



Edição Especial

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

REFLEXÕES ACERCA DA PROBLEMATIZAÇÃO EM PRÁTICAS COM MODELAGEM MATEMÁTICA

REFLECTIONS ON PROBLEMATIZATION IN PRACTICES INVOLVING MATHEMATICAL MODELING

Elhane de Fatima Fritsch Cararo¹
Ivan Kuelkamp Silveira²

Resumo

A Modelagem Matemática na Educação Matemática tem interessado muitos professores que ensinam Matemática, entre eles, os da Educação Básica que se deparam com ela, principalmente na pós-graduação e em cursos de formação continuada. Esse artigo decorre de discussões realizadas no âmbito do grupo de formação continuada de professores de Matemática em Modelagem Matemática no Município de Guarapuava ao refletirem sobre o desenvolvimento de uma primeira prática com Modelagem no curso Técnico de Agronegócio de uma escola do campo e interroga: *o que refletem os problemas elaborados pelos estudantes nas práticas com Modelagem Matemática?* Com um olhar fenomenológico para o desenvolvimento de atividades com Modelagem Matemática em nossa sala de aula, compreendemos que em fase inicial os estudantes precisam de maior acompanhamento do professor/orientador e até mesmo de um planejamento que os conduzam a compreensão das etapas da Modelagem, mesmo que de forma intuitiva, uma vez que, geralmente, não estão familiarizados com esse modo de proceder. Por fim, os problemas elaborados pelos estudantes revelam inquietudes e abrem possibilidades para que os estudantes aprendam para além de conteúdos escolares, revelando assim uma Modelagem Matemática para além dos procedimentos.

¹Doutora em Educação em Ciências e Educação Matemática. Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO); Universidade Estadual do Oeste (UNIOESTE) e Secretaria Estadual de Educação do Estado do Paraná (SEED).

²Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR) e Secretaria Estadual de Educação do Estado do Paraná (SEED).



X EPMEM

Encontro Paranaense de Modelagem
na Educação Matemática

Palavras-chave: Educação Matemática; Ensino da Matemática; Técnico em Agronegócio.

Abstract

Mathematical Modeling in Mathematics Education has attracted the interest of many teachers who teach Mathematics, including those in Basic Education, who encounter it primarily in postgraduate and continuing education courses. This article arises from discussions held within a continuing education group for Mathematics teachers on Mathematical Modeling in the municipality of Guarapuava, as they reflected on the development of an initial practice with Modeling in the Agribusiness Technical course at a rural school. It raises the question: what do the problems developed by students in Mathematical Modeling practices reflect? From a phenomenological perspective on the development of activities involving Mathematical Modeling in our classroom, we understand that, at an initial stage, students require closer guidance from the teacher/supervisor and even planning that leads them to understand the stages of Modeling—albeit intuitively—since they are generally unfamiliar with this approach. Finally, the problems developed by the students reveal concerns and open possibilities for them to learn beyond the school curriculum, thus revealing Mathematical Modeling that goes beyond procedures.

Keywords: Mathematical Education; Mathematics Teaching; Agribusiness Technician.

Sobre o contexto da pesquisa desenvolvida

Este artigo apresenta e analisa as discussões realizadas no âmbito do grupo de formação de professores de Matemática em Modelagem Matemática na Educação Matemática, sediado em Guarapuava, Paraná. As reflexões emergiram a partir do desenvolvimento de uma prática pedagógica com Modelagem Matemática conduzida no segundo ano de um curso técnico em Agronegócio, ofertado por uma escola do campo. A atividade foi implementada pela primeira autora, com base na perspectiva de Burak (1994), cuja proposta metodológica valoriza a *escolha do tema pelos estudantes e a coleta de dados no ambiente em que estão inseridos*, promovendo uma aprendizagem contextualizada e significativa.

Destaca-se que essa foi a *primeira experiência dos estudantes com a Modelagem Matemática*, o que confere à prática um caráter inaugural e exploratório. Até então, os estudantes — oriundos de comunidades rurais — não haviam tido contato com essa abordagem. A decisão de iniciar a prática com essa turma específica foi motivada pela *receptividade, engajamento e protagonismo* que os estudantes demonstravam nas aulas de Matemática, o que favoreceu a construção de um

planejamento pedagógico que priorizasse a autonomia e a participação ativa dos discentes.

Duas situações, em especial, despertaram a atenção dos professores-pesquisadores envolvidos. A primeira foi a *escolha do tema pelos estudantes*, que surpreendeu por não refletir, à primeira vista, os assuntos comumente discutidos em sala de aula ou na comunidade escolar. Apesar de serem jovens do interior, os temas escolhidos extrapolavam o cotidiano imediato, revelando preocupações mais amplas e, por vezes, invisibilizadas no contexto escolar. A segunda situação — e que motivou a interrogação central deste artigo — foi a *forma como os grupos formularam os problemas matemáticos*. Mesmo após orientações reiteradas da professora, os estudantes insistiam em estruturar os problemas no formato tradicional de exercícios matemáticos, vinculando-os diretamente a conteúdos específicos, como se estivessem reproduzindo o modelo escolar convencional.

Diante disso, no encontro do grupo de formação, como é de praxe, foi realizado um relato detalhado da prática desenvolvida, seguido de uma reflexão coletiva sobre os sentidos dessa experiência. A principal questão que emergiu foi: *o que refletem os problemas elaborados pelos estudantes nas práticas com Modelagem Matemática?*

As reflexões e análises decorrentes dessa prática são apresentadas nas seções seguintes, que abordam: os fundamentos teóricos da Modelagem Matemática na Educação Matemática; a metodologia adotada na pesquisa; a descrição da prática realizada; as interpretações sobre os problemas propostos pelos estudantes; e, por fim, as considerações que emergem dessa experiência formativa.

Discussões teóricas acerca da Modelagem Matemática na Educação Matemática

Pensar o ensino da Matemática por meio de práticas de *Modelagem Matemática* é assumir uma concepção de ensino que ultrapassa a mera transmissão de conteúdos. Trata-se de compreender a Matemática como uma linguagem viva (Fiorentini, 1995), que se constrói em diálogo com a realidade, com os sujeitos e com os contextos nos quais estão inseridos. Compreendemos por linguagem tudo o que “engloba as mais diversas formas de manifestação, que já se iniciam com o próprio estar-se lançando ao mundo, passando, por exemplo, pelo oral, pelo gestual e pelo pictórico, pela linguagem falada e escrita” (Bicudo; Garnica, 2023).

