

Obstáculos e Dificuldades Apresentados por Professores de Matemática Recém-Formados ao Utilizarem Modelagem Matemática em suas Aulas na Educação Básica

Obstacles and Difficulties Presented by Mathematics Teachers Recently Graduated when Adopting Mathematical Modeling in their Classes at Elementary Education

Amauri Jersi Ceolim*
Ademir Donizeti Caldeira**

Resumo

Esse artigo discute os obstáculos e as dificuldades apontados pelos professores recém-egressos de cursos de Licenciatura em Matemática e que cursaram na graduação a disciplina de Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática. A opção metodológica para a compreensão dos dados foi pela Análise Textual Discursiva. Os dados foram obtidos das respostas a um questionário aplicado a 26 professores que lecionavam na Educação Básica deste estado do Paraná. Esses dados foram analisados por meio de quatro categorias, as quais mostram que a Modelagem Matemática apresenta características próprias, apontando, assim, fragilidades para o seu desenvolvimento em sala de aula da Educação Básica, sendo elas associadas a, pelo menos, três fatores: (i) o fator *pessoal-emocional*; (ii) o fator da *competência profissional*; e (iii) o fator *institucional*. São todos fatores imbricados diretamente com a exigência de mudanças nas tradicionais práticas pedagógicas.

Palavras-chaves: Educação Matemática. Modelagem Matemática na Educação Básica. Obstáculos e Resistências.

Abstract

This article discusses the obstacles and difficulties pointed out by recently graduated teachers from Mathematics teaching majors. These professionals have studied Mathematical Modelling in the perspective of Mathematics Education during their graduation courses. The methodological approach used for data understanding was the Textual Analysis Discourse. Data was obtained from a questionnaire answered by 26 teachers who had been teaching Elementary Education students in Paraná State. This data has been analyzed based on four categories, which have shown that Mathematical Modelling has its own characteristics, then suggesting weaknesses to its development in Elementary Education classrooms. This weakness seems to be associated to at least three features: (i) the personal-emotional aspect; (ii) the professional competence aspect; and (iii) the institutional aspect. All these features are directly interlinked to the demand of changes in traditional pedagogical practice.

Keywords: Mathematics Education. Mathematical Modelling in Elementary Education. Obstacles and Resistance.

* Doutor em Educação pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Professor da Universidade Estadual do Paraná (Unespar), Campo Mourão/PR. Endereço para correspondência: R. Londrina, 240, sobrado 04, Jardim Curitiba, Campo Mourão/PR, CEP: 87303-310. Email: ajceolim@gmail.com.

** Doutor em Educação pela Universidade de Campinas (UNICAMP). Professor da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos/SP. Endereço para correspondência: Rua Roberval Pozzi, 50, Bairro Santa Marta, São Carlos/SP, CEP: 13.564-230. Email: mirocaldeira@gmail.com.

1 Introdução

A Modelagem pode ser considerada um campo de conhecimento e de ensino de Matemática consolidado tanto nacional quanto internacional. Conforme Barbosa (2007, p. 15), “[...] a formação e consolidação das comunidades nacional e internacional praticamente ocorreram em paralelo”. Tal fato pode ser comprovado pelo número de publicações científicas que tem aumentado, tanto de eventos científicos, quanto de periódicos, incluindo trabalhos de pós-graduação *stricto e lato sensu*, dentre outros.

Tanto no cenário nacional, quanto no internacional iniciaram-se, nas décadas de 1970 e 80, as primeiras tentativas relacionadas à prática de Modelagem nas salas de aula de Matemática (BIEMBENGUT, 2009). No cenário nacional temos um marco no Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (IMECC-UNICAMP), instituição onde atua um grupo de professores liderado pelo professor Rodney Carlos Bassanezi, mas não só ele, desenvolvendo trabalhos nessa área (FIORENTINI, 1996). Nesse período de aproximadamente quatro décadas, a Modelagem no Brasil teve avanços significativos, tanto na qualidade, quanto no aumento de trabalhos científicos publicados (SILVEIRA, 2007; BIEMBENGUT, 2009; ARAÚJO, 2010; CREMM, 2013).

No cenário internacional, o debate se fortaleceu no final da década de 1960, época em que se definia a Modelagem como uma aplicação prática dos conhecimentos matemáticos para a ciência e a sociedade. Em 1968, na Suíça, o evento de Matemática *Lausanne Symposium*, realizado com o título/tema “Ensinar matemática de modo que seja útil” abordava situações do dia a dia dos estudantes em detrimento de aplicações mecanicistas. O foco era proporcionar habilidades com a matematização e a modelagem de problemas e/ou de situações da realidade¹. Em 1978, em Roskilde, foi realizado um congresso pautado no tema “Matemática e Realidade”, que contribuiu para a consolidação da *International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications - ICTMA* (BIEMBENGUT, 2009).

Por meio da *ICTMA* passaram a ser organizados eventos bianuais desde 1983, sempre com a finalidade de ampliar o debate e a participação da comunidade internacional (BARBOSA, 2007). De 1983 a 2015, totalizaram-se 17 edições das *ICTMA Books*, que são livros publicados durante ou após a realização das conferências. Salientamos que a penúltima

¹ Realidade é aqui entendida como apontado por MENDONÇA (1999), isto é, uma abordagem externalista da Matemática, procurando levar em consideração o contexto sociocultural do grupo no processo de ensino-aprendizagem da Matemática.

