

Repercussões de uma formação em modelagem matemática no âmbito de um mestrado profissional para a prática de professores da Educação Básica

Karina Alessandra Pessoa da Silva

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Londrina, PR — Brasil

✉ karinasilva@utfpr.edu.br

📄 0000-0002-1766-137X

Emerson Tortola

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Toledo, PR — Brasil

✉ emersontortola@utfpr.edu.br

📄 0000-0002-6716-3635



2238-0345 

10.37001/ripec.v15i1.4119 

Recebido • 06/07/2024

Aprovado • 09/11/2024

Publicado • 02/03/2025

Editor • Gilberto Januario 

Resumo: Neste artigo inferimos sobre as repercussões de uma formação em modelagem matemática no âmbito de um mestrado profissional para a prática de professores da Educação Básica. Nosso aporte teórico é a modelagem como alternativa pedagógica para ensinar Matemática e encaminhamentos relativos à formação de professores, seguindo três eixos: aprender sobre aprender por meio e ensinar usando modelagem. A análise qualitativa de respostas de quatorze professores a um questionário no final de uma disciplina de Modelagem Matemática foi estruturada via árvore de associação de ideias das quais três categorias referentes a aspectos da repercussão da disciplina foram evidenciadas: aspectos teóricos/conceituais; aspectos didáticos/pedagógicos; aspectos pessoais/sociais. Essas categorias revelaram que os aspectos teóricos/conceituais, bem como os didáticos/pedagógicos estiveram diretamente relacionados aos encaminhamentos adotados na disciplina; já os pessoais/sociais se direcionaram para o tratamento das professoras-formadoras no âmbito da disciplina.

Palavras-chave: Educação Matemática. Modelagem Matemática. Formação Continuada de Professores.

Repercussions of mathematical modelling education within the scope of a professional master's degree for the practice of Basic Education teachers

Abstract: In this paper we infer the repercussions of a mathematical modelling education within the scope of a professional master's degree for the practice of Basic Education teachers. Our theoretical support is modelling as a pedagogical alternative for teaching Mathematics and directions related to teacher's education, following three axes: learning about, learning through and teaching using modelling. The qualitative analysis of the responses from fourteen teachers to a questionnaire at the end of a Mathematical Modelling course was structured via Tree of Idea Associations from which three categories referring to aspects of the repercussion of the course were highlighted: theoretical/conceptual aspects; didactic/pedagogical aspects; personal/social aspects. These categories revealed that the theoretical/conceptual, as well as the didactic/pedagogical aspects were directly related to the directions adopted in the discipline; the personal/social aspects were directed towards the treatment of teacher educators within the scope of the discipline.

Keywords: Mathematics Education. Mathematical Modelling. Teacher's Continuing Education.

Repercusiones de la formación en modelación matemática en el ámbito de una maestría profesional para la práctica de docentes de la Educación

Básica

Resumen: En este artículo inferimos las repercusiones de la formación en modelación matemática en el ámbito de una maestría profesional para la práctica de los docentes de Educación Básica. Nuestro aporte teórico es la modelación como alternativa pedagógica para la enseñanza de las Matemáticas y direcciones relacionadas con la formación docente, siguiendo tres ejes: aprender sobre, aprender a través y enseñar mediante la modelación. El análisis cualitativo de las respuestas de catorce profesores a un cuestionario al final de un curso de Modelación Matemática se estructuró mediante un árbol asociativo de ideas del que se destacaron tres categorías referentes a aspectos de la repercusión del curso: aspectos teóricos/conceptuales; aspectos didácticos/pedagógicos; aspectos personales/sociales. Estas categorías revelaron que los aspectos teóricos/conceptual, así como didáctico/pedagógico, estaban directamente relacionados con las direcciones adoptadas en la disciplina; los aspectos personales/sociales estuvieron dirigidos al tratamiento de los formadores de docentes en el ámbito de la disciplina.

Palabras clave: Educación Matemática. Modelación Matemática. Formación Continua Docente.

1 Introdução

Com a proposta de colocar em uso a Matemática, vislumbrando a formação de cidadãos responsáveis, a modelagem matemática aborda tanto aspectos formativos, quanto humanistas. O primeiro tipo no sentido de viabilizar a aprendizagem de teorias e métodos matemáticos, em conformidade com suas regras e definições (Swan, Turner, Yoon & Muller, 2007); o segundo no sentido de proporcionar experiências em que a Matemática pode ser utilizada para analisar, argumentar, tomar decisões, visando uma educação crítica, criativa e como instrumento de transformação social e cultural (Maass, Sorge, Romero-Ariza, Hesse & Straser, 2022).

Essa proposta tem feito brilhar os olhos de professores da Educação Básica, que buscam incansavelmente por alternativas capazes de proporcionar um ensino de Matemática que promova o engajamento dos alunos e, ao mesmo tempo, faça sentido, tanto no que diz respeito a facilitar o entendimento da Matemática, quanto a ensinar a colocá-la em uso em situações-problema reais. Esse “jeito” de abordar a Matemática difere daquele centrado na introdução de conceitos pelo professor e na prática dos alunos por meio de exercícios semelhantes aos exemplos.

A modelagem matemática pauta-se no princípio de compartilhar com o aluno a responsabilidade pela aprendizagem, atribuindo-lhe mais autonomia (Almeida, Silva & Vertuan, 2012; Melo & Bisognin, 2021). Nesse sentido, está em consonância com o papel do professor descrito por Tardif e Lessard (2014), que destacam a interatividade como objeto principal do trabalho do professor. A interatividade é um aspecto importante na modelagem, uma vez que ao dar liberdade aos alunos para fazer suas próprias escolhas, cabe ao professor orientá-los de modo a aproveitarem as oportunidades de aprendizagem, o que se dá por meio de conversas, questionamentos, sugestões, enfim, interação (Bassanezi, 2002).

Nesse sentido, são necessárias ações de formação em modelagem, que assegurem ao professor uma atuação com segurança, com indicativos de como se organizar para a aula e de como agir na abordagem dos conceitos e na orientação dos alunos (Niss & Blum, 2020). Ainda que a modelagem seja abordada em alguns cursos de formação inicial, não é fácil se desvencilhar das práticas com as quais estamos acostumados, mesmo quando estamos dispostos a fazer isso. A sobrecarga de trabalho em sala de aula não facilita a busca por práticas

alternativas. Falta espaço-tempo para dialogar com os pares, para o estudo de novas possibilidades e para o planejamento de práticas diferenciadas.

Dessa forma, é preciso oportunizar formações, que ofereçam suporte teórico e prático, com espaço para diálogo com os pares e com o acompanhamento de professores experientes, que além de ensinar o que é modelagem, forneçam condições para que o professor em formação a incorpore em sua prática, a partir de estudos, planejamentos e reflexões.

Existem configurações que uma formação em modelagem matemática pode assumir: comunidades de prática (Braz, 2017), cursos extensionistas (Forner, 2018), grupos colaborativos (Mutti, 2020), entre outras. Entretanto, chamamos atenção para os mestrados profissionais, que têm se mostrado como opções para proporcionar experiências com modelagem aos professores em formação, tanto no que diz respeito à pesquisa, vinculada à prática, quanto à própria prática.

Para investigar as repercussões de uma disciplina de modelagem matemática, ofertada no âmbito de um programa de mestrado profissional em Ensino de Matemática, para a prática de professores em formação, atuantes na Educação Básica, analisamos um questionário respondido por 14 professores ao final da disciplina. A intenção ao utilizar o questionário foi dar voz aos professores, colocando em evidência suas percepções a respeito da vivência na disciplina, inclusive das práticas por ela suscitadas, entendendo que os professores atuantes em sala de aula são dotados de conhecimentos capazes de contribuir para a sua formação e a de seus pares (Borges & Cyrino, 2019).

As respostas dos professores foram analisadas sob um ponto de vista qualitativo, uma vez que entendemos, que tal abordagem é mais adequada para tratar as produções discursivas dos professores, que dizem respeito à participação deles na disciplina e às suas reflexões quanto às repercussões dessa participação para a sua prática. Utilizamos a árvore de associação de ideias (Spink, 2013) com a intenção de estruturar e dar visibilidade aos resultados.

Inicialmente discorremos a respeito da formação de professores em modelagem matemática, elucidando a organização da disciplina. Em seguida, apresentamos os participantes, o contexto da pesquisa e o questionário como instrumento de produção dos dados, delineando os procedimentos de análise. Por fim, tecemos nossas análises sobre as respostas dos professores e nossas considerações a partir de nossas inferências e articulações.

