UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional

PROFMAT

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Matemática para o Mundo dos Negócios: a Modelagem Matemática como Ferramenta para o Desenvolvimento da Educação Empreendedora na Escola Pública

Germison Dos Santos Filho

Instituto de Matemática

Maceió, Maio de 2026

PROFMAT

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CÂMPUS A. C. SIMÕES
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA
EM REDE NACIONAL – PROFMAT

GERMISON DOS SANTOS FILHO

MATEMÁTICA PARA O MUNDO DOS NEGÓCIOS:

A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO FERRAMENTA PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA NA ESCOLA PÚBLICA

MACEIÓ - AL

2026

GERMISON DOS SANTOS FILHO

MATEMÁTICA PARA O MUNDO DOS NEGÓCIOS:

A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO FERRAMENTA PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA NA ESCOLA PÚBLICA

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre - Área de Concentração: Matemática.
Orientadora: Profa. Dra. Juliana Theodoro de Lima, PROFMAT IM-UFAL.
Co-orientadora: Profa. Dra. Cleonis Viater Figueira, PROFMAT UTFPR-PB.

MACEIÓ - AL

2026

Catalogação na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

S237m Santos Filho, Germison dos.
Matemática para o mundo dos negócios : a modelagem matemática como ferramenta para o desenvolvimento da educação empreendedora na escola pública / Germison dos Santos Filho. - 2026.
79 f. : il.

Orientadora: Juliana Theodoro de Lima.
Co-orientadora: Cleonis Viater Figueira.
Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Matemática. Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, 2026.

Bibliografia: f. 72-73.
Apêndices: f. 74-79.

1. Modelagem matemática. 2. Educação. 3. Empreendedorismo. 4. Matemática financeira. 5. Projeto de vida. 6. Ensino médio. 7. Escola pública. I. Título.

CDU: 51:33

Folha de Aprovação

Germison dos Santos Filho

Matemática para o Mundo dos Negócios: a Modelagem Matemática como ferramenta para o desenvolvimento da Educação Empreendedora na Escola Pública

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre apresentado em 29/05/2026.

Banca Examinadora:

gov.br Documento assinado digitalmente
JULIANA ROBERTA THEODORO DE LIMA
Data: 14/06/2026 20:43:33-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Roberta Theodoro de Lima
(Universidade Federal de Alagoas)

gov.br Documento assinado digitalmente
ISNALDO ISAAC BARBOSA
Data: 15/06/2026 05:08:10-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Examinador Interno: Prof. Dr. Isnaldo Isaac Barbosa
(Universidade Federal de Alagoas)

gov.br Documento assinado digitalmente
CLEONIS VIATER FIGUEIRA
Data: 15/06/2026 09:33:36-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Examinadora Externa: Profa. Dra. Cleonis Viater Figueira
(Universidade Tecnológica Federal do Paraná)

À minha família e, em especial, à minha amada filha, Olivia Sousa Santos.

AGRADECIMENTOS

A jornada acadêmica sempre será um desafio grande e repleto de obstáculos. Desde a conclusão da minha graduação, cursar o mestrado era um objetivo de vida. Na verdade, eu tinha quatro metas principais; graças às bênçãos de Deus, alcancei três delas, restando apenas este título. Logo após a graduação, ingressei no mercado de trabalho e dediquei alguns anos à experiência profissional. Anos depois, diante de salas de aula turbulentas e dos desafios da educação básica, percebi que era o momento de retornar aos estudos. Preparei-me para o exame de acesso e, pela graça de Deus, fui aprovado.

Desde o início do programa, estabeleci a meta de não reprovar em disciplinas e, muito menos, no exame de qualificação. Empenhei-me e consegui superar meus próprios limites. Sabemos que a vida do professor de educação básica no Brasil é árdua; é comum ouvir colegas manifestarem o desejo de abandonar a carreira por falta de autonomia, desvalorização ou pelas pressões do sistema. Contudo, sigo disposto a seguir em frente, buscando evoluir e despertar nos meus alunos o interesse pelo conhecimento.

Hoje, sinto-me bem na profissão. Meu maior agradecimento é a Deus, pela sabedoria e saúde concedidas. Agradeço aos meus pais, que não mediram esforços para me oferecer uma educação de qualidade e nunca deixaram faltar o apoio necessário aos meus estudos. À minha esposa, meu agradecimento pelo incentivo constante para que eu crescesse como profissional e como homem. Aos amigos do PROFMAT e aos professores do IM, meu reconhecimento pela jornada compartilhada.

Um agradecimento especial às professoras Juliana Theodoro e Cleonis Viater Figueira, que aceitaram me orientar na reta final. Elas foram fundamentais no desenvolvimento desta proposta pedagógica, que espero ser uma ferramenta útil para que outros professores incentivem seus alunos a construir caminhos prósperos e humanos.

Por fim, o momento mais marcante destes dois anos foi o nascimento da minha filha. Ela se tornou o combustível para que eu buscasse melhorar a cada dia. Meu maior objetivo agora é proporcionar a ela amor, segurança e uma educação sólida. Por tudo, Deus seja eternamente louvado!

A sabedoria é a coisa principal; portanto,
adquira sabedoria. E em tudo o que você
adquirir, adquira entendimento.
(Provérbios de Salomão)

RESUMO

Esta dissertação apresenta o desenvolvimento de uma proposta pedagógica fundamentada na modelagem matemática, com o objetivo de integrar conceitos de matemática financeira e educação empreendedora no ensino médio da rede pública. Diante do preocupante cenário de defasagem na aprendizagem matemática no Brasil, onde apenas 5% dos estudantes concluem o ensino médio com proficiência adequada (QEdu, 2023), e considerando o distanciamento entre os conteúdos curriculares e a realidade sociocultural dos jovens, este estudo propõe uma articulação sistemática entre a modelagem matemática (Biembengut; Hein, 2016; Bassanezi, 2014), a educação empreendedora (Dolabela, 2008) e a matemática financeira como estratégia para promover o protagonismo e o projeto de vida dos alunos. A pesquisa, de natureza teórico-descritiva e abordagem qualitativa, resultou na elaboração de uma sequência didática estruturada em 16 horas-aula, organizada em cinco etapas: diagnóstico e sensibilização, nivelamento de conteúdos por blocos (razão e proporção, porcentagem e juros, equações, funções), organização dos grupos em departamentos interdependentes (custos, precificação, receita, impostos e lucro), ciclo de modelagem matemática e validação por meio de uma feira de empreendedorismo. A proposta utiliza como estudo de caso a produção e comercialização simulada de cookies, incorporando elementos reais como pesquisa de preços, cálculo de impostos (MEI) e análise de ponto de equilíbrio e lucro máximo por meio de funções afins e quadráticas. Os resultados esperados incluem o engajamento dos estudantes na aprendizagem matemática, o desenvolvimento da autonomia financeira e a construção de um projeto de vida ancorado em decisões críticas e conscientes. Conclui-se que a integração entre modelagem, empreendedorismo e matemática financeira constitui um caminho viável e replicável para transformar a sala de aula em um ambiente de investigação, inovação social e preparação para o mundo do trabalho, em conformidade com as competências gerais e específicas da Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018).