ICTMA, a 16^a, foi realizada no Brasil, na Universidade Regional de Blumenau-SC (FURB), em julho de 2013, e teve como objetivo a integração de matemáticos, professores, estudantes e pesquisadores da área de Modelagem na Educação e a integração de profissionais de diferentes áreas de conhecimento com a Matemática relacionada ao ensino de estudantes de qualquer fase de escolaridade. Além disso, proporcionou a comunicação e a discussão sobre as pesquisas e experiências; identificou estratégias relevantes e diretrizes operacionais para a prática do ensino de Modelagem (ICTMA-16, 2013, s/p)².

Destacamos o livro vinculado à *ICTMA-14* intitulado *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling*, organizado por Kaiser et al. (2011), com 68 publicações de artigos, abordando o tema: “Perspectivas internacionais sobre o ensino e a aprendizagem de Modelagem Matemática”. Essa edição promoveu a discussão acadêmica sobre do tema, abordou questões sobre como os educadores matemáticos realizam as pesquisas no ensino e na aprendizagem da Matemática, especialmente no que diz respeito à Modelagem em nível da Educação Básica.

Outro evento importante no cenário internacional é a *International Commission on Mathematics Instruction (ICMI)*, que contempla questões relacionadas ao ensino-aprendizagem escolar de Matemática, evento no qual também são discutidas questões sobre a Modelagem. Destacamos o livro intitulado *Modelling and Applications in Mathematics Education*, organizado por Blum, et al. (2007), vinculado ao *ICMI 14 Study*, com 59 artigos. Esse livro aborda questões fundamentais sobre Modelagem na perspectiva da Educação Matemática. A *ICMI* define periodicamente um tema específico para ser debatido no *International Congress on Mathematical Education (ICME)*, congresso que é realizado de quatro em quatro anos. Os trabalhos apresentados no *ICME* são publicados pela *ICMI Study Series Editors* e, desde 1983, foram organizadas vinte edições.

Kaiser, et al. (2011) relatam que, nos últimos 30 anos, entre os temas que têm sido fundamentais para a Educação Matemática, estão os relacionados à Modelagem. Dizem os autores que essa temática tem sido objeto de pesquisa em grande parte da literatura internacional. Nesse contexto, relatam que o *ICME* vem em primeiro lugar com os seus grupos de trabalho regulares ou grupos de tópicos e conferência sobre Modelagem, e em segundo vem as *ICTMA*. Apesar disso, afirmam que a presença de atividades de Modelagem ainda é bastante rara nas salas de aula de Matemática.

² International Conferences on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications: <http://www.furb.br/cremm/ictma/topics.htm>

Esses dois cenários mostram que as publicações e as investigações sobre a Modelagem têm aumentado quantitativamente e qualitativamente nos últimos anos. Há, no entanto, indícios nacionais e internacionais de que a prática de Modelagem não está chegando à sala de aula de forma significativa (SILVEIRA; CALDEIRA, 2012; MAGNUS, 2012; MEYER; CALDEIRA; MALHEIROS, 2011; BIEMBENGUT; BIEMBENGUT FARIA, 2011; GARCÍA; HIGUERAS, 2011; SCHMIDT, 2011; KAISER; MAAB, 2007, dentre outros).

Diante dessa constatação, este artigo tem como objetivo discutir — em relação à sua aplicação na sala de aula da Educação Básica — os obstáculos³ e as dificuldades⁴ apontados pelos professores, referindo-nos especificamente aos professores recém-egressos de cursos de Licenciatura em Matemática e que cursaram na graduação a disciplina de Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática.

As análises dos nossos resultados nos mostraram⁵ que a Modelagem apresenta características próprias, apontando, assim, fragilidades para o seu desenvolvimento em sala de aula da Educação Básica associados a três fatores: (i) o fator pessoal-emocional; (ii) o fator da competência profissional; e (iii) o fator institucional — sendo todos fatores imbricados diretamente a exigência de mudanças nas tradicionais práticas pedagógicas no ensino regular. É o que nos ocupa a seguir.

2 Procedimentos metodológicos

Selecionamos o estado do Paraná para a coleta dos dados pelo fato deste estar evidenciado no cenário nacional em relação à Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática e também devido ao fato de estar em evidência em matéria de publicações em eventos científicos da área. Ressaltamos também que a Modelagem é contemplada em disciplinas de programas *stricto sensu* de cursos de mestrado e/ou de doutorado em três instituições de ensino superior paranaenses, bem como haver a inserção da disciplina nas Diretrizes Curriculares da Educação Básica estadual. Além disso, dos onze

³ A palavra “obstáculos” está relacionada aos professores, sujeitos da nossa pesquisa, que não trabalharam com a Modelagem em suas aulas. Esse termo “obstáculo” surge de uma questão do questionário que solicitava aos sujeitos da pesquisa apontamentos de obstáculos, caso os professores não trabalhavam ou não tinham trabalhado com a Modelagem em suas aulas.

⁴ A palavra “dificuldades” está relacionada aos professores, sujeitos da nossa pesquisa, que já trabalharam com Modelagem em suas aulas.

⁵ Esse artigo é resultado de pesquisa de doutorado do primeiro autor. Para mais detalhes dos dados e das análises, ver Ceolim (2015).

livros nacionais atualmente publicados no Brasil sobre Modelagem na perspectiva da Educação Matemática, quatro são de pesquisadores do estado do Paraná⁶.