A Modelagem Matemática, compreendida dessa forma, valoriza uma aprendizagem *dinâmica, significativa e humanizadora*, que considera as múltiplas dimensões da formação humana: o desenvolvimento cognitivo, afetivo e social, a historicidade do sujeito, sua inserção no meio físico e cultural, e a intersubjetividade presente nas relações que estabelece com o outro e com o mundo.

Essa concepção de ensino se ancora em diferentes *teorias da aprendizagem*, que, embora distintas em seus fundamentos, convergem na valorização do sujeito como protagonista do processo educativo.

A *aprendizagem histórico-cultural de Vygotsky* destaca o papel da cultura e da mediação social na constituição da consciência (Nunes; Silveira, 2015). O conhecimento não é construído isoladamente, mas por meio da interação com o outro, com os signos e com os instrumentos culturais. A Modelagem Matemática, ao partir de situações reais e coletivas, favorece esse processo de construção compartilhada do saber.

A *aprendizagem significativa de Ausubel* propõe que os novos conhecimentos sejam integrados às estruturas cognitivas pré-existentes dos estudantes (Pelizzari et al., 2002). Ao permitir que os alunos partam de seus próprios saberes e experiências para construir modelos matemáticos, a Modelagem promove uma aprendizagem mais prazerosa, contextualizada e duradoura.

A *perspectiva construtivista de Piaget* entende que o conhecimento é resultado da ação do sujeito sobre o meio (Nunes; Silveira, 2015). A Modelagem, ao exigir que o estudante formule hipóteses, teste ideias e reorganize conceitos, estimula o desenvolvimento intelectual por meio da resolução de conflitos cognitivos e da adaptação progressiva a novas situações.

O *Conectivismo de Siemens*, por sua vez, oferece uma leitura contemporânea da aprendizagem em rede (Witt; Rostirola, 2019). Em um mundo hiperconectado, a Modelagem Matemática pode ser um espaço fértil para que os estudantes construam conhecimento de forma colaborativa, utilizando múltiplas fontes de informação e desenvolvendo competências para navegar criticamente em ambientes digitais e sociais.

Assim, ao integrar essas abordagens, a Modelagem Matemática se consolida como uma prática pedagógica que não apenas ensina Matemática, mas *forma sujeitos críticos, criativos e socialmente engajados*. Ela rompe com a lógica do ensino mecânico e descontextualizado, e convida os estudantes a se posicionarem diante do

mundo, a problematizarem sua realidade e a buscarem soluções fundamentadas, articulando saberes matemáticos e experiências de vida.

Nesse sentido, podemos enfatizar que a Modelagem Matemática, quando utilizada na sala de aula pode possibilitar uma formação integral do estudante, uma vez que seus princípios dizem da autonomia do estudante, da investigação, da tomada de decisão, do trabalho em grupo, da análise crítica da solução de um tema/problema real.

A Modelagem Matemática como caminho para a formação integral do estudante

Diante das múltiplas possibilidades que a Modelagem Matemática oferece ao ensino, é possível afirmar que, em suas diversas concepções — como as descritas brevemente no Quadro 1, ela se consolida como uma estratégia pedagógica potente para promover uma *formação integral do estudante*. Ao falar em diversas concepções nos referimos a como diferentes autores compreendem a Modelagem Matemática ao estar-com e proceder-com ela, não necessariamente aos modos como ela se revela/constitui, por exemplo, enquanto: metodologia, tendência pedagógica, modo de proceder, perspectiva pedagógica, abordagem, dentre outros.

Quadro 1: Algumas Concepções de Modelagem Matemática

Pesquisadores	Breve definição da concepção
Rodney Carlos Bassanezi	O autor define a Modelagem Matemática como a “[...] a arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real” (Bassanezi, 2002, p. 16). Considera que “[...] o processo usual é selecionar, no sistema, argumentos ou parâmetros considerados essenciais e formalizá-los através de um sistema artificial: o modelo [...]”. A representação de um sistema, definido pelo pesquisador é o Modelo Matemático, “[...] um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado” (Bassanezi, 2002, p. 20). O autor sugere seis etapas: 1) Experimentação; 2) Abstração; 3) Resolução; 4) Validação; 5) Modificação; 6) Aplicação.
Dionísio Burak	O autor assume a Modelagem Matemática como “[...] um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões” (Burak, 1992, p. 62). As propostas pelo autor “[...] foram reformuladas em decorrência de dois princípios: 1) o interesse do grupo; e 2) a obtenção de dados do ambiente em que se localiza o interesse do grupo (influências antropológicas)” (Klüber; Burak, 2008, p. 31). O autor sugere cinco etapas: 1) Escolha do tema; 2) Pesquisa exploratória; 3) Levantamento do(s) problema(s); 4) Resolução do(s) problema(s) e

	desenvolvimento dos conteúdos no contexto do tema; 5) Análise crítica das soluções (Burak, 2010).
Maria Salett Biembengut	considera que a Modelagem Matemática é um procedimento que envolve a criação de um modelo, interligando a Matemática e a realidade, um conjunto de símbolos e relações matemáticas que traduzem, de alguma maneira, um fenômeno estudado. Concepção que é reafirmada pela pesquisadora em 2005, no livro Modelagem Matemática no Ensino, em coautoria com Nelson Hein, onde escreve que a Modelagem “[...] uma arte, ao formular, resolver e elaborar expressões que valham não apenas para uma solução particular, mas que também sirvam posteriormente, como suporte para outras aplicações e teorias” (Biembengut; Hein, 2005, p. 13). Sugere etapas e subetapas: 1) Interação (Reconhecimento da situação problema; familiarização com o assunto a ser estudado). 2) Matematização (Formulação do problema – hipótese; Resolução do problema em termos do modelo). 3) Modelo Matemático (Interpretação da solução; Validação do modelo).
Jonei Cerqueira Barbosa	A Modelagem se constitui “[...] como um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da Matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade” (2001, p. 2). Podem ser situações provenientes de outras áreas do conhecimento. Não há necessidade de o tema ter relação direta com a Matemática e proporcionar a formulação de problemas que não tenham como resolução cálculos matemáticos elaborados. O autor cita os três casos: 1) O professor apresenta um problema, com dados qualitativos e quantitativos, e os alunos investigam, sem a necessidade de buscar outros dados de pesquisa. 2) Apresentação de um problema pelo professor e dados coletados pelos estudantes por meio da investigação. 3) A partir de um tema gerador os estudantes elaboram um problema para investigar, realizam a coleta de dados para a resolução.
Lourdes Werle de Almeida	Configura a prática de Modelagem “[...] como uma atividade que se desenvolve segundo um esquema – um ciclo de Modelagem – na qual a situação a ser investigada representa um problema para aqueles envolvidos no desenvolvimento da atividade” (Almeida, 2006, p. 122), “[...] caracterizando-se como um conjunto de procedimentos mediante o qual se definem estratégias do sujeito em relação a um problema” (Almeida; Silva; Vertuan, 2012, p. 15). Propõe quatro fases: 1) Interação; 2) Matematização; 3) Resolução; 4) Interpretação de resultados e validação.
Jussara de Loiola Araújo	A Modelagem Matemática é uma abordagem, por meio da matemática, de um problema não-matemático da realidade, ou de uma situação não-matemática da realidade, escolhida pelos alunos reunidos em grupos, de tal forma que as questões da Educação Matemática Crítica embasem o desenvolvimento do trabalho (Araújo, 2002, p. 39). As etapas que envolvem: 1) escolha de uma situação real; 2) formulação do problema; 3) matematização [tradução para linguagem matemática]; 4) resolução/análise do modelo; 5) interpretação/validação dos resultados.

