

Edição Especial

X Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática
Universidade Estadual do Norte do Paraná – Cornélio Procópio (PR), 2024

**VIVÊNCIAS DE PROFESSORES EM MODELAGEM
MATEMÁTICA: ESCOLHA DE TEMAS E PROBLEMAS EM
FOCO**

*TEACHERS' EXPERIENCES IN MATHEMATICAL MODELING: FOCUS ON THE
CHOICE OF THEMES AND PROBLEMS*

Élida Maiara Velozo de Castro¹
Mariana Machado²

Resumo

Considerando a orientação teórica de que, em atividades de modelagem matemática, o problema pode ser proposto pelo professor, este estudo tem como objetivo analisar as vivências de professores em formação inicial no processo de proposição de temas e problemas. A pesquisa foi realizada com três estudantes de um curso de Licenciatura em Matemática, participantes de um projeto de extensão voltado ao desenvolvimento de atividades de modelagem na Educação Básica. Adotando uma abordagem qualitativa, os dados foram obtidos por meio de relatos, descrições e produções dos participantes durante o planejamento das atividades. A análise buscou identificar aspectos relacionados às motivações, dificuldades e expectativas manifestadas na escolha do tema e do problema. Os resultados indicam que as propostas surgiram a partir de diferentes fontes: uma experiência prévia com modelagem, um problema escolar vivenciado e um exemplo da literatura. Em comum, os professores buscaram idealizar e desenvolver atividades com potencial para promover interação e experiência prática dos envolvidos.

Palavras-chave: Escolha do tema; Vivências; Formação Inicial.

¹ Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco.

² Licenciada em Matemática - Secretaria Estadual de Educação do Estado do Paraná - SEED/PR.



Abstract

Considering the theoretical orientation that, in mathematical modeling activities, the problem can be proposed by the teacher, this study aims to analyze the experiences of pre-service teachers in the process of proposing themes and problems. The research was conducted with three students from a Mathematics undergraduate course, participants in an extension project focused on the development of modeling activities in Basic Education. Adopting a qualitative approach, the data were obtained through reports, descriptions and productions of the participants during the planning of the activities. The analysis sought to identify aspects related to the motivations, difficulties and expectations expressed in the choice of the theme and the problem. The results indicate that the proposals emerged from different sources: a previous experience with modeling, a school problem experienced and an example from the literature. In common, the teachers sought to idealize and develop activities with the potential to promote interaction and practical experience of those involved.

Keywords: Choice of theme; Experiences; Initial training.

Introdução

A modelagem matemática, de modo geral, pode ser compreendida como um processo de aplicação da matemática na e para a resolução de um problema ou situação do mundo real, com o propósito de compreendê-lo ou explicá-lo (Niss *et al.*, 2007). Nessa perspectiva, sua essência está na relação estabelecida entre a matemática e o mundo real, uma vez que envolve fomentar a compreensão e a interpretação de situações da realidade, que nem sempre são matemáticas em sua origem, utilizando o rigor, a lógica e a organização própria da matemática para oferecer uma visão detalhada e sistemática de problemas concretos (Stillman *et al.*, 2024).

No contexto da sala de aula, esse tipo de atividade exige que os professores aprendam e estejam preparados para planejar e implementar aulas baseadas em modelagem matemática (Dalto; Borssoi; Silva, 2024). Nessa direção, Borromeo Ferri (2018) destaca que um dos princípios fundamentais para esse planejamento e implementação é a escolha de um tema da realidade e de um problema de modelagem que sejam adequados e estimulantes para os alunos. Para isso, os professores precisam ter construído conhecimentos teóricos e vivenciado experiências práticas ao longo de sua formação, seja ela inicial ou continuada.

Especificamente quanto às diferentes formas de proposição de temas e problemas, diversos estudos convergem ao apontar a relevância do papel do professor nesse processo e o impacto dessa atuação nos processos de modelagem

dos alunos. Ademais, essa proposição pode variar conforme a área de interesse e o tipo de aplicabilidade desejada.

Nesse contexto, torna-se relevante considerar que a proposição de temas e problemas em atividades de modelagem não é um ato isolado ou meramente técnico, mas sim um processo profundamente influenciado pelas experiências, conhecimentos prévios e percepções dos professores. Essas escolhas refletem a maneira como os professores articulam teoria e prática, compreendem a realidade e reconhecem possibilidades pedagógicas no contexto da sala de aula. Desse modo, analisar esse processo implica considerar as vivências dos professores como elemento central, pois são elas que contribuem para a construção de significados sobre o ensinar e aprender matemática por meio da modelagem.

À luz desse entendimento, neste artigo temos como objetivo analisar as vivências de professores em formação inicial, com foco específico no processo de proposição de temas e problemas em atividades de modelagem matemática. Ao examinar esse momento do planejamento, buscamos compreender como tais vivências influenciam as decisões em relação à modelagem, à matemática e à prática de sala de aula.

Atividade de modelagem matemática em sala de aula

O crescente interesse em modelagem matemática, observado tanto em pesquisas da área de Educação Matemática quanto em currículos e recomendações nacionais e internacionais, relaciona-se à possibilidade de utilizar a matemática para resolver problemas do mundo real, potencializando e ressignificando a aprendizagem matemática.

Uma atividade de modelagem matemática pode ser descrita como um processo de transição entre uma situação do mundo real e a matemática, e novamente da matemática para o mundo real (Borromeo Ferri, 2018; Almeida; Silva; Vertuan, 2013). Nesse sentido, as fases de uma atividade de modelagem constituem uma ferramenta útil para compreender como os alunos desenvolvem a atividade e para orientar intervenções adequadas do professor. Almeida, Castro e Silva (2021) propõem quatro fases, sendo elas: interação, matematização, resolução e interpretação de resultados e validação.