Palavras-chave: Modelagem matemática. Educação empreendedora. Matemática financeira. Projeto de vida. Ensino médio. Escola pública.

ABSTRACT

This dissertation presents the development of a pedagogical proposal based on mathematical modeling, aiming to integrate concepts of financial mathematics and entrepreneurial education into public high school education. Given the alarming scenario of learning gaps in mathematics in Brazil, where only 5% of students finish high school with adequate proficiency (QEdu, 2023), and considering the gap between curricular content and the sociocultural reality of young people, this study proposes a systematic articulation between mathematical modeling (Biembengut; Hein, 2016; Bassanezi, 2014), entrepreneurial education (Dolabela, 2008), and financial mathematics as a strategy to promote student protagonism and life projects. The research, of a theoretical-descriptive nature with a qualitative approach, resulted in the development of a didactic sequence structured in 16 class hours, organized into five stages: diagnosis and sensitization, content leveling in blocks (ratio and proportion, percentages and interest, equations, functions), organization of students into interdependent departments (costs, pricing, revenue, taxes, and profit), the mathematical modeling cycle, and validation through an entrepreneurship fair. The proposal uses the simulated production and commercialization of cookies as a case study, incorporating real elements such as price research, tax calculation (MEI – Individual Microentrepreneur), and break-even and maximum profit analysis through linear and quadratic functions. Expected outcomes include student engagement in mathematical learning, the development of financial autonomy, and the construction of a life project based on critical and conscious decision-making. It is concluded that the integration of modeling, entrepreneurship, and financial mathematics constitutes a viable and replicable path to transform the classroom into an environment of investigation, social innovation, and preparation for the world of work, in accordance with the general and specific competencies of the Brazilian National Common Curricular Base (Brasil, 2018).

Keywords:Mathematical modeling. Entrepreneurial education. Financial mathematics. Life project. High school. Public school.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
DAS	Documento de Arrecadação do Simples Nacional
MEI	Microempreendedor Individual
MEC	Ministério da Educação
OECD	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PA	Progressão Aritmética
PG	Progressão Geométrica
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e problematização

O ensino de matemática na educação básica carrega um desafio histórico: como superar a fragmentação dos conteúdos e o distanciamento entre o que acontece dentro da sala de aula e a vida fora dela? No cotidiano escolar, é frequente observar alunos desmotivados, que encaram conceitos abstratos como algo a ser meramente memorizado para aprovação em avaliações. Conforme D'Ambrosio (2012) argumenta, esse distanciamento contribui para um tipo de analfabetismo matemático que impede o jovem de ler e interpretar criticamente a economia ao seu redor, limitando sua capacidade de tomar decisões informadas nos âmbitos pessoal, social e profissional.

Nas escolas públicas, esse abismo entre a teoria e a realidade social revela-se ainda mais profundo, deixando os jovens desamparados diante dos desafios do mundo do trabalho. No dia a dia da sala de aula, percebe-se que um dos grandes nós desse desânimo é a expressiva defasagem na aprendizagem. Muitos jovens chegam ao Ensino Médio sem dominar sequer as operações básicas da aritmética. Essa percepção, construída na experiência cotidiana do chão da escola, é corroborada por dados preocupantes: segundo o portal QEdu (2023), apenas % dos estudantes que concluem o ensino médio na rede pública brasileira apresentam aprendizado considerado adequado em matemática. Em Alagoas, os índices seguem essa mesma linha crítica, evidenciando que a maioria dos jovens encerra o ciclo escolar com graves lacunas de conhecimento que comprometem sua inserção social e profissional.

Além disso, ensina-se a uma geração que vive conectada. O ritmo da aula, muitas vezes, não consegue competir com a velocidade das telas e das redes sociais. É nesse cenário que emerge a pergunta que todo professor já ouviu: "Professor, para que serve isso?"Acredita-se que o maior desafio seja, portanto, lançar pontes. Embora a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) coloque o projeto de vida como elemento central da formação integral, temas como educação financeira e empreendedorismo ainda aparecem de forma tímida ou excessivamente técnica nos currículos e materiais didáticos. Geralmente, privilegiam-se fórmulas de juros que pouco dialogam com a realidade concreta do estudante ou com as demandas do mercado de trabalho local.

Diante desse contexto, esta pesquisa propõe uma articulação sistemática entre a modelagem matemática, a educação empreendedora e a matemática financeira como estratégia pedagógica para promover a autonomia, o pensamento crítico e o protagonismo juvenil na escola pública. Conforme defendem Biembengut e Hein (2016), a modelagem matemática transcende a mera aplicação de fórmulas prontas, configurando-se como um processo dinâmico e criativo de tradução da realidade, no qual o aluno assume o papel de investigador e o professor atua como mediador. Como os autores destacam, "a elaboração de um modelo depende do conhecimento matemático que se tem"(Biembengut; Hein, 2016), mas o valor do modelo não está restrito à sua sofisticação técnica, e sim à sua capacidade de representar e resolver problemas do mundo real.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma proposta pedagógica fundamentada na modelagem matemática que integre conceitos de matemática financeira e educação empreendedora, visando à construção de um modelo de negócio escolar como instrumento para o desenvolvimento do projeto de vida de estudantes do ensino médio da rede pública.

1.2.2 Objetivos específicos

a) Fundamentar teoricamente a articulação entre modelagem matemática (Biembengut; Hein, 2016; Bassanezi, 2014), educação empreendedora (Dolabela, 2008) e matemática financeira no contexto da Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018);

b) Elaborar uma sequência didática estruturada em 16 horas-aula que oriente o professor na mediação do processo de modelagem de um negócio escolar, desde a concepção da ideia até a análise de viabilidade financeira;

c) Propor a organização da turma em departamentos interdependentes (custos, precificação, receita, impostos e lucro) como estratégia para simular a dinâmica de uma empresa e fomentar o trabalho colaborativo, alinhada às etapas de interação, matematização e validação do ciclo de modelagem proposto por Biembengut e Hein (2016);

d) Organizar diretrizes pedagógicas que sirvam como um guia replicável para que outros professores da educação básica possam orientar seus alunos na tomada de decisões reais baseadas em evidências matemáticas.