O Estado do Paraná conta com 20 cursos públicos de Licenciatura em Matemática, dos quais onze contemplam a Modelagem como disciplina obrigatória; em quatro deles a disciplina consta como optativa e cinco deles não apresentam a disciplina no Projeto Político-Pedagógico. Em nossa pesquisa identificamos oito desses cursos que contemplavam a disciplina de Modelagem na perspectiva da Educação Matemática. A identificação e classificação foram realizadas por meio de consulta e análise das ementas/programas de cada curso e se nos mesmos constavam conteúdos de Modelagem relacionados com conceitos da Educação Básica. Desses oito cursos, selecionamos seis⁷. Os sujeitos da nossa pesquisa foram professores recém-egressos⁸ de seis cursos públicos de Licenciatura em Matemática que contemplavam na graduação a disciplina de Modelagem na perspectiva da Educação Matemática, sendo professores que estavam lecionando ou já tinham lecionado em escolas da Educação Básica.

Para a coleta dos dados precisávamos saber quais desses professores estavam lecionando ou já tinham lecionado na Educação Básica. Num primeiro momento foram enviados e-mails para 134 recém-egressos de seis cursos de Licenciatura em Matemática. Desses, obtivemos informação de que 57 estavam lecionando ou já tinham lecionado na Educação Básica. Os outros 77 ficaram fora do processo, pois 21 deles apresentaram problemas no endereço de e-mails, 13 responderam que não lecionaram e não estavam lecionando e 43 não responderam ao questionário.

No segundo momento foi enviado um segundo questionário, este construído no Google Docs⁹, aos 57 professores selecionados e, desses, 26 responderam e 31 não responderam ao questionário. Dos 26 professores que responderam ao questionário, 11 desenvolviam atividades de Modelagem em suas aulas e 15 não trabalharam com a Modelagem em suas aulas.

Identificados os professores que se enquadravam nos nossos critérios, coletamos os dados por meio de quatro questões, de um questionário maior, construídas também no Google Docs: a Questão 6 perguntava se o/a professor/a já havia trabalhado com Modelagem em suas

⁶ As obras são de: Brandt, Burak e Kluber (2010); Almeida, Araújo e Bisognin (2011); Almeida, Silva e Vertuan (2012); e Burak e Aragão (2012).

⁷ Não conseguimos os dados dos recém-formados de dois cursos.

⁸ Com até dois anos de conclusão do curso de graduação.

⁹ 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.

aulas; a Questão 7 solicitava, caso a resposta para a Questão 6 fosse sim, que comentasse suas principais dificuldades; caso fosse não, que apontasse os obstáculos. A Questão 8 perguntava o que é necessário para que a Modelagem seja aplicada em sala de aula da Educação Básica. E, finalmente, a Questão 9 solicitava que os professores dessem sugestões e contribuições sobre o uso da Modelagem na sala de aula da Educação Básica.

A pesquisa caracteriza-se na perspectiva qualitativa, 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 e complexa (GHEDIN; FRANCO, 2008). Para a compreensão, interpretação e análise dos dados, optamos pela Análise Textual Discursiva (MORAES, 2003). Nesse sentido, o *corpus*¹⁰ da análise textual contempla as respostas dos 26 professores e foi organizado em três etapas previstas nesta metodologia, que são: (i) desmontagem do texto ou unitarização; (ii) estabelecimento de relações ou categorização; e (iii) captando o novo emergente ou construção do metatexto com o propósito de encontrar uma nova compreensão, conforme descreve Moraes (2013, p. 191):

1. *Desmontagem dos textos*: também denominado de processo de unitarização, implica examinar os materiais em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de atingir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados.
2. *Estabelecimento de relações*: processo denominado de categorização, implicando construir relações entre as unidades de base, combinando-as e classificando-as no sentido de compreender como esses elementos unitários podem ser reunidos na formação de conjuntos mais complexos.
3. *Captando o novo emergente*: a intensa impregnação nos materiais da análise desencadeada pelos dois estágios anteriores possibilita a emergência de uma compreensão renovada do todo. [...] O metatexto resultante desse processo.

Na Etapa 1, o texto de cada respondente foi lido e relido numerosas vezes para que as ideias de cada professor envolvido pudessem ser impregnadas de compreensão. Feito isso, iniciamos o trabalho de desmontagem do texto, ou seja, a retirada dos fragmentos. São esses fragmentos que comportam os significantes e que contribuem na construção de novos significados sobre o fenômeno educacional em questão.

Construímos um código alfanumérico de identificação composto por três partes ordenadas da esquerda para a direita, conforme o exemplo: S7.8.5 — Professor 7, que trabalha ou já trabalhou com a Modelagem em suas aulas, Questão 8, Fragmento 5; N12.7.5 — Professor 12, que não trabalha ou não trabalhou com a Modelagem em suas aulas, Questão 7, Fragmento 5.

¹⁰ 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 (MORAES, 2003, p. 194).

Após a fragmentação do *corpus*, passa-se para a Etapa 2, ou seja, a categorização desses fragmentos. As categorias e as subcategorias foram acontecendo 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 teorias implícitas do pesquisador.

A construção do metatexto, que é a Etapa 3, constitui uma tentativa de compreensão mais abrangente do fenômeno investigado, buscando encontrar novos sentidos, diferentes daqueles já existentes nos textos originais dos discursos: “Os metatextos são constituídos de descrição e interpretação, representando o conjunto um modo de compreensão e teorização dos fenômenos investigados” (MORAES, 2003, p. 202).

3 Resultados

De um modo geral, desde trabalhos anteriores (CEOLIM; CALDEIRA, 2015; CEOLIM; CALDEIRA, 2016), podemos inferir que as dificuldades e os obstáculos dos professores, em relação ao desenvolvimento da Modelagem em suas aulas, estão associados às quatro categorias: (i) insegurança dos professores em utilizar a Modelagem em suas aulas; (ii) formação inicial insuficiente dos professores; (iii) dificuldades com a postura tradicional e conservadora do sistema escolar; e (iv) dificuldades em envolver os estudantes num ambiente de Modelagem.