Na fase de interação acontece a escolha do tema e a busca por informações a seu respeito. Na matematização, as informações e ao problema associa-se uma linguagem matemática. Assim, define-se variáveis, faz-se simplificações e define-se hipóteses para escrever matematicamente o problema. Aspectos da fase de matematização conduzem os envolvidos à construção de um modelo matemático capaz de descrever a situação e que possibilite responder ao problema definido. A fase de busca da solução por meio do modelo é denominada resolução. Por fim, é preciso interpretar a resposta obtida e avaliar se é adequada, tanto do ponto de vista da situação quanto da Matemática utilizada. Sendo esta fase chamada de interpretação de resultados e validação. (Almeida; Castro; Silva, 2021, p. 385).

Na fase de interação está a essência da modelagem matemática, pois envolve a escolha de um tema da realidade, que pode variar de acordo com o interesse, a necessidade e/ou a aplicabilidade desejada. Trata-se da definição de um tema ou de uma situação-problema realista capaz de gerar um problema significativo para os envolvidos, considerando sua relevância tanto para o contexto imediato quanto para a sociedade. Esse tema pode ser proposto pelo professor, pelos alunos ou resultar de uma construção conjunta, promovendo um ambiente colaborativo e engajado na construção do conhecimento (Dalto; Borssoi; Silva, 2024; Castro, 2017).

Para orientar a implementação de atividades de modelagem em sala de aula, especialmente no que se refere à participação de professores e alunos no processo, Barbosa (2001) propõe três Casos. No Caso 1, o professor apresenta o tema e todas as informações necessárias para que os alunos iniciem a modelagem, sem que precisem buscar dados adicionais. No Caso 2, o professor sugere o tema, mas não oferece informações complementares, exigindo que os alunos realizem a busca pelas informações relevantes. Já no Caso 3, a partir de temas diversos, inclusive não matemáticos, são os próprios alunos que formulam e resolvem problemas, buscando simplificar a situação investigada.

Nessa mesma direção, Almeida, Silva e Vertuan (2013) apresentam três momentos de familiarização voltados à implementação gradual da modelagem matemática em sala de aula. No primeiro momento, o professor apresenta o tema ou a situação-problema juntamente com os dados e informações necessárias, orientando os grupos de alunos na interpretação desses dados, na tradução da linguagem natural para a matemática e na obtenção e validação de um modelo matemático. No segundo momento, embora o tema ainda seja sugerido pelo professor, cabe aos alunos complementar as informações, formular o problema, definir variáveis, obter e validar

o modelo, evidenciando maior autonomia nos procedimentos adotados. Essa independência investigativa torna-se ainda mais expressiva no terceiro momento, quando os alunos assumem integralmente o desenvolvimento da atividade, desde a escolha do tema até a solução do problema definido (Almeida; Silva; Vertuan, 2013).

Essas abordagens permitem que alunos e professores se familiarizem de forma assistida com a metodologia da modelagem matemática, avançando gradualmente para maior autonomia na escolha e no desenvolvimento de temas e modelos. Assim, compreendemos que, tanto na pesquisa quanto na prática, podem emergir diferentes formas de proposição de temas e problemas. No presente estudo, interessa-nos particularmente analisar as vivências do professor ao planejar atividades nas quais o tema e o problema são sugeridos por ele próprio, caracterizando um primeiro momento de familiarização, conforme Almeida, Silva e Vertuan (2013), e um primeiro caso de aplicação, conforme Barbosa (2001). Nesse contexto, é importante aprofundar a discussão sobre o papel do professor na formulação de problemas para atividades de modelagem. Para Barbosa (2006), a escolha e a formulação do problema constituem um momento crítico, pois é a partir delas que se define o espaço de investigação e se organiza o percurso didático. O autor destaca que a natureza do problema influencia diretamente na qualidade da modelagem, podendo tanto favorecer quanto limitar as possibilidades de análise e reflexão matemática por parte dos alunos.

Blum e Leiss (2007) também tratam da importância da formulação de problemas ao propor o Modelo de Competência de Modelagem, que considera a compreensão da situação e a construção do modelo como etapas centrais do processo. Para os autores, a forma como o problema é apresentado influencia a motivação dos alunos e sua capacidade de transitar entre o mundo real e o mundo matemático. Assim, a clareza, a abertura e a autenticidade do problema são fatores que contribuem para a eficácia da atividade de modelagem.

Galbraith *et al.* (2010), ao discutirem diferentes estilos de implementação da modelagem, indicam que a origem e a estrutura do problema afetam diretamente o papel do professor e dos alunos na atividade. Eles chamam atenção para a importância de que o problema seja realista e desafie os estudantes a buscar informações, formular hipóteses e validar suas soluções. De forma semelhante, Veronez, Castro e Martins (2018) enfatizam que a definição do problema deve

considerar tanto o contexto dos alunos quanto os objetivos pedagógicos da atividade, permitindo articular conteúdos matemáticos com situações significativas.

Dessa forma, ao discutir a proposição de problemas, reconhecemos que ela envolve escolhas teóricas, didáticas e práticas, e que o professor exerce papel central na mediação entre o mundo real e o mundo matemático, especialmente nas fases iniciais de familiarização dos alunos com a modelagem.

Encaminhamentos metodológicos do estudo

Com o objetivo principal de propósito promover dias de modelagem em escolas da Educação Básica, foi desenvolvido um projeto de extensão denominado “Modelagem Matemática para o ensino de Matemática”. A equipe responsável era composta por uma professora coordenadora e três alunos do curso de Licenciatura em Matemática de uma universidade pública do Paraná, referidos neste estudo como professores em formação inicial. A primeira participante (PF1) estava matriculada no 8º período da licenciatura, enquanto os outros dois (PF2 e PF3) cursavam o 6º período.

Entre as ações previstas no projeto, incluíam-se momentos de preparação dos professores em formação inicial por meio de estudos teóricos sobre aplicações da modelagem matemática nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Além disso, os próprios professores em formação inicial desenvolveram atividades de modelagem e realizaram reflexões acerca do ensino de matemática por meio dessa abordagem, bem como planejaram atividades destinadas aos estudantes da Educação Básica. Esse planejamento tinha como foco a elaboração de propostas de atividades relevantes e significativas para os participantes.