2 Formação de professores em modelagem

A problematização de situações que podem estar inseridas no dia a dia dos estudantes tem sido abordada no âmbito de diferentes metodologias de ensino, como Ensino Exploratório, Resolução de Problemas e Modelagem Matemática, e tem sido discutida no âmbito da formação de professores, visto que revela importantes contribuições para a prática pedagógica.

Em pesquisa desenvolvida por Braga e Cyrino (2022) foram evidenciados aspectos da visão profissional de estudantes de Pedagogia, quando analisaram ações de uma professora de Matemática ao desenvolver uma aula na perspectiva do Ensino Exploratório. Diante de episódios de aula gravados em vídeo em um caso multimídia, para a problematização do conteúdo área e perímetro, os professores em formação inicial evidenciaram ações presentes na aula subsidiada pelo Ensino Exploratório, tais como a organização e a gestão da aula, o estabelecimento de conexões entre teoria e prática, a comunicação e a argumentação que medeiam a atividade matemática e o conhecimento do conteúdo matemático. A promoção do conhecimento profissional para a abordagem empreendida via Ensino Exploratório se configurou como uma possibilidade de disponibilizar aos professores em formação inicial uma

projeção para uma futura ação docente.

Marins, Teixeira e Savioli (2021), apoiados no Ensino Exploratório de Matemática, revelaram mobilização/desenvolvimento de conhecimentos profissionais de participantes do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). Os pesquisadores empreenderam um processo formativo com licenciandos em Matemática e professores da Educação Básica, envolvendo atividades relacionadas à “prática docente em momentos de planejamento, de ensino e de reflexão” (Marins *et al.*, 2021, p. 169). De modo geral, as ações presentes no Ensino Exploratório contribuíram para mobilizar/desenvolver os conhecimentos profissionais dos licenciandos, com destaque para a escolha da tarefa desafiante, a antecipação de possíveis resoluções, a busca de conhecimentos para o objeto matemático, a explicação da dinâmica da aula e o uso de material manipulável.

Na pesquisa de Costa e Allevato (2019), cujos dados foram produzidos com futuros professores de Matemática em doze encontros de 4 horas cada, possibilitaram a vivência de ações com a Resolução de Problemas enquanto resolvedores de problemas. Com isso, os licenciandos puderam evidenciar possibilidades de trabalhar com essa metodologia a partir de problemas vinculados ao cotidiano dos alunos. Para tanto, os problemas foram considerados como ponto de partida para o ensino, a aprendizagem e a formalização de um determinado conteúdo matemático. Dessa forma, os professores em formação inicial entenderam que a aprendizagem da matemática pode ocorrer em “um movimento do concreto (um problema do mundo real que serve como exemplo do conceito ou da técnica matemática) para o abstrato (uma representação simbólica de uma classe de problemas e técnicas para operar com esses símbolos)” (Schroeder & Lester, 1989, p. 33).

As pesquisas supracitadas revelaram inovações em formação inicial que possibilitaram aos estudantes vivenciarem práticas em que a problematização se configurou como um aspecto central nas discussões empreendidas nos cursos de Pedagogia e Licenciatura em Matemática. Trata-se de ações atuais e que permitem que práticas pedagógicas sejam vislumbradas no âmbito da formação, para posteriormente serem implementadas na docência. Todavia, professores que não tiveram momentos de formação inicial como os apresentados carecem de formação continuada para abarcar essas metodologias em suas aulas. Os mestrados profissionais têm se revelado um espaço profícuo para a constituição dessa formação.

Os mestrados profissionais possibilitam um entendimento de “formar professores” que está em consonância com a perspectiva defendida por Cyrino (2013, p. 81), a respeito do conhecimento-emancipação que poderá “ocorrer se disponibilizarmos contextos teóricos e conceituais imersos em diversas práticas, estimulando hábitos de conversar, investigar, questionar, refletir e relacionar teoria e prática num processo interativo”.

Essa perspectiva se distancia, assim como explicam Borges e Cyrino (2019), de um modelo de formação que privilegia exclusivamente aspectos acadêmicos, conhecimentos específicos de cada área, em detrimento daqueles gerados diretamente no ambiente em que se dá ou dará a atuação dos professores, ou seja, nessa perspectiva a escola é também assumida como espaço formativo. Nesse sentido, os mestrados profissionais constituem “espaços de formação orientados à problematização, reflexão e pesquisa sobre prática docente [...]” que “[...] não implica o abandono ou supressão de outras práticas e discursos já estabelecidos no ensino e nas escolas” (Losano & Fiorentini, 2021, p. 1243).

Na pesquisa relatada em Losano e Fiorentini (2021), a imersão de um professor no Mestrado Profissional promoveu mudanças em sua prática escolar em que discursos provenientes da Educação Matemática se tornaram naturais e a implementação de metodologias que primam pela problematização passaram a ser recorrentes.

Especialmente, para os nossos propósitos, entendemos que esse contexto, dos mestrados profissionais, é propício para a formação em modelagem matemática, pois geralmente são procurados por professores que anseiam suprir necessidades que não foram atendidas em sua formação inicial. Configuram-se, muitas vezes, a oportunidade dos professores de conhecerem novas práticas e possibilidades pedagógicas e repensarem a docência na Educação Básica.

Além disso, ao atenderem professores que atuam em sala de aula, podem lhes proporcionar vivências com a modelagem como modeladores e como professores no âmbito de suas próprias práticas (Tortola, Silva & Dalto, 2023). Essas vivências, subsidiadas por reflexões teóricas, conduzidas por um profissional experiente e com espaço para dialogar com os pares, pode, além de convidar os professores a inserir a modelagem em suas práticas, provocar mudanças nos seus modos de ensinar matemática, atentando-se aos anseios formativos apontados por Cyrino (2013) e, particularmente, por Klüber e Tambarussi (2017).

Sousa e Almeida (2021) ponderam que a formação em modelagem deve proporcionar aos professores segurança no seu uso e audácia para quebrar paradigmas de ensino vigentes. Isso inclui aprender sobre modelagem e como ela se encaixa, ou não, nas orientações curriculares, na escola e em outros espaços formativos (Almeida *et al.*, 2012); e ter experiências com a modelagem na formulação e resolução de problemas e no seu uso em sala de aula, visando o ensino da matemática (Galbraith, 2012, Silva, Cruz & Omodei, 2024).

Com base nesses pressupostos, estruturamos uma disciplina de Modelagem Matemática orientada pelos três eixos formativos sugeridos por Almeida e Silva (2015): aprender sobre modelagem, aprender por meio da modelagem e ensinar usando modelagem matemática.

Aprender sobre modelagem matemática refere-se a ações que vislumbram uma compreensão teórica e epistêmica da modelagem, o que inclui o conhecimento de diferentes concepções e perspectivas e suas implicações para a prática; e o conhecimento do como fazer, geralmente descrito por meio de procedimentos e ações organizados em ciclos e esquemas não lineares, o que contribui com a orientação no encaminhamento de uma prática com modelagem.

Aprender por meio da modelagem matemática diz respeito a ações relativas ao desenvolvimento de práticas na qualidade de modeladores, nas quais os professores em formação precisam formular e resolver problemas. Ou seja, trata-se de ações que colocam os professores na condição de alunos e oportunizam experiências genuínas em que eles podem vivenciar o fazer modelagem. Evidentemente, o professor que atua em sala de aula não consegue se desvencilhar de seu “ser professor” (Cyrino, 2013) e, desse modo, discussões a respeito de como seus alunos fariam ou como eles poderiam utilizar tal atividade em sala de aula podem surgir.

Ensinar usando modelagem matemática inclui ações que desafiam o professor quanto ao desenvolvimento de práticas com modelagem em sala de aula. Vislumbrando saber como pode orientar seus alunos rumo à aprendizagem da matemática, o professor em formação foca em ações que podem auxiliar os seus alunos no fazer modelagem. A partir de tais ações, o professor é levado a refletir sobre o seu papel na prática, auxiliado por considerações de um profissional experiente e de seus pares.

Articular a aprendizagem da modelagem matemática com o ensino usando modelagem matemática a partir desses três eixos configuram, segundo Almeida e Silva (2015), uma perspectiva robusta para a formação de professores em modelagem matemática, uma vez que coloca ensino e aprendizagem de mãos dadas (Borromeo Ferri, 2018).

