

Modelagem Matemática como Prática Pedagógica: Uma Possível Caracterização em Educação Matemática

Mathematical Modeling as a Pedagogical Practice: A Possible Characterization in Mathematics Education

La modelación matemática como práctica pedagógica: una caracterización posible en la educación matemática

La modélisation mathématique comme pratique pédagogique : une caractérisation possible dans l'enseignement des mathématiques

Maykon Jhonatan Schrenk¹

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)

Escola Municipal Pedro Álvares Cabral (Empác)

<https://orcid.org/0000-0002-1448-6596>

Rodolfo Eduardo Vertuan²

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

<https://orcid.org/0000-0002-0695-3086>

Resumo

Neste artigo apresentamos uma caracterização de Modelagem Matemática, tomada na perspectiva da Educação Matemática, como prática pedagógica. A partir de uma revisão de literatura sobre Modelagem Matemática, suas características e modos de fazer, e sobre prática pedagógica, identificamos convergências entre os aspectos da realização de uma atividade de Modelagem no contexto escolar e as caracterizações de aspectos das práticas pedagógicas na perspectiva considerada, de modo a construir um entendimento de Modelagem Matemática a partir das convergências identificadas. Neste contexto, destacamos que a prática pedagógica de Modelagem se inicia muito antes e se estende para além da realização da atividade em sala de aula, denotando a importância do planejamento e da reflexão sobre a prática pelos professores. Ela também possibilita que os estudantes compreendam a importância da matemática para sua formação e para o enfrentamento de diferentes situações como uma lente possível para a leitura do mundo.

Palavras-chave: Modelagem matemática, Prática pedagógica, Educação matemática.

¹ maykon_schrenk@hotmail.com

² rodolfovertuan@utfpr.edu.br

Abstract

In this article we present a characterization of Mathematical Modeling, taken from the perspective of Mathematics Education, as a pedagogical practice. From a literature review on Mathematical Modeling, its characteristics and ways of doing it, and on pedagogical practice, we identified convergences between the aspects of carrying out a modeling activity in the school context and the characterizations of aspects of pedagogical practices in the perspective considered, to build an understanding of Mathematical Modeling from the identified convergences. In this context, we emphasize that the pedagogical practice of Modeling starts much earlier and extends beyond the performance of the activity in the classroom, showing the importance of teachers' planning and reflection on the practice. It also enables students to understand the importance of mathematics for their education and coping with different situations as a possible lens for reading the world.

Keywords: Mathematical modeling, Pedagogical practice, Mathematics education.

Resumen

En este artículo presentamos una caracterización del Modelación Matemática, desde la perspectiva de la Educación Matemática, como práctica pedagógica. A partir de una revisión de la literatura sobre Modelación Matemática, sus características y formas de realizarlo, y sobre la práctica pedagógica, identificamos convergencias entre los aspectos de la realización de una actividad de Modelación en el contexto escolar y las caracterizaciones de aspectos de las prácticas pedagógicas en la perspectiva considerada, con el fin de construir una comprensión de la Modelación Matemática a partir de las convergencias identificadas. En este contexto, destacamos que la práctica pedagógica de la Modelación se inicia mucho antes y se extiende más allá de la realización de la actividad en el aula, mostrando la importancia de la planificación y reflexión sobre la práctica por parte de los docentes; además de permitir que los alumnos comprendan la importancia de las matemáticas para su formación y para afrontar diferentes situaciones como posible lente para leer el mundo.

Palabras clave: Modelación matemática, Práctica pedagógica, Educación matemática.

Résumé

Dans cet article, nous présentons une caractérisation de la modélisation mathématique, prise dans la perspective de l'enseignement des mathématiques, en tant que pratique pédagogique. A partir d'une revue de la littérature sur la Modélisation Mathématique, ses caractéristiques et ses manières de faire, et sur la pratique pédagogique, nous identifions les convergences entre les aspects de la réalisation d'une activité de Modélisation dans le contexte scolaire et les caractérisations des aspects des pratiques pédagogiques dans la perspective considérée, afin de construire une compréhension de la Modélisation Mathématique à partir des convergences identifiées. Dans ce contexte, nous soulignons que la pratique pédagogique de la modélisation commence beaucoup plus tôt et s'étend au-delà de la réalisation de l'activité en classe, ce qui dénote l'importance de la planification et de la réflexion sur la pratique, par les enseignants ; ainsi que permet aux étudiants de comprendre l'importance des mathématiques pour leur éducation et de faire face à différentes situations, comme une lentille possible pour lire le monde.

Mots-clés : Modélisation mathématique, Pratique pédagogique, Enseignement des mathématiques.

Modelagem Matemática como prática pedagógica: uma possível caracterização em Educação Matemática

Questionamentos como “Quais matemáticas³ nossos estudantes precisam aprender? Como ensinar matemática? Qual o propósito das matemáticas que ensinamos?” são frequentes no contexto de práticas e pesquisas relacionadas ao ensino e à aprendizagem da matemática, inclusive porque é comum encontrarmos situações no nosso dia a dia que demandam o uso de conteúdos matemáticos (Almeida & Silva, 2015). Todavia, a matemática que ensinamos, do modo como ensinamos, muitas vezes, parece distante do que o estudante vivencia no seu dia a dia.

De acordo com Schmidt, Ribas e Carvalho (1998), o ensino não pode estar centrado apenas na transmissão de um conteúdo sistematizado, pronto e acabado, mas deve potencializar o desenvolvimento de habilidades e estratégias a que o estudante possa recorrer, quando necessário, nas situações que enfrentará dentro ou fora da sala de aula. Além disso, o ensino de matemática deve propiciar ao estudante refletir sobre os assuntos que o rodeiam, contribuindo para o tornar-se um sujeito crítico, participativo na sociedade em que está inserido, bem como apto a tomar decisões baseadas em dados. Trata-se de considerar uma perspectiva inclusiva de ensinar e de aprender matemática.

Neste sentido, compreendemos que a Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática tende a potencializar a presença da reflexão, do diálogo e da crítica nas aulas de matemática, por favorecer que os estudantes passem a investigar, por meio da matemática, situações da sua vivência e interesse. Blum e Ferri (2009) consideram que a Modelagem Matemática consiste, de modo geral, na transição entre realidade e matemática durante o desenvolvimento de uma tarefa. Segundo os autores, as atividades de Modelagem Matemática geralmente exigem mais dos estudantes do que as atividades que empreendem

³ Utilizamos o termo “matemáticas” quando nos referimos aos conteúdos matemáticos e suas presenças no mundo, modos de entender seus usos e suas funções em contextos escolares e não escolares.

corriqueiramente nas salas de aula consideradas tradicionais, por estarem ligadas a várias competências, como ler, comunicar, projetar, aplicar estratégias e trabalhar matematicamente.

De acordo com Biembengut (2009, p. 20),

utilizar-se das situações cotidianas ou do meio circundante podem contribuir, por exemplo, para melhor formação dos estudantes em qualquer fase da escolaridade. Desde identificar, descrever, comparar e classificar os objetos e coisas ao redor; visualizar e representar os mais diversos entes; representar e resolver situações problemas e ainda melhor compreender os entes que rodeiam.

Ainda, o desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática em grupo parece gerar a colaboração dos integrantes. Brown e Redmond (2007, p. 170) compartilham desta proposta e afirmam que, no espaço colaborativo, além de propiciar conhecimento em grupo, também desenvolve “uma consciência do ‘eu’ como operacional com ferramentas da matemática”, ou seja, compreende a matemática e como utilizá-la nas situações externas à sala de aula. Caldeira (2009) atenta para a importância de professor e estudantes compreenderem que o conhecimento que constroem deve fazer sentido para eles e que esta construção deve acontecer em parceria, em uma dimensão mais humana, participativa e democrática.

Para isso, é preciso potencializar a prática docente⁴ no sentido de proporcionar ao estudante e ao professor momentos de diálogo e reflexão sobre as situações do dia a dia do ambiente escolar (além das reflexões sobre a própria matemática, uma vez que, no âmbito da Educação Matemática, um dos objetivos da Modelagem Matemática é ensinar matemática) e, assim, contribuir para a formação de um sujeito reflexivo que, tomando consciência sobre seus modos de aprender e de se posicionar, possa fortalecer suas possibilidades de aprendizagem, mesmo frente a um ensino, por vezes, excessivamente técnico, que mede apenas os resultados. Neste sentido, Franco (2016) considera significativo o professor levar em consideração as

⁴ De acordo com Cruz (2007, p. 197), “a prática docente no contexto da sala de aula não pode ser encarada como um exercício meramente técnico, marcado pelo atendimento às prescrições curriculares desenvolvidas por outrem. Os aspectos que perpassam o ofício do professor são múltiplos e complexos, inviabilizando qualquer tentativa de redução da sua ação”.

especificidades dos processos pedagógicos e deixar de tratar a educação apenas como produto e resultados.