Neste estudo, cujo propósito é compreender as vivências de professores em formação inicial no processo de definição de temas e problemas para atividades de modelagem matemática, consideramos especialmente o momento de planejamento, realizado após a etapa de estudos teóricos e de análise de aplicações práticas, com vistas à posterior intervenção em sala de aula.

Para atender o objetivo proposto, adotamos a pesquisa qualitativa como abordagem metodológica. Conforme descreve Garnica (1997), esse tipo de pesquisa toma o ambiente natural como fonte primária de dados, reconhece o pesquisador como seu principal instrumento e produz informações predominantemente descritivas.

A atenção volta-se ao processo, mais do que ao produto final, e a análise tende a seguir um caminho indutivo, fundamentada nas interpretações construídas pelo pesquisador. Para a análise dos dados, entendemos assim como Teixeira (2003) que ela é:

(...) o processo de formação de sentido além dos dados, e esta formação se dá consolidando, limitando e interpretando o que as pessoas disseram e o que o pesquisador viu e leu, isto é, o processo de formação de significado. A análise dos dados é um processo complexo que envolve retrocessos entre dados pouco concretos e conceitos abstratos, entre raciocínio indutivo e dedutivo, entre descrição e interpretação. Estes significados ou entendimentos constituem a constatação de um estudo (Teixeira, 2003, p. 191-192).

Nesse sentido, neste estudo realizamos a análise buscando dialogar com essa concepção interpretativa, na medida em que pretendemos construir significados a partir das experiências e produções dos sujeitos envolvidos. A compreensão dos dados não se limita a uma descrição superficial, mas busca captar as nuances do processo formativo dos professores em suas escolhas e reflexões. Assim, os registros, relatos e materiais produzidos durante o planejamento das atividades constituem a base sobre a qual construímos a interpretação dos sentidos atribuídos pelos professores em formação inicial ao tema e problema propostos, permitindo evidenciar como suas vivências influenciaram na definição dos temas e na condução das atividades de modelagem matemática.

Os dados que subsidiam nossas análises são resultantes de relatos, descrições, registros e produções dos professores em formação durante o planejamento de três atividades, focalizando vivências dos professores na escolha do tema e do problema que rege cada atividade. Cada tema específico foi proposto por um dos professores em formação, isto é, o tema “Jardim” foi proposto por PF1, o tema “estacionamento” foi proposto por PF2 e o tema “cabelo” foi proposto por PF3, entretanto, todos se envolveram no desenvolvimento das três atividades.

Apresentação das atividades e discussão dos resultados

Atividade Plantio de Flores na Escola

A escolha do tema “Plantio de Flores na Escola” e do problema “Sabendo que no espaço entre a quadra e o refeitório da escola há um espaço no qual poderia ser construído um jardim, qual seria o formato de canteiro mais adequado? E quantas flores poderiam ser plantadas nesse canteiro?” foi inspirada em uma atividade anteriormente realizada por PF1 na disciplina de Tendências em Educação Matemática, que aborda a modelagem matemática como metodologia de ensino. É importante destacar que PF1 foi a única integrante da equipe que já havia cursado essa disciplina e, portanto, a única que tinha vivenciado o desenvolvimento de uma atividade de modelagem nesse contexto específico.

Na experiência vivida na disciplina, o grupo de PF1 investigou o problema *“Determinar quantas flores cabem nos canteiros da entrada do Parque Alvorecer, ponto turístico de Pato Branco – PR”*. Para resolver a questão, utilizaram medições obtidas via Google Maps, visto que não era possível realizar medições presenciais. A resolução envolveu o uso de conceitos como cálculo de áreas, geometria, conversão de unidades e densidade de plantio.

Por considerar essa vivência relevante tanto pela matemática envolvida quanto pela forte conexão com um contexto real, além da contribuição para a compreensão da modelagem matemática como metodologia, PF1 propôs adaptar essa atividade, criando uma versão semelhante, porém vinculada ao ambiente escolar.

Com esse propósito, PF1 buscou aproveitar sua experiência anterior e, ao mesmo tempo, proporcionar aos alunos uma aproximação direta com o tema e o problema. Assim, elaborou uma adaptação para ser desenvolvida pelos estudantes. O primeiro passo consistiu em analisar os espaços da escola para identificar um local adequado à criação de um jardim. Como PF2 atua nessa escola, ela forneceu informações sobre a estrutura física da instituição, o que permitiu, em conjunto com PF1, identificar um terreno localizado nos fundos da escola, um espaço aberto e atualmente sem edificações, como local potencial para o desenvolvimento da atividade.

Para PF1, essa escolha permitiria aos alunos estabelecerem contato direto com o objeto de estudo e realizar a coleta de dados in loco, visto que o problema exige medições específicas da área. Conforme relata “os critérios principais para a escolha do tema e problema incluíram a relevância para o cotidiano dos alunos e a possibilidade de aplicar diversos conceitos matemáticos de forma prática e visual, como área, perímetro e simetria”, ou seja, dessa forma, os estudantes teriam a oportunidade de vivenciar a aplicação da matemática em uma situação real.

A partir da definição do tema e do problema, a equipe passou então à resolução da atividade, ilustrada na Figura 1. Como PF1 já tinha familiaridade com a modelagem matemática e havia desenvolvido anteriormente uma atividade semelhante, não encontrou dificuldades significativas para adaptar ou elaborar o tema e o problema. O trecho do relato de PF1 ilustra esse fato “A escolha desse tema baseou-se em uma experiência anterior que tive em uma disciplina da universidade. Nesse contexto, trabalhei com um tema semelhante, que serviu como inspiração e ponto de partida, sendo adaptado para melhor atender ao perfil e às necessidades dos alunos envolvidos”. A Figura 1 apresenta a síntese da atividade proposta por PF1.