3 Aspectos metodológicos

O mestrado profissional em ensino de matemática de uma universidade paranaense é destinado a professores graduados em Matemática ou habilitados para a docência nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Nesse programa, os professores em formação continuada têm a oportunidade de cursar disciplinas organizadas em dois grupos – de natureza pedagógica e de conteúdo específico.

A disciplina Modelagem Matemática na Perspectiva do Ensino é de natureza pedagógica e vem sendo ofertada desde 2016, geralmente no primeiro semestre letivo de cada ano, com 45 horas. A ementa tem como enfoque a abordagem de diferentes perspectivas em Modelagem Matemática no ensino de Matemática.

Considerando a ementa e entendendo que os três eixos de formação podem atender um dos objetivos do referido mestrado profissional (possibilitar a reflexão das práticas docentes, de modo a (re)orientá-las de forma fundamentada nos aspectos que forem necessários), a disciplina tem sido organizada de maneira que o professor em formação continuada estuda textos teóricos, desenvolve atividades de modelagem como modelador, planeja e implementa práticas de modelagem na Educação Básica.

No ano de 2021, a disciplina ocorreu no período de 26/03 a 16/07 e foi ministrada por duas professoras-formadoras. No referido ano, quatorze professores participaram da disciplina, todos licenciados em Matemática. Desses professores, doze informaram já terem tido contato com modelagem matemática antes da disciplina do mestrado, porém, nenhum deles havia implementado uma prática em sala de aula. Para planejar e implementar as práticas, os professores se reuniram em duplas ou trios de modo que seis práticas foram planejadas e implementadas.

Os professores foram informados sobre a participação no âmbito da estruturação de um *design* de curso, cujos resultados faziam parte do projeto de pesquisa aprovado no Edital Universal do CNPq/2021. Assim, mediante esclarecimentos sobre os dados a serem utilizados, todos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Esses professores são referenciados no artigo por P1, P2, ..., P14.

No último encontro da disciplina, no dia 16/07, os professores responderam um questionário no *Google Forms* com 10 questões: 1) Como você caracteriza Modelagem Matemática? 2) Hoje você se sente preparado para utilizar Modelagem Matemática? Justifique. 3) Caracterize suas ações no desenvolvimento da atividade do radar. 4) Caracterize suas ações no desenvolvimento da atividade de terceiro momento de familiarização. 5) Caracterize suas ações no planejamento e na implementação da atividade de modelagem na sala de aula com os alunos. 6) Sobre a organização da disciplina, comente sobre os três eixos: aprender sobre aprender por meio e ensinar usando modelagem. 7) Em sua opinião, em que contribuiu a disciplina Modelagem Matemática na Perspectiva do Ensino para sua formação? 8) Você tem intenção em desenvolver outras atividades de modelagem matemática com alunos? Por quê? 9) Registre aqui suas impressões com a disciplina, as professoras e o que pensar ser importante compartilhar. 10) Você tem alguma sugestão de alteração para a disciplina? Qual?

Neste artigo, com o objetivo de investigar as repercussões de uma disciplina de modelagem matemática, ofertada no âmbito de um programa de mestrado profissional em Ensino de Matemática, para a prática de professores em formação, atuantes na Educação Básica, nosso foco de análise são as respostas dos quatorze professores ao questionário supracitado.

As análises são sustentadas na abordagem qualitativa, fundamentada na Árvore de Associação de Ideias (Spink, 2013). Trata-se de uma estratégia de visualização da construção

(ou co-construção) argumentativa e tem como objetivo dar visibilidade ao encadeamento de repertórios nos trechos que nos parecem ser mais ilustrativos dos fenômenos em estudo. Em nossa pesquisa, essa estratégia foi utilizada para dar visibilidade às repercussões do *design* para uma disciplina de modelagem matemática por professores em formação continuada.

4 Movimento analítico

Considerando as respostas dos professores às questões, empreendemos um movimento analítico em que, primeiramente, realizamos uma leitura flutuante em busca de evidenciar sinalizações de repercussões da disciplina na formação docente. Essa leitura fez emergir aproximações que delinearão categorias relacionadas a aspectos teóricos/conceituais; didáticos/pedagógicos; e afetivos, considerando abordagens pessoais e sociais.

Uma retomada para as respostas se fez necessária para selecionarmos trechos relevantes que revelaram indícios dessas categorias. A partir do recurso *cor do texto*, do editor de texto, utilizamos azul para destacar os excertos de respostas relativos aos aspectos teóricos/conceituais; vermelho em que evidenciamos excertos para os aspectos didáticos/pedagógicos; e a cor rosa para os excertos de aspectos pessoais/sociais. A Tabela 1 ilustra os destaques a partir das respostas dos professores P1, ..., P5 para a questão 2.

Tabela 1: Recorte do movimento analítico com destaque *cor do texto* para as respostas para a questão 2

Professor(a)	Excertos destacados
P1	[...], me sinto mais segura para aplicá-la em minhas aulas enquanto professora. Construí um novo olhar para a modelagem, em relação aos procedimentos e em relação a como abordar esta temática, partindo das curiosidades dos alunos em suas falas.
P2	Preparado com certa insegurança pela ampla variedade de conteúdos que se pode assumir.
P3	Sim, pois eu ainda não tinha trabalhado de forma remota com os alunos, mas a experiência que tive durante uma aplicação para a disciplina, me deixou melhor preparado para quaisquer outras formas de se aplicar a metodologia.
P4	Sim. A forma como foi ministrado a disciplina, todo conteúdo abordado me fez sentir confiante e preparada.
P5	Sim, na medida em que as aulas foram acontecendo a familiarização com a modelagem matemática por meio da condução da professora foi ficando mais concisa, é claro que ainda tenho muito a aprender mas o que é mais interessante é que não me vejo mais praticando o mesmo estilo de aula, todo exemplo que vivenciei durante este semestre na disciplina me despertou com ideias, ouvir os colegas em suas apresentações também foi muito bom, pois foi possível observar as diferentes maneiras de abordagem mesmo onde a temática era a mesma. Enfim, espero continuar nesta caminhada.

Fonte: Dados da Pesquisa

O mesmo encaminhamento de destaques para a questão 2 foi feito para as respostas dos quatorze professores às dez questões que suscitaram a estruturação da análise que realizamos subsidiada em três categorias emergentes: aspectos teóricos/conceituais; aspectos didáticos/pedagógicos; aspectos pessoais/sociais; em diálogo com a literatura sobre modelagem matemática. Para indicar as respostas, usamos o código do professor e o número da questão. Por exemplo, P3Q1 é a resposta do P3 para a questão Q1.

5 Análises

Na categoria em que evidenciamos *aspectos teóricos/conceituais*, os professores revelaram reconhecer os eixos de formação a que foram submetidos, bem como indicaram ações de como fazer modelagem tanto como professor quanto como modelador, remetendo-se às fases da atividade. Esses aspectos foram revelados com maior frequência nas respostas à Q1 em que foi solicitado que os professores caracterizassem modelagem matemática; nas respostas às Q3, Q4, Q5 em que indicaram ações que realizaram para o desenvolvimento de atividades de modelagem seja no âmbito da disciplina ou na implementação da prática; e em respostas à Q6 em que sinalizaram o reconhecimento dos eixos de formação.

De fato, assumimos desde o planejamento da disciplina que a formação atrelando teoria e prática poderia possibilitar “aos participantes a oportunidade de conhecer o conteúdo e ao mesmo tempo ter a experiência de um método de ensino que pode utilizar em suas aulas” (Borromeo Ferri, 2018, p. 4). As respostas do P3Q6 e P4Q6, revelaram essa repercussão da disciplina com relação ao entendimento sobre o fazer modelagem segundo ações como professores e como alunos:

[...] então ser apresentada em eixos que envolveram tanto a teoria quanto a prática, seja como aluno ou professor, ajudou bastante a todos terem uma visão melhor sobre a modelagem (P3Q6).

[...] aprender sobre o que é, para que serve... aprender por meio por exemplo aprender realizando atividades de modelagem matemática que é importante para pôr em prática todo o conhecimento teórico e ensinar usando modelagem matemática é já colocar em prática tudo que aprendeu e aprender junto (P4Q6).