Essas categorias evidenciaram que a Modelagem está chegando pouco e de forma tímida à sala de aula da Educação Básica. Isso decorre também de vários fatores específicos ou mais gerais, como o fato de a prática de Modelagem (i) exigir conhecimento além da Matemática; (ii) abordar problemas da realidade em que os estudantes estão inseridos, sendo, muitas vezes, problemas não matemáticos; (iii) envolver práticas pedagógicas interdisciplinares; (iv) também a formação inicial dos professores não ter sido suficiente para sustentar o desenvolvimento de atividades de Modelagem na Educação Básica, ressaltando que a disciplina de Modelagem desenvolvida na graduação, na maioria das vezes, não faz relação com as práticas de ensino praticadas na Educação Básica; e (v) contrariar o sistema escolar vigente, que apresenta uma estrutura fechada, tanto do espaço físico como do pedagógico, resistindo assim aos novos recursos pedagógicos, pois se trata de um sistema de ensino alicerçado por práticas tradicionais, em que o ensino acontece, na maioria das vezes, entre quatro paredes, com estudantes enfileirados, e com abordagem linear de conteúdos, seguindo a sequência inscrita no livro didático adotado pela escola.

Neste artigo, diferentemente dos anteriores decorrentes desta mesma pesquisa, estamos enfatizando e apresentando a tese de que a Modelagem se constitui por características próprias, apontando, assim, fragilidades para o seu desenvolvimento em sala de aula da Educação Básica. Essas fragilidades estão associadas a três fatores: (i) o fator *peçoal-emocional*; (ii) o fator da *competência profissional*; e (iii) o *fator institucional* — que são fatores que estão imbricados diretamente com a exigência de mudanças nas tradicionais práticas pedagógicas. A discussão desses três fatores de resistência, de um modo geral, foi embasada sob a ótica de Monereo (2010a) e de contribuições de pesquisadores como Salgado (1998), Atherton (1999), Tardif e Lessard (2005), Monereo e Pozo (2007) e Skovsmose e Penteado (2008).

3.1 Discussão dos resultados

Na primeira categoria, a da *Insegurança dos professores em utilizar a Modelagem em suas aulas*, fica evidenciado o fator pessoal-emocional. Os professores explicitaram que, para desenvolverem atividades de Modelagem em suas aulas da Educação Básica, há necessidade de mudanças em sua prática pedagógica. Tais mudanças precisam ser implementadas devido a uma característica própria da Modelagem, que é lidar com situações da realidade em que os estudantes estão inseridos e, nesse sentido, podem ser abordadas situações inusitadas.

Como afirma Monero (2010b, p. 157, tradução nossa), a resistência a novas práticas pedagógicas está relacionada “[...] a sentimentos de incerteza, vulnerabilidade e insegurança; às frágeis e insuficientes competências e estratégias pessoais com que lidam os professores; e a própria cultura das instituições educativas”. Fica evidente que as mudanças de práticas os colocam num ambiente de dúvidas, de incertezas e de inseguranças.

Tal ambiente evidencia o fato de se encontrarem numa “zona de conforto” (SKOVSMOSE; PENTEADO, 2008) estabelecida pelo ambiente escolar atual, em que os conteúdos curriculares são abordados de forma linear e o material didático adotado pela escola é seguido à risca, não proporcionando ao professor, na maioria das vezes, situação de risco, de insegurança, etc. Como relata Monereo (2010a), essa metáfora da “zona de conforto” constata a existência de um ambiente em que o professor tem o controle pessoal e tem segurança nas atividades que está desenvolvendo.

Ao abordar Modelagem Matemática, o professor se depara com situações incomuns, geralmente, por não haver disponibilidade de material orientador a ser seguido, como, por exemplo, o livro didático ou o conteúdo a ser apresentado de forma linear. Dessa forma, a

Modelagem atinge diretamente a questão emocional do professor, pois pode envolver elementos, tais como, a desmotivação, a insegurança e a falta de reconhecimento do próprio professor.

Alguns fragmentos nessa direção: N12.7.3 “(...) *medo do novo, e se dará certo*”; N3.7.1 “*insegurança por minha parte (...)*”; S2.7.1 “(...) *o trabalho com a modelagem matemática destoa das aulas expositivas com as quais os professores e alunos estão acostumados*” (Questionários, 2013). Questões que estão diretamente relacionadas a introdução da Modelagem na sala de aula, e, isso coloca os numa “zona de risco” (SKOVSMOSE e PENTEADO, 2008).

Essas questões ficaram explicitadas nessa categoria, principalmente a questão do “medo do novo” e da “insegurança” para enfrentar situações inusitadas, fatores que estão fortemente imbricados ao pessoal-emocional do professor. Além disso, os professores que trabalharam com a Modelagem apresentaram preocupações em relação aos colegas de trabalho, equipe pedagógica, o sistema escolar, as famílias dos estudantes, dentre outros fatores, como explicitado por N13.8.5 “(...) *uma equipe pedagógica que saiba o que é o conceito de modelagem matemática*”; N11.8.4 “(...) *participação da família nas escolas para que os alunos se dediquem de forma intensa nas aulas*” (Questionários, 2013).

A aceitação do trabalho com a Modelagem implica, dentre outros fatores, conquistar espaços, principalmente dentro do ambiente escolar, para que o desenvolvimento de atividade de Modelagem seja realizado de forma tranquila. Como afirma Atherton (1999), para ter possibilidades reais de êxito nas mudanças de práticas pedagógicas é essencial ter o apoio dos colegas de profissão.