1.3 Justificativa

A justificativa deste estudo reside na urgência de oferecer aos alunos da rede pública algo que vá além da resolução mecânica de exercícios. O aluno desmotivado, frequentemente desengajado das aulas de matemática, carece de ferramentas que o auxiliem a planejar o próprio futuro com clareza e realismo. Por isso, este trabalho propõe uma metodologia que conecta o conteúdo do livro à vida do jovem, conferindo sentido e aplicabilidade ao aprendizado matemático. Como Bassanezi (2014) afirma, a modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los, interpretando suas soluções na linguagem do mundo real.

O diferencial desta proposta é seu planejamento em um ciclo de 16 horas-aula. Esse tempo foi pensado para caber no calendário escolar, reconhecidamente apertado e repleto de interrupções, sem prejuízo do restante do conteúdo anual previsto para a disciplina. A escolha da feira de empreendedorismo como espaço de encerramento não é casual: ela funciona como o teste real do modelo matemático construído pelo aluno, permitindo que a validação ocorra em um ambiente concreto de interação com a comunidade escolar, conforme prevê o caráter cíclico da modelagem, que inclui a experimentação, a resolução e a validação (Bassanezi; Bertone; Jafelice, 2014).

Do ponto de vista da educação empreendedora, Dolabela (2008) ressalta que essa abordagem nas escolas não deve ser confundida com um curso técnico de administração, mas sim centrada no desenvolvimento do "ser empreendedor", priorizando o estímulo à autonomia, o exercício da criatividade e a percepção de oportunidades no entorno do aluno. Além disso, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2005) defende que a educação financeira deve ser entendida como um processo formativo que capacita consumidores e investidores a aprimorarem sua compreensão sobre produtos e riscos financeiros, objetivo central desta proposta.

Busca-se, com este trabalho, entregar ao colega professor um instrumento prático e teoricamente fundamentado que auxilie o aluno a construir seu projeto de vida com solidez. Ao aprender a modelar custos, lucros e riscos, o estudante ganha autonomia para tomar decisões financeiras conscientes. Torna-se capaz de empreender com visão crítica, independentemente da carreira que venha a seguir no futuro, seja como pequeno empresário, profissional liberal ou trabalhador assalariado.

1.4 Delimitações e Caracterização do Estudo

Este trabalho caracteriza-se como um estudo de natureza teórico-descritiva voltado ao desenvolvimento de uma proposta pedagógica. Faz-se necessário esclarecer que o foco aqui é construir, fundamentar e organizar essa sequência didática com base em referenciais consolidados da área, seguindo os princípios da pesquisa qualitativa e descritiva conforme delineados por Gil (2022) e Moresi (2003). Embora o material possa vir a ser transformado em uma cartilha ou guia prático no futuro, esta dissertação entrega a metodologia pronta para uso, sem incluir, neste momento, a aplicação prática imediata nem a coleta sistemática de dados com alunos nesta etapa da pesquisa. Tais procedimentos são previstos como desdobramentos futuros do estudo.

1.5 Estrutura da Dissertação

O trabalho está dividido em cinco capítulos que conduzem o leitor por todo o processo de construção da proposta. No Capítulo 1, apresenta-se o problema de pesquisa, os objetivos e a justificativa centrada no projeto de vida do aluno. No Capítulo 2, traz-se o referencial teórico, no qual se discutem a modelagem matemática na perspectiva de Biembengut e Hein (2016) e Bassanezi (2014), a educação empreendedora a partir de Dolabela (2008) e Dornelas (2001), as diretrizes da OCDE para educação financeira (OECD, 2005; 2014; 2015) e as novas abordagens da matemática financeira alinhadas à BNCC (Base Nacional Comum Curricular; Brasil, 2018). O Capítulo 3 descreve como a proposta foi elaborada, detalhando os percursos metodológicos adotados, incluindo a pesquisa bibliográfica e a análise documental. O Capítulo 4 constitui o cerne do trabalho, apresentando o roteiro passo a passo da sequência didática, com seus planos de aula, atividades e orientações para o professor, além de discutir os desafios e potencialidades da feira de empreendedorismo como espaço de validação. Por fim, o Capítulo 5 traz as considerações finais, refletindo sobre o papel do professor diante dessa proposta, as contribuições para o chão da escola e os próximos passos para o aprimoramento e a disseminação deste método.

2 REFERENCIAL TEÓRICO: PILARES PARA UMA PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO

2.1 Modelagem Matemática como Estratégia Pedagógica

A modelagem matemática, sob a perspectiva de Biembengut e Hein (2016), transcende a mera aplicação de fórmulas prontas; ela se configura como um processo dinâmico e criativo de tradução da realidade. Os autores propõem uma analogia entre o modelador e um artista: assim como o escultor molda a argila para dar forma a um objeto, o modelador utiliza o repertório matemático para dar forma a uma situação-problema, resultando na construção de um modelo (Biembengut; Hein, 2016). Nesse processo, a intuição e a criatividade assumem papéis protagonistas. Biembengut (2016) defende que o ato de modelar exige um senso lúdico para lidar com as variáveis e uma percepção aguçada para interpretar o contexto real.

No entanto, essa liberdade artística é balizada pelo repertório técnico do indivíduo. Como destacam os autores, a complexidade e a eficácia do modelo estão intrinsecamente ligadas ao nível de conhecimento matemático do modelador: "A elaboração de um modelo depende do conhecimento matemático que se tem. Se o conhecimento matemático restringe-se a uma matemática elementar, como aritmética e/ou medidas, o modelo pode ficar delimitado a esses conceitos. Tanto maior o conhecimento matemático, maiores serão as possibilidades de resolver questões que exijam uma matemática mais sofisticada, porém o valor do modelo não está restrito à sofisticação matemática"(Biembengut; Hein, 2016).