Fonte: Autores

Ao analisar algumas das concepções de Modelagem, mesmo que de maneira breve, devido ao espaço e tema de pesquisa deste artigo, é possível afirmar que, mais do que uma metodologia de ensino, a Modelagem se apresenta como uma prática educativa que articula saberes, valores e competências fundamentais para a constituição de sujeitos críticos, autônomos e socialmente engajados.

Ao ser inserida no contexto da sala de aula, a Modelagem Matemática rompe com a lógica tradicional de ensino centrada na repetição de exercícios descontextualizados. Em seu lugar, propõe-se uma aprendizagem ativa, na qual o estudante é convidado a investigar situações reais, formular problemas, levantar hipóteses, tomar decisões e construir soluções fundamentadas. Esse processo favorece o desenvolvimento de habilidades como a *autonomia intelectual*, ao permitir que o estudante conduza sua própria investigação; *Capacidade de análise crítica*, ao interpretar dados e refletir sobre os significados das soluções encontradas; *Trabalho colaborativo*, ao promover a construção coletiva do conhecimento; *Tomada de decisão fundamentada*, ao lidar com incertezas e múltiplas possibilidades de resolução; *Compreensão contextualizada da Matemática*, ao relacionar conceitos abstratos com fenômenos do cotidiano.

Além disso, a Modelagem Matemática contribui para a formação ética e cidadã dos estudantes, uma vez que os problemas investigados frequentemente emergem de questões sociais, ambientais, econômicas ou culturais que fazem parte de sua realidade. Ao se debruçarem sobre esses temas, os alunos não apenas aplicam conhecimentos matemáticos, mas também desenvolvem uma postura reflexiva e comprometida com a transformação do meio em que vivem.

Em síntese, a Modelagem Matemática, quando compreendida em sua dimensão formativa, torna-se um instrumento valioso para a construção de uma *Educação Matemática crítica, significativa e humanizadora*, capaz de dialogar com os desafios contemporâneos e de contribuir para o desenvolvimento pleno dos estudantes.

Como supracitado, a prática com Modelagem que deu origem às discussões deste artigo segue a concepção de Burak (2010). O autor sugere cinco etapas para desenvolver a Modelagem Matemática, que são descritas de modo breve no Quadro 2.

Quadro 2: Etapas da Modelagem Matemática para Burak (2010)

Etapas	Breve descrição
Escolha do tema	A escolha do tema parte do interesse do grupo ou dos grupos de estudantes envolvidos.
Pesquisa exploratória	A etapa na qual os estudantes são incentivados a buscar dados sobre o tema escolhido por meio de uma pesquisa bibliográfica ou pesquisa de campo.

Levantamento do(s) problema(s)	Etapa em que os estudantes são incentivados a fazer relações entre o que pesquisaram e a Matemática, tendo como sustentação a produção de dados da pesquisa exploratória. Eles podem propor problemas simples ou complexos que permitam a utilização dos conhecimentos.
Resolução do(s) problema(s) e desenvolvimento dos conteúdos no contexto do tema	A etapa em que se faz uso do conhecimento matemático, os conteúdos matemáticos apresentam-se relevantes e significativos, se prioriza a ação do estudante na sua elaboração.
Análise crítica das soluções	Discussão que pode suscitar um olhar diferenciado para o trabalho realizado. Etapa em que os estudantes refletem sobre suas intenções e descobertas e que auxilia na formação da autonomia e tomada de decisão.

Fonte: Os autores – adaptado de Burak (2010, p. 21-24)

Nesse sentido, analisando as etapas da Modelagem Matemática [tanto na concepção de Burak como nas demais concepções apresentadas anteriormente no Quadro 1] podemos inferir que ela se distingue da Educação Matemática tradicional que é considerada por Skovsmose (2000), em seu artigo, traduzido por Jonei Barbosa, como aquela que está fundamentada no paradigma do exercício, a qual se contrapõe ao cenário para investigação onde os estudantes são convidados a se envolverem na exploração de dados e na justificativa pela argumentação.

Caminhos metodológicos: a fenomenologia como modo de pesquisar

O presente trabalho configura-se como uma *pesquisa qualitativa*, orientada pela abordagem fenomenológica. Conforme nos ensina Bicudo (2011, p. 24), esse tipo de investigação “admite um leque diversificado de procedimentos, sustentados por diferentes concepções de realidade e de conhecimento”. Dentre essas concepções, adotamos a *fenomenologia* como fundamento epistemológico e metodológico, por compreendermos que ela nos permite acessar, de forma sensível e rigorosa, os sentidos que emergem das experiências vividas pelos sujeitos.

Ao proceder fenomenologicamente, buscamos compreender o fenômeno interrogado em sua manifestação originária, ou seja, tal como ele “se mostra na intuição ou percepção” (Bicudo, 2011, p. 29). Isso implica assumir uma postura investigativa que não se apoia em métodos rígidos ou protocolos fixos, mas que se constrói no próprio movimento de aproximação ao fenômeno. Como destaca a autora, “o rigor no âmbito da pesquisa fenomenológica não se funda em metodologias

construídas e aceitas como válidas em si [...], mas se constitui no próprio movimento de perseguição à interrogação” (p. 56).