Figura 1: Atividade com o tema Plantio de Flores na Escola

Plantio de Flores na Escola

Situação Inicial: Considerando que a escola possui um amplo espaço não ocupado, a possibilidade de cultivar um jardim pode oportunizar o embelezamento do local, bem como a socialização e a sensibilidade em relação ao meio ambiente.

Problema: Sabendo entre a quadra e o refeitório da escola há um espaço no qual poderia ser construído um jardim, qual seria o formato de canteiro mais adequado?

Informações: Espécie de flor: Primula, escolhida por ser comum para canteiros, disponível em diversas cores e resistente ao ar livre;

Distância de plantio ideal entre as flores: 10 cm (0,1 m)

Simplificações:

- Desconsiderar fatores como tipo de solo, condições climáticas e variações de espaço que não sejam perfeitamente retangulares ou quadrados.
- Assumir que toda a área do canteiro pode ser utilizada para o plantio de flores, sem espaço desperdiçado.



Hipóteses:

- Formato dos canteiros: Quadrado ou retangular, pois esses formatos são mais fáceis de organizar e manter.
- Quantidade de flores: Determinada pela distância necessária entre as flores para crescerem saudáveis.

Matematização

Variáveis:

$$\begin{aligned} \text{Distância entre as flores: } d &= 0,1 \text{ m} \\ \text{Área de retângulo } \Rightarrow A &= b \cdot h \\ \text{Quantidade de flores} &= q \end{aligned}$$

Resolução (possível):

$$\begin{aligned} \text{Dimensões do canteiro: } 4\text{m} \times 5\text{m} &= 20\text{m}^2 \\ \text{Área ocupada por cada flor:} \\ 10\text{cm} \times 10\text{cm} &= 100\text{cm}^2 = 0,01\text{m}^2 \\ \text{Número de flores por metro quadrado:} \\ 1\text{m}^2/0,01\text{m}^2 &= 100 \text{ flores/m}^2 \\ \text{Número total de flores no canteiro de } 20\text{m}^2: \\ 20\text{m}^2 \times 100 \text{ flores/m}^2 &= 2000 \text{ flores} \end{aligned}$$

Modelo Matemático:

$$q = \frac{A}{100}, \text{ em que } A \text{ é em m}^2$$

Interpretação de resultados e Validação:

O formato retangular escolhido maximiza a área disponível para o plantio das flores e permite que todas as flores tenham o espaço necessário para crescerem de forma saudável. A escolha da Primula é apropriada para as condições descritas e a densidade de plantio calculada é realista e prática. O modelo matemático serve para primula.

Fonte: elaborado pelos autores

Além disso, ao definir o tema e o problema, PF1 pressupõe que os alunos se envolvam com a proposta, vivenciem uma experiência prazerosa e mobilizem, construam e compartilhem conhecimentos de modo a “*permitir que os alunos enxerguem a matemática aplicada em contextos reais e proporcionar uma experiência mais prática e menos abstrata*”.

A escolha de um tema inspirado em uma experiência anterior vivida pela professora em formação PF1 evidencia o papel das vivências formativas no processo de planejamento didático. Como destaca Borromeo Ferri (2018), o conhecimento prático construído durante a formação inicial é decisivo para a elaboração de propostas de modelagem que façam sentido para quem aprende. Nesse caso, a familiaridade com a atividade anterior permitiu à professora em formação adaptar o problema de maneira contextualizada e potencialmente atraente para os alunos. Esse aspecto é enfatizado por Blum e Leiss (2007), que apontam que a modelagem se torna mais eficaz quando o problema apresenta autenticidade, entendida como a relação concreta e reconhecível com situações do cotidiano dos estudantes, e proximidade com a realidade, o que amplia o engajamento e a motivação na resolução das tarefas.

Entretanto, ao optar por um problema já vivenciado, há também o risco de limitar o potencial criativo e investigativo dos alunos, caso a proposta não seja suficientemente aberta ou permita múltiplos encaminhamentos, como destaca Barbosa (2006). A intencionalidade pedagógica de promover a coleta de dados reais pelos alunos aponta para um problema com bom potencial de abertura, permitindo validação prática e mobilização de conhecimentos matemáticos relevantes. A escolha se alinha, portanto, ao primeiro momento de familiarização descrito por Almeida, Silva e Vertuan (2013), no qual o professor propõe o tema e os dados são coletados com apoio dos alunos, favorecendo a construção de significados matemáticos a partir da realidade.

Atividade Pavimentação no Estacionamento da Escola

PF2 atua como professora na escola onde ocorrerá a intervenção do projeto de extensão e, segundo relata, a escolha do tema “*Pavimentação do Estacionamento da Escola*” para a atividade de modelagem matemática surgiu, em primeiro lugar, da percepção de um problema recorrente vivenciado pela instituição. A pavimentação atual tem gerado transtornos no cotidiano escolar, especialmente nos dias de chuva,

quando a lama dificulta a limpeza do espaço e compromete a circulação de veículos. Além disso, por ser esse o local onde as atividades de modelagem seriam desenvolvidas, PF2 considerou oportuno selecionar um tema que permitisse aos alunos aplicarem conceitos matemáticos a uma situação real e próxima de sua realidade.

De maneira geral, a definição do tema esteve estreitamente vinculada à formulação do problema. A constatação de que a pavimentação do estacionamento vinha sendo motivo de discussões entre os membros da comunidade escolar abriu espaço para sua exploração em uma atividade de modelagem. O estacionamento é atualmente recoberto por pedra brita, material resistente, mas que, em períodos de chuva, ocasiona problemas de drenagem e formação de lama. Diante desse cenário, PF2 formulou o seguinte problema: “Qual seria o melhor material e a quantidade necessária para refazer o pavimento desse estacionamento escolar?”, buscando orientar os alunos à investigação do material mais adequado e economicamente viável.