Dias-da-Silva (1994, p. 46) apresenta algumas limitações ou procedimentos da prática docente que podem estar comprometendo o desenvolvimento dos estudantes ou, quem sabe, também gerando o fracasso escolar:

Desde a ausência de *feedback* à tarefa e aos cadernos, até a chamada impessoal e disciplinadora, desde a falta de troca entre os pares até a ausência de estabelecimento de estratégias metacognitivas, desde a ditadura do livro até a fragilidade das questões formuladas nas provas, desde a falta de interdisciplinaridade até a ausência de integração com conteúdos que a criança já dispõe, há inúmeros aspectos que poderiam ser apontados, com implicações pedagógicas decisivas na construção do fracasso escolar.

Schmidt, Ribas e Carvalho (1998) também chamam a atenção para o como se dá a prática docente, afirmando que a comunidade escolar precisa atentar para todo o potencial que as informações existentes proporcionam, e não somente o saber já produzido e acabado. É significativo compreender que o conhecimento está sempre em construção.

Considerando o interesse sobre esta prática que busca contemplar os aspectos até aqui apresentados, temos, neste artigo, o objetivo de apresentar uma caracterização da Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática, como uma prática pedagógica, com base em convergências identificadas entre os aspectos do desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática no contexto escolar presentes na literatura (Almeida, Silva & Vertuan, 2012; Arseven, 2015; Greefrath & Vorhölter, 2016; Stillman *et al.*, 2007; Blum & Ferri, 2009; Blum, 2015) e as caracterizações de aspectos das práticas pedagógicas na perspectiva de Franco (2016). Assim sendo, nossa abordagem utiliza como aporte teórico principal o texto *Prática pedagógica e docência: um olhar a partir da epistemologia do conceito*, de Franco (2016), em que a autora, sem considerar a Modelagem Matemática ou mesmo a Matemática como contexto, discute, de modo profundo e apropriado, uma concepção de prática pedagógica com a qual nos alinhamos.

Trata-se de considerar a prática de Modelagem Matemática na sala de aula para além da realização de uma atividade pelos estudantes. Trata-se, sim, de considerar todos os sujeitos envolvidos na realização dessa prática; os momentos que antecedem a realização da atividade em sala de aula, de planejamento e estudo; bem como as reflexões e intervenções provocadas no contexto escolar a partir das atividades de Modelagem empreendidas.

Ao buscar caracterizar a Modelagem Matemática como prática pedagógica, identificamos que Araújo, Campos e Freitas (2012), Mutti e Klüber (2018) e Belo e Burak (2020) já discorrem sobre a Modelagem Matemática usando essa terminologia. Todavia, os referidos autores não apresentam nos trabalhos citados uma definição ou um entendimento de como a Modelagem Matemática poderia ser caracterizada como prática pedagógica ou o que representa a prática pedagógica no contexto da Modelagem Matemática. Neste sentido, nosso artigo se propõe a discorrer sobre um entendimento de Modelagem Matemática como prática pedagógica a partir dos referenciais de prática pedagógica e não somente de Modelagem Matemática.

Sendo assim, este artigo apresenta, primeiramente, um entendimento do que é prática pedagógica e da atitude do professor em uma prática docente, pedagogicamente fundamentada; em seguida, discute como autores apresentam o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática e suas características; na sequência, discorre sobre as convergências entre as características e entendimentos do desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática e dos aspectos elencados para as práticas pedagógicas, contexto em que apresentamos Modelagem Matemática como uma prática pedagógica.

Prática Pedagógica

Nesta seção temos como objetivo discorrer sobre os entendimentos de prática pedagógica e da atitude do professor em uma prática docente, pedagogicamente fundamentada. Inicialmente, apresentamos as palavras “*prática*” e “*pedagógica*” em seus significados isolados

para, posteriormente, discorrer sobre a “*prática pedagógica*”. De acordo com o dicionário (Maia, 2010), podemos descrever a “*prática*” como o ato ou o efeito de praticar, realizar uma ação; e “*pedagógica*” é relativo a ou próprio da pedagogia, que está relacionada à arte de instruir e educar as crianças, os jovens e os adultos (profissão ou exercício do ensino). Assim, em um primeiro momento, tomamos a prática pedagógica *como um conjunto de ações que circundam a ação de ensinar*.

Em relação a este conjunto de ações, Franco (2016) apresenta uma prática docente em seu significado de práxis. Para a autora, a práxis pode ser entendida como uma forma de saber fazer reflexivo, uma ação reflexiva. Além disso, de acordo com a autora, “a práxis permite ao homem conformar suas condições de existência, transcendê-las e reorganizá-las” (p. 544).

Em termos da Educação, Freire (1987, p. 25) entende que “a práxis [...] é reflexão e ação dos homens sobre o mundo para transformá-lo” e, portanto, “práxis que, sendo reflexão e ação verdadeiramente transformadora da realidade, é fonte de conhecimento reflexivo e criação” (Freire, 1987, p. 58). No âmbito da Modelagem Matemática, Araújo, Campos e Freitas (2012, p. 3) discorrem sobre práxis e definem como “a relação estreita do modo de interpretar a realidade e a vida e a conseqüente prática que decorre dessa compreensão”.

Diante do exposto, consideramos que a práxis, como reflexão e ação do sujeito sobre a realidade, permite que este, transformando a realidade, transforme também a si mesmo. Para Franco (2016, p. 536), “uma prática pedagógica, em seu sentido de práxis, configura-se sempre como uma ação consciente e participativa, que emerge da multidimensionalidade que cerca o ato educativo”. Para Schmidt, Ribas e Carvalho (1998, p. 12),

[...] a prática pedagógica, como forma específica de práxis, é uma dimensão da prática social dirigida por objetivos, finalidades e conhecimentos, vinculada com a prática social mais ampla. A prática pedagógica pressupõe uma relação teórico-prática, pois a teoria e a prática encontram-se em indissolúvel unidade e só por um processo de abstração podemos separá-los.

Neste sentido, Franco (2016) distingue duas práticas docentes: uma, pedagogicamente construída, no sentido de práxis, reflexão e ação do sujeito sobre a realidade; e outra, sem perspectiva pedagógica, com aspectos mecânicos, desconsiderando o desenvolvimento humano. Atenta, ainda, para a prática pedagógica como advinda da pedagogia.

A concepção de prática pedagógica pode variar dependendo da compreensão que se tem da pedagogia e o sentido que é atribuído à prática. Neste trabalho, nos alinhamos à Franco (2016, p. 540), para quem:

[...] a prática pedagógica docente está profundamente relacionada aos aspectos multidimensionais da realidade local e específica, às subjetividades e à construção histórica dos sujeitos individuais e coletivos. A prática docente é uma prática relacional, mediada por múltiplas determinações. Caldeira e Zaidan (2010, p. 21) enfatizam os seguintes aspectos que marcam as particularidades do professor no contexto geral da prática pedagógica: “sua experiência, sua corporeidade, sua formação, condições de trabalho e escolhas profissionais”.

Franco (2016) afirma que a pedagogia é considerada uma prática social conduzida por um pensamento reflexivo e crítico, e precisamos ter cuidado para não pressupor como pedagógico apenas o roteiro didático e a conduta do professor na sala de aula, mas sim, envolver todo o contexto escolar. Como argumentam Teodoro e Kato (2019, p. 3), o pedagógico não pode ser limitado ao ato de ensinar, ou seja, “não se limita às ações conferidas aos docentes e/ou à curricularização que rege o sistema educacional”.

De acordo com Franco (2016), a pedagogia antecede, acompanha e caminha com e além da escola, envolta por culturas, subjetividades, sujeitos e práticas, que necessitam ser consideradas no contexto da sala de aula. Destacamos ainda, de acordo com a autora, outras características de uma prática pedagogicamente construída: “pela mediação do humano e não a submissão do humano a um artefato técnico previamente construído” (p. 536); “pode ser considerada uma prática social que procura organizar, compreender e transformar as práticas sociais educativas que dão sentido e direção às práticas educacionais” (p. 536); “é uma prática

que se realiza para organizar, potencializar e interpretar as intencionalidades de um projeto educativo” (p. 537); “ênfatisa a formação de indivíduos ‘na e para a práxis’” (p. 540).

Franco (2016) apresenta que nem sempre a prática docente pode ser considerada como prática pedagógica pois, esta prática se configura como pedagógica quando há a intencionalidade do professor na sua ação. Para a autora:

[...] um professor que sabe qual é o sentido de sua aula em face da formação do aluno, que sabe como sua aula integra e expande a formação desse aluno, que tem a consciência do significado de sua ação, tem uma atuação pedagógica diferenciada: ele dialoga com a necessidade do aluno, insiste em sua aprendizagem, acompanha seu interesse, faz questão de produzir o aprendizado, acredita que este será importante para o aluno (Franco, 2016, p. 541).