Desse modo, incorporar o entendimento sobre o que é modelagem pode, na formação continuada, auxiliar os professores a “ultrapassar a visão estritamente empirista e pragmatista da prática do professor em relação à modelagem, migrando para um terreno em que se aceita que o ‘como fazer’ é impregnado de teoria” (Almeida *et al.*, 2012, p. 24). Ao cercar-se de abordagem teórica, o professor toma consciência de que há uma maneira para desenvolver uma atividade de modelagem:

A modelagem tem um passo a passo a ser seguido para ser aplicada da forma correta: inteiração, matematização, resolução, interpretação de resultados e validação (P1Q1).

Uma estratégia de aprendizagem, que por meio de uma situação real, segue não de forma sistêmica, etapas (P10Q1).

A indicação de etapas no desenvolvimento de atividades de modelagem é discutida na literatura, configurando ciclos, que sinalizam um indicativo de como se dá (ou deveria se dar) o desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática. No entanto, como assevera Borromeo Ferri (2018), os modeladores podem não seguir linearmente o ciclo, indo e voltando nos procedimentos quantas vezes julgarem necessário, constituindo o que a autora denomina por rotas individuais de modelagem. Porém, a resposta de P1Q1 pareceu revelar que, para ela, as etapas do ciclo são rígidas: “[...] tem um passo a passo a ser seguido para ser aplicada da forma correta”. Isso denotou que seria preciso apresentar mais discussões em que os professores, em especial P1, evidenciassem a não linearidade do ciclo de modelagem.

No entanto, para P10 ficou clara a abordagem ocorrer “[...] não de forma sistêmica [...]”. A ênfase para esse encaminhamento também esteve presente em resposta da P9 e do P3 para a

Q5, em que destacaram a necessidade de passar por mais de uma resolução para chegar a uma solução para um problema que investigaram, conforme destaques nos excertos:

Juntas coletamos dados, criamos uma problemática e *resolvemos de diversas maneiras até encontrar a que fosse mais clara possível* (P9Q5, grifos nossos).

[...], porém ao discutirmos a atividade com a turma foi levantado alguns pontos que nos faria ter que *repensar nosso modelo* (P3Q5, grifos nossos).

No caso da resposta P3Q5, a retomada da resolução se fez necessária a partir da comunicação dos resultados para os colegas da disciplina de Modelagem Matemática. Por meio da comunicação, se desenvolve “uma argumentação que possa convencer aos próprios modeladores e àqueles aos quais esses resultados são acessíveis de que a solução apresentada é razoável e é consistente” (Almeida *et al.*, 2012, p. 19). De fato, na comunicação, por meio de questionamentos dos colegas da turma, foi necessário repensar o modelo matemático.

A menção a um modelo matemático esteve presente em 24 respostas dos professores. A estruturação matemática para a situação em estudo é relevante e necessária, devido à natureza da atividade de modelagem, em que há a matematização – “uma representação de aspectos de um domínio extramatemático por meio de algumas entidades matemáticas e relações entre elas” (Niss & Blum, 2020, p. 6). Essa representação repercutiu, seguindo duas caracterizações: modelo como meio e modelo como fim.

Há professores que entenderam o modelo matemático como subsídio para a argumentação e a comunicação de resultados (Almeida *et al.*, 2012). Com isso, “a utilização de modelos matemáticos depende do conhecimento dos fatos e fenômenos, do comportamento reconhecível dos objetos reais e sistemas, normalmente expressos por leis, em sua maioria derivadas empiricamente” (D’Ambrosio, 2009, p. 92). Nesse sentido, é um meio para estudar um fenômeno, uma situação-problema da realidade, conforme elucidam os excertos:

Visto de um ponto educacional, a Modelagem é uma atividade que envolve dados reais em que é proposto para os alunos tenham uma reflexão sobre o assunto, justificando suas respostas através de modelos matemáticos (P3Q1).

A próxima ação foi pensar em um modelo matemático que atendesse a esta situação, vários foram criados e optamos por um. Depois de feitos os cálculos, partimos para a validação dos dados onde pudemos ter certeza que nosso modelo estava correto ou próximo disso (P13Q3).

Porém, dependendo do encaminhamento da atividade de modelagem, esta pode ser considerada um “processo dinâmico utilizado para obtenção e validação de modelos matemáticos” (Bassanezi, 2002, p. 24), de modo que a representação matemática pode, de certa maneira, ser reconhecida como o fim. Essa caracterização de modelo esteve presente em respostas dos professores em formação no entendimento sobre modelagem, bem como ao descreverem ações em que atividades de modelagem foram desenvolvidas:

É pegar um problema da vida real e desenvolver e resolver, criando a partir dele um modelo matemático (P12Q1).

A construção de uma solução, denominada como modelo matemático, que tende a solucionar problemas de contexto real (P8Q1).

O modelo matemático foi estabelecido por meio de tabela e construção de gráfico no excel

e geogebra [...] (P11Q5).

Conjecturamos que as respostas dos professores agrupadas na categoria *aspectos teóricos/conceituais* nos permitiram evidenciar repercussões da disciplina atreladas ao entendimento do que é modelagem, bem como a forma de desenvolvimento de uma atividade de modelagem, em que ações práticas e teóricas se articularam, conforme excerto de P7Q2:

[...] pois através das atividades desenvolvidas durante a disciplina, dos 3 momentos propostos, pude vivenciar a modelagem matemática, conhecendo os processos e etapas, bem como, conceitos e encaminhamentos na aplicação de atividades de modelagem (P7Q2).

Ao reconhecer e tomar a modelagem matemática como alternativa pedagógica, um dos objetivos é “apoiar o aprendizado da matemática, oferecendo motivação para seu estudo, bem como interpretação, significado, compreensão adequada e retenção sustentável de seus conceitos, resultados, métodos e teorias” (Niss & Blum, 2020, p. 28). Embora entendamos que a motivação também esteja atrelada a condições internas do sujeito que aprende, esta pode ser mobilizada por fatores externos, como as ações do professor.

As ações do professor no desenvolvimento de uma atividade de modelagem podem ser diferentes daquelas que habitualmente utiliza na sala de aula, em que ocorre a necessidade de migrar de uma situação de aulas expositivas seguidas de exercícios para situações que são essencialmente investigativas (Almeida *et al.*, 2012).

Decorrente das ações dos professores frente a atividades de modelagem, foi recorrente em respostas às questões do formulário o reconhecimento da confiança, da organização, dos cuidados com os registros dos alunos, dos questionamentos e da conceitualização do conteúdo ensinado ou a ensinar no âmbito da disciplina, de modo que evidenciamos a categoria *aspectos didáticos/pedagógicos*.

Ao organizar a disciplina considerando os três eixos de formação, temos nos preocupado, principalmente, com professores experienciando modelagem, seja tanto de modo teórico quanto prático. Isso porque, defendemos que para preparar a docência para implementar práticas de modelagem é fundamental experiência. Esse encaminhamento também é defendido por Borromeo Ferri (2018, p. 4) cujos cursos de formação possibilitam “aos participantes a oportunidade de conhecer o conteúdo e ao mesmo tempo ter a experiência de um método de ensino que podem utilizar em suas aulas”. Nos recortes de excertos subsequentes ficaram evidentes a importância da experiência na formação:

[...] a experiência que tive durante uma aplicação para a disciplina, me deixou melhor preparado para quaisquer outras formas de se aplicar a metodologia (P3Q2).

[...] Agora passando por essa experiência, me sinto mais segura em aplicar essa tendência em minhas aulas (P10Q7).

Tais respostas vão ao encontro dos apontamentos de Larrosa (2019, p. 23) de que “Não se escreve sobre a experiência, mas sim a partir dela”. Ao experienciar desenvolver modelagem matemática, o professor pode se sentir melhor preparado (P3Q2) ou mesmo mais segura (P10Q7) para a implementação de práticas pedagógicas em que essa tendência se faz presente, permitindo, inclusive mudar radicalmente a forma de ver e planejar suas aulas:

[...] não me vejo mais praticando o mesmo estilo de aula (P5Q2).

Acredito que serei uma professora melhor e mais crítica nas minhas aulas e nas atividades aplicadas com meus alunos (P6Q7).

Porém, essa mudança de compreensão da prática se estrutura conforme o professor se familiariza com a modelagem matemática, como orientador. A familiarização cria um ambiente natural para o professor articular três perspectivas desenvolvidas no âmago de uma atividade de modelagem: “definição, investigação e resolução” (Almeida *et al.*, 2012, p. 26). Essa compreensão de familiaridade e naturalização da prática em sala de aula foram indicadas em resposta da P6:

[...] apesar de não ser fácil, mas acredito que quando fizer várias atividades de Modelagem com os alunos, ficará mais tranquilo tanto para mim, quanto para os alunos (P6Q2).