Durante o planejamento da atividade, PF2 enfrentou algumas dificuldades, entre elas a própria elaboração do enunciado do problema. Por se tratar de uma atividade de modelagem matemática, o problema precisava ser aberto, não devia fornecer dados antecipadamente e tampouco poderia sugerir conteúdos matemáticos específicos. Em sua primeira tentativa, PF2 estruturou o problema em perguntas como: “Qual será a área que precisa ser reformada?”, “Qual seria o melhor material para refazer o piso?” e “Qual seria a quantidade necessária para a reforma?”. Após dialogar com a professora coordenadora e aprofundar seus estudos sobre formulação de problemas em modelagem, ela chegou à versão final do enunciado. Essa etapa inicial de compreender o que caracteriza um problema de modelagem e como formulá-lo mostrou-se desafiadora.

Outro aspecto que gerou inquietações foi o fato de que o tema e o problema precisavam ser definidos antes mesmo de se saber com qual nível de ensino a atividade seria desenvolvida. PF2 sentiu insegurança quanto aos possíveis caminhos que os estudantes poderiam seguir ao buscar uma solução. Assim, delineou antecipadamente alguns procedimentos matemáticos que poderiam ser mobilizados, tais como: visita ao estacionamento para realizar medições, considerando que o espaço não apresenta um formato geométrico regular e que contém áreas com árvores; organização das medidas coletadas; cálculo da área a ser pavimentada;

escolha do material mais adequado; verificação de preço, resistência e durabilidade dos materiais; e, por fim, estimativas sobre quantidade necessária e custos envolvidos. A Figura 2 apresenta a atividade planejada a partir do tema e do problema definidos.

Figura 2: Atividade com o tema Pavimentação do Estacionamento da Escola

Pavimentação no Estacionamento da Escola

Situação Inicial: O Colégio Estadual Cívico Militar Rui Barbosa conta com um espaço de 3600 m², distribuídos em salas de aula, administrativo, sala dos professores, biblioteca, quadra, estacionamento, pátio, banheiros, refeitório e cozinha. O estacionamento da instituição está localizado em uma das entradas, usado por professores, funcionários, carga e descarga para fornecedores, e serviços de manutenção. Cujos pavimentos são de pedra brita e piso cerâmico. Apesar da resistência e durabilidade, a pedra brita, nos dias de chuva, pode formar lama, comprometendo a manutenção de limpeza e a entrada e saída de veículos.

Problema: Qual seria o melhor material e a quantidade necessária para refazer o pavimento do estacionamento escolar?"

Informações:
Concreto (0,20 m de espessura):
 R\$ 300,00 m³
Paver (10 cm X 20 cm):
 R\$ 5,00 (Unitário)

Simplificações:
 - Desconsiderar as árvores presentes no estacionamento;
 - Assumir a área total do pavimento de pedra brita árvores e flores.
 - Considerar apenas paver e concreto para o pavimento

Hipóteses:
 - Será considerado o terreno plano, sem interfaces.
 - Melhor será aquele que o custo for menor.
 - Ambos materiais terão mesma resistência e durabilidade.

Matematização

Variáveis:
 - Área total do estacionamento = A_t (em m²)
 - Volume do pavimento de concreto = V (em m³)
 - Quantidade de paver necessária = Q_p (em unidades)

Resolução:

Área retângulo 1
 $R1 = 3,21 \cdot 5,31 = 17,04 \text{ m}^2$
 Área retângulo 2
 $R2 = 6,22 \cdot 7,42 = 46,15 \text{ m}^2$
 Área retângulo 3
 $R3 = 9,48 \cdot 13,17 = 124,85 \text{ m}^2$
 Área total
 $A_t = 17,04 + 46,15 + 124,85 = 188,04 \text{ m}^2$

Volume pavimento de concreto
 $V = A_t \cdot 0,2 = 188,04 \cdot 0,2 = 37,608 \text{ m}^3$

Preço do pavimento de concreto
 $P_c = 37,608 \cdot 300 = R\$11.282,40$

Quantidade de paver para o pavimento
 $Q_p = \frac{A_t}{A_p} = \frac{188,04}{0,02} = 9402 \text{ pavers}$

Preço do pavimento em paver
 $P_p = 9402 \cdot 5 = R\$47.010,00$

Interpretação de resultados e Validação:
 Se considerarmos que ambos materiais têm mesma resistência e durabilidade, o preço é o fator decisivo para a escolha do pavimento do estacionamento.
 Logo, o material que seria mais em conta é o pavimento de concreto.

Fonte: elaborado pelos autores

Por meio dessa proposta, que articula realidade e prática, PF2 manifesta a intenção de incentivar os alunos a adotarem uma postura mais ativa diante de desafios presentes em seu ambiente escolar e cotidiano. Além disso, espera que, ao trabalhar diretamente com a situação problematizada, os estudantes possam coletar informações no local, mobilizar ou construir conhecimentos pertinentes para responder ao problema, tomar decisões fundamentadas sobre o material mais adequado e analisar criticamente aspectos relacionados ao custo-benefício de uma nova pavimentação. Espera, ainda, que reconheçam a matemática como ferramenta útil para interpretar e resolver situações do dia a dia.

A escolha do tema por PF2, baseada em uma demanda concreta da escola, reflete um alinhamento com o que Barbosa (2006) classifica como situações-problema autênticas, que emergem da realidade vivida pelos alunos e professores. Essa opção confere relevância social à atividade, promovendo maior engajamento e sentido à aprendizagem da matemática. Além disso, a experiência direta da professora com o

ambiente escolar viabilizou a identificação de um problema significativo, conforme recomendam Galbraith *et al.* (2010), ao destacarem que o envolvimento do professor com o contexto contribui para a construção de propostas mais realistas e desafiadoras.