Neste sentido, para Franco (2016), o professor que se compromete com seu trabalho, tem uma prática docente pedagogicamente fundamentada. Isso significa não simplesmente “dar a lição”, mas continuar refletindo sobre sua proposta de ensino e seus modos de entender sua ação, ou seja, é “uma prática que se exerce com finalidade, planejamento, acompanhamento, vigilância crítica, responsabilidade social” (Franco, 2016, p. 541).

O professor precisa tanto buscar maneiras de o estudante estabelecer relações com o saber e, se preciso, repensar e refazer sua prática; quanto tentar compreender o estudante, como ele pensa, como ele pode aprender, quais caminhos tomar no desenvolvimento da atividade. Ou seja, o professor precisa insistir, refletir e estabelecer um objetivo, pois, de acordo com Franco (2016), para sua prática docente ser considerada pedagógica, requer, pelo menos, a reflexão crítica sobre sua prática e a consciência das intencionalidades que guiam estas práticas.

Entendemos ser importante que a formação do professor possibilite e potencialize a reflexão sobre como ensina e como os estudantes sob sua responsabilidade podem aprender, pois, “quando um professor é formado de modo não reflexivo, não dialógico, desconhecendo os mecanismos e os movimentos da práxis, não saberá potencializar as circunstâncias que estão postas à prática. Ele desistirá e replicará fazeres” (Franco, 2016, p. 545).

Quando o professor tem uma atitude preocupada com a essência da prática pedagógica, pode potencializar o ensino e aprendizagem na sala de aula, transformando tanto os estudantes a quem ensina, quanto a si mesmo. Neste contexto, Dias-da-Silva (1994) argumenta que, além do estudante, o professor também precisa se reconhecer como sujeito do conhecimento, ou seja, que também constrói conhecimento sobre seu próprio trabalho.

De acordo com Franco (2016, p. 546), “a educação, como prática social e histórica, transforma-se pela ação dos homens e produz transformações naqueles que dela participam”. Acerca destas transformações, em relação à Educação Matemática, entendemos que é significativo o professor utilizar situações da vivência dos estudantes para o ensino, ou seja, que são concretas para eles, de forma que o que os estudantes veem em sala de aula faça sentido e seja contextualizado.

Para isso, Franco (2016) discute a importância de o professor selecionar, como componentes para o ensino, essas aprendizagens de outras fontes, de forma que potencialize a qualidade deste ensino. Segundo a autora, as práticas pedagógicas são estruturadas para concretizar as expectativas educacionais estabelecidas e é a intencionalidade que dá início e sentido à ação para que estas práticas pedagógicas tenham sucesso.

Outro aspecto relevante é a preparação para o imprevisto, o não planejado inicialmente, pois o professor que está atento aos possíveis direcionamentos que a atividade pode tomar, minimiza as chances de insucesso na sua prática. Para Franco (2016, p. 546),

as situações de educação estão sempre sujeitas às circunstâncias imprevistas, não planejadas e, dessa forma, os imprevistos acabam redirecionando o processo e, muitas vezes, permitindo uma reconfiguração da situação educativa. Portanto, o trabalho pedagógico requer espaço de ação e de análise ao não planejado, ao imprevisto, à desordem aparente, e isso deve pressupor a ação coletiva, dialógica e emancipatória entre alunos e professores.

Entendemos que no contexto de atividades de Modelagem (e não somente nelas), o professor precisa compreender que cada turma tem as suas especificidades, e estas interferem

diretamente no desenvolvimento das atividades no âmbito dos grupos. Ou seja, devemos “considerar o caráter dialético das práticas pedagógicas, no sentido de a subjetividade construir a realidade, que se modifica mediante a interpretação coletiva” (Franco, 2016, p. 546). Objetivando caracterizar a Modelagem Matemática como uma prática pedagógica, na próxima seção apresentamos algumas características e entendimentos de Modelagem Matemática presentes na literatura.

Características e entendimentos de uma atividade de Modelagem Matemática

Nesta seção temos como objetivo discorrer sobre os entendimentos acerca do desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática segundo Almeida, Silva e Vertuan (2012), Arseven (2015), Greefrath e Vorhölter (2016), Stillman *et al.* (2007), Blum e Ferri (2009) e Blum (2015). A escolha por estes autores se dá por manifestarem compreensões que vão ao encontro do que entendemos acerca da realização de práticas de Modelagem Matemática na Educação Matemática. De modo geral, nosso interesse é apresentar concepções de Modelagem Matemática presentes na literatura, por meio de ciclos construídos por estes autores, de modo a estabelecer relações entre as características de Modelagem Matemática e o papel destas diferentes ideias na perspectiva de prática pedagógica que assumimos.

Como podemos reconhecer uma atividade de Modelagem Matemática? Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 15) afirmam que “uma atividade de Modelagem Matemática tem em uma situação problemática a sua origem e tem como característica essencial a possibilidade de abarcar a cotidianidade ou a relação com aspectos externos à matemática”. Os autores apresentam como elementos que caracterizam uma atividade de Modelagem Matemática: uma situação-problema, a matemática, um processo investigativo e uma análise interpretativa.

Os autores descrevem, ainda, que uma atividade de Modelagem se inicia com uma situação-problema; estabelece-se os procedimentos de resolução, de modo que estes não são predefinidos e as soluções não são previamente conhecidas; ocorre a investigação do problema

por meio da introdução de conceitos matemáticos; e, finalmente, ocorre a solução e a análise da solução.

Almeida, Silva e Vertuan (2012) sugerem em um diagrama (Figura 1) as fases da Modelagem Matemática, bem como as ações cognitivas dos estudantes enquanto desenvolvem uma atividade de Modelagem Matemática.

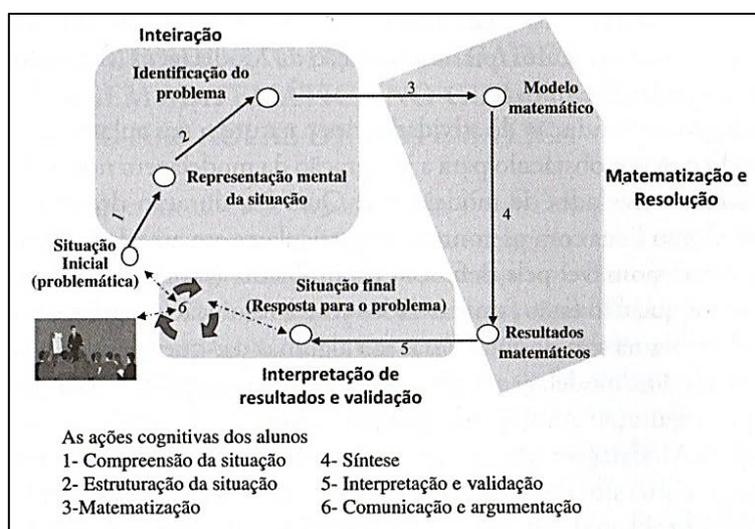


Figura 1.

Fases da Modelagem Matemática e as ações cognitivas dos estudantes (Almeida, Silva & Vertuan, 2012, p. 19).

A Figura 1 ilustra as ações cognitivas dos estudantes e sua relação com as diferentes fases do desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática.

Quando o aluno se depara com uma situação-problema que pretende investigar, inicialmente precisa compreender o problema fazendo algumas aproximações ou idealizações [...]. A partir da representação mental da situação, os envolvidos com a atividade de modelagem precisam identificar o problema e definir metas para a sua resolução. [...] a ação de “matematização” que culmina na construção de um modelo matemático e é fundamentada na definição e no julgamento de hipóteses que guiam a construção do modelo. [...] A análise de uma resposta para o problema obtida, inicialmente em termos de resultados matemáticos por meio do modelo matemático, constitui um processo avaliativo realizado pelos envolvidos na atividade. [...] Finalmente, o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática culmina com a comunicação de uma resposta do problema para outros (Almeida, Silva & Vertuan, 2012, p. 17).

Arseven (2015) apresenta que o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática se dá inicialmente pela situação-problema. Logo após, o estudante decide sobre o

que considera significativo fazer, ou seja, que passos realizar, o que e como utilizar neste momento. O terceiro passo é a matematização, na qual o estudante, com os conteúdos matemáticos (não definidos *a priori*), constrói seu modelo matemático e, após a construção do modelo, passa a interpretá-lo para verificar se corresponde à situação-problema. Por último, apresenta se a solução encontrada atende ao objetivo de resolver/investigar a situação-problema.

Greefrath e Vorhölter (2016), exemplificam seu entendimento do ciclo de Modelagem Matemática por meio da resolução de um problema (Figura 2).