Nesse sentido, a mudança de prática pedagógica, conforme relata Monereo (2010a), proporciona um “custo emocional” forte para o professor, pois há necessidade de habilidades para lidar com as suas próprias emoções. Assim, o fator pessoal-emocional (SALGADO, 1998) é considerado como um elemento preponderante na mudança de práticas pedagógicas, pois a disposição emocional requer dos professores a mudança de compromisso e a aceitação prévia dos atores.

No caso da Modelagem, o professor, num primeiro momento, se preocupa em interiorizar as concepções de Modelagem para, em seguida, trabalhar em sala de aula. Dessa maneira, o professor reflete sobre o desenvolvimento de atividades pedagógicas novas, e deixa visível, nessa categoria, que, ao lidar com situações novas, o fator pessoal-emocional é muito forte, pois se leva em conta a sua experiência de vida, a sua prática educativa e a sua identidade.

Na segunda categoria, a da *Formação inicial insuficiente dos professores*, os egressos deixam explicitado que os conhecimentos obtidos na graduação não foram suficientes. Eles informam que, possivelmente, não foram devidamente preparados como docentes. Esse resultado corrobora Monereo e Poso (2007), ao afirmar que os professores apresentam muitas dificuldades para enfrentar os novos desafios, as novas tarefas e as situações novas, a partir dos conhecimentos e das habilidades adquiridos.

Os egressos deixam claro que a disciplina de Modelagem desenvolvida na graduação não proporcionou, de forma significativa, a relação dela com a sala de aula da Educação Básica. Isso converge com os resultados de Monereo (2010a), ao ressaltar que o professor deve adquirir uma competência profissional na sua formação que contemple concepções, teorias e conhecimentos para sustentar suas decisões e práticas no dia a dia de sua profissão, bem como no enfrentamento de situações complexas que podem ir além do cotidiano escolar. O fator competência profissional exposto por Monereo (2010a) é abordado de forma fundamental com a finalidade de respaldar o professor frente às novas práticas educativas, principalmente aquelas que envolvem situações diferentes das habituais. Para o autor, isso deve ser desenvolvido durante a sua formação inicial e continuada.

Evidencia-se, assim, o fator da competência profissional. Em outras palavras, os professores relataram que não estão preparados para enfrentar práticas inovadoras, o que, no caso da Modelagem, justificam no fato de não terem tido, na formação docente inicial, uma base teórica e prática consistente de Modelagem.

Na literatura internacional aparece também a preocupação, conforme apontado por García e Higuera (2011, p. 577, tradução nossa), de que “[...] há necessidade de introduzir um quadro com abordagens pedagógicas (*didactic praxeologies*) para dar suporte aos programas de formação inicial e de desenvolvimento profissional em Modelagem”.

A competência profissional está relacionada, de modo geral, ao ato de ensinar e de avaliar, de quanto e como fazê-lo. Assim, o professor deverá ter competência profissional para tomar decisão do que ensinar, de como avaliar, e de como enfrentar situações imprevisíveis (MONEREO e POZO, 2007).

Na Modelagem ficam evidentes as situações imprevisíveis pelo fato de abordar temas/problemas que, na maioria das vezes, são oriundos do contexto em que os estudantes estão inseridos. Destacamos alguns fragmentos que evidenciaram a questão da competência profissional no processo da formação inicial: N2.7.1 “(...) o que estudei na graduação é pouco para desenvolver a modelagem em sala de aula”; N2.7.1 “(...) é necessário uma

formação de qualidade (...)”; e N14.8.1 “(...) *formação decente para os futuros professores*”(Questionários, 2013).

Salientamos que, em seis países da Europa¹¹, o projeto *Learning and Education in and through Modelling and Applications* (LEMA), financiado pela União Europeia, foi destinado a apoiar e a capacitar os professores em relação a práticas de Modelagem em suas próprias aulas (LEMA, 2014, s/p)¹². Nesses países já existe preocupação com a Modelagem na formação inicial e continuada. Como afirma Monereo e Pozo (2007, p. 13, tradução nossa), trata-se de uma preocupação em preparar os professores para que possam ser capazes de enfrentar, “[...] a partir das habilidades adquiridas, novas tarefas ou desafios que vão além do que foi aprendido”.

Essa categoria deixa claro que, para o desenvolvimento de práticas inovadoras, no caso da Modelagem, há necessidade de competências profissionais que possam sustentar essas práticas, principalmente no envolvimento de situações imprevisíveis, problemas complexos da realidade, etc. Ou seja, a partir dos conhecimentos teóricos e práticos adquiridos na graduação, o professor possa ser capaz de utilizá-los no exercício da docência.

Na terceira categoria, a das *Dificuldades com a postura tradicional e conservadora do sistema escolar*, os professores apontam o fator institucional, relacionado principalmente à estrutura da escola. Explicitam que o currículo escolar, da forma que se apresenta, na prática, tem uma estrutura rígida, não dando abertura para flexibilizações. Conforme relatado nos fragmentos de: N5.7.1) “(...) *o sistema exige que seja cumprido a matriz curricular*” e N13.8.3 “*preocupação de ‘passar’ o conteúdo e não trazer na ementa*” (Questionários, 2013) fica explícito que o currículo escolar está estruturado para desenvolver atividades de ensino, como relatam Tardif e Lessard (2005, p. 100), “[...] num ambiente organizacional fortemente controlado, saturado de normas e regras” (grifos nossos).