Estar familiarizado a partir de experiências vivenciadas foram repercussões positivas da disciplina na formação dos professores, de modo que podemos evidenciar que a confiança em enfrentar o desafio de implementar práticas em sala de aula, bem como assumir uma possível mudança no planejamento, foi instaurada:

O conhecimento produz confiança. Com o desenvolvimento das atividades, durante a disciplina, fui adquirindo mais conhecimentos em relação a modelagem matemática e consequentemente mais confiança para utilizar na sala de aula (P8Q2).

[...] proporcionando maior segurança e confiança para desenvolver e implementar outras atividades em outras turmas (P7Q7).

[...] me sinto mais segura para aplicá-la em minhas aulas enquanto professora [...] (P1Q2).

A experiência, de certa maneira, foi um meio de o professor enfrentar seus desafios, encorajando-o a realizar novas práticas, sustentando novas experiências que podem auxiliá-lo a planejar aulas com modelagem e, inclusive, prever ações para se preparar para implementar em outras situações, como revela a resposta de P5Q4:

Para o planejamento, primeiramente, pensei na turma que poderia aplicar a atividade, como estávamos em situação remota e algumas turmas têm pouca participação, esse foi um ponto avaliado, sendo assim, a turma com mais participação de alunos é um 8º ano por essa razão a atividade planejada para eles, após definir a turma, o conteúdo programado é o estudo dos monômios, pesquisei, busquei algumas ideias. [...] A professora, minha orientadora, sugeriu o envio de um formulário que antecederse a aula, para que desta forma os alunos se inteirassem a respeito do tema, pensando na proposta da sala de aula invertida, um modelo utilizado no Ensino Híbrido. [...] Tendo isto tudo em mãos, elaborei quatro situações-problemas para aplicar aos alunos do 8º ano, os quais foram divididos em grupos de acordo com suas respostas ao formulário, os detalhes do desenvolvimento da atividade [...] deixar os alunos falar, ou seja, opinar sobre o que gostariam de estudar, além disso, enquanto eles desenvolviam a atividade em grupo buscar fazer algumas intervenções sem “dar” a resposta (P5Q4).

Para Almeida e Silva (2015, p. 15), uma atividade de modelagem “fornece subsídios para o professor pensar sua prática e conduzir as atividades conforme o contexto escolar em que se encontra”. No contexto vivenciado pela P5, a escolha pela turma mais participativa, a elaboração de um formulário para os alunos responderem, bem como a organização dos grupos

segundo respostas dadas ao referido formulário foram subsidiadas pelo convite da professora da disciplina de mestrado, bem como pelo contexto remoto em que estava imersa. O contexto remoto se configurou em uma “uma opção a ser considerada quando professores de Matemática e alunos são privados de interagir presencialmente” (Menezes, Braga, Santos & Bairral, 2022, p. 19). O contexto remoto também foi considerado pelo P8, em que diferentes formas de organização estrutural foram realizadas, subsidiando seu trabalho com a inclusão de múltiplos recursos tecnológicos:

Organização das plataformas digitais (formulários, grupos no WhatsApp, salas no Jamboard) para iniciar o desenvolvimento da atividade (P8Q4).

A organização dos alunos em grupos, de forma presencial ou remota como mencionado por P8, foi recorrente em práticas de modelagem desenvolvidas na disciplina e planejadas pelos professores em formação. Isso se deve ao fato de que a “Modelagem Matemática em sala de aula pode ser vista como uma atividade essencialmente cooperativa” (Almeida *et al.*, 2012, p. 33). A atenção para indicar a organização dos alunos em grupos se fez presente nas respostas dos professores quando se remeteram à sala de aula:

Uma situação-problema de matemática, onde os alunos precisam participar ativamente, são essencialmente cooperativas, em grupo num processo investigativo (P6Q1).

A turma foi dividida em grupos a partir de sorteio, sendo possíveis trocas, posteriormente, de acordo com afinidades, resultando em sete grupos com quatro alunos e um grupo com cinco alunos [...] (P7Q4).

Os professores também revelaram preocupações para com os alunos, trabalhando em grupo, organizarem os registros escritos, para poderem dar continuidade à resolução das atividades de modelagem, bem como compartilhar os dados com os colegas de turma. Essa preocupação apareceu representada no excerto de resposta da P7:

Na data agendada, durante a aula, com as anotações em mãos, os grupos apresentaram os dados coletados para os demais colegas, promovendo uma discussão coletiva, fazendo comparações entre os resultados obtidos. Para finalizar, realizaram a confecção de um gráfico de barras, por grupo, dos dados coletados, e num segundo momento, esses gráficos foram agregados numa exposição única pelos professores, dando a possibilidade de observarem e compararem os dados num panorama geral, visualizando, desta forma, qual das opções de fermento seria o melhor para a situação investigada, realizando uma síntese da atividade (P7Q4).

Porém, ter o cuidado de solicitar aos alunos que registrassem seus dados para posterior consulta ou mesmo compartilhamento com os colegas conferiu aos professores o papel de orientador. Um orientador é aquele que indica caminhos, faz questionamento, instiga a reflexão, não aceita o que não está bom, sugere procedimentos, não dá respostas prontas nem acabadas, não aceita que “vale tudo”, além de não se despir da autoridade de professor (Almeida *et al.*, 2012). As ações de orientador foram conferidas pelos professores em formação, em respostas para a Q4 que se relacionou com ações de planejamento e implementação de prática. As menções a ações como orientar, reunir, instigar, acompanhar e questionar constaram nas respostas, conforme excertos transcritos a seguir:

Mas me mantive como *orientadora* das atividades desenvolvidas por eles, questionando e auxiliando quando necessário (P1Q4, grifo nosso)

Após a realização dos bolos e feito as anotações, *reunimos* via meet, individualmente com cada grupo, para discussão e encaminhamento da atividade, *instigando* os alunos a reflexão (P7Q4, gritos nossos).

Estávamos preparadas para *questionamentos* e também possíveis soluções, até mesmo as erradas, o que nos ajudou muito durante as aulas de aplicação (P9Q4, grifo nosso).

Podemos conjecturar que os empreendimentos dos professores, em certa medida, confrontaram resultados de pesquisa de Tortola *et al.* (2023, p. 179), de que “há dificuldades em assumir o papel de orientador, pois os professores ainda têm a ideia imbricada de que devem ser os detentores do conhecimento”. Todavia, ficou evidente em P9Q4 que as professoras, planejaram a atividade de forma colaborativa e estavam preparadas para questionamentos e também possíveis soluções, até mesmo as erradas. A antecipação feita pela P9 e seu grupo foi um meio de estruturar maneiras de lidar com a situação. Esse procedimento, seguiu indicações de Tardif e Lessard (2014, p. 63) de que “a ordem das interações depende fundamentalmente de sua [do professor] própria iniciativa”.

A partir do planejamento, encaminhamentos para o ensino/conceitualização do conteúdo puderam ser previstos, em que se potencializou o objetivo de “capacitar os alunos a usar seus conhecimentos matemáticos para resolver problemas reais” (Galbraith, 2012, p. 13), conforme respostas de três professores:

No planejamento já tínhamos o conteúdo escolhido, devido ao planejamento do colégio e com isso determinamos os temas e a problemática (P3Q4).

Onde os alunos são instigados a trabalhar com seus conhecimentos prévios, aplicá-los e por vezes, através deles, desenvolver novos conhecimentos matemáticos (P6Q8).

[...] é uma forma diferente de se trabalhar matemática, onde os alunos produzem seus conhecimentos matemáticos resolvendo problemas do seu dia a dia ou de seus interesses (P1Q7).

Retomar conhecimentos prévios ou mesmo abarcar um novo conteúdo a ser investigado, foram ações que os professores tomaram a partir de temáticas que entenderam ser do interesse dos alunos, compreendendo que a modelagem estrutura e cria uma parte da realidade, dependente do conhecimento, das intenções e dos interesses de quem soluciona o problema (Niss & Blum, 2020), conforme excertos das respostas:

Para o tema, gostaríamos de trabalhar algo que chamasse a atenção dos alunos para a atividade e com isso escolhemos trabalhar com as redes sociais (P3Q4).