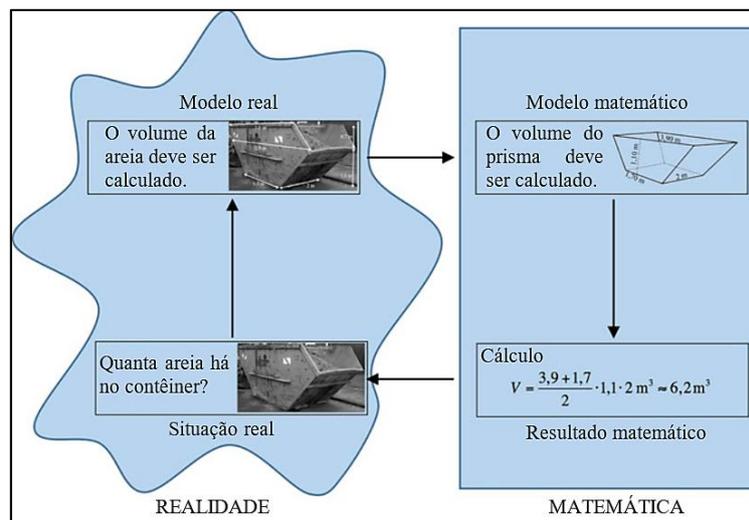


Figura 2.

Ciclo de Modelagem Matemática para Greefrath e Vorhölter (2016, p. 11, tradução nossa).

No ciclo apresentado, os autores têm como objetivo encontrar o volume de areia de um contêiner. Para isso, é necessário primeiramente simplificar o problema, definindo, por exemplo, que a areia está distribuída uniformemente, o nível de areia está na parte representada (parte mais larga do contêiner), desconsiderar a espessura do material e algum possível amassado. Para representar matematicamente a parte que tem a areia, identificam como sólido geométrico um prisma trapezoidal, utilizando os respectivos cálculos para este modelo. Este cálculo é apresentado pelos autores como o volume de areia presente no contêiner. Em termos

gerais, consideram um problema real, constroem um modelo matemático, com argumentos e cálculos matemáticos, e o resultado é utilizado para interpretar o problema real.

Stillman *et al.* (2007), por sua vez, propõem uma estrutura para a implementação da Modelagem Matemática, como mostra a Figura 3.

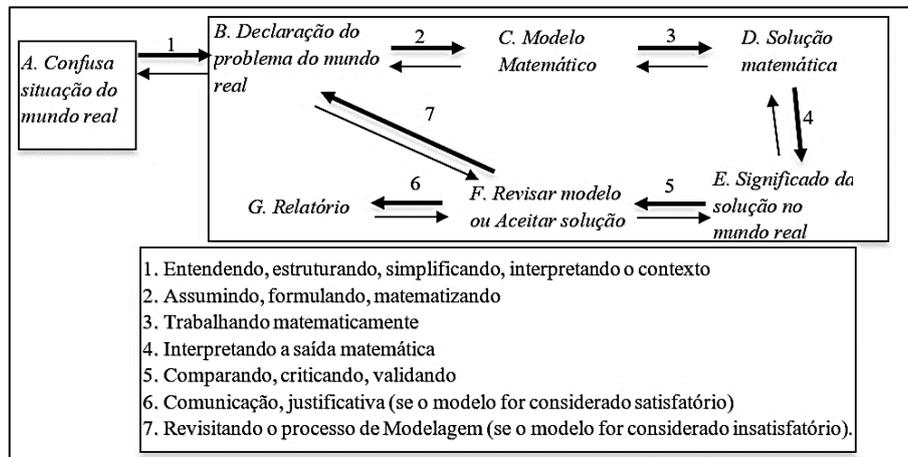


Figura 3.

Ciclo de Modelagem para Stillman et al. (2007, p. 690, tradução nossa).

Verificando o ciclo, inferimos que acontece no sentido horário e as flechas mais espessas representam a transição entre as etapas, e, caso a avaliação seja satisfatória, apresenta-se o resultado, se não for, inicia-se um novo ciclo. Os autores caracterizam as etapas de 1 a 7 como atividades cognitivas e afirmam que o ciclo está longe de ser linear e necessita de uma atividade metacognitiva⁵, indicadas pelas flechas na direção inversa.

Blum e Ferri (2009) e Blum (2015) também apresentam um ciclo de Modelagem de sete passos, com algumas proximidades ao esquema de Stillman *et al.* (2007).

⁵ Nos referimos à atividade metacognitiva no sentido de o estudante refletir, monitorar e regular o seu próprio pensamento, ou seja, as ações cognitivas que desempenha no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática.

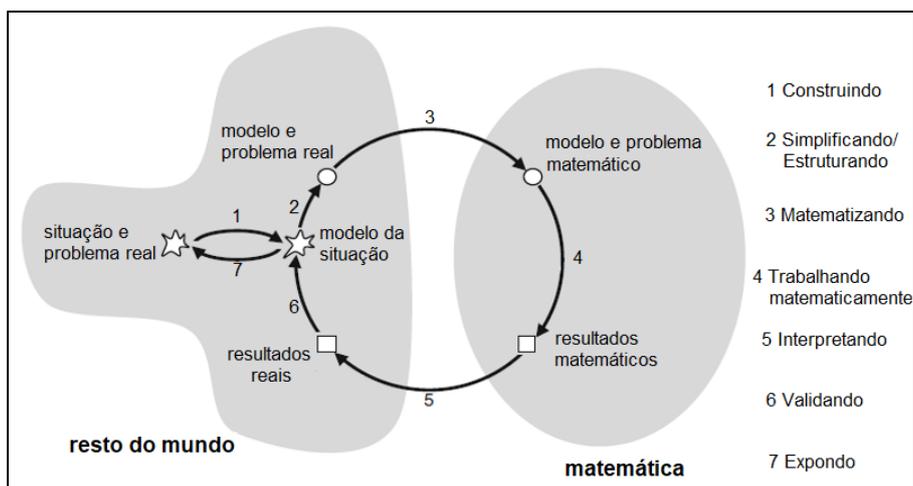


Figura 4.

Ciclo de Modelagem para Blum e Ferri (2009, p. 46, tradução nossa).

Neste ciclo, assim como no ciclo de Greefrath e Vorhölter (2016), há uma separação entre matemática e realidade. Parte-se de uma situação-problema real, tendo em seguida um modelo da situação-problema. Neste momento o modelo é estruturado e simplificado, construindo o modelo real. Depois, o modelo real é formulado matematicamente, passando para o modelo matemático. Aqui é que se dá o desenvolvimento da maior parte dos cálculos, chegando no resultado matemático. Então interpreta-se o resultado comparando-o com a situação real. Caso o resultado seja avaliado e aprovado, é apresentado/utilizado. Caso contrário, segundo o ciclo, é realizado novo processo, revisitando o modelo da situação-problema e revisando toda a resolução.

Blum (2015) admite que o esquema tem forças e fraquezas, mas o considera particularmente útil às análises cognitivas, ideia já sustentada por Blum e Ferri (2009). Como obstáculo, consideram que “o passo ‘validação’ parece ser particularmente problemático. [...] os estudantes não checam se as soluções de tarefas são razoáveis e apropriadas, o professor parece estar exclusivamente responsável pela correção” (Blum & Ferri, 2009, p. 48, tradução nossa). Tal passo requer que o professor, ao finalizar o desenvolvimento da atividade, retome os resultados, verificando minuciosamente e validando quando for satisfatório.

De modo a sintetizar os entendimentos acerca do desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática apresentados no decorrer desta seção, com vistas a estabelecer relações entre as características de Modelagem Matemática e o papel destas diferentes ideias na perspectiva de prática pedagógica a que nos alinhamos, apresentamos no mapa conceitual da Figura 5 as fases de *inteiração*, *matematização e resolução*, *interpretação dos resultados e validação*, e *apresentação dos resultados e seus desdobramentos*.