Para Perrenoud (1999), os programas escolares se preocupam mais com os ciclos de ensino que vêm depois do que em preparar os estudantes para a vida. Isso, pode ser um dos fatores de resistência a mudanças de práticas pedagógicas pelos professores pesquisados.

O fator institucional, nesse caso, passa a ser um fator negativo a mudanças de práticas educativas, pois o professor necessita romper com a estrutura rígida do currículo já constituído ou, pelo menos, necessita ter uma abertura estrutural, no sentido de poder flexibilizá-la.

¹¹ Os países envolvidos são: Alemanha, Reino Unido, França, Hungria, Espanha, Chipre.

¹²http://www.lemma-project.org/web.lemma-project/web/eu/tout.php?v3=/web.lemma-project/web/eu/page_project.htm

Os professores explicitaram também a necessidade de fazer algumas alterações da estrutura física da escola: N6.7.2 “(...) *laboratórios em situação precária*”; S9.8.1 “(...) *implantação de uma sala de recursos*”; N15.7.1 “(...) *estrutura precária*”; e S7.8.2 “(...) *uma mudança no sistema de ensino no Brasil*” (Questionários, 2013). Nesse sentido, as novas práticas pedagógicas provocam algumas mudanças na parte burocrática do sistema escolar vigente.

Na mesma direção, Biembengut e Biembengut Faria (2011, p. 277, tradução nossa) apontaram para “[...] a estrutura de domínio nas políticas educacionais”, dentre outros fatores. Em outras palavras, o sistema escolar constituído pode ser um forte fator de resistência a novas práticas pedagógicas, pois, geralmente, a implantação de novas práticas de ensino se confronta com o sistema educacional vigente. No caso da Modelagem, isso é evidente.

Como relata Monereo (2010a), as instituições de ensino, na maioria das vezes, resistem à mudança de práticas pedagógicas, não aprovando práticas que são diferentes daquelas que estão sendo realizadas, e enfatizamos que a resistência é maior quando a prática pedagógica necessita modificar a já constituída burocracia da escola. Corroboramos as afirmações de Tardif e Lessard (2005), de que a instituição escolar é caracterizada amplamente pela codificação e pela burocratização do trabalho das pessoas que ali desenvolvem.

Essa categoria nos mostra que as instituições de ensino, de um modo geral, estão alicerçadas com características conservadoras. Dessa forma, práticas pedagógicas inovadoras se confrontam com a estrutura escolar e acabam sendo rejeitadas.

Na quarta categoria, a das *Dificuldades em envolver os estudantes num ambiente de Modelagem*, os professores explicitaram resistência dos estudantes a práticas pedagógicas inovadoras, alegando que eles estavam acostumados com práticas escolares de cunho tradicional, tais como aplicar fórmulas, resolver listas de exercícios de acordo com o modelo, dentre outras. Em outras palavras, os estudantes estão acostumados a ver o professor como o centro do processo de ensino na sala de aula, ensino em que predomina, na maioria das vezes, a transmissão de conteúdos, atividade essa que impõe o ritmo dos exercícios, das repetições, das tarefas e dos movimentos, seguindo o modelo de ensino estruturado pelo sistema educacional vigente. Essas dificuldades, podem ser associadas a três fatores de resistência a novas práticas pedagógicas mencionadas por Monereo (2010a).

Os professores deixam explícitos que o trabalho com novas práticas pedagógicas mexe com o fator emocional-pessoal do professor, pois, nesse caso específico, terá que fazer abordagens que exigem mudanças do ritmo atual dos estudantes e do próprio sistema escolar,

uma vez que o desenvolvimento das atividades de Modelagem, em muitos casos, não é previsível e nem sequencial. Também deixaram evidente que a presença do fator institucional é muito forte, porque é esse fator que impõe o ritmo disciplinar nos estudantes e, por que não dizer, nos professores também, dificultando, assim, a inserção de práticas inovadoras.

Seguem alguns fragmentos para exemplificação: S4.7.1 “*Os alunos não tinham o hábito de trabalhar com modelagem*”; S2.7.4 “*As atividades demoram mais tempo para serem desenvolvidas*”; S3.7.2 “*(...) resolver o problema sem ter uma fórmula pronta*”; S9.7.1 “*(...) a falta de comprometimento dos estudantes*”; N11.7.2 “*Os alunos não possuem maturidade necessária para o desempenho de uma atividade satisfatória relacionada a esse tipo de metodologia*” (Questionários, 2013), dentre outros.

Nesse contexto, ressaltamos que a questão da zona de conforto e da zona de risco abordada por Skovsmose e Penteado (2008), ao se referirem à mudança de prática pedagógica do professor, também se aplica aos estudantes. Ou seja, eles terão que sair da zona de conforto a que estavam acostumados para enfrentar situações de risco e lidar com o desconhecido — e isso gera resistência. Ficando nítido assim, o envolvimento dos três fatores: (i) o fator *peçoal-emocional*; (ii) o fator da *competência profissional*; e (iii) o *fator institucional*, pois o professor terá que convencer os estudantes a receberem as novas práticas pedagógicas e ser convencido também, já que estará lidando num ambiente educacional em que predominam a incerteza e o imprevisível.

4 Considerações finais

Os principais obstáculos apontados por professores que nunca trabalharam com a Modelagem e as dificuldades apontados pelos professores que já atuam ou atuaram com ela em sala de aula da Educação Básica estão relacionados com o sistema escolar vigente; com a formação inicial e continuada do professor e com aspectos diretamente ligados à postura de enfrentamento do novo por parte dos professores e dos alunos. Ressaltamos, porém, que tais obstáculos e dificuldades são, principalmente, mas não exclusivamente, decorrentes das características próprias da Modelagem. Dentre essas características, destacamos a de lidar com situações inusitadas, de abordar problemas não matemáticos ou situações não matemáticas, de envolver questões interdisciplinares, bem como de envolver fatores

econômicos, sociais e culturais, ou seja, de envolver os estudantes não somente com as questões internalistas, mas também externalistas¹³ da Matemática.