Nesse sentido, a interrogação é o eixo estruturante da pesquisa. Ela não se reduz a uma pergunta pontual, mas atua como um pano de fundo que dá sentido às questões formuladas pelo pesquisador. É a interrogação que orienta o olhar, que sustenta o percurso investigativo e que possibilita a emergência dos significados. Como afirma Bicudo (2011, p. 23), “a interrogação se comporta como se fosse um pano de fundo onde as perguntas do pesquisador encontram seu solo, fazendo sentido”.

A interrogação que orienta este estudo — *o que refletem os problemas elaborados pelos estudantes nas práticas com Modelagem Matemática?* — emerge da vivência de uma prática pedagógica realizada com estudantes do 2º ano do Ensino Médio, do curso técnico em Agronegócio, em uma escola do campo. Essa prática, conduzida pela primeira autora, constituiu-se como a primeira experiência dos estudantes com a Modelagem Matemática, o que confere à investigação um caráter inaugural e exploratório.

Para perseguir essa interrogação, voltamo-nos à descrição da experiência vivida, compreendida como ponto central da pesquisa qualitativa fenomenológica. Tal descrição não é tomada como um dado bruto ou neutro, mas como um campo de sentidos que se revela a partir do olhar intencional do pesquisador. Como nos adverte Bicudo (2011, p. 57), “não se trata de tomar o descrito como um dado pragmático cujos significados já estariam ali contidos”, mas de compreendê-lo à luz da interrogação, permitindo que o fenômeno se mostre em sua plenitude.

Para tanto, é necessário suspender as concepções prévias, abandonar a atitude natural e assumir uma atitude fenomenológica, que requer abertura, escuta e disposição para deixar o fenômeno se manifestar em sua alteridade. Essa atitude nos convida a acolher o inesperado, a reconhecer os sentidos que emergem da experiência e a construir compreensões que não se impõem de fora, mas que se revelam no próprio encontro com o vivido.

Por fim, ao perseguirmos fenomenologicamente a interrogação proposta, buscamos identificar as ideias estruturais que se destacam na análise — ou seja, os elementos que se mostram como centrais na constituição do fenômeno investigado. Esse movimento analítico não se fecha em si mesmo, mas se articula com a literatura

científica da área, ampliando o horizonte de compreensão e permitindo que o fenômeno interrogado seja iluminado por múltiplas vozes e perspectivas.

A Modelagem Matemática como estratégia de construção ativa do conhecimento

A *Modelagem Matemática na Educação Matemática*, conforme a concepção de Burak (2005, p. 2), apresenta-se como uma possibilidade concreta de responder a “muitas questões vividas presentemente no ensino de Matemática” e, sobretudo, como uma alternativa pedagógica capaz de romper com a passividade do aluno, promovendo sua participação ativa na construção do próprio conhecimento. Foi com base nessa perspectiva que os professores envolvidos propuseram o desenvolvimento de uma prática com Modelagem Matemática junto aos estudantes do segundo ano do curso técnico em Agronegócio, em uma escola do campo.

A proposta foi apresentada pela professora — primeira autora deste artigo — como uma experiência inaugural com Modelagem. Para isso, os estudantes foram convidados a escolher, por meio de votação, um tema de interesse coletivo que serviria de base para a prática. A professora iniciou a atividade solicitando que os alunos sugerissem temas que gostariam de investigar. À medida que as sugestões surgiam, ela as registrava na lousa, compondo uma lista diversa e reveladora dos interesses da turma. Entre os temas propostos estavam: emprego, produção agrícola, acidentes automobilísticos, poluição, violência doméstica, vandalismo, racismo, refugiados, saneamento básico, segurança, desabrigados, violência, moradores de rua, tráfico, maus-tratos aos animais, meio ambiente, turismo e desmatamento.

Após a sistematização das sugestões, foi realizada uma votação democrática. O tema com maior número de votos seria o primeiro a ser trabalhado, e os demais, conforme o interesse e a disponibilidade, poderiam ser retomados ao longo do ano letivo. O resultado da votação foi o seguinte: *vandalismo (13 votos)*, *desmatamento (6)*, *maus-tratos aos animais (4)* e *violência doméstica (2)*. É importante destacar que, embora a turma fosse composta por 32 estudantes, naquele dia estavam presentes 25.

Com o tema ‘vandalismo’ eleito, a professora orientou os estudantes a se organizarem em grupos e iniciarem uma *pesquisa exploratória* sobre o assunto. Durante esse processo, os alunos entraram em contato com diferentes manifestações do vandalismo e, a partir de seus interesses, cada grupo escolheu um recorte

específico: dois grupos optaram por vandalismo nas escolas, um grupo por vandalismo social, outro por vandalismo em patrimônios públicos e um último por vandalismo em estádios de futebol.

A etapa seguinte consistiu na *coleta de informações mais aprofundadas*, incluindo a busca por notícias, dados estatísticos e relatos que pudessem enriquecer a compreensão do fenômeno. Após esse levantamento, a professora propôs um novo desafio: que cada grupo elaborasse um *problema matemático* relacionado ao tema investigado, articulando os dados coletados com conteúdos matemáticos e formulando uma questão que expressasse uma curiosidade genuína do grupo — algo que a Matemática pudesse ajudar a responder.

Esse momento foi fundamental para que os estudantes compreendessem a Modelagem Matemática como um processo investigativo, no qual a Matemática deixa de ser um fim em si e passa a ser *um instrumento de leitura e intervenção no mundo*. Os problemas elaborados pelos grupos, que serão apresentados no Quadro 2, refletem esse movimento inicial de aproximação entre o conhecimento matemático e as realidades vividas e percebidas pelos estudantes.

Os problemas elaborados pelos grupos chamaram atenção por parecerem estar distantes do contexto dos estudantes. A princípio a análise que os professores/pesquisadores realizaram foi de que estes problemas estavam relacionados ao paradigma do exercício que, segundo Skovsmose (2000), advém da Educação Matemática Tradicional.