Dessa forma, a modelagem funciona como uma correspondência entre dois conjuntos distintos: o mundo real, com suas incertezas e fenômenos, e o mundo matemático, com suas estruturas e teorias. Ao interagir com esses conjuntos, a modelagem não busca apenas uma solução numérica isolada, mas a elaboração de expressões e métodos que possam, eventualmente, ser transpostos para outras aplicações, fomentando o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia do estudante na educação básica (Biembengut; Hein, 2016).

Para ilustrar essa interação e o fluxo que o modelador percorre entre a percepção de um problema e sua resolução formal, Biembengut e Hein (2016) propõem um esquema composto por três etapas fundamentais: interação, matematização e modelo matemático, que se subdividem em seis subetapas descritas na Figura 1 a seguir:

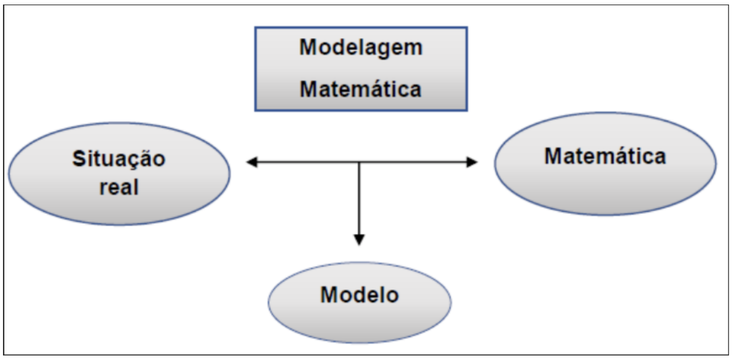

Figura 1 – Esquema do processo de modelagem matemática, representando as etapas de interação, matematização e modelo matemático, com seus respectivos fluxos de ida e retorno entre o mundo real e o mundo matemático. O diagrama ilustra como o modelador percorre o caminho da percepção do problema à sua resolução formal, incluindo a validação e a possibilidade de remodelagem.

Fonte: Biembengut; Hein (2016, p. 13).

A primeira etapa, denominada interação, ocorre uma vez definido o tema de estudo e consiste na busca por dados e informações. Essa pesquisa pode ser bibliográfica, por meio de livros, revistas especializadas e artigos, ou direta, via dados experimentais ou consultas a especialistas. Segundo os autores, essa etapa compreende o reconhecimento e a familiarização com o fenômeno. Não há uma ordem rígida entre essas subetapas, mas ressalta-se que, quanto maior for a interação do modelador com os dados, mais clara se tornará a situação-problema a ser investigada (Biembengut; Hein, 2016).

A segunda etapa, a matematização, é considerada a mais complexa, pois exige do modelador intuição, criatividade e experiência. Ela se subdivide em formulação do problema e resolução. A formulação do problema é o momento da tradução da realidade para a linguagem formal, envolvendo a classificação de informações relevantes, a identificação dos fatos, a construção de hipóteses, a seleção de variáveis e constantes, e a escolha de símbolos apropriados. O objetivo é converter as relações identificadas em expressões matemáticas, equações, gráficos ou algoritmos. Na resolução, com o problema formulado, procede-se à busca por soluções, podendo o uso de recursos computacionais ser uma ferramenta estratégica, especialmente em situações complexas que não permitem resoluções por processos analíticos simples ou contínuos (Biembengut; Hein, 2016).

A terceira e última etapa consiste na obtenção e análise do produto do processo: o modelo matemático. Nesta fase, torna-se imperativo avaliar o nível de aproximação entre o modelo e a situação-problema original. Para garantir o grau de confiabilidade, o modelador deve realizar interpretação e verificação, analisando as implicações das soluções encontradas e verificando sua adequabilidade e significância frente ao problema real, processo denominado validação. Caso o modelo não atenda às necessidades ou não represente a realidade de forma satisfatória, o ciclo deve ser retomado. É importante, ao concluir o modelo, elaborar um relatório que registre todas as facetas da investigação (Biembengut; Hein, 2016).

Esse movimento de retorno permite o ajuste de variáveis e hipóteses, reforçando o caráter dinâmico e não linear da modelagem matemática. É o momento em que a matemática é confrontada com a realidade para atestar sua utilidade. Essa estrutura cíclica é o que possibilita a transição dos papéis dos sujeitos no processo de ensino (Biembengut; Hein, 2016). O ensino da matemática, sob a perspectiva da modelagem, deve promover não apenas o conhecimento técnico, mas a habilidade de aplicá-lo de forma consciente. Como destacam os autores, é dever do professor conduzir o aluno a conectar o saber matemático ao mundo real, superando a mera resolução de exercícios mecânicos que, muitas vezes, carecem de significado para o estudante.

Figura 2 – Dinâmica da modelagem matemática. O esquema apresenta o caráter cíclico e não linear do processo de modelagem, destacando as etapas de experimentação, abstração (matematização), resolução e validação. As setas de retorno indicam a possibilidade de ajustes e refinamentos do modelo quando a validação não é satisfatória, reforçando a natureza dinâmica da aprendizagem.

Fonte: Biembengut (2016, p. 15).

Nesse contexto, os papéis em sala de aula são redefinidos. Ao ser incentivado a desenvolver seu próprio modelo, o aluno assume o papel de investigador. A modelagem estimula a criatividade e a habilidade de resolver problemas, permitindo que ele apreenda conceitos matemáticos enquanto os utiliza para compreender situações interdisciplinares e reais. O docente, por sua vez, atua como estrategista e orientador. Biembengut (2016) enfatiza que o trabalho do professor ocorre em quatro etapas fundamentais: diagnóstico, para identificar o nível de conhecimento da turma; planejamento, para organizar como a modelagem será implementada e quais conteúdos serão desenvolvidos; orientação, para conduzir os alunos na construção dos modelos, levando em conta o tempo disponível e o estágio de desenvolvimento dos estudantes; e avaliação, para analisar todo o processo construtivo, e não apenas o resultado final. Conforme aponta a autora, "dessa forma, a modelagem matemática no ensino pode ser um caminho para despertar no aluno o interesse por tópicos matemáticos que ele ainda desconhece, ao mesmo tempo por aprender a arte de modelar, matematicamente. Isso porque é dada ao aluno a oportunidade de estudar situações-problemas por meio de pesquisa, desenvolvendo seu interesse e aguçando seu senso crítico"(Biembengut, 2016, p. 18).