Por outro lado, a dificuldade inicial enfrentada por PF2 na elaboração do problema revela uma lacuna comum na formação inicial: a compreensão do que caracteriza um problema de modelagem. Fica evidente quando PF2 relata que precisou reformular o problema inicial “*por se tratar de um problema mais fechado, pois trazia informações a mais para a atividade, então foi reformulado, até chegar na atividade que foi aplicada aos alunos do colégio*”. Barbosa (2001) alerta para a importância da abertura e da ausência de sugestões de procedimentos ou conteúdos na formulação do problema, de modo a preservar a autonomia investigativa dos alunos. A revisão do enunciado, orientada pela professora coordenadora e por leituras teóricas, evidencia um processo formativo importante: o desenvolvimento da sensibilidade didática para elaborar problemas que sejam matematicamente ricos, mas não direcionadores.

A ausência de definição do nível escolar dos alunos também trouxe inseguranças, revelando o quanto o planejamento da modelagem está interligado ao conhecimento didático do conteúdo e do público-alvo. Isso fica evidente no relato de PF2 quando questionada sobre “Quais desafios você encontrou durante todo o processo?”, a resposta foi a “*diversidade de níveis de conhecimento, em uma mesma sala de aula, possuíam alunos que sabiam conceitos matemáticos que contribuíram para a resolução dos problemas, enquanto outros não tinham noção do que fazer, tão pouco conheciam os conceitos matemáticos*”. Ainda assim, a proposta planejada por PF2 se alinha ao segundo momento de familiarização proposto por Almeida, Silva e Vertuan (2013), uma vez que os alunos seriam responsáveis por coletar dados, realizar medições e tomar decisões em um contexto real. A atividade, portanto, potencializa a articulação entre conhecimento matemático, senso crítico e cidadania, pilares fundamentais na modelagem de cunho educacional.

Atividade Crescimento do Cabelo

O argumento de PF3 para a escolha do tema “Crescimento do cabelo”, se sustenta no fato de que durante estudos teóricos sobre modelagem matemática o

professor em formação inicial identificou uma atividade de modelagem que o tema problematizado era sobre o recorde mundial da maior unha do mundo (TORTOLA, 2016). Ou seja, foi a partir do estudo teórico que, ao despertar maior curiosidade, levou PF3 a realizar buscas sobre recordes curiosos e inusitados. Tal busca resultou na notícia do recorde do cabelo mais comprido do mundo, pertencente a uma mulher indiana que não o cortava a mais de 30 anos, que por consequência desencadeou a proposta do tema.

Para PF3, por se tratar do “*recorde mundial do maior cabelo já registrado, pode ser algo que chame a atenção da turma*”. Além de considerar o tema curioso, PF3 pressupõe que pode despertar o interesse dos alunos por se tratar de algo incomum, mas que ao mesmo tempo se associa à uma situação real, tendo em vista que todo cabelo cresce.

A partir do tema, o problema definido foi “Qual o comprimento do cabelo de diferentes pessoas e em diferentes condições de corte, ao longo do tempo?”. Outra vez o estudo teórico contribuiu para que PF3 definisse o problema, dado que o problema enunciado na atividade do crescimento das unhas serviu como base para a adaptação de um problema sobre o crescimento do cabelo, que foi o tema indicado por PF3.

A partir da definição do tema “Crescimento do cabelo” e do problema “Qual o comprimento do cabelo de diferentes pessoas e em diferentes condições de corte, ao longo do tempo?”, definidos por PF3, traçou-se uma possível resolução, conforme ilustra a Figura 3.

Ainda que o tema tenha sido inspirado em uma atividade anterior presente na literatura, segundo PF3 “*que era relacionado com o crescimento de unha, sendo adaptado*”. Ainda, PF3 destaca que um impasse na definição do tema remete ao esforço por abordar algo que contemplasse características de uma atividade de modelagem matemática, da realidade e da matemática, e, ao mesmo tempo, seja potencialmente atrativo aos alunos, conforme evidencia o relato “*Precisaria ser algo que visasse o engajamento da turma, mas que também fosse real e envolvesse matemática, simplificações...*”.

Destarte, com a pretensão de que o tema promova o envolvimento dos alunos na resolução da atividade, seja pela natureza real do problema ou pelo caráter intrigante que o tema pode representar, PF3 sinaliza que para resolver o problema, os alunos poderão recorrer a uma investigação prática, diretamente nos próprios cabelos.

Logo, PF3 espera que os alunos percebam a matemática em uma situação que eles possam atribuir um significado real aos conceitos utilizados, bem como apresentem a percepção de que a resolução pode tomar encaminhamentos distintos a depender do cabelo assumido como base para a resolução.

Figura 3: Atividade com o tema Crescimento do Cabelo

Crescimento do Cabelo

Situação Inicial: Smita Srivastava, que entrou para o Guinness World Records com seus longuíssimos fios, revelou que leva até três horas para lavar, secar, desembaraçar e arrumar suas madeixas; conheça sua história. A indiana Smita Srivastava, de 46 anos, conseguiu o título mundial de cabelo mais comprido em uma pessoa viva. Ao todo, suas madeixas chegam a 236,22 centímetros (ou 2,362 metros). Em sua vida cortou o cabelo apenas uma vez tirando aproximadamente 30 cm.

Problema: Qual o comprimento do cabelo de diferentes pessoas e em diferentes condições de corte, ao longo do tempo?

Informações: Caso não seja cortado cabelo humano cresce, em média 0,375 cm por semana.

Simplificação: Serão desconsiderados fatores genéticos, espessura do cabelo e danos externos que influenciam no crescimento.



<https://revistagalileu.globo.com/sociedade/curiosidade/noticia/2023/11/indiana-bate-recorde-de-cabelo-mais-longo-do-mundo-veja-o-comprimento.ghtml>

Hipóteses:

- Suponha que as pessoas cortem o cabelo (ou não) em períodos de tempo distintos.
- A frequência do corte será sempre a mesma (mensal ou média mensal).
- A medida inicial do cabelo será no mesmo lugar para todos.