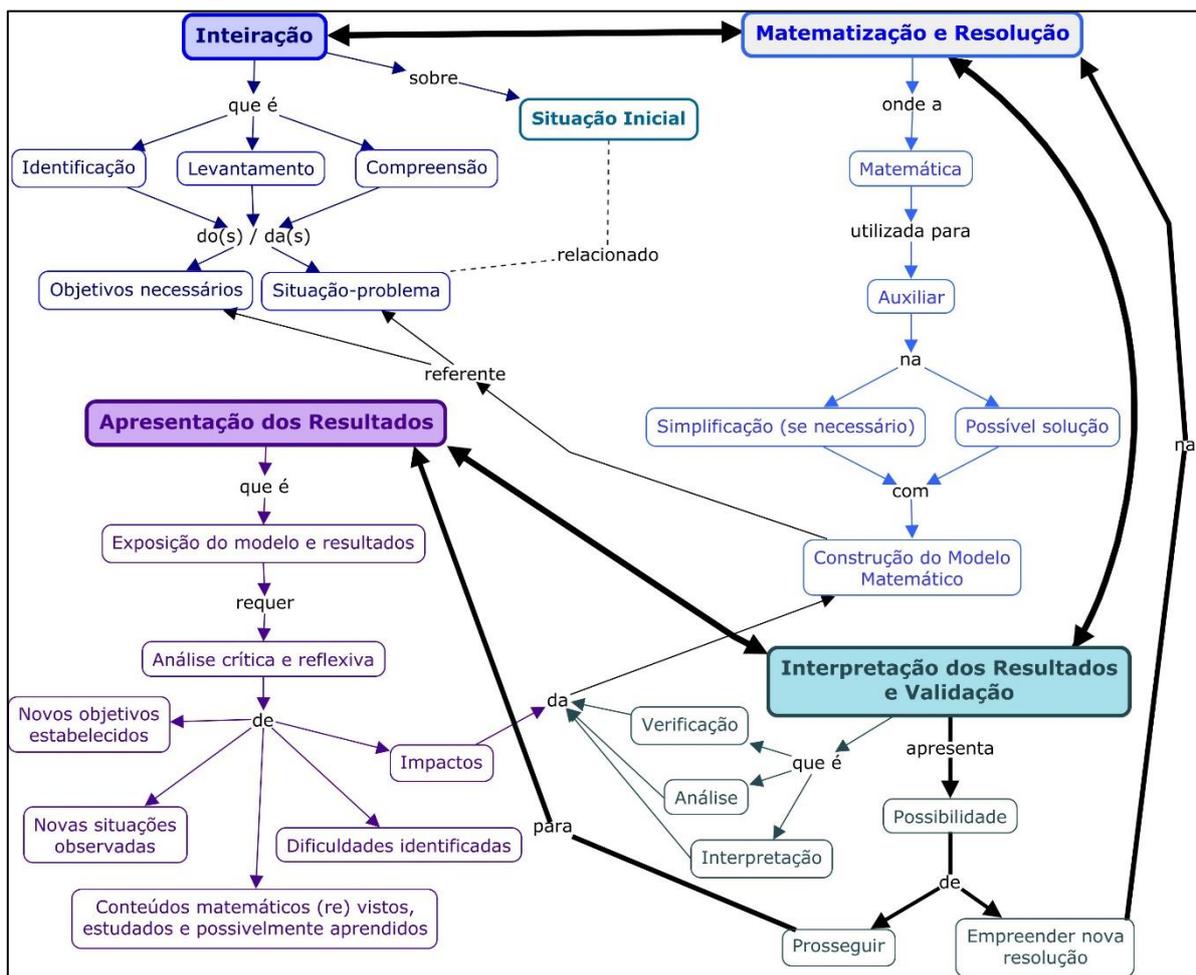


Figura 5.

Mapa conceitual do ciclo de uma atividade de Modelagem Matemática (dos autores, com base na literatura).

Primeiramente, temos a fase de inteiração sobre a situação inicial (problemática). Nela, pode acontecer a escolha do tema, levantamento, identificação e compreensão do problema ou da situação-problema (que pode ser real, no sentido de que é do cotidiano dos participantes da

atividade, e não necessariamente matemática) e/ou do objetivo (o que fazer e como fazer). Pode se configurar em uma pesquisa exploratória pelo professor e estudantes ou já planejada pelo professor antes do início da atividade, dependendo da familiarização do professor e estudantes com as atividades de Modelagem Matemática e com os temas de investigação.

Na fase matematização e resolução da situação-problema, a matemática é utilizada na simplificação (se necessário) e na construção da possível solução da situação-problema, por meio do desenvolvimento de um modelo matemático (identificado também como representação matemática ou resultado matemático). Nesta fase, o estudo, o uso e o desenvolvimento do conteúdo matemático são realizados de modo mais intenso.

Em seguida, na interpretação dos resultados e validação, acontece a interpretação, verificação e análise da resolução considerando a situação-problema, ou seja, os estudantes utilizam o que encontraram/construíram para inferir se atende ou não à expectativa de solução para o problema. De modo geral, volta-se à fase de inteiração para verificar se os resultados atendem aos objetivos iniciais e, caso não atendam, revisa-se o processo.

Na apresentação dos resultados é que ocorre a exposição (para os colegas, professor, ou mesmo para a escola toda) do modelo e se este atende ou não aos objetivos referentes à situação-problema inicial e o porquê de atender ou não. É fundamental a análise crítica e reflexiva de impactos do modelo construído sobre a situação-problema, bem como das dificuldades identificadas, dos conteúdos matemáticos (re) vistos, estudados e possivelmente aprendidos, de novas situações observadas, de novos objetivos estabelecidos, entre outros.

Desenvolver atividades de Modelagem Matemática satisfatoriamente na condição de professores que ensinam matemática, implica reconhecer as possibilidades de uma prática docente pedagogicamente fundamentada (de Modelagem Matemática). Para isso, é significativo apresentar as convergências identificadas entre os modos de empreender uma atividade de Modelagem Matemática e os aspectos considerados das práticas pedagógicas.

Convergências entre as características da realização de atividades de Modelagem Matemática em sala de aula e de aspectos caracterizadores das Práticas Pedagógicas

Observamos que a prática pedagógica em seu sentido de práxis é fonte de reflexão e criação sobre a realidade. O desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática permite ao estudante relacionar o conteúdo matemático com situações da sua vivência e potencializar esse sentido de práxis. Para isso, a atividade de Modelagem Matemática, dirigida por objetivos, finalidades e conhecimentos, necessita de uma ação consciente e participativa, que pode envolver toda a comunidade escolar.

Na Modelagem Matemática se busca levar em consideração a realidade do estudante e suas opiniões. Para isso, busca a construção de um contexto de aprendizagem saudável, de trocas, falas, discussões e cumplicidade, se aproximando do que Franco (2016, p. 540) considera sobre a pedagogia e suas práticas: relacionada à “realidade local e específica, às subjetividades e à construção histórica dos sujeitos individuais e coletivos”, sendo conduzida por um pensamento crítico e reflexivo.

Dentre os aspectos que a prática (pedagogicamente fundamentada) considera significativos para a prática docente, Schrenk (2020) aponta alguns que também são considerados no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática, tais como *mediação, intencionalidade, busca por situações da vivência do estudante, preparação para o imprevisto ou não planejado, ação coletiva, diálogo, comprometimento com a comunidade escolar*. Franco (2016) considera, ainda, a articulação com as expectativas do grupo e a existência de um coletivo, e afirma que estes produzem uma dinâmica entre o que acontece dentro e fora da escola, antes, durante e depois da aula.

Da literatura, verificamos o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática acontecem desde a situação *inicial* até a *final*, e são nestes momentos em que residem as possibilidades de aprendizagem, fundamentais para o sucesso da atividade. A Modelagem Matemática como prática pedagógica se alinha ao entendimento de que o ensino não visa

apenas a obtenção de um produto final, mas às oportunidades de aprendizagem suscitadas no desenvolvimento de uma atividade, momentos em que os estudantes utilizam tanto de conhecimentos já estudados, quanto os ainda não vistos, de modo que o estudante consiga aprender o que ainda não sabe e consolidar o que já estudou, de forma contextualizada e com sentido para ele (Almeida, Silva & Vertuan, 2012).

Belo e Burak (2020, p. 2) apresentam que a Modelagem Matemática se constitui como uma possibilidade para a prática pedagógica na Educação Básica. Segundo eles, “[...] a prática acontece a partir de temas de interesse das crianças, não necessariamente matemáticos, buscando formar, contribuir nessa fase de modo a desenvolver pessoas críticas, capazes de buscar informações quando precisam, buscar independência, elaborando perguntas, formulando respostas”.

Os autores atentam para a importância da prática pedagógica de Modelagem Matemática sempre estar adequada ao nível de ensino, pois além da faixa etária dos estudantes, deve levar em consideração outras especificidades, como o nível de leitura e escrita, conhecimentos matemáticos, a capacidade de investigação e reflexão, entre outros.

Araújo, Campos e Freitas (2012) argumentam a favor da escolha da Modelagem Matemática como prática pedagógica. Consideram a Modelagem Matemática na Educação Matemática como privilegiada para o desencadeamento de reflexões, além de possibilitar grande interação entre os estudantes e entre estes e o professor.