Essa estrutura sistemática proposta por Biembengut e Hein encontra eco e profundidade nos fundamentos estabelecidos por Bassanezi (2014), um dos precursores da modelagem matemática no Brasil. Para este autor, a modelagem matemática consiste na "arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los, interpretando suas soluções na linguagem do mundo real"(Bassanezi; Bertone; Jafelice, 2014, p. 16). Enquanto Biembengut e Hein detalham as etapas didáticas para a sala de aula, Bassanezi enfatiza o caráter pesquisador do processo. Ele argumenta que o modelo matemático é uma representação simplificada ou abstração de um fenômeno, e que o ato de modelar consiste em converter um problema real em um problema matemático, exigindo do indivíduo a capacidade de discernir quais aspectos da realidade são essenciais e quais podem ser descartados em prol da viabilidade do modelo (Bassanezi; Bertone; Jafelice, 2014). Nessa perspectiva, a criação de modelos de negócios escolares funciona como o laboratório de experimentação no qual o aluno converte variáveis comerciais em funções matemáticas.

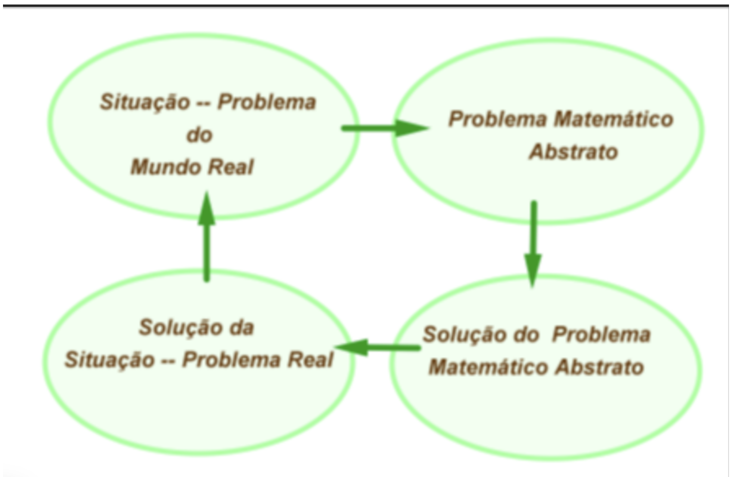

Figura 3 – Esquema do processo de modelagem matemática na perspectiva de Bassanezi. O diagrama representa a conversão de um problema da realidade em um problema matemático, seguido pela resolução no mundo matemático e a interpretação dos resultados de volta ao mundo real. As setas bidirecionais indicam o movimento constante de ida e volta entre os dois domínios, enfatizando o papel da validação e da reformulação do modelo.

Fonte: Bertone; Bassanezi; Jafelice (2014, p. 18).

No que diz respeito à natureza da atividade pedagógica, os autores diferenciam a modelagem da resolução de exercícios puramente mecânicos. Enquanto o exercício foca na aplicação imediata de algoritmos, a modelagem parte de uma situação-problema, uma questão do mundo real que não possui solução óbvia e que exige investigação profunda (Bassanezi; Bertone; Jafelice, 2014, p. 21). No contexto escolar, essa abordagem transforma a sala de aula em um ambiente de pesquisa, onde o interesse do aluno é despertado pela necessidade de compreender um fenômeno que lhe é familiar ou desafiador. Ademais, os autores reforçam que esse processo não é linear, mas composto por etapas cíclicas que incluem a experimentação, a abstração, a resolução e a validação (Bassanezi; Bertone; Jafelice, 2014, p. 17-18). A experimentação é a etapa da coleta de dados e observação direta do fenômeno. No contexto do empreendedorismo, seria o momento de olhar para o mercado e os insumos. A abstração, ou matematização, ocorre quando o modelador seleciona variáveis fundamentais e estabelece as relações entre elas por meio de funções e equações, sendo o modelo sempre uma aproximação, o que confere ao aluno uma visão crítica sobre as limitações da matemática. A resolução e validação consistem na obtenção de resultados e no teste de estresse do modelo. Se o modelo não descreve bem o fenômeno, ele deve ser ajustado, reforçando o convite à remodelagem. A fase de validação é particularmente crucial, pois consiste em confrontar o modelo construído com a situação real original, conferindo à aprendizagem um caráter dinâmico, onde o erro é encarado como parte integrante do aperfeiçoamento da investigação.

A convergência entre Biembengut, Hein e Bassanezi reside na convicção de que a modelagem matemática desperta a autonomia. Ao colocar o estudante frente a um problema real, como o desafio de estruturar um modelo de negócio escolar, a matemática deixa de ser um fim em si mesma e torna-se um instrumento de leitura de mundo, transformando a sala de aula em um laboratório de criação onde o rigor técnico se alia à intuição.

2.2 Educação Empreendedora na Escola: conceitos e finalidades

O empreendedorismo é compreendido como um processo dinâmico que envolve pessoas e recursos na transformação de ideias em oportunidades, cuja implementação resulta na criação de valor e soluções para a sociedade. Embora consolidado no vocabulário contemporâneo, o termo apresenta uma natureza polissêmica, o que exige uma delimitação teórica clara, especialmente quando transposto para o ambiente acadêmico e escolar.

2.2.1 Gênese econômica: inovação e o conceito de destruição criativa

Em sua gênese econômica, o conceito foi amplamente difundido por Schumpeter (1961), que concebe o empreendedor como o agente promotor da destruição criativa. Para o autor, o empreendedorismo não se limita à gestão de negócios existentes, mas à ruptura com fluxos tradicionais através da introdução de inovações no mercado. Sob essa perspectiva estritamente empresarial, o foco reside na maximização de resultados financeiros e na assunção de riscos econômicos. Esta visão clássica, contudo, serviu de base para uma compreensão mais ampla, que permitiu a migração do conceito para o campo social e educativo, onde o foco deixa de ser o mercado e passa a ser o indivíduo.

2.2.2 Transposição para o campo educacional: o "ser empreendedor"e a competência de vida

Historicamente, consolidou-se no senso comum a ideia de que o empreendedorismo seria uma espécie de dom ou talento inato, restringindo o sucesso nos negócios àqueles que já nasceriam com certas aptidões especiais. No entanto, o que as pesquisas da última década vêm demonstrando é que essa visão é limitada. Embora traços de personalidade possam, de fato, favorecer a gestão de um novo negócio, o processo empreendedor é, essencialmente, algo que pode ser ensinado e aprendido (Dolabela, 1999 apud Dornelas, 2001). Ao transpor essa discussão para o ambiente escolar, opera-se uma necessária ressignificação didática. Como bem observa Dolabela (2008), a educação empreendedora nas escolas não deve ser confundida com um curso técnico de gestão ou administração de empresas. O foco aqui é outro: trata-se de uma proposta pedagógica centrada no desenvolvimento do ser empreendedor, priorizando o estímulo à autonomia, o exercício da criatividade e a percepção de oportunidades no entorno do aluno.