A ideia de investigar os conceitos matemáticos que envolvem o crescimento de um bolo, partiu de uma aluna da turma de oitavo ano que uma integrante do grupo lecionava. Deste modo, iniciou-se o planejamento para a implementação da atividade (P7Q4).

Todavia, a literatura já aponta que não basta partir somente da temática de interesse dos alunos, é preciso que eles sejam incitados a responder o problema, bem como mobilizados a pesquisar informações que, porventura, se fazem necessárias. Respostas de professores ao questionário revelaram que as formas de ensino adotadas pareceram encaminhar para que tanto interesse quanto mobilização de ações de investigação fossem conferidas na abordagem matemática da situação:

[...] possibilita aos alunos ressignificar a matemática através de pesquisas e resoluções

diversas (P12Q6).

Acredito que o uso da modelagem faz com que o aluno fique mais motivado, o conteúdo matemático passa a ter significado, pois ele consegue traçar relações entre a teoria e a prática, valorizando assim a matemática, além de criar indivíduos mais críticos e com melhores argumentações (P13Q8).

Percebi com a aplicação da atividade que o envolvimento deles foi maior que em relação às aulas onde a apresentação do conteúdo precede no desenvolvimento das aulas (P12Q8).

Levando em consideração os apontamentos referentes às respostas dos professores agrupadas na categoria *aspectos didáticos/pedagógicos* entendemos que repercussões associadas a limitações e obstáculos relativos à confiança e segurança foram superadas com a experiência de desenvolvimento de atividades de modelagem no âmbito da disciplina, bem como planejamento e implementação de práticas na Educação Básica. Essas experiências também supriram ações relativas à organização dos alunos em grupos, à solicitação de registros durante o desenvolvimento da atividade, aos questionamentos necessários para instigar a reflexão e o encaminhamento da atividade, bem como ao entendimento de considerações sobre os conhecimentos dos alunos e da conceitualização de conhecimentos “novos”.

A terceira categoria evidencia *aspectos pessoais/sociais*, revelando repercussões que levaram o professor em formação a reflexões quanto à disciplina cursada, especificamente em termos de organização das aulas e aprendizagens, sua participação e envolvimento nas atividades, trabalho com os pares, relacionamento com as professoras, pertinência da modelagem matemática à sala de aula e implicações de seu uso tanto para a visão da matemática pelos alunos, quanto para a sua prática docente - planejamento, didática e engajamento dos alunos nas aulas.

Dessa forma, os aspectos pessoal e social, que constituíram a dupla que dá nome à essa categoria, se complementaram de modo que as reflexões, embora de ordem pessoal, resultaram principalmente de relações sociais estabelecidas com as professoras responsáveis pela disciplina, com os pares - professores também em formação -, e com seus alunos, ao vivenciarem o desenvolvimento de uma prática de modelagem em sala de aula.

As respostas dos professores em formação sinalizaram repercussões alinhavadas a essas ideias, uma vez que ao revelarem suas impressões sobre a organização da disciplina, ressaltaram a importância do papel desempenhado pelas professoras-formadoras, conforme excertos:

[...] a forma como [a professora] conduziu a disciplina, as sugestões e críticas construtivas, tudo agregou muito (P6Q9).

[...] as professoras estavam sempre atentas, inclusive em horários extra das aulas, para sanar dúvidas e contribuir para um melhor desenvolvimento das atividades (P8Q9).

[...] foi em conversa com as professoras que tive a ideia de trabalhar com o funcionamento dos parquímetros aqui da cidade (P5Q4).

Os professores em formação também destacaram a importância da forma como as professoras organizaram a disciplina, de acordo com os três eixos formativos, para a familiarização com a modelagem:

[...] muito bem organizada, aprendemos tudo sobre modelagem com a definição e realização das atividades pela professora ou em conjunto, realizamos algumas atividades e só depois aplicamos

para os alunos (P6Q6).

Por ser indicada como um grande desafio/desafiadora, alguns professores relataram certo receio quanto à modelagem, no início da disciplina, e que a forma como foi organizada contribuiu para a superação desse receio.

[...] fiquei um pouco assustada, porque tive a sensação de não conseguir realizar uma atividade com esta proposta, é difícil explicar esse sentimento, acredito que o novo faz isso com a gente. A forma como a disciplina está organizada vai nos colocando frente a modelagem sem que a gente perceba ou é uma forma tão envolvente que o medo passa e nem percebemos (P5Q6).

[...] a disciplina apresentada do jeito que foi é muito importante para aqueles que estão começando a estudar sobre o assunto e também para quem já conhece ter uma visão diferente de professor ou aluno (P3Q9).

Em relação à dinâmica das aulas, os professores em formação chamaram atenção para a viabilidade e incentivo ao trabalho colaborativo entre os pares, promovendo interação dos alunos [professores em formação], discussão e reflexão acerca das atividades desenvolvidas, deixando-os à vontade para expressar suas ideias (P7Q9), sendo tal dinâmica importante para as suas experiências pessoais, como indicou P10 em resposta a Q9. Os professores em formação classificaram como positivas as experiências de trabalhar em grupo, em que apresentaram suas ideias e ouviram a dos colegas, conforme excertos:

[...] foi bom ouvir os colegas em suas apresentações, assim como foi bom fazer a apresentação para a turma onde tivemos várias contribuições para a implementação em sala de aula (P1Q4).

[...] nas discussões principalmente, tivemos visões diferentes entre a turma e as professoras, com isso tivemos uma experiência muito boa com trocas de ideias/pensamentos sobre as atividades (P3Q7).

Outro ponto que se destacou nas respostas dos professores em formação em relação ao trabalho em grupo é relativo à experiência de encaminhar com o grupo uma atividade de modelagem em uma turma (P7Q2), o que foi novidade para P7. Segundo P13, em resposta a Q4: “esta foi a modelagem que mais me fez aprender, considerando a prática e que pudemos ter colegas auxiliares para troca de ideias”.

Ao que tudo indica, o trabalho de fato se efetivou de forma colaborativa, por isso foi difícil para P5, em resposta a Q3, escrever ações no singular. O trabalho colaborativo, além de ser um pressuposto do desenvolvimento de atividades de modelagem matemática (Almeida *et al.*, 2012; Niss & Blum, 2020), está em consonância com a perspectiva de formação defendida por Cyrino (2013), de conhecimento-emancipação. Emancipação no sentido de dominar conhecimentos a respeito da modelagem e de como desenvolvê-la em sala de aula (de acordo com a primeira categoria evidenciada nesta pesquisa), mas também em relação à libertação das amarras colocadas pelo sistema educativo, no qual o professor se vê sozinho em sala com os alunos, tendo que tomar decisões a respeito de situações que nunca vivenciou e sem tempo para ensinar de forma diferente.

As vivências proporcionadas pela disciplina provocaram mudanças na visão dos professores em formação em relação à modelagem, indo do medo (P5Q6) à vontade de saber mais, de fazer mais, ainda que com desafios pela frente (respostas de P1, P5, P6, P7, P9, P13 e P14 a Q2). Essas mudanças serviram como motivação para alguns professores em relação à

prática docente:

Abriu um pouco a minha mente, estou cansada daquelas situações-problema e atividades tradicionais, antigas e óbvias (P6Q7).

[...] pretendo aplicar algumas atividades que conheci nas aulas (P11Q8).

Pode ter certeza que estou tendo um outro olhar para o ensino de matemática (P1Q7).

Porém, foi P5 quem mais enfatizou tais mudanças em suas respostas, talvez pela visão inicial relatada em relação à modelagem matemática:

[...] ensinar usando modelagem me fez refletir minha prática enquanto professora, acredito que minhas aulas, minha maneira de olhar o aluno, assim como meus planejamentos nunca mais serão os mesmos, foi desafiador, mas gratificante (P5Q6).

[...] vontade de continuar estudando essa tendência da Educação Matemática que tem muito a acrescentar em nossa formação e prática docente (P5Q7).

[...] tive uma sensação tão feliz, um sentimento de gratidão, de parar e pensar: poxa, estou pensando e elaborando as próprias situações-problema, sem livro, sem internet com coisas prontas, espero continuar com essa mesma motivação e entusiasmo (P5Q8).

Entretanto, o que mais pareceu ter efeito sobre as reflexões dos professores sobre as suas práticas, clamando por mudanças, foi a visão diferente da matemática e de sua relação com o mundo, que segundo eles a modelagem matemática pode proporcionar.