Belo e Burak (2020) argumentam sobre a interdisciplinaridade que a Modelagem Matemática como prática pedagógica proporciona, no sentido de que o professor pode utilizar conhecimentos além dos matemáticos para o desenvolvimento da atividade, uma vez que pode abordar situações da vivência fora da sala de aula e que envolvem outras disciplinas para sua compreensão. Além disso, segundo os autores, utilizar a Modelagem Matemática como prática pedagógica, quando as atividades de Modelagem partem do interesse dos participantes, ou

ainda, de alguma situação que desencadeie o interesse dos estudantes por esta prática, potencializa o desenvolvimento do aspecto afetivo, o diálogo no trabalho em grupo, e assim, a aprendizagem e a preparação para viver em sociedade. Por isso, é preciso estar atento às mudanças que ocorrem na sociedade e como elas podem contribuir ao ensino em sala de aula, concordando com Franco (2016, p. 548), quando afirma que “as práticas pedagógicas deverão se reorganizar e se recriar a cada dia para dar conta do projeto inicial que vai transmudando-se à medida que a vida, o cotidiano, a existência o invadem”.

Levando em consideração estes momentos no desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática, Mutti (2016) reconhece que a prática pedagógica do professor compreende um movimento que se inicia antes mesmo da ação na sala de aula, e envolve os saberes e estratégias do professor, permitindo que tenha sucesso frente a possíveis desafios que podem emergir no desenvolvimento da atividade de Modelagem em sala de aula, seja em relação aos estudantes ou ao conteúdo. Nesta linha de raciocínio, Franco (2016) afirma que as práticas pedagógicas envolvem desde o planejamento até os processos que ocorrem para além da aprendizagem que acontece durante a aula, abordando conhecimentos que são fundamentais para o momento de formação que o estudante se encontra.

Teodoro e Kato (2019, p. 4), corroborando este entendimento, afirmam que a prática pedagógica “não se refere apenas às ações didáticas dos docentes, mas compreende toda a relação social que entrelaça o âmbito educacional, e, portanto, faz referência aos aspectos sociais, culturais e políticos”. Percebemos que a prática pedagógica não leva em consideração apenas o roteiro didático e a conduta do professor na sala de aula. Ou seja, a Modelagem Matemática, como prática pedagógica, engloba muito mais do que acontece unicamente em sala de aula, entendimento errôneo, mas que, por vezes, pode se configurar como interpretação de um leitor ou ouvinte desatento.

Ao desenvolver atividades de Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática, deparamo-nos com processos que iniciam (muito) antes do que acontece em sala de aula – *planejamento das atividades em suas múltiplas possibilidades de encaminhamento, conhecimento das especificidades da turma, conteúdos possíveis de serem suscitados pela atividade e sua relação com o nível de escolaridade da turma, tempo de duração da atividade, local da coleta de dados necessários para o desenvolvimento da atividade de Modelagem e os materiais necessários para isso, entre outros* – e processos que se estendem para além da realização da atividade em sala de aula – *avaliação da atividade, dos estudantes, dos conteúdos revistos, estudados e que poderiam ser estudados, conteúdos que devem ser retomados, vislumbre de novas situações passíveis de investigação suscitadas pela dinâmica da sala de aula no desenvolvimento da atividade, a comunicação do trabalho realizado com a turma para os pares, constituindo um movimento de compartilhamento e formação permanente, entre outros.*

Nas Figuras 6 e 7 estruturamos estas ações em dois esquemas. Primeiramente, na Figura 6, apresentamos as ações que iniciam antes da realização da atividade de Modelagem Matemática na sala de aula.

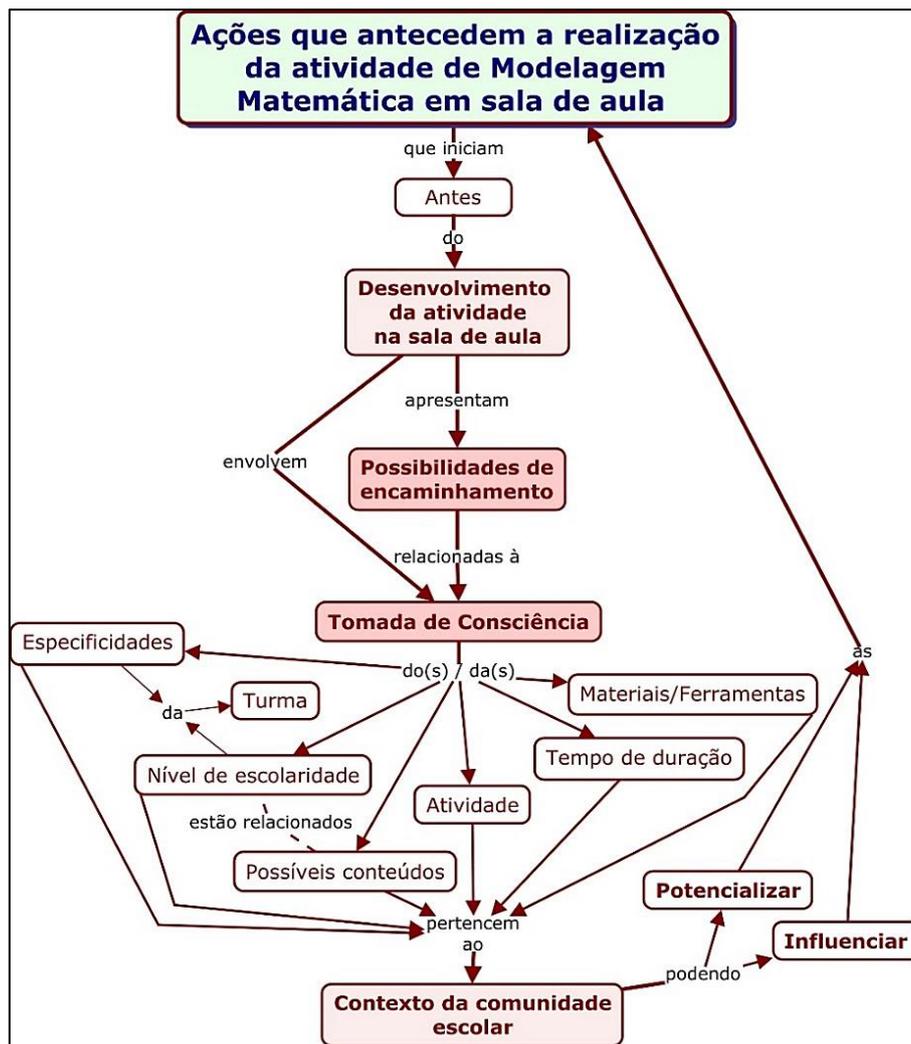


Figura 6.

Esquema das ações que iniciam antes do desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática na sala de aula.

Como podemos perceber, estas ações que iniciam antes do desenvolvimento da atividade em sala de aula apresentam possibilidades de encaminhamento que requerem a tomada de consciência do professor (e outros envolvidos) sobre os aspectos relacionados ao contexto escolar que podem influenciar e potencializar estas práticas e o sucesso na realização da atividade com os estudantes. Já na Figura 7, apresentamos as ações empreendidas depois da atividade de Modelagem Matemática na sala de aula.

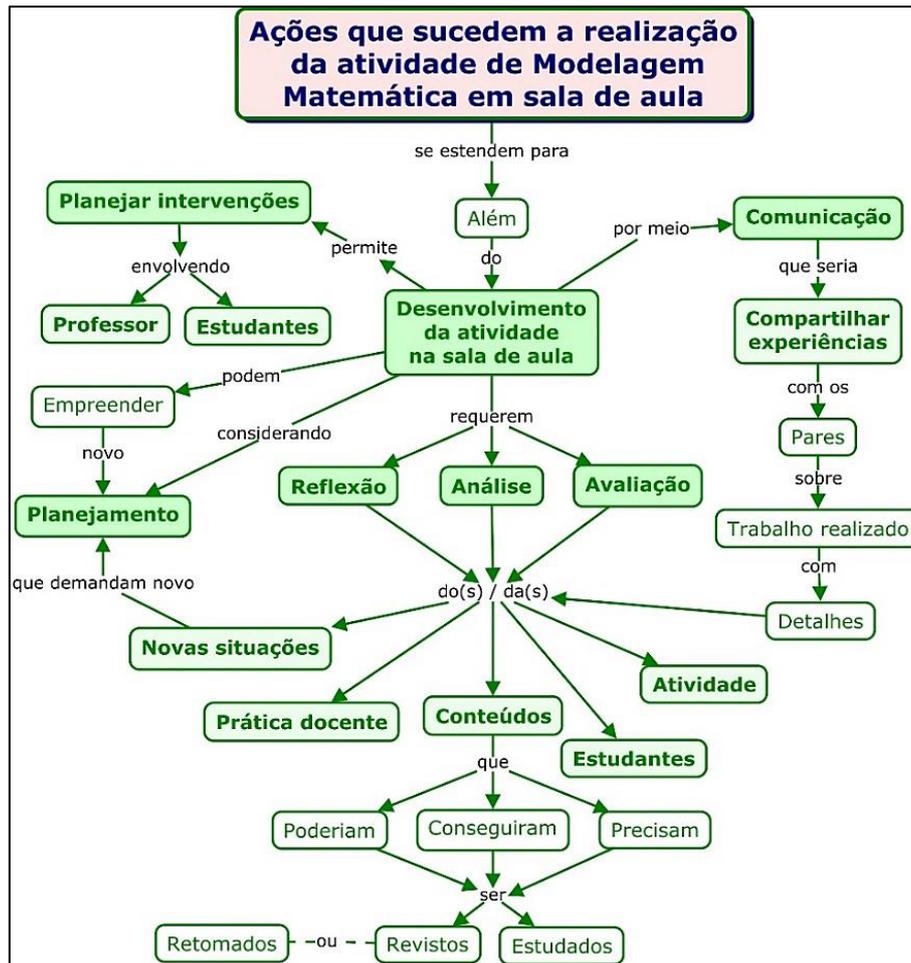


Figura 7.