Os estudantes apresentaram seus trabalhos em forma de seminário, realizaram a apresentação da pesquisa, do problema matemático, da resolução e da análise crítica da solução utilizando slides e, ainda, o relatório escrito no Google Docs. Após a apresentação dos grupos, abriu-se um espaço para discussão sobre o que representou a atividade para os estudantes. Na opinião deles foi uma atividade diferente na qual eles precisaram fazer um esforço mental porque não estavam acostumados com esse tipo de atividade.

A professora, então, convidou os estudantes para, em seus grupos, trabalharem com um dos temas apresentados e buscarem dados mais próximos do seu contexto. Imediatamente, a sugestão foi aceita. Na aula seguinte, os estudantes retomaram os grupos para discutir o que poderiam propor. O primeiro grupo a sugerir foi o grupo dois, que tinha como subtema vandalismo em patrimônio público. O grupo relatou uma notícia recente sobre a depredação da praça da comunidade onde eles

estudam e sugeriu como problema calcular o custo para reformar a praça. Logo todos aceitaram, e, com isso, foi agendado um dia para visitar a praça a fim de analisar, o que precisaria ser trocado ou reformado.

Quadro 3: Problemas elaborados nos grupos de acordo com cada tema — terceira etapa da concepção de Burak (1992)

Grupo	Subtema	Problema
1	Vandalismo Social	Uma série de vandalismo atingiu três igrejas em uma cidade brasileira. Na primeira igreja, 40% das janelas foram quebradas e 30% das portas foram danificadas. Na segunda igreja, 10% das janelas foram quebradas e 35% dos bancos foram danificados. Na terceira igreja, 20% das janelas foram quebradas e 40% dos bancos foram danificados. Se cada igreja tinha inicialmente 50 janelas, 40 portas e 100 bancos, quantas janelas, portas e bancos precisam ser reparados ao todo?
2	Vandalismo em patrimônio público	O número de vandalismo em uma determinada cidade aumentou em média de 20% ao ano nos anos de 2022, 2023 e 2024. Em 2022 foram registrados 100 casos de vandalismo. Qual será o número estimado em casos de vandalismo em 2024?
3	Vandalismo nas escolas	A) Qual é a média anual de ataques com morte em escolas entre 2011 e 2023. B) Se a tendência de ataques continuarem e ocorrerem mais 5 ataques com morte nos próximos dois anos (2024 e 2025), qual será a nova média anual de ataques com morte de 2011 a 2025? C) Em 2011, no ataque à Escola Municipal Tasso da Silveira em Realengo, 12 adolescentes morreram. Se a média de mortes por ataque durante todo o período (2011-2023) é a mesma observada em Realengo, qual seria o total esperado de mortes em ataques durante esses anos?
4	Vandalismo nos estádios de Futebol	Qual a porcentagem das categorias de suspeito, feridos, veículos destruídos e detidos?
5	Vandalismo nas escolas	Qual o custo total do vandalismo em uma escola, considerando o custo de reparos, segurança e perda de valor de propriedade?

Fonte: os autores

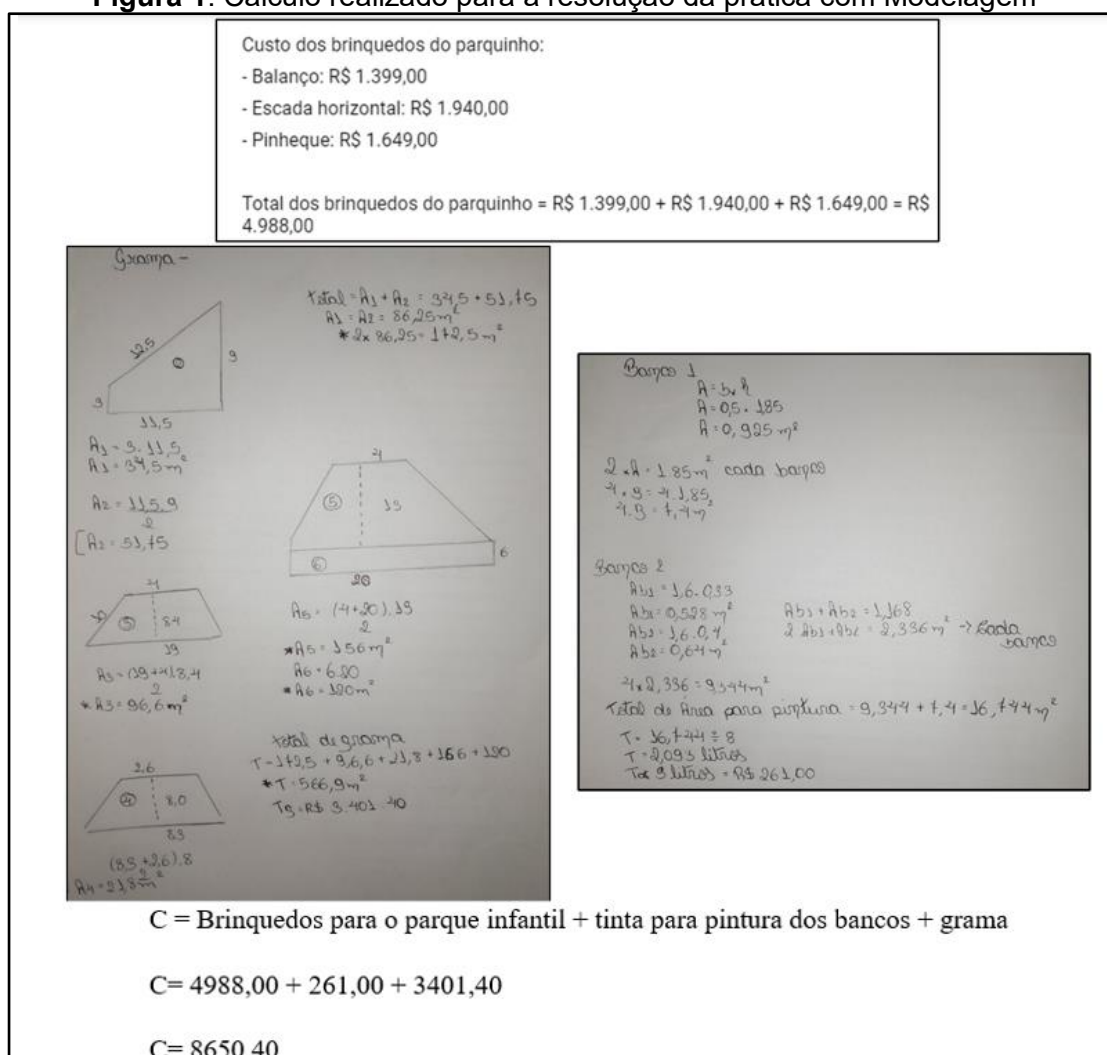
No retorno à escola os estudantes propuseram o problema³: *Vândalos destruíram partes da praça, onde estão alguns equipamentos de academia ao ar livre e brinquedos do parquinho da praça do distrito da Palmeirinha em Guarapuava no Paraná. Qual é o custo da reforma da nossa praça?* Os estudantes discutiram sobre o que precisavam inserir nos cálculos e, para surpresa da professora, comentaram que já haviam enviado e-mail para duas empresas para conseguir um orçamento dos brinquedos que precisavam ser trocados no local da pracinha das crianças. Também