Estes conseguem perceber que a matemática está presente em situações que talvez eles não imaginariam que os conteúdos matemáticos seriam a solução. Pretendo trabalhar mais nesta perspectiva para desenvolver essas habilidades nos meus alunos (P1Q7).

[...] quando o professor ensina por meio da modelagem leva o aluno a entender situações-problema de seu cotidiano que inúmeras vezes não eram percebidas. Aprendem a refletir, raciocinar e utilizam estratégias de resolução de problemas para solucionar um problema (P11Q6).

[...] desenvolve além do conhecimento matemático, nos alunos, novas visões de mundo para eles, se tornando mais críticos e envolvidos com as atividades (P1Q8).

[...] o desenvolvimento da atividade [de modelagem] com os alunos é de extrema importância para eles entenderem que a matemática está além da sala de aula (P3Q8).

Essa nova forma de ver a matemática foi percebida graças à oportunidade que os professores em formação tiveram de desenvolver atividades de modelagem como alunos e fazer reflexões a respeito de sua viabilidade na sala de aula para seus alunos. De acordo com P5, em resposta a Q6: o fato de colocar-se como aluno nos faz pensar em nossos planos de aula futuros. Além disso, na qualidade de alunos, perceberam o quanto alunos são desafiados com a modelagem (P9Q7), o quanto ela exige atenção (P11Q3) e requer que o aluno passe de mero ouvinte para um participante ativo do próprio conhecimento, proporcionando o saber da teoria à prática (P8Q6).

Por outro lado, após as práticas em que ensinaram usando modelagem, os professores relataram que foi nítido perceber o quanto os alunos participam de forma ativa destas atividades (P8Q8), que eles “abraçaram” a atividade e conseguiram desenvolvê-la bem (P3Q4), tendo uma participação acima da média (P12Q4), isso porque a modelagem é uma metodologia de ensino

que desperta o interesse do aluno (P4Q8). Trata-se, portanto, de uma abordagem em que se considera para além de expandir o conhecimento em Matemática, “organizar uma maneira de agir e pensar” (Melo & Bisongin, 2021, p. 29).

Porém, vale ressaltar que não se trata apenas de motivação à participação dos alunos nas aulas, os alunos parecem desempenhar um papel mais crucial na motivação dos professores na busca pela formação continuada. Os professores estão preocupados de fato com a participação e engajamento, mas também com o bem-estar dos alunos, o estabelecimento de uma boa relação professor-aluno, aluno-aluno e, principalmente, com a aprendizagem, características que são favorecidas com a modelagem, segundo os professores em formação, como mostram os excertos:

Uma estratégia que de algum modo traz o aluno para mais próximo de seu professor e colegas (P9Q1).

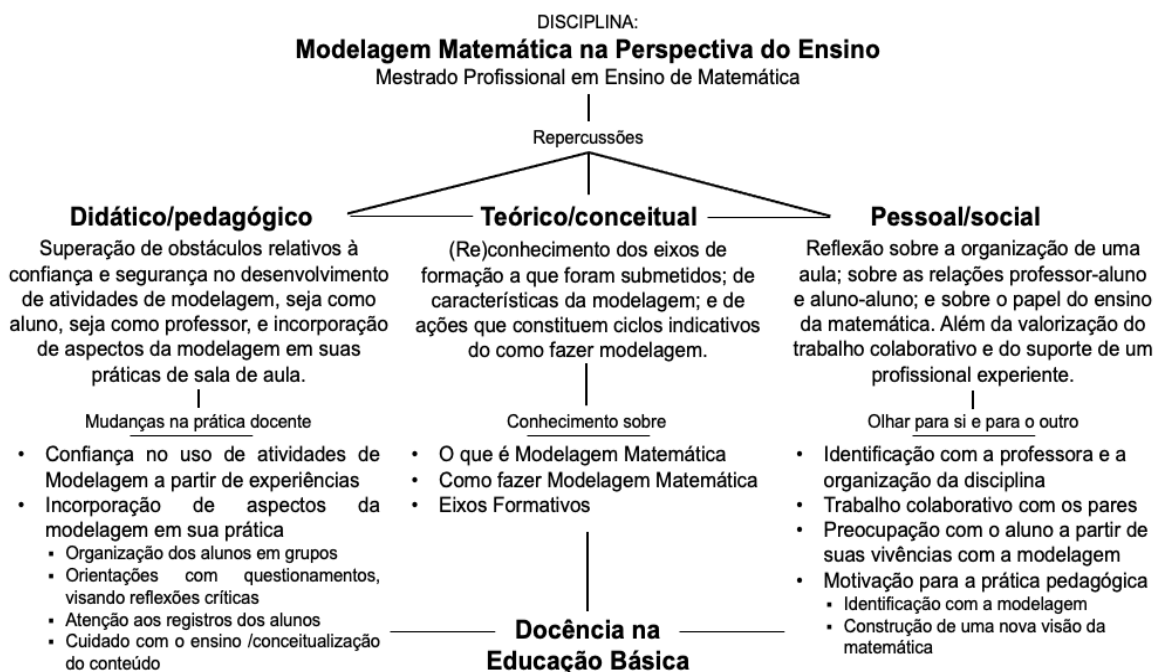
Para pensar na atividade, buscamos palavras que instigaram a curiosidade de nossos alunos, para que tivessem mais vontade de resolução (P9Q4).

Houve uma discussão com os alunos da turma a fim de escolhermos juntos a melhor temática (P13Q4).

Foi fantástico perceber que podemos desenvolver a mesma atividade de formas variadas sem fórmulas e conceitos pré-estabelecidos e poder estender este pensamento para os alunos na sala de aula (P13Q7).

Para sumarizar, as repercussões da disciplina de modelagem matemática, ofertada no âmbito de um programa de mestrado profissional em Ensino de Matemática, para a prática de professores em formação, atuantes na Educação Básica, reveladas por essas três categorias, são esquematizadas com a árvore de associação de ideias que apresenta a Figura 1.

Figura 1: Repercussões da disciplina para a prática dos professores



Fonte: Elaborada pelos autores

A árvore evidencia os três aspectos revelados pelas respostas dos professores em

formação e que constituem a sua estrutura, sustentada pelo tronco que tem como base a docência na Educação Básica, colocada em discussão a partir da disciplina de Modelagem Matemática na Perspectiva do Ensino, ofertada no âmbito de um curso de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática. Os três aspectos se ramificam em descrições das repercussões e em tópicos que dão visibilidade às percepções dos professores quanto à sua participação na disciplina e as repercussões dela em suas práticas na e para a Educação Básica.

6 Considerações finais

Com o intuito de fomentar uma discussão a respeito da docência na Educação Básica, particularmente no que se refere a inserção da modelagem matemática no rol de alternativas pedagógicas para o professor abordar a matemática na Educação Básica, esta pesquisa investigou as repercussões de uma disciplina de modelagem matemática, ofertada no âmbito de um programa de mestrado profissional em Ensino de Matemática, para a prática de professores em formação, atuantes na Educação Básica.

Considerando que quando o professor inicia um curso, seja de formação de longo ou curto prazo, tem a intenção não apenas de “pro-por um caminho, mas também dispor uma maneira de começar a andar, de seguir em frente” (Larrosa, 2019, p. 21). A sequência no caminhar de professores que procuram por formação em modelagem no programa supracitado é respaldada em uma estrutura que considera três eixos de formação: aprender sobre modelagem matemática, aprender por meio da modelagem matemática e ensinar usando modelagem matemática (Almeida & Silva, 2015). Nessa estruturação, abordagens teóricas são articuladas a práticas em que atividades de modelagem são desenvolvidas pelos professores enquanto modeladores e, também, no planejamento e na implementação no âmbito de disciplinas na Educação Básica. Com isso, de modo geral, professores que não se aventuraram a caminhar por entre práticas pedagógicas envolvendo modelagem são encorajados a partir do experienciar atividades de modelagem, de modo que um primeiro passo é constituído a partir do convite de implementar uma prática com seus alunos. De fato, a vivência com atividades de modelagem matemática na disciplina, assim como já revelado no trabalho de Costa e Allevato (2019), permitiu que os professores em formação evidenciassem possibilidades de implementar práticas de sala de aula.

No âmbito da disciplina de Modelagem Matemática na Perspectiva do Ensino, os passos foram orientados por professoras-formadoras que também fazem a mediação na troca de ideias entre os professores até o planejamento. Com as experiências compartilhadas, para além de um passo, já se configura um caminhar que os professores podem empreender com os alunos da Educação Básica, se reconhecendo como um orientador.