Matematização

Variáveis:

Tempo inicial considerado: 1 ano
 A corta 1 cm por mês
 B não corta o cabelo durante 1 ano
 $C(x) =$ comprimento do cabelo ao final de um período
 $x =$ comprimento inicial do cabelo
 $n =$ período de tempo considerado
 $c =$ comprimento do corte realizado no período de tempo considerado

Resolução

Comprimento do cabelo do aluno A

Com aluno A, tendo um tamanho de cabelo de 45,7 cm, portanto sua taxa de crescimento ficando;

$$C(A) = (45,7 + (18 \cdot 12)) = 51,7 \text{ cm}$$

Comprimento do cabelo do aluno B

Com aluno B, tendo um tamanho de cabelo de 9,1 cm, portanto sua taxa de crescimento ficando;

$$C(B) = (9,1 + (18 \cdot 0)) = 27,1 \text{ cm}$$

Modelo Matemático

$$C(x) = x + 1,5 \cdot n - c \cdot n \text{ ou } C(x) = x + (1,5 - c) \cdot n$$

Interpretação de resultados e Validação:

O modelo matemático é válido para as simplificações e hipóteses assumidas. Entretanto, conforme apontam alguns estudos, o cabelo de algumas pessoas pode crescer mais ou menos rápido que de outras. A partir dos cálculos, é possível afirmar que em média, o cabelo de uma pessoa cresce 18 cm por ano, caso não passe pelo processo de corte.

Fonte: elaborado pelos autores

A proposta de PF3 destaca-se por buscar inspiração em um exemplo curioso da literatura e por explorar um tema incomum, o que vai ao encontro das recomendações de Blum e Leiss (2007), que enfatizam a importância de problemas que despertem interesse e curiosidade nos alunos. O uso de situações inusitadas, mas relacionadas à realidade (como o crescimento de cabelo), favorece a construção de significados e amplia a conexão entre o conteúdo matemático e o cotidiano, aspecto valorizado por Borromeo Ferri (2018).

No entanto, a escolha do tema também revela um desafio recorrente na formação docente: a tentativa de conciliar aspectos matemáticos, realistas e atrativos no mesmo problema. Como destaca Barbosa (2006), há uma tensão natural entre manter a autenticidade do problema e garantir que ele seja matematicamente tratável e aberto. Ao afirmar, por exemplo, que era preciso “*tentar imaginar como os alunos resolveriam as atividades, posteriormente tentava resolver de outras formas e pensando em outras simplificações, outros dados...*”, PF3 demonstra consciência

dessa tensão ao expressar preocupação em manter características da modelagem, como a possibilidade de múltiplos encaminhamentos e a coleta de dados empíricos.

A atividade proposta se insere no que Almeida, Silva e Vertuan (2013) consideram o segundo momento de familiarização, pois embora o tema tenha sido definido pelo professor, os alunos seriam incentivados a investigar, estimar e simular diferentes condições, tornando o processo investigativo mais autônomo. Assim, a escolha de PF3 valoriza tanto o envolvimento afetivo dos alunos com o tema quanto o desenvolvimento de competências matemáticas aplicadas à realidade, objetivo central da modelagem matemática na educação.

Um panorama da vivência de cada professor na escolha do tema e do problema

Da apresentação das atividades desenvolvidas pelos três professores em formação inicial, quando abordam a questão da definição de cada tema e problema são evidenciadas vivências relativas à motivação para a escolha do tema e do problema, os desafios ou dificuldades emergentes na escolha do tema e do problema e as expectativas com a definição de cada tema e problema. Indicativos dessas vivências são dispostos, na forma de síntese, no Quadro 1.

Quadro 1: Vivências dos professores em formação inicial na escolha do tema e do problema de atividades de modelagem matemática

Vivências	Indicativos
Motivação para a escolha do tema e do problema	Experiência anterior com o desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática (PF1) Situação problema enfrentada pela escola na qual a atividade será realizada (PF2) Exemplo de atividade de modelagem matemática descrita na literatura (PF3)
Desafios ou dificuldades na escolha do tema e do problema	Escrever um problema em linguagem matemática e numa perspectiva da modelagem matemática (PF2) Definir um tema e planejar uma atividade de modelagem sem definir a série escolar e sem conhecer os alunos (PF2) Contemplar as características da modelagem matemática a partir de um tema que também seja atrativo aos alunos (PF3)
Expectativas com a escolha do tema e do problema	Proporcionar uma experiência prática de uma aplicação da matemática numa situação real (PF1, PF3) Oportunizar o uso da matemática para resolução de problemas cotidianos (PF2) Promover a interação, o contato direto e/ou a experiência prática com o tema e o problema proposto (PF1, PF2, PF3)

Fonte: produzido pelos autores.

Além das vivências sistematizadas no quadro acima, os relatos e registros dos participantes também revelam reflexões feitas após o planejamento das atividades. Esses momentos são significativos por evidenciarem o desenvolvimento profissional dos professores em formação e sua capacidade de análise crítica sobre as escolhas realizadas.

No caso de PF1, a elaboração da atividade permitiu revisitar e ressignificar uma experiência anterior com modelagem, agora sob a perspectiva de quem planeja para outros. Em sua avaliação a posteriori, a professora em formação indicou que o processo de adaptação do problema e a consideração das condições reais da escola ampliaram sua compreensão sobre os desafios de propor uma atividade aberta, contextualizada e viável. Essa reflexão evidencia o amadurecimento profissional e o fortalecimento do vínculo entre teoria e prática, aspecto valorizado na formação inicial docente.

