez, 2007.

SKOVSMOSE, Ole; PENTEADO, Miriam Godoy. Riscos trazem possibilidades. In: SKOVSMOSE, Ole. **Desafios da reflexão em educação matemática crítica**. São Paulo: Papirus, 2008, p. 41-50.

SOUZA, Henrique Cristiano Thomas de. **Uma análise dos esquemas de representação do processo de modelagem matemática**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

TARDIF, Maurice; LESSARD Claude. **O trabalho docente**: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas. 7 ed. Petrópolis: Vozes, 2005.

Recebido em: março de 2016.

Aprovado em: julho de 2016.