Isso implica, segundo a teoria adotada neste artigo, inferir que a Modelagem apresenta fragilidades para a sua aplicação em sala de aula devido a três fatores bem evidentes, quais sejam, o *status* pessoal-emocional tanto do docente quanto dos alunos, a competência profissional do docente e o regime institucional escolar — que são todos fatores imbricados diretamente com a exigência de mudanças de práticas pedagógicas.

O primeiro desses fatores está presente em praticamente todas as etapas em que ocorrem mudanças de prática educativa. Ele é levado em conta sempre que o professor se depara com situações diferentes, não previsíveis, e que exigem sair da zona de conforto para entrar numa zona de risco. E, nesse sentido, o professor se encontra numa situação de vulnerabilidade.

O segundo fator está relacionado à competência profissional do professor, em outras palavras, o professor deve estar capacitado para enfrentar e sustentar as novas práticas de ensino a partir dos conhecimentos obtidos, principalmente, na graduação, mas também fora dela, em especial em atividades de formação continuada. Há necessidade de se trabalhar alternativas na formação de professores, tanto na inicial como na continuada, no sentido de dar suporte às novas práticas pedagógicas, isso sob pena de que a Modelagem não consiga ingressar na escola.

O terceiro fator envolve a estrutura escolar já constituída, que geralmente se confronta e se choca com novas práticas de ensino. Aqui entra a questão do currículo, da gestão administrativa e também do espaço físico. No caso da Modelagem, verificamos que o currículo, da maneira como é constituído, pode ser considerado o principal obstáculo para a prática da Modelagem.

Diante desse quadro, esses resultados nos fazem pensar sobre o quanto ainda é preciso caminhar na direção de alcançar o mínimo desejável para que a Modelagem se firme, não somente como um campo fértil de pesquisa, mas também como prática didático-pedagógica efetiva de sala de aula na Educação Básica. Tais resultados nos mostram a importância da continuidade das pesquisas e do fortalecimento da Modelagem nos cursos de formação inicial e continuada de professores no sentido de melhor prepará-los para o enfrentamento das amarras do sistema educacional, ainda que teoricamente flexibilizado pelas normativas

¹³ Aqueles em que se relacionam a situações sociopolíticas e culturais da Matemática.

institucionais, mas muito fechado no que se refere à autonomia do professor em relação à sua prática docente.

O enfrentamento do medo do novo se dará, principalmente, pelo fortalecimento da melhor compreensão do que vem a ser denominado de Modelagem na Educação Matemática e modificação das práticas no que se refere a uma maior participação dos alunos no desenvolvimento de seus aprendizados da Matemática. Por fim, consideramos não somente a Modelagem, mas também outras tendências da Educação Matemática, como Investigações, Resolução de Problemas, Uso de Materiais Manipulativos, Jogos, Etnomatemática, dentre outras, apenas situações em que professores e alunos possam se apropriar de outras formas de ensinar e aprender Matemática de forma mais atraente e positiva no dia a dia da sala de aula.

Referências

ALMEIDA, L. M. W.; ARAÚJO, J. L.; BISOGNIN, E. **Práticas de Modelagem Matemática na Educação Matemática**. 1. ed. Londrina: EdUEL, 2011. 312 p.

ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. 1. ed. São Paulo: Contexto, 2012. 157 p.

ATHERTON, J. Resistance to learning: a discussion based on participants in in-service professional training programmes. **Journal of Vocational Education and Training**, London, n. 51, p. 77-90, mai. 1999. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/action/doSearch?quickLinkJournal=&journalText=&AllField=Resistance+to+learning%3A+a+discussion+based+on+participants+in+in-service+professional+training+programmes&publication=40001213>>. Acesso em: 06 jul. 2014.

ARAÚJO, J. L. Brazilian research on modelling in mathematics education. In: **ZDM Mathematics Education**, Karlsruhe, v. 42, n. 3-4, p. 337-348, 2010. Disponível em: <<https://springerlink3.metapress.com/content/3855762061q40710/resourcesecured/?target=fulltext.pdf&sid=h0uanzc2xdr4xfccj3tawyd&sh=www.springerlink.com>>. Acesso em: 10 nov. 2011.

BARBOSA, J. C. Sobre a pesquisa em Modelagem Matemática no Brasil. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM MATEMÁTICA, 5., 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007, p. 82-103. 1 CD-ROM.

BIEMBENGUT, M. S. 30 anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. In: **Alexandria-Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Universidade Federal de Santa Catarina, v. 2, n. 2, p. 7-32, jul. 2009. Disponível em: <<http://alexandria.ppgeet.ufsc.br/files/2012/03/mariasalett.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2011.

BIEMBENGUT, M. S.; BIEMBENGUT FARIA, T. M. Mathematical Modelling in a Distance Course for Teachers. In: KAISER, G. et al. (Org.). **Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling: International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling**. London: Ed. Springer, 2011. p. 269-278.

BLUM, W. et al. (Org.). **Modelling and Applications in Mathematics Education**. 01. ed. New York: Springer Science/Business Media, LLC, 2007. 521 p.

BRANDT, C. F.; BURAK, D.; KLUBER, T. E. **Modelagem Matemática: uma perspectiva para a Educação Básica**. 1. ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2010. 146 p.