Esquema das ações que se estendem para além da realização da atividade de Modelagem Matemática na sala de aula.

As ações apresentadas na Figura 7 são empreendidas depois do desenvolvimento da atividade em sala de aula e requerem a análise, a reflexão e a avaliação do professor (e demais envolvidos) sobre os aspectos relacionados ao desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática, considerando também o planejamento inicial. Estas ações permitem ao professor compartilhar experiências, planejar intervenções juntos aos estudantes e considerar novas situações e novos vislumbres.

Neste contexto, ao buscarmos certa caracterização de Modelagem Matemática na Educação Matemática que dê conta de abarcar estes processos, vislumbramos a possibilidade de considerá-la como uma prática pedagógica, bem como de apresentar esta discussão que

fundamenta esse entendimento por meio de confluências entre os aspectos destacados da literatura para a Modelagem Matemática e para as práticas pedagógicas.

Essa prática pedagógica, inclusive e principalmente de Modelagem Matemática, pode ser constituída pela proposta pedagógica, ação pedagógica e relato de experiência:

Trata-se de um planejamento (proposta pedagógica) de ações a serem realizadas visando à educação dos alunos (ação pedagógica) que, posteriormente, são descritas, publicadas (relato de experiência) quando o professor avalia que ela é significativa para seus pares (Campos & Araújo, 2015, p. 328).

Desse modo, ao sistematizar esta caracterização, apresentamos, no esquema da Figura 8, a estruturação do desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática como prática pedagógica. O ciclo, inspirado em nossa revisão de literatura, é composto por três grandes fases: *Proposta Pedagógica (planejamento)*, *Ação Pedagógica (execução)* e *Avaliação Pedagógica (relato)*, e cada uma destas fases compreendem fases detalhadas, que se dão de modo sequencial, porém, sem possuir limites rígidos, no sentido de uma fase pode ser realizada simultaneamente com outra, ao mesmo tempo em que idas e vindas aconteçam. Por exemplo, ainda que o planejamento se dê antes da aula, é possível, durante a aula, que o planejamento seja revisto e novos vislumbres sejam construídos. Também, após a aula, tem-se a possibilidade de o professor planejar novas ações, baseadas na atividade realizada com os estudantes, que podem ser desenvolvidas em uma atividade futura. Por isso é significativa a preparação do professor para o imprevisto, o não planejado inicialmente.

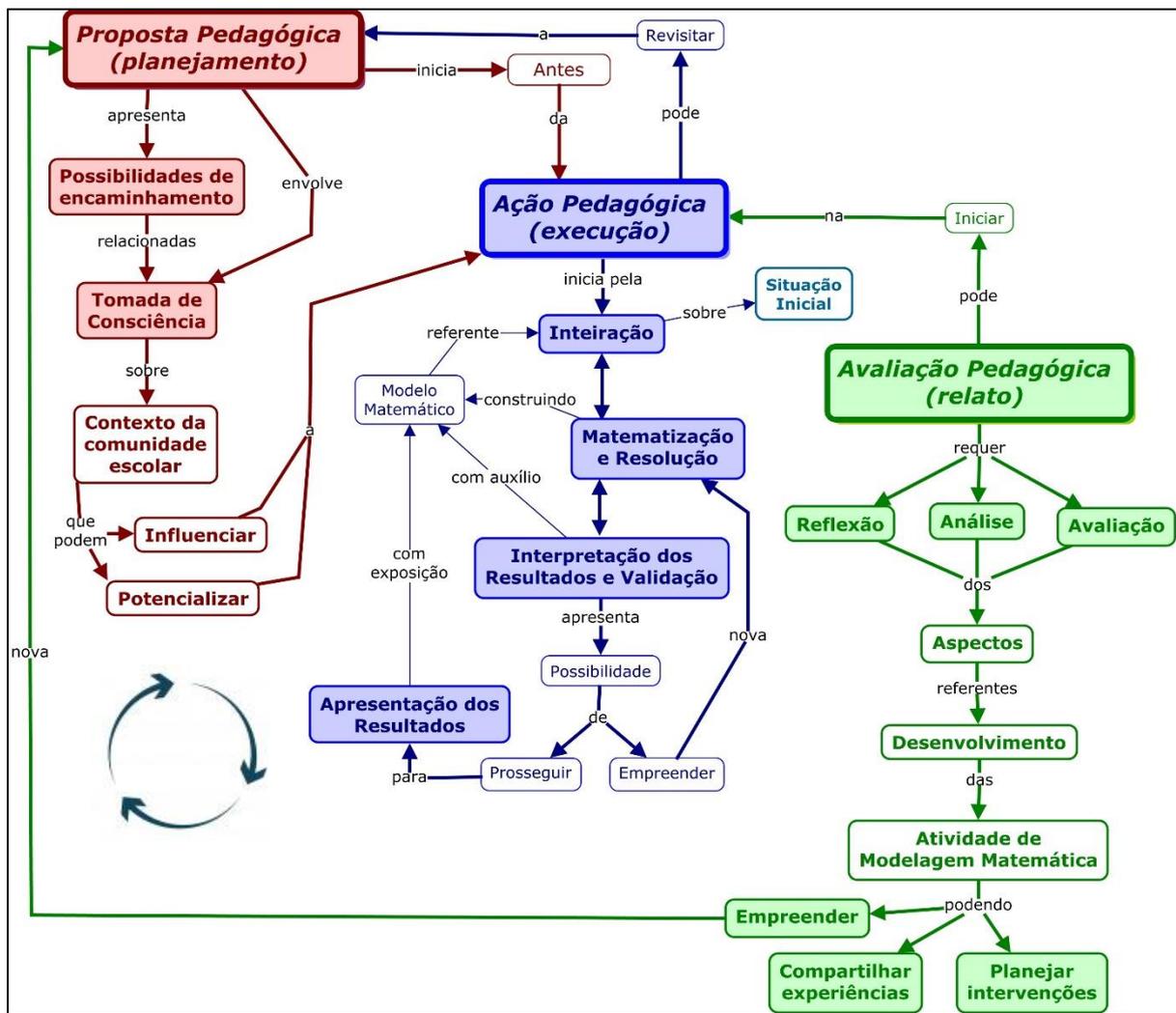


Figura 8.

Ciclo do desenvolvimento da Modelagem Matemática como prática pedagógica.

A primeira grande fase, *Proposta Pedagógica (planejamento)*, inicia antes do desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática na sala de aula. Esta fase aborda processos como o planejamento das atividades de Modelagem Matemática em suas múltiplas possibilidades de encaminhamento. Estas possibilidades envolvem o conhecimento das especificidades da turma, conteúdos possíveis de serem suscitados pela atividade e sua relação com o nível de escolaridade da turma, tempo de duração da atividade, local da coleta de dados necessários para o desenvolvimento da atividade de Modelagem, os materiais necessários para isso, ou seja, todo o contexto em que a comunidade escolar se encontra e como pode influenciar e potencializar o desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática na sala de aula.

Na grande fase *Ação Pedagógica (execução)* a proposta pedagógica é colocada em ação. Nesta fase ocorre o desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática com a construção do modelo matemático, e abrange as fases (e seus desdobramentos) apresentadas na Figura 5: inteiração; matematização e resolução; interpretação dos resultados e validação; e apresentação dos resultados.

A última grande fase, *Avaliação Pedagógica (relato)*, é a fase que coloca a prática pedagógica de Modelagem Matemática empreendida no contexto escolar em um contexto de análise, reflexão e avaliação, considerando, para isso, inclusive, o planejamento desenhado inicialmente, e pode acontecer já durante o desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática. Nesta fase ocorre a avaliação da atividade, dos estudantes, dos conteúdos revistos, estudados e que poderiam ser estudados, conteúdos que devem ser retomados, vislumbre de novas situações passíveis de investigação suscitadas pela dinâmica da sala de aula no desenvolvimento da atividade, a comunicação do trabalho realizado com a turma para os pares, constituindo um movimento de compartilhamento e formação permanente, ou seja, todos os aspectos relacionados ao desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática, que podem dar início a uma nova proposta pedagógica ou ao compartilhamento das experiências que foram significativas para o sucesso da prática pedagógica de Modelagem Matemática.