3 O relato de experiência completo sobre essa prática com Modelagem foi submetido no Encontro Paranaense de Educação Matemática do Paraná EPREM em junho de 2024.

havia realizado a cotação do preço da tinta para pintar os bancos e da grama para cobrir as áreas onde a grama havia secado.

É importante destacar que para calcular o custo da grama a ser utilizada os estudantes tiveram que retornar à praça porque tinham medido apenas ao redor da praça e, quando chegaram na escola com o desenho dos canteiros de grama que eram intercalados com calçada de concreto, descobriram que para calcular a quantidade de grama necessária, ou seja, a área dos canteiros de grama, precisavam das figuras geométricas e as respectivas medida de cada canteiro. A Figura 1 evidencia como os estudantes realizaram a resolução do problema.

Figura 1: Cálculo realizado para a resolução da prática com Modelagem



Fonte: adaptada de Cararo, Silveira e Cararo (2024)

Na apresentação da prática com Modelagem os estudantes disseram que essa atividade foi bem mais significativa para eles, primeiro porque era da realidade

deles, segundo porque a praça é um importante encontro das famílias e dos amigos no domingo. Disseram ser importante pensar nesses assuntos que tratam do bem-estar da comunidade e sugeriram enviar um ofício ao vereador da comunidade para que a praça pudesse ser realmente revitalizada, oferecendo mais conforto e lazer a população. Pensaram ainda, em fazer panfletos para conscientizar as pessoas da importância de preservar os bens públicos.

Na seção seguinte apresentamos as interpretações acerca do tema principal deste artigo, a problematização matemática nas práticas com Modelagem Matemática.

Interpretações acerca dos problemas propostos nas práticas com Modelagem

Ao refletirmos sobre os problemas elaborados pelos estudantes nas práticas com Modelagem Matemática, percebemos que, em um primeiro momento, suas propostas estavam fortemente ancoradas em conteúdos matemáticos já trabalhados em sala de aula. Essa escolha revela uma tentativa de reafirmar conhecimentos prévios, especialmente aqueles relacionados à porcentagem, média, custo e probabilidade — tópicos frequentemente abordados em revisões ou avaliações. Tal postura evidencia a internalização do *paradigma do exercício* Skovsmose (2000), no qual a resolução de problemas segue uma lógica linear, com enunciados fechados e respostas únicas.

Nesse sentido, não há uma preocupação em validar o problema e, conseqüentemente, a solução, como no exemplo do grupo 4 que trabalhava com o vandalismo nos estádios de futebol e tinham como problema a ser resolvido: Qual a porcentagem das categorias de suspeito, feridos, veículos destruídos e detidos?, ou seja, eles tinham diferentes categorias de informações no texto utilizado por eles, mas não se deram conta de que cada categoria precisava ser analisada comparando os números iniciais de cada uma. Como exemplo, o número de feridos deveria ser comparado ao público que adentrou o estádio na noite do jogo, os veículos destruídos e detidos pelo número de veículos que estacionaram, ou circulavam próximo ao local do evento. Em relação aos demais grupos, eles trabalharam com dados ou problemas fictícios, não conseguindo validar a resposta dos problemas.

É preciso considerar que, de início, os problemas elaborados pelos estudantes nos causaram certo desconforto, por entendermos que havíamos falhado como orientadores⁴. Em um segundo momento, compreendemos que havia ali um pensamento matemático, um pensamento crítico acerca da realidade em que vivem e um raciocínio matemático. A começar pelo tema de interesse do grupo, tema esse que diz respeito às suas necessidades e preocupações, como, por exemplo, assistir a um jogo de futebol de forma segura, ir à escola sem a preocupação de um ataque à sua segurança, participar de encontros religiosos sem o risco da discriminação e do vandalismo.

Para Almeida e Vertuan (2014, p. 9), “qualquer tentativa de implementar atividades de Modelagem em sala de aula vem carregada do que se entende por ‘uma aula de matemática’, acepção essa construída durante toda uma formação escolar, geralmente, vivenciada no paradigma do exercício”. O que de certa forma justifica o ocorrido na prática com Modelagem, descrita nesse artigo, os estudantes se esforçam para evidenciar o que tinham aprendido nas aulas de Matemática, com a formação que tinham, norteados pelo paradigma do exercício.

No decorrer das aulas foram percebendo que não precisam seguir um modelo em específico, nem utilizar conteúdos já trabalhados e foram se sentindo mais à vontade para interrogar o próprio meio onde vivem e compreendendo a necessidade de conjecturar, de refletir, de fazer relações.

No entanto, percebe-se o raciocínio matemático e a tomada de decisão, características da Modelagem Matemática (Burak, 2010) e mesmo que de forma equivocada, inicialmente, eles buscavam por respostas para o interesse do grupo. A começar pela tomada de decisão sobre o tema, sobre a notícia que iriam tomar como base para a investigação.

Ao analisarmos o desenrolar das práticas com Modelagem Matemática efetuadas pelos estudantes, também notamos certa similaridade com elementos do trabalho de Skovsmose (2000), desde elementos referentes ao paradigma do

⁴ Mesmo conhecendo a pesquisa de Almeida e Vertuan (2014) que enfatizam que é no decorrer das experiências de Modelagem que estudantes e professores se familiarizarão com a Modelagem Matemática e, ainda, a pesquisa de Almeida e Dias (2004) que tratam dos três momentos da implementação da Modelagem em sala de aula. Nosso sentimento, como orientadores, era de angústia uma vez que estávamos vivenciando a situação na prática e orientávamos da melhor maneira possível, indo em cada grupo, ouvido, trocando ideias para buscar inspirá-los e a problematizar o contexto de cada pesquisa.

exercício, dos cenários de investigação e até mesmo da *materacia*. Conforme esses itens forem sendo expostos na análise, também serão melhor elucidados.