BURAK, D.; ARAGÃO, R. M. R. A. **A Modelagem Matemática e relações com a aprendizagem significativa**. 1. ed. Curitiba: Editora CRV, 2012. 130 p.

CEOLIM, A. J. **Modelagem Matemática na Educação Básica: obstáculos e dificuldades apontados por professores**. 2015. 151f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos, 2015.

CEOLIM, A. J.; CALDEIRA, A. D. Modelagem Matemática na Educação Matemática: obstáculos segundo professores da Educação Básica. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, v. 1, n. 46, p. 25-34, set. 2015.

_____. Modelagem Matemática na Educação Básica: dificuldades apresentadas pelos professores recém-egressos formados em Modelagem na perspectiva da Educação Matemática. **Revista NUPEM**, Campo Mourão, v. 8, n. 15, p. 121-136, jul/dez. 2016.

CREMM – CENTRO DE REFERÊNCIA DE MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO.

Disponível em: <<http://www.furb.br/cremm/portugues/cremm.php?secao=Publicacoes&parte=start>>. Acesso em: 06 jul. 2013.

FIORENTINI, D. Estudo de algumas tentativas pioneiras de pesquisa sobre o uso da Modelagem Matemática no ensino. In: ICME- INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATICAL EDUCATION, 1. 1996, Sevilha. **Anais...** Sevilha: 1996. p. 1-23.

GARCÍA, F. J.; HIGUERAS, L. R. Modifying Teachers' Practices: the case of a European Training Course on Modelling and Applications. In: KAISER, G. et al. (Org.). **Trends in teaching and learning of Mathematical Modelling: international perspectives on the teaching and learning of Mathematical Modelling**. London: Ed. Springer, 2011. p. 569-578.

GHEDIN, E.; FRANCO, M. A. S. **Questões de método na construção da pesquisa em educação**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2008. 264 p.

KAISER, G; MAAB, K. Modelling in lower secondary mathematics classroom – problems and opportunities. In: BLUM, W. et al (Org.). **Modelling and applications in Mathematics Education**. New York: Ed. Springer, 2007. p. 99-108.

KAISER, G. et al. (Org.). **Trends in teaching and learning of Mathematical Modelling: international perspectives on the teaching and learning of Mathematical Modelling**. 01. ed. London, New York: Springer, 2011. 732 p.

MAGNUS, M. C. M. **Modelagem Matemática em sala de aula: principais obstáculos e dificuldades em sua implementação**. 2012. 121 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2012.

MENDONÇA, M. C. D. Resolução de problemas pede (re)formulação. In: ABRANTES, P. et al. (Org.). **Investigações matemáticas na aula e no currículo**. Grupo “Matemática para Todos – Investigações na Sala de Aula” (CIEFCUL) e Associação de Professores de Matemática. Portugal: , 1999. p. 15-34.

MEYER, J. F. C. A.; CALDEIRA, A. D.; MALHEIROS, A. P. S. **Modelagem em Educação Matemática**. 01. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2011. 142 p.



MONEREO, C. F. ¡Saquen el libro de texto! Resistencia, obstáculos y alternativas en la formación de los docentes para El cambio educativo. **Revista de Educación**, Madrid, v. 2, n. 352, p. 583-597, maio/ago. 2010a. Disponível em: <<http://www.mecd.gob.es/dctm/re-vista-deeducacion/articulosre-352/re-35226.pdf?documentId=0901e72b812342d8>>. Acesso em: 12 mar. 2014.

MONEREO, C. La formación del profesorado: na pauta para el análisis e intervención a través de incidentes críticos. **Revista Iberoamericana de Educación**, Barcelona, n. 52, p. 149-178, jan./abr. 2010b. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/rie52.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2014.

MONEREO, C.; POZO, J. I. Competencias para (con)vivir con el siglo XXI. In: _____. (Coord.). **Monográfico sobre competências básicas**. Cuadernos de Pedagogía. Barcelona: Editorial Wolters Kluwer n. 370, 2007. p. 12-23.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Revista Ciência & Educação**, Porto Alegre - RS, v. 9, n. 2, p. 191-211, dez. 2003.

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola**. Tradução de Bruno Charles Magne. 1. ed. Porto Alegre, RS: Artes Médicas Sul, 1999. 192 p.

SALGADO, N. I. Los profesores y la reforma. **Estudios Pedagógicos**, Universidad Austral de Chile, v. 24, p. 99-106, 1998. Disponível em: <http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=0718-070519980001&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 10 jul. 2014.

SCHMIDT, B. Modelling in the classroom: obstacles from the teacher's perspective. In: KAISER, G. et al. (Org.). **Trends in teaching and learning of Mathematical Modelling: international perspectives on the teaching and learning of Mathematical Modelling**. London, New York: Springer, 2001. p. 641-65.

SILVEIRA, E. **Modelagem Matemática em educação no Brasil**: entendendo o universo de teses e dissertações. 2007. 197 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

SILVEIRA, E.; CALDEIRA, A. D. Modelagem na sala de aula: resistências e obstáculos. **BOLEMA**, Rio Claro, v. 26, n. 43, p. 249-275, ago. 2012.

SKOVSMOSE, O.; PENTEADO, M. G. Riscos trazem possibilidades. In: SKOVSMOSE, O. **Desafios da reflexão em Educação Matemática Crítica**. São Paulo: Ed. Papirus, 2008. p. 41-50.

TARDIF, M.; LESSARD C. **O trabalho docente**: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas. 7. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005. 317 p.

**Submetido em Maio de 2016.
Aprovado em Outubro de 2016.**