Sob essa ótica, a educação empreendedora assume um papel de transformação social. Ela busca formar cidadãos capazes de atuar em um país que demanda desenvolvimento e soluções criativas, promovendo, em última análise, melhores condições de vida para a coletividade. Entende-se que o indivíduo é um ser em constante mudança, moldado pelas necessidades e pelo meio em que se insere. Assim, ainda que o potencial empreendedor esteja presente de forma latente, cabe à escola oferecer os estímulos necessários para que novas habilidades sejam despertadas e aprimoradas. Nesse sentido, reforça-se a tese de Dolabela (2008, p. 15) de que esse trabalho deve ser iniciado na mais tenra idade, visto que o empreendedorismo é, acima de tudo, uma questão cultural, capaz de induzir ou inibir a capacidade de realização do sujeito. Portanto, no contexto da educação básica, o empreendedorismo consolida-se como uma competência transversal, munindo o estudante com as ferramentas necessárias para converter ideias em ações concretas, seja qual for a trajetória profissional que ele decida trilhar no futuro.

2.2.3 Desafios da formação tradicional e o papel do professor facilitador

A implementação desta cultura de autonomia, contudo, enfrenta os obstáculos de sistemas educacionais que, historicamente, foram idealizados para formar indivíduos voltados a ocupar postos de trabalho subordinados. Conforme apontam Malacarne, Brustein e Brito (2016), a educação tradicional muitas vezes investe na formação de especialistas preparados para o mercado como mão de obra passiva, de modo que as pessoas costumam ser educadas para serem empregadas, e estimular o empreendedorismo neste contexto é enfrentar resistências e conflitos neste processo de mudanças, o que gera impactos para a instituição, para os docentes e para os discentes (Malacarne; Brustein; Brito, 2016, p. 29). Desafiar essa lógica exige que o professor deixe de ser o único detentor do saber para se tornar um facilitador, criando ambientes que estimulem a experiência prática e o aprender fazendo.

2.2.4 As dimensões da educação empreendedora: saber, saber fazer e saber ser

Para superar o modelo tradicional, Schaefer e Minello (2016) defendem que a educação empreendedora deve ser trabalhada sob três dimensões fundamentais: o saber (conhecimento teórico), o saber fazer (habilidades práticas) e o saber ser (atitudes e valores). Esta estrutura converge diretamente com os pilares da educação estabelecidos pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura; Delors, 1998), fundamentando a ideia de que o conhecimento matemático, por exemplo, não deve ser um fim em si mesmo, mas um suporte para a ação e para a resolução de problemas reais.

2.2.5 Políticas públicas: a BNCC e o Programa Educação Empreendedora do MEC

Esta articulação entre conhecimentos e atitudes encontra pleno amparo legal na BNCC (Brasil, 2018). Ao estabelecer o Trabalho e Projeto de Vida como a Competência Geral nº 6, a Base orienta que o ensino deve promover a capacidade do aluno de gerir sua própria trajetória com responsabilidade e ética. Como braço estratégico para operacionalizar essas diretrizes, o Ministério da Educação instituiu o Programa Educação Empreendedora, que visa fortalecer o ecossistema de inovação nas escolas brasileiras. Segundo as diretrizes do programa, a educação empreendedora deve atuar como um eixo integrador do currículo, oferecendo suporte para que as redes de ensino implementem metodologias que despertem o protagonismo juvenil e conectem o saber escolar à realidade socioeconômica (Brasil, s.d.). Portanto, as finalidades da educação empreendedora no ambiente escolar transcendem a preparação para o mercado de trabalho. Elas residem na capacidade de dotar o aluno de ferramentas para que ele possa ler o mundo criticamente, tomar decisões baseadas em evidências (matemáticas e sociais) e desenvolver a proatividade necessária para intervir em sua realidade. Assim, o empreendedorismo na escola serve como um catalisador para o exercício da cidadania plena.

2.2.6 A Matemática Como Suporte Para a Ação: a intersecção entre o "ser empreendedor" e a "arte de modelar"

Dentro deste cenário de políticas públicas, a matemática assume um papel protagonista quando se torna o suporte técnico para a tomada de decisão. Habilidades como a EM13MAT303, prevista na BNCC, exemplificam como o aluno deve utilizar modelos matemáticos para interpretar custos, lucros e viabilidade econômica. Nesse contexto, a modelagem matemática, discutida no item 2.1, apresenta-se como o instrumento metodológico que viabiliza essa formação. Se a educação empreendedora fornece o cenário e o desafio real, a modelagem de Biembengut (2016) oferece o caminho científico. As etapas da modelagem (interação, matematização e modelo matemático) espelham o comportamento empreendedor: a interação assemelha-se à busca por oportunidades; a matematização corresponde à análise estratégica de riscos; e a validação do modelo é o que atesta a viabilidade da ideia. Portanto, ao assumir o papel de investigador proposto pela modelagem, o aluno desenvolve a autonomia necessária para gerir o seu projeto de vida, transformando o repertório técnico matemático em uma ferramenta de inovação e intervenção social.

2.3 A Perspectiva da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico sobre Educação Financeira e Competências Empreendedoras

Não é possível tratar de educação financeira nas escolas sem considerar a influência da OCDE. Mais do que uma entidade econômica, a organização tornou-se uma articuladora de políticas que buscam preparar o cidadão para um mercado cada vez mais complexo. A ideia central é clara: diante de um cenário econômico mais desafiador e da transferência de riscos para o indivíduo, o Estado deve oferecer ferramentas para que a população esteja mais preparada para lidar com essas situações.

2.3.1 De onde viemos: o conceito global de educação financeira

O ponto de partida dessa discussão foi o documento de letramento financeiro (OECD, 2005). Nesse material, a educação financeira deixou de ser vista como simples memorização de fórmulas de juros e passou a ser entendida como um processo formativo. Para a OCDE, o objetivo é que consumidores e investidores aprimorem sua compreensão sobre produtos e riscos financeiros. Não se trata apenas de ler informações fornecidas por instituições financeiras, mas de desenvolver, por meio de instrução e orientação adequadas, a capacidade de identificar oportunidades e riscos. Em última instância, busca-se o bem-estar financeiro (OECD, 2005). Assim, a informação isolada não é suficiente; o foco deve estar na formação de competências efetivas.