Destacamos o aspecto dinâmico da prática pedagógica de Modelagem Matemática, no sentido de que etapas anteriores podem ser revisitadas sempre que necessário, seja para a reflexão sobre o ensino, para novos caminhos, uma nova compreensão do que se havia proposto inicialmente ou a inserção de novos colaboradores no desenvolvimento da atividade, como por exemplo, um professor de outra disciplina, outra turma, especialistas em determinada área convidados para colaborar com o tema discutido em aula, entre outros.

Apesar de parecer que as fases *planejamento* e *relato* constituem ações que cabem somente ao professor e a *execução* ao professor e aos estudantes, isso não acontece

necessariamente. Isso porque o planejamento, por exemplo, pode ser realizado em conjunto com os coordenadores, pedagogos, professores de outras disciplinas, entre outros (inclusive com os estudantes); a execução pode ser realizada com a comunidade, a família, os zeladores, outras turmas, entre outros; e a avaliação pode ser realizada com os estudantes, com os pedagogos, coordenadores, entre outros. Nesta prática, a reflexão e avaliação da atividade possibilitam um novo planejamento, da mesma atividade ou de uma nova, atribuindo o caráter dinâmico ao ciclo.

Com base no presente estudo e tomando como base a interpretação da expressão “prática pedagógica” que discutimos no decorrer do artigo, é que definimos a *Modelagem Matemática como uma prática pedagógica, realizada no âmbito de um grupo, que tem como objetivo colocar os estudantes em movimento de investigação de uma situação aberta, não necessariamente matemática, com recursos matemáticos (conceitos, estratégias e modelos)*.

Neste sentido, entendemos que a Modelagem Matemática, enquanto prática pedagógica, proporciona: ao professor, entender que o sucesso do ensino e da aprendizagem de matemática com a Modelagem inicia muito antes e se estende para além do desenvolvimento da atividade em sala de aula; aos estudantes, entenderem que, enquanto investigam e modelam em grupo uma situação não necessariamente matemática com recursos matemáticos, a matemática se torna importante para sua formação e para as situações que encontrará na sua vivência dentro e fora da sala de aula, como uma lente possível para a leitura do mundo.

Considerações finais

Neste artigo objetivamos apresentar uma caracterização de Modelagem Matemática como prática pedagógica, de modo a identificar quais elementos apontados na literatura como característicos das práticas pedagógicas e da Modelagem, possibilitam esse entendimento. Consideramos que a prática pedagógica de Modelagem Matemática compreende três grandes fases – *Proposta Pedagógica (planejamento), Ação Pedagógica (execução) e Avaliação*

Pedagógica (relato) – e estas podem envolver toda a comunidade escolar antes, durante, e após o desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática na sala de aula.

Além disso, identificamos como características do professor e do estudante, nesta prática pedagógica de Modelagem Matemática, o pensamento reflexivo e crítico, potencializados pelo diálogo no grupo, com uma ação consciente e coletiva, iniciada pela intencionalidade e a mediação entre a sociedade e a comunidade escolar, com a abordagem de conteúdos que façam sentido para o estudante e o permita se posicionar de forma crítica e reflexiva frente a situações dentro e fora da sala de aula.

Acreditamos que, assim, seja possível refletir constantemente sobre os questionamentos apresentados no início deste texto – “Quais matemáticas nossos estudantes precisam aprender? Como ensinar matemática? Qual o propósito das matemáticas que ensinamos?”. Estes questionamentos não têm respostas prontas, mas podem guiar o professor na fundamentação de sua prática. O professor que compreende e adota esta prática pedagógica com vigilância crítica e responsabilidade, acreditamos, permite transformar-se a si mesmo e aos que estão ao seu redor.

Defendemos, portanto, que o professor que se envereda pelas experiências com Modelagem Matemática como prática pedagógica potencialize a sua reflexão e dos seus estudantes (e, em certo grau, da comunidade escolar) sobre as situações da realidade que vivenciarão e sobre como agir mediante estas situações, de modo que o ensino e a aprendizagem de matemática sejam revestidos de significado, e que os conceitos matemáticos sejam significados também pelas situações em que são usados, bem como de modo que as situações sejam, por sua vez, ressignificadas por meio dos conceitos matemáticos usados como lente para sua leitura.

Agradecimento

O presente artigo recebeu o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, ao qual agradecemos pelo financiamento. Agradecemos, ainda, ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação e Educação Matemática, GEPEEM, pela leitura e contribuições a esse texto.

Referências

- Almeida, L. M. W. de, & Silva, H. C. da. (2015). A matematização em atividades de modelagem matemática. *Alexandria*, v. 8, n. 3, p. 207-227.
- Almeida, L. M. W. de, Silva, K. P. da, & Vertuan, R. E. (2012). *Modelagem Matemática na Educação Básica*. São Paulo: Contexto.
- Araújo, J. de L., Campos, I. da S., & Freitas, W. S. de. (2012). Prática pedagógica e pesquisa em modelagem na educação matemática. In: Seminário Internacional De Pesquisa Em Educação Matemática, 2012, Rio de Janeiro. *Anais...* 20 p.
- Arseven, A. (2015). Mathematical Modelling Approach in Mathematics Education. *Universal Journal of Educational Research*, v. 3, n. 12, p. 973-980.
- Belo, C. B., & Burak, D. (2020). A Modelagem Matemática na Educação Infantil: uma experiência vivida. *Educação Matemática Debate*, n. 4, p. 19.
- Biembengut, M. S. (2009). 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. *Alexandria*, v. 2, n. 2, p. 07-32.
- Blum, W. (2015). Quality teaching of mathematical modelling: What do we know, what can we do?. In: *The proceedings of the 12th international congress on mathematical education*. Springer, Cham, p. 73-96.
- Blum, W., & Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt?. *Journal of mathematical modelling and application*, v. 1, n. 1, p. 45-58.
- Brown, R., & Redmond, T. (2007). Collective argumentation and modelling mathematics practices outside the classroom. *Mathematics: Essential research, essential practice*, v. 1, p. 163-171.
- Caldeira, A. D. (2009). Modelagem Matemática: um outro olhar. *Alexandria*, v. 2, n. 2, p. 33-54.
- Campos, I. da S., & Araújo, J. de L. (2015). Quando pesquisa e prática pedagógica acontecem simultaneamente no ambiente de modelagem matemática: Problematizando a dialética pesquisador| professor. *Acta Scientiae*, v. 17, n. 2.
- Cruz, G. B. da. (2007). A prática docente no contexto da sala de aula frente às reformas curriculares. *Educar em revista*, n. 29, p. 191-205.
- Dias-da-Silva, M. H. G. F. (2013). Sabedoria docente: repensando a prática pedagógica. *Cadernos de Pesquisa*, n. 89, p. 39-47.

- Franco, M. A. do R. S. (2016). Prática pedagógica e docência: um olhar a partir da epistemologia do conceito. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 97, n. 247, p. 534-551.
- Freire, P. (1987). *Pedagogia do oprimido*. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Greefrath, G., & Vorhölter, K. (2016). *Teaching and learning mathematical modelling*. Springer International Pu.
- Maia, Raul (Ed.) (2010). *Mini Dicionário prático da Língua Portuguesa*. São Paulo: Difusão Cultural do Livro – CDL.
- Mutti, G. de S. L. (2016). *Práticas pedagógicas de professores da educação matemática num contexto de formação continuada em modelagem matemática na educação matemática*. 2016. 236 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu.
- Mutti, G. de S. L., & Klüber, T. E. (2018). Aspectos que constituem práticas pedagógicas e a formação de professores em Modelagem Matemática. *Alexandria*, v. 11, n. 2, p. 85-107.
- Schmidt, L. M., Ribas, M. H., & Carvalho, M. A. de. (1998). A prática pedagógica como fonte de conhecimento. *Olhar de Professor*, v. 1, n. 1, p. 9-23.
- Schrenk, M. J. (2020). *Tomada de consciência em atividades de Modelagem Matemática no Ensino Fundamental*. 2020. p. 222. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel.
- Stillman, G. *et al.* (2007). A framework for success in implementing mathematical modelling in the secondary classroom. *Mathematics: Essential research, essential practice*, v. 2, p. 688-697.
- Teodoro, F. P., & Kato, L. A. (2019). A prática pedagógica com Modelagem Matemática nos Iniciais do Ensino Fundamental segundo os trabalhos da X CNMEM. In: X Conferência Nacional Sobre Modelagem Matemática Na Educação Matemática, 2019, Belo Horizonte. *Anais...* 15 p.