Inicialmente, os grupos já com os temas escolhidos, formularam os problemas a serem respondidos, os quais constam no Quadro 3. Todos esses problemas acabam se enquadrando no paradigma do exercício, haja vista que “a premissa central do paradigma do exercício é que existe uma, e somente uma, resposta correta” (Skovsmose, 2000, p. 67). Além disso, também se enquadram como exercícios com referências à semi-realidade, grosso modo, é um exercício com uma situação artificial, na qual “a semi-realidade é totalmente descrita pelo texto do exercício; nenhuma outra informação é relevante para a resolução do exercício; mais informações são totalmente irrelevantes; o único propósito de apresentar o exercício é resolvê-lo” (Skovsmose, 2000, p. 74). Além do mais, é comum que apresentem valores quantitativos exatos, favorecendo assim o *slogan* de que a Matemática é exata (Machado, 2011).

Após resolverem os problemas postos no Quadro 2 e, com o diálogo realizado com a professora sobre buscarem algo mais próximo a eles, resolveram discutir sobre a depredação da praça da comunidade e buscar qual seria o custo para reformá-la. Disso, vemos uma passagem de problemas que se enquadravam no paradigma do exercício com referências à semi-realidade para um problema com cenário de investigação com referência à realidade (Skovsmose, 2000). Nesse cenário, os estudantes precisaram refletir sobre as informações que deveriam ser levantadas para poder estruturar uma resposta, a qual posteriormente também passou por uma reflexão crítica, haja vista que o problema levantado circunda um espaço em que ele vive.

No tocante às informações a serem levantadas, os estudantes foram efetuar as medições e buscar preços para ter condições de resolver o problema. Logo, assim como está exposto na Figura 1, podemos ver que existem os cálculos da mesma forma que no paradigma do exercício, no entanto não no mesmo formato da Educação Matemática tradicional e inserindo-se, em certa medida, no cenário com referência à matemática pura (Skovsmose, 2000).

Por fim, os estudantes alegaram que a praça ali analisada era algo da realidade deles e, conseqüentemente, era importante. Devido a isso, até sugeriram enviar ao vereador da comunidade para que a praça fosse arrumada. No tocante a isso, vemos o desenvolvimento da *materacia*, a qual “não se refere apenas às

habilidades matemáticas, mas também a competência de interpretar e agir numa situação social e política estruturada pela matemática” (Skovsmose, 2000, p. 67). Para tal, alegamos que fazer proposições de cenários com referências à vida real, a exemplo da Modelagem Matemática, “parecem ser necessárias para estabelecer uma reflexão detalhada sobre a maneira como a matemática pode estar operando enquanto parte de nossa sociedade. Um sujeito crítico é também um sujeito reflexivo” (Skovsmose, 2000, p. 87).

Outro fator que se revelou com essa prática com Modelagem Matemática foi o raciocínio apresentado pelos estudantes, raciocínio este que compreendemos não ser exclusivo da Matemática, haja vista que:

o exercício do raciocínio favorece a organização do pensamento, e para isso qualquer tema pode ser utilizado como veículo. O acompanhamento cuidadoso mesmo de um texto de natureza teleológica, como é a Suma Teológica, de Santo Tomás de Aquino, pode desempenhar importante papel no desenvolvimento da capacidade de argumentar (Machado, 2011, p. 83).

Dessa forma, falamos sobre o raciocínio como um todo, e não adentrando em distinções como raciocínio indutivo, dedutivo e abduutivo, os quais integram o chamado raciocínio lógico. Em síntese, percebemos que a prática com a Modelagem Matemática aqui relatada, possibilita tanto o raciocínio no âmbito da Matemática, quanto fora dela. Como um dos objetivos da escola é formar sujeitos críticos, criticidade essa que não é apenas composta por raciocínios algorítmicos e fechados, mas sim advindas de outras áreas do conhecimento, vemos que os temas que podem emergir das práticas com a Modelagem Matemática se mostram como um ambiente profícuo para o desenvolvimento dos estudantes.

Essa tendência inicial, embora limitada em termos de complexidade investigativa, não deve ser desconsiderada. Ela reflete o modo como os estudantes foram formados ao longo de sua trajetória escolar, em que a matemática é muitas vezes apresentada como um conjunto de técnicas a serem aplicadas mecanicamente. A ausência de validação dos problemas e das soluções propostas, como no caso do grupo que abordou o vandalismo em estádios, demonstra a dificuldade em transitar de uma matemática escolarizada para uma matemática contextualizada e crítica.

Contudo, ao longo das práticas, observamos uma transformação significativa. Os estudantes passaram a se apropriar de temas que emergem de suas vivências e

inquietações, como segurança pública, discriminação e preservação de espaços comunitários. Essa mudança de postura indica o início de um processo de *alfabetização matemática crítica*, no qual o sujeito não apenas aplica conteúdos, mas os mobiliza para compreender e intervir no mundo.

A transição do paradigma do exercício para o *cenário de investigação*, conforme proposto por Skovsmose (2000), é um marco importante nesse processo. Ao se debruçarem sobre a depredação da praça da comunidade, os estudantes não apenas formularam um problema real, mas também se engajaram em atividades de levantamento de dados, estimativas de custo e análise crítica da viabilidade de suas propostas. Esse movimento revela o desenvolvimento da *materacia*, ou seja, a capacidade de agir criticamente em contextos mediados pela matemática.

Além disso, a prática com Modelagem permitiu o exercício de um raciocínio que transcende os limites da matemática formal. A argumentação, a tomada de decisão, a análise de dados e a construção de hipóteses são competências que dialogam com outras áreas do conhecimento e que contribuem para a formação de sujeitos autônomos e reflexivos.

Em suma, as práticas com Modelagem Matemática descritas não apenas evidenciam o potencial formativo dessa abordagem, mas também apontam para a necessidade de repensar o ensino da matemática como um espaço de diálogo entre saberes, experiências e realidades. Ao promover a articulação entre o conhecimento matemático e as questões sociais, a Modelagem se apresenta como uma ferramenta potente para a construção de uma educação matemática mais significativa, crítica e transformadora.