2.3.2 O caminho da resiliência: de 2005 a 2020

Ao analisar as diretrizes da OCDE ao longo dos anos, percebe-se uma mudança relevante de enfoque. Em 2005, a ênfase estava predominantemente na proteção do consumidor, como resposta à desregulamentação dos mercados. Em 2020, com a publicação da recomendação do letramento financeiro, ganha destaque o conceito de resiliência financeira. Em um contexto marcado pela digitalização das transações e pela volatilidade econômica, ser resiliente significa saber planejar a vida financeira diante das incertezas. Nesse ponto, o tema aproxima-se do empreendedorismo, pois não se trata apenas de reduzir gastos, mas de gerir riscos de forma ativa e consciente (OECD, 2020).

2.3.3 Do papel à prática: implementação e políticas públicas

A transposição dessas ideias para a prática é discutida no manual de políticas (OECD, 2015), que enfatiza a importância de estratégias nacionais coordenadas. O objetivo é evitar ações isoladas e desconectadas, que tendem a ter pouco impacto a longo prazo. Para a pesquisa educacional, o documento reforça que os recursos pedagógicos devem ser práticos e relevantes para a realidade dos estudantes (OECD, 2015). A elaboração de materiais didáticos, como cartilhas e roteiros pedagógicos, a exemplo dos que serão discutidos neste trabalho, está alinhada à orientação da OCDE quanto à adoção de decisões fundamentadas em evidências.

2.3.4 A escola como espaço de equidade

O documento de 2014 defende que a educação financeira deve ser trabalhada de forma transversal, com forte articulação com a matemática (OECD, 2014). Ao utilizar a modelagem matemática para investigar situações do cotidiano relacionadas ao empreendedorismo, proposta deste trabalho, atende-se a essa orientação internacional. Dessa forma, a matemática deixa de ser apenas um conhecimento abstrato e passa a constituir-se como uma competência essencial para a vida, contribuindo para que o jovem desenvolva maior autonomia e protagonismo em sua trajetória.

2.4 Matemática Financeira: Do Conteúdo Curricular ao Instrumento de Análise Social

A matemática financeira é um campo vasto e está intrinsecamente ligada a diversos outros temas do ensino médio. Ao tratarmos de juros simples, podemos associá-los às progressões aritméticas e à função afim; já os juros compostos dialogam diretamente com as progressões geométricas, as funções exponenciais e as aplicações de logaritmos. Portanto, cabe ao professor o papel de conectar todos esses assuntos para conferir sentido ao aprendizado e ampliar a educação financeira dos discentes, em total consonância com as habilidades da BNCC, tais como EM13MAT303 (interpretar e comparar situações que envolvam juros simples com as que envolvem juros compostos, por meio de representações gráficas ou análise de planilhas, destacando o crescimento linear ou exponencial de cada caso), EM13MAT304 (resolver e elaborar problemas com funções exponenciais nos quais seja necessário compreender e interpretar a variação das grandezas envolvidas, em contextos como o da matemática financeira) e EM13MAT305 (resolver e elaborar problemas com funções logarítmicas nos quais seja necessário compreender e interpretar a variação das grandezas envolvidas, em contextos como os de abalos sísmicos, pH, radioatividade, matemática financeira, entre outros).

Dessa forma, para o aluno que possui o empreendedorismo como parte do seu projeto de vida, a matemática financeira deixa de ser apenas teoria e torna-se um instrumento de sucesso para a realização de seus sonhos. Ao dominar estes conceitos, o estudante passa a tomar decisões mais eficientes, a consumir de forma inteligente, ganha autonomia e assume, de fato, o protagonismo como autor do seu projeto de vida pessoal e profissional. Como destaca Mankiw (2021), em um mercado onde todos competem, o custo de produção é o que define a oferta, e a compreensão desses mecanismos é fundamental para qualquer empreendedor.

2.5 A Estrutura Conceitual Integradora

A construção desta proposta pedagógica fundamenta-se na conexão sinérgica entre a modelagem matemática, a educação empreendedora e a matemática financeira aplicada ao mundo dos negócios. Mais do que áreas isoladas, esses três pilares compõem uma estrutura conceitual integradora, na qual a modelagem atua como a articulação metodológica que permite ao aluno representar, de forma dinâmica e criativa, fenômenos financeiros reais, traduzindo a realidade em problemas matemáticos, utilizando conceitos financeiros e funções para dar suporte a decisões no campo do empreendedorismo.

Nesse modelo, a educação empreendedora não é vista apenas como a gestão de negócios, mas como o cenário ideal para o protagonismo do jovem. Ela vai além da abertura de um negócio, tratando-se, portanto, de uma cultura em que o aluno desenvolve competências, habilidades e atitudes para sentir-se sensibilizado, preparado e confiante para o alcance de seus objetivos de vida. É o contexto que fornece a situação-problema inicial, conforme proposto no ciclo de Biembengut e Hein (2016). Quando o estudante é desafiado a idealizar um projeto ou simular um empreendimento na escola, ele deixa de ser um receptor de fórmulas e passa a ser um investigador de sua própria realidade econômica, o que vai ao encontro do desenvolvimento de competências para o projeto de vida previstas na BNCC (Brasil, 2018).

A matemática financeira e o estudo das funções entram nesta estrutura como o suporte técnico indispensável. Sem o rigor matemático da precificação, do cálculo de impostos e da análise de custo, receita e lucro, a iniciativa empreendedora torna-se frágil, puramente intuitiva e sem conexão com a realidade. É através da matematização desses processos que o aluno percebe a utilidade da disciplina: a matemática deixa de ser um fim em si mesma para se tornar a linguagem necessária para validar a viabilidade de um sonho ou projeto real que vai além da escola.

Dessa forma, a integração ocorre no momento em que a modelagem matemática organiza o pensamento crítico do aluno. Ao dividir a turma em grupos interdependentes (custos, receita, lucro, impostos e precificação), simula-se o funcionamento de um sistema real, onde cada grupo depende do outro. A validação dessa estrutura culmina na feira de empreendedorismo, que funciona como o laboratório onde os modelos construídos são testados e a matemática é de fato aplicada. Portanto, a estrutura conceitual aqui proposta busca transformar a sala de aula em um ambiente de inovação social, onde o conhecimento matemático serve de alicerce para a formação de cidadãos autônomos, críticos, criativos e preparados para os desafios do mundo contemporâneo.