Mas, de fato esse caminhar é cercado de encorajamento? Que repercussões há na disciplina para a formação desses professores? Com o intuito de dar voz aos professores, um questionário com dez questões abertas a respeito das impressões sobre a disciplina e as práticas por ela suscitadas, foi respondido no último encontro pelos 14 participantes. A análise sobre as respostas para essas questões sinalizou repercussões sob três aspectos: teóricos/conceituais; didáticos/pedagógicos; pessoais/sociais.

As respostas que subsidiaram as categorias revelaram que as repercussões relativas aos aspectos teóricos/conceituais, bem como àquelas relacionadas aos aspectos didáticos/pedagógicos estavam diretamente vinculadas aos encaminhamentos adotados na disciplina, segundo os eixos de formação aprender sobre modelagem, aprender por meio da modelagem e ensinar usando modelagem. Todavia, os aspectos pessoais/sociais se direcionaram para o tratamento das professoras-formadoras para com os professores em formação com a

mediação que empreenderam.

As repercussões relativas aos aspectos didáticos/pedagógicos incidiram diretamente sobre mudanças na prática docente e contribuem com a inserção da modelagem em sala de aula; as repercussões referentes aos aspectos teóricos/conceituais, colaboraram com a atuação dos professores no desenvolvimento das atividades de modelagem, tanto como professores, quanto como alunos, fomentando conhecimentos sobre modelagem e seu desenvolvimento. Por fim, as repercussões que dizem respeito aos aspectos pessoais/sociais proporcionaram um olhar para si e para o outro, mostrando ao professor, que antes se sentia desamparado, novas possibilidades de trabalho com os pares, com os alunos e com as formadoras. Em conjunto, elas forneceram aos professores em formação coragem e segurança para se aventurar no uso da modelagem em sala de aula, deixando uma vontade de fazer mais.

As repercussões evidenciadas em nossa investigação dizem respeito a um grupo de professores que participaram de uma formação continuada em que aspectos relativos aos entendimentos sobre *o que é e como fazer modelagem* estavam imbricados na perspectiva adotada pelas professoras-formadoras – a modelagem matemática como alternativa pedagógica para ensinar matemática. Nesse sentido, repercussões que considerem abarcar diferentes perspectivas de modelagem tratadas na literatura não foram discutidas, se configurando como uma limitação do nosso estudo, visto que poderiam ser alocadas no eixo *aprender sobre modelagem* de maneira análoga aos episódios de aulas subsidiadas pelo Ensino Exploratório como realizado por Braga e Cyrino (2022). Nesse caso, uma possibilidade de investigar tal repercussão pode ser empreendida com o estudo de práticas pedagógicas planejadas e implementadas segundo diferentes perspectivas, de modo que os professores em formação escolham uma delas para seguir.

No que compete à formação de professores com foco em outras metodologias que partem da problematização de uma situação, no caso Ensino Exploratório e Resolução de Problemas, os encaminhamentos de formação que temos empreendido para a Modelagem Matemática podem ser aplicados de maneira prática em outros cursos de formação docente, cujos resultados podem ampliar a implementação de diferentes tendências da Educação Matemática.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq pelo auxílio proporcionado ao desenvolvimento da pesquisa vinculado ao processo 409309/2021-4.

Referências

- Almeida, L. M. W. & Silva, K. A. P. (2015). Práticas de professores com modelagem matemática: algumas configurações. *Educação Matemática em Revista*, 46, 6-15.
- Almeida, L. W., Silva, K. P. & Vertuan, R. E. (2012). *Modelagem Matemática na Educação Básica*. Contexto.
- Bassanezi, R. C. (2002). *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia*. Contexto.
- Borges, F. A. & Cyrino, M. C. C. T. (2019). Articulação entre Universidade e Escola: impressões de professores de matemática em formação. In A. J. Ceolim, V. Rezende & W. Hermann (Orgs.), *Diálogos entre a Educação Básica e a Universidade: reflexões acerca do conceito de função nas aulas de matemática* (pp. 107-128). CRV.

- Borromeo Ferri, R. (2018). *Learning How to Teach Mathematical Modeling in School and Teacher Education*. Springer.
- Braga, L. & Cyrino, M. C. C. T. (2022). Visão profissional de estudantes de Pedagogia na análise de episódios de aula de matemática na perspectiva do ensino exploratório. *Ciência & Educação*, 28, 1-16.
- Braz, B. C. (2017). *Aprendizagens sobre modelagem matemática em uma comunidade de prática de futuros professores de matemática* (Tese de Doutorado). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR.
- Costa, M. dos S. & Allevato, N. S. G. (2019). A formação inicial de futuros professores de matemática sob a perspectiva da resolução de problemas. *Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática*, 3(1), 40-65.
- Cyrino, M. C. C. T. (2013). Preparação e emancipação profissional na formação inicial do professor de Matemática. In A. M. Nacarato & M. A. V. Paiva (Orgs.), *A formação do professor que ensina Matemática: perspectivas e pesquisas* (3ª ed.). Autêntica.
- D'Ambrósio, U. (2009). Mathematical Modelling: Cognitive, Pedagogical, Historical and Political Dimensions. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 89-98.
- Forner, R. (2018). *Modelagem Matemática e o legado de Paulo Freire: relações que se estabelecem com o currículo* (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, SP.
- Galbraith, P. (2012). Models of modelling: genres, purposes or perspectives. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(5), 3-16.
- Klüber, T. E. & Tambarussi, C. M. (2017). A formação de professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática: uma hermenêutica. *Acta Scientiae*, 19(3), 412-426.
- Larrosa, J. (2019). *Esperando não se sabe o quê: sobre o ofício do professor*. Autêntica.
- Losano, A. L. & Fiorentini, D. (2021). Identidade e Agência Profissional de um Professor de Matemática na Interface dos Mundos da Escola e do Mestrado Profissional. *Bolema*, 35(71), 1217-1245.
- Maass, K., Sorge, S., Romero-Ariza, M., Hesse, A. & Straser, O. (2022). Promoting Active Citizenship in Mathematics and Science Teaching. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20, 727-746.
- Marins, A. S., Teixeira, B. R. & Savioli, A. M. P. D. (2021). Práticas de Ensino Exploratório de Matemática e a Mobilização/Desenvolvimento do Conhecimento Matemático para o Ensino por Participantes do PIBID. *Bolema*, 35(69), 314-342.
- Melo, C. B. S. & Bisognin, E. (2021). Modelagem Matemática como proposta de itinerário formativo no Novo Ensino Médio: uma possibilidade para o desenvolvimento de habilidades e competências. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 11(1), 24-36.
- Menezes, R., Braga, R. M., Santo, A. O. do E. & Bairral, M. A. (2022). Tarefas de Modelagem Matemática em um curso online e síncrono no Virtual Math Teams com GeoGebra (VMTcG). *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 12(4), 1-21.
- Mutti, G. S. L. (2020). *Adoção da Modelagem Matemática para professores em um contexto de formação continuada* (Tese de Doutorado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, PR.

- Niss, M. & Blum, W. (2020). *The learning and teaching of mathematical modelling*. Routledge.
- Schroeder, T. L. & Lester, F. K. (1989). Developing understanding in mathematics via problem solving. In P. R. Trafton & A. P. Shulte (Eds.), *New directions for elementary school mathematics* (pp. 31-42). NCTM.
- Silva, K. A. P., Cruz, J. P. & Omodei, L. B. C. (2024). Ações docentes na implementação de práticas com modelagem matemática. *Ensino e Tecnologia em Revista*, 8, 1-22.
- Sousa, B. N. P. A. & Almeida, L. M. W. (2021). Formação do professor em Modelagem Matemática: um olhar sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 12(2), 1-28.
- Spink, M. J. (2013). *Práticas discursivas e produção de sentidos no cotidiano*. Centro Edelstein de Pesquisas Sociais.
- Swan, M., Turner, R., Yoon, C. & Muller, E. (2007). The roles of modelling in learning mathematics. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. M. Henn & M. Niss (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education* (pp. 275-284). Springer.
- Tardif, M. & Lessard, C. (2014). *O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas* (9ª ed.). Vozes.
- Tortola, E., Silva, K. A. P. & Dalto, J. O. (2023). Professores em ação: (res)significando o ensino por meio da Modelagem Matemática. *Bolema*, 37(75), 168-193.