Para PF2, ao concluir o planejamento da atividade, reconheceu que o processo de escrita do problema foi decisivo para compreender as particularidades da modelagem matemática enquanto metodologia. Em sua avaliação a posteriori, relatou que a superação das dificuldades iniciais – com apoio teórico e da professora coordenadora – possibilitou compreender melhor a importância da clareza e abertura do problema. Além disso, apontou que pensar em possíveis caminhos para os alunos, mesmo sem conhecê-los, exigiu ampliar sua visão sobre o papel do professor como mediador. Essa autoavaliação sugere avanços importantes na constituição da identidade docente.

Já para PF3, ficou evidente que a escolha de um tema inusitado e curioso, ainda que eficaz para engajar os alunos, exige cuidados para que a atividade mantenha as características essenciais da modelagem. A experiência de planejar uma situação que envolva coleta de dados reais e estimativas matemáticas levou o professor em formação a refletir sobre a importância de equilibrar atratividade e potencial investigativo. Essa etapa final do planejamento revelou-se produtiva para consolidar aprendizados construídos ao longo dos estudos teóricos e da elaboração da proposta.

A partir dessas descrições e interpretações, na seção a seguir apresentamos as considerações finais acerca do estudo desenvolvido.

Considerações finais

À guisa de apresentar nossas considerações, retomamos o objetivo do estudo que consiste em analisar as vivências de professores em formação inicial no processo de proposição de tema e de problema em atividades de modelagem matemática. A partir de relatos, descrições, registros e produções dos professores em formação durante e após o desenvolvimento de três atividades, evidenciou-se, com maior ênfase, vivências associadas à motivação para a escolha do tema e do problema, os desafios ou dificuldades emergentes na escolha do tema e do problema e as expectativas com a definição de cada tema e problema.

Diante da apresentação e discussão dos resultados estabelecidas, constatamos que a motivação para a escolha ou definição do tema e do problema são diferentes para PF1, PF2 e PF3, as quais foram, respectivamente, uma experiência anterior com atividade modelagem considerada bem-sucedida e significativa pela proponente; um problema enfrentado no ambiente escolar em que a atividade será desenvolvida e que a professora em formação trabalha; e um exemplo de atividade presente na literatura desencadeado por um estudo teórico realizado pelo professor em formação.

Também são diferentes as inquietações relatadas por cada professor, sendo que PF2 sinaliza a escrita do problema e a preocupação com o nível escolar dos alunos, enquanto PF3 indica dificuldade em definir um tema atrativo e que se ajuste às características da modelagem.

Em se tratando das vivências relativas às expectativas dos professores em formação quanto à sua implementação nas salas de aula, os indícios evidenciados sugerem uma proximidade no que os três esperam do desenvolvimento da atividade junto aos alunos, de modo particular, promover a interação, o contato direto e/ou a experiência prática com o tema e o problema proposto (PF1, PF2, PF3).

Uma das limitações deste estudo é o fato de olhar isoladamente para o tema e o problema sem considerar, neste momento, o desenvolvimento integral da atividade, o que poderia complementar as interpretações resultantes da investigação. Entretanto, estudos futuros podem investir em investigar os desdobramentos da definição do tema e do problema pelo professor, olhando inclusive para o desenvolvimento das atividades pelos seus alunos.

Referências

- ALMEIDA, L. M. W.; CASTRO, É. M. V.; SILVA, M. H. S. Recursos semióticos em atividades de modelagem matemática e o contexto on-line. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 2, p. 383-406, 2021.
- ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. 1^a Ed., 1^a reimpressão – São Paulo: Contexto, 2013.
- BARBOSA, J. C. Modelagem matemática: o delicado equilíbrio entre a matemática e o real. In: KLOAS, J.; BARBOSA, J. C. (Org.). **Modelagem matemática no ensino: reflexões e experiências de sala de aula**. São Paulo: Contexto, 2006. p. 11–32.
- BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. **Reunião anual da ANPED**, v. 24, n. 7, p. 1-15, 2001.
- BLUM, W.; LEISS, D. How do students and teachers deal with modelling problems? In: BLUM, W. et al. (Ed.). **Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI Study**. New York: Springer, 2007. p. 222–231.
- BORROMEO FERRI, R. **Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education**. Springer, 2018.
- CASTRO, É. M. V. **Procedimentos dos alunos associados às suas ações cognitivas em atividades de modelagem matemática**. Dissertação - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, área de concentração em Ensino e Aprendizagem de Ciências Naturais e Matemática. Guarapuava, 2017.
- DALTO, J. O.; BORSSOI, A. H.; DA SILVA, K. A. P. Teachers in Continuing Education: Planning of a Mathematical Modelling Activity. In: **Researching Mathematical Modelling Education in Disruptive Times**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. p. 235-245.
- GALBRAITH, P.; STILLMAN, G.; BROWN, J.; EDWARDS, I. **Modeling and applications in mathematics education: The 14th ICMI Study**. New York: Springer, 2010.
- GARNICA, A. V. M. Algumas notas sobre pesquisa qualitativa e fenomenologia. **Interface-comunicação, saúde, educação**, v. 1, p. 109-122, 1997.
- NISS, M., et al. Introduction. In: **Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study**. Boston, MA: Springer, 2007, p. 3–32.
- STILLMAN, G. A. et al. Interdisciplinary aspects of the teaching and learning of mathematical modelling in mathematics education including relations to the real world and STEM. In: **Proceedings of the 14th International Congress on Mathematical Education: Volume I**. 2024. p. 293-307.

TEIXEIRA, E. B. A Análise de Dados na pesquisa Científica: importância e desafios em estudos organizacionais. **Revista Desenvolvimento Em Questão**, Editora Unijuí, Ijuí, RS, ano 1, n. 2, p. 177–201, 2003.

TORTOLA, E. **Configurações de modelagem matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental.** 2016. 304 f. 2016. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática)–Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

VERONEZ, M. R.; CASTRO, É. M. V.; MARTINS, R. A. A problematização na modelagem matemática: possibilidades para o trabalho com a Educação Matemática Crítica. **Revista Zetetike**, Campinas, v. 26, e020020, 2018. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8651743>. Acesso em: 16 maio 2025.