3 METODOLOGIA DE CONSTRUÇÃO E ORGANIZAÇÃO DA PROPOSTA

3.1 Natureza e Caracterização da Pesquisa

A presente investigação caracteriza-se como uma pesquisa de natureza básica no que tange à fundamentação teórica, e de desenvolvimento (aplicada) quanto aos seus objetivos práticos. Esta escolha justifica-se porque o estudo busca produzir conhecimentos e propostas passíveis de aplicação direta na sala de aula, contribuindo para a solução de problemas concretos do ensino de matemática na educação básica. De acordo com Gil (2022, p. 45), a pesquisa aplicada "foca na geração de conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos", o que se alinha perfeitamente à intenção de oferecer aos professores um instrumento pedagógico fundamentado e pronto para o uso.

Complementando essa visão, a pesquisa assume um caráter descritivo. Conforme aponta Moresi (2003, p. 23), a pesquisa descritiva "delineia as características de um fenômeno", o que, neste trabalho, se traduz na descrição pormenorizada da aplicação da modelagem matemática como estratégia pedagógica, detalhando cada etapa da sequência didática, seus fundamentos teóricos e os procedimentos de execução. Como argumenta Gil (2022), a pesquisa descritiva tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou então o estabelecimento de relações entre variáveis, o que corresponde exatamente à proposta deste estudo.

Quanto à abordagem, optou-se pela pesquisa qualitativa. Segundo Moresi (2003, p. 29), a abordagem qualitativa "foca na interpretação dos dados e na atribuição de significados", sendo a ferramenta ideal para analisar a evolução da aprendizagem dos estudantes durante o projeto. Embora, nesta etapa da pesquisa, não se realize coleta empírica de dados, a abordagem qualitativa orienta a construção da proposta no sentido de valorizar os significados atribuídos pelos sujeitos ao processo de ensino-aprendizagem. Assim, o foco reside na análise minuciosa da realidade escolar e na proposição de estratégias que conectem o currículo de matemática às demandas do mundo dos negócios.

Conforme destaca Zabala (1998, p. 31), "a prática educativa é uma atividade complexa que exige do professor não apenas conhecimento teórico, mas também capacidade de tomar decisões fundamentadas em princípios pedagógicos claros". Esta pesquisa, portanto, não se limita a descrever uma sequência didática, mas a construí-la com base em um referencial teórico robusto que lhe confere legitimidade, replicabilidade e relevância social.

3.2 Percursos Metodológicos para o Desenvolvimento da Proposta (Pesquisa Bibliográfica e Análise Documental)

O desenvolvimento desta proposta pedagógica seguiu um roteiro estruturado em duas frentes complementares: a pesquisa bibliográfica e a análise documental. Esses dois procedimentos metodológicos, conforme Gil (2022), constituem a base para a construção de conhecimento científico na área educacional, pois permitem ao pesquisador situar seu trabalho no contexto das discussões já consolidadas e identificar lacunas a serem preenchidas.

A fundamentação deste trabalho deu-se, inicialmente, por meio da pesquisa bibliográfica, que forneceu o suporte teórico necessário através da análise de obras de autores fundamentais. Como afirma Gil (2022, p. 52), a pesquisa bibliográfica "é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos". Neste estudo, foram analisadas as contribuições de Biembengut e Hein (2016) sobre a modelagem matemática como processo dinâmico e criativo de tradução da realidade; de Bassanezi (2014) sobre a "arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos"(Bassanezi; Bertone; Jafelice, 2014, p. 16); de D'Ambrosio (2012) sobre a etnomatemática e a contextualização do saber como estratégia para dar sentido ao aprendizado matemático; e de Dolabela (2008) sobre a educação empreendedora centrada no desenvolvimento do "ser empreendedor".

Além desses, recorreu-se a Mankiw (2021) para os fundamentos econômicos de custo, receita e lucro, essenciais para a compreensão das funções que serão modeladas pelos alunos. Schumpeter (1961) foi mobilizado para o conceito de "destruição criativa"como base da inovação empreendedora. Skovsmose (2001) contribuiu com a perspectiva da educação matemática crítica, que concebe a matemática como ferramenta para a cidadania e a intervenção social. As diretrizes da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2005; 2014; 2015) também foram incorporadas para fundamentar a educação financeira como processo formativo que visa ao bem-estar do cidadão.

Complementarmente, realizou-se uma rigorosa análise documental, examinando as diretrizes da BNCC (Brasil, 2018). Esse exame permitiu identificar as competências e habilidades específicas que a proposta visa atender, tais como a autonomia empreendedora, o pensamento crítico e a capacidade de modelagem matemática. Como destaca a própria BNCC (Brasil, 2018, p. 473), "é fundamental que os estudantes desenvolvam a capacidade de utilizar conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo", o que está no cerne desta proposta. A análise documental também abrangeu os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que, embora anteriores à BNCC, oferecem subsídios importantes sobre a importância da contextualização e da interdisciplinaridade no ensino de matemática. Essa dupla análise garantiu que a sequência didática estivesse em plena conformidade com as exigências legais e pedagógicas da educação básica atual.

3.3 Método de Desenvolvimento da Proposta

O método utilizado para a estruturação da sequência didática fundamentou-se em princípios pedagógicos que visam romper com o ensino puramente mecânico, priorizando a progressão do conhecimento e a articulação direta com a realidade do estudante. A organização das atividades seguiu quatro critérios fundamentais: a progressão didática, a contextualização com a vida do aluno, o ciclo de modelagem matemática e a clareza procedimental para o docente.

No que se refere à progressão didática, a proposta foi desenhada de modo que o nível de abstração matemática aumentasse gradualmente, respeitando a zona de desenvolvimento proximal do aluno, conforme os princípios vygotskyanos incorporados à didática contemporânea. De acordo com os estudos de Biembengut (2016), o ensino deve partir de uma fase de interação, onde o aluno se familiariza com o tema antes de formalizar conceitos. A autora enfatiza que "a modelagem matemática no ensino pode ser um caminho para despertar no aluno o interesse por tópicos matemáticos que ele ainda desconhece"(Biembengut, 2016, p. 18). Assim, a sequência inicia-se com a exploração do mundo dos negócios e a coleta de dados reais, para que apenas após a compreensão do fenômeno econômico os alunos passem à construção das leis de formação das funções custo, receita e lucro.