Considerações possíveis

Ao nos lançarmos à interrogação — *o que refletem os problemas elaborados pelos estudantes nas práticas com Modelagem Matemática?* — Problematização que delimitamos para esse artigo, não buscamos uma resposta definitiva ou conclusiva. Isso porque, conforme nos ensina Maria Aparecida Viggiani Bicudo, em entrevista concedida a Da Costa Simeão e Mocrosky (2018), a interrogação não se reduz a uma pergunta pontual. Ela constitui um movimento existencial e investigativo que visa *compreender a essência das experiências vividas*, abrindo espaço para o surgimento de sentidos que não se esgotam em respostas objetivas.

Nesse horizonte, ao revisitarmos a experiência vivida pelos estudantes do 2º ano do Ensino Médio do curso técnico em Agronegócio, sob a luz da interrogação, percebemos que os problemas por eles elaborados nas práticas com Modelagem Matemática revelam muito mais do que conteúdos escolares. Eles expressam inquietações, percepções e formas de se relacionar com o mundo. Como aponta a própria experiência, a busca de diferentes caminhos para a aprendizagem pode oferecer novos recursos para conduzir os estudantes à reflexões críticas e consistentes que propiciaram a tomada de decisão de forma consciente proporcionando uma educação matemática de dimensão crítica e significativa nas salas de aula.

Essa prática, portanto, não se restringiu à resolução de problemas matemáticos no sentido tradicional. Ao contrário, promoveu um deslocamento epistemológico: os estudantes passaram a *agir e refletir sobre o contexto em que vivem*, articulando o conhecimento matemático com questões sociais, culturais e políticas que os atravessam cotidianamente. A Modelagem Matemática, nesse cenário, foi o dispositivo pedagógico que favoreceu a emersão de uma *Educação Matemática crítica, situada e significativa para aqueles estudantes que até então, pareciam estar acostumados a uma Matemática formal*.

Mesmo sendo a primeira experiência da turma com essa abordagem, foi possível observar a presença de competências fundamentais: o raciocínio matemático, a tomada de decisão, a autonomia intelectual e o pensamento crítico — elementos centrais da Modelagem Matemática, conforme destaca Burak (2010). Além disso, os estudantes passaram a compreender, de forma mais ampla, o que significa formular um problema matemático: não como um exercício fechado com resposta única, mas como uma investigação aberta, enraizada na realidade e carregada de sentido.

Em síntese, ao nos abirmos à interrogação e à escuta atenta das experiências dos estudantes, reconhecemos que a Modelagem Matemática pode ser muito mais do que uma perspectiva metodológica, ela se configura como um caminho formativo, capaz de articular saberes, provocar reflexões e formar sujeitos críticos e comprometidos com a transformação do mundo em que vivem.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

- ALMEIDA, L. M; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Matemática**. In: ALMEIDA, L. M; SILVA, K. A. P. Modelagem Matemática em foco. Ed. 1. 2014.
- ALMEIDA, L. M. W; DIAS, M. R. Um estudo sobre o uso da Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 17, n. 22, p. 19-35, 2004.
- ALMEIDA, L. M. W. Modelagem Matemática: um Caminho para o Pensamento Reflexivo dos Futuros Professores de Matemática. **Revista Contexto & Educação**, Ijuí, v. 21 n. 76, 115-126, jul/dez. 2006.
- ARAÚJO, J. L. **Cálculo, Tecnologias e Modelagem Matemática**: as Discussões dos Alunos. 2002. 173 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.
- ARAÚJO, J. L. Ser crítico em projetos de modelagem em uma perspectiva crítica de educação matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 26, p. 839-859, 2012.
- BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: Contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24, 2001. Caxambu. **Anais [...]** Caxambu: ANPED, 2001, p. 1-15.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 2002.
- BICUDO, M. A. V. **Pesquisa qualitativa segundo a visão fenomenológica**. São Paulo: Cortez, 2011.
- BICUDO, M. A. V.; GARNICA, A. V. M. **Filosofia da Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2023.
- BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem e Implicações no ensino e aprendizagem**. Blumenau: FURB. 1999.
- BURAK, D. **Modelagem matemática**: ações e interações no processo de ensino aprendizagem. Campinas. 1992. 460f. Tese (Doutorado em Educação) – UNICAMP, Campinas.

BURAK, D. As diretrizes curriculares para o ensino de matemática e a modelagem matemática. **Perspectiva**, v. 29, n. 113, p. 153-161, 2005.

BURAK, D. Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula.

Revista Modelagem na Educação Matemática, v. 1, n. 1, p. 10-27, 2010.

BURAK, D. Critérios Norteadores para a adoção da Modelagem Matemática no Ensino Fundamental e Secundário. **Zetetiké**, Campinas, v. 2, n. 2, p. 47- 60, mar. 1994.

CARARO, E. F. F; SILVEIRA, I. K; CARARO, L. E. Modelagem Matemática no curso técnico em agronegócio. *In*: Encontro Paranaense de Educação Matemática, EPREM, 17, 2024, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: 2024.

CARARO, E. F. F; KLÜBER, T. E. Concepções de Modelagem Matemática na Formação de professores em Modelagem Matemática. **XIV Encontro Paranaense de Educação Matemática-XIV EPREM**, Cascavel-PR. Diversidade e educação matemática: desafios e perspectivas. Cascavel: SBEMPR, v. 1, p. 1-16, 2017.

DA COSTA SIMEÃO, M. P; MOCROSKY, L. F. Pesquisa qualitativa e a abordagem fenomenológica: o percurso da professora pesquisadora Maria Aparecida Viggiani Bicudo. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 3, n. 3, p. 236-252, 2018.

FIORENTINI, D. Alguns modos de ver e conceber o ensino de Matemática no Brasil. (Primeira parte: p. 1-16) **Revista Zetetiké**, Campinas, v. 3 n. 4, p. 1-16, nov. 1995.

NUNES, A. I. B. L.; SILVEIRA, R. N. S. **Psicologia da Aprendizagem**. Editora RDS: Fortaleza, 2015, p. 41-43. Disponível em <[Portal eduCapes: Psicologia da Aprendizagem](#)>. Acesso em 15 de agosto de 2024.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.

SKOVSMOSE, O. Cenários para investigação. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 13, n. 14, p. 66-91, 2000.

WITT, D. T. ROSTIROLA, S. C. M. Conectivismo pedagógico: novas formas de ensinar e aprender no século XXI. **Revista Thema**, v. 16, n. 4, p. 1012-1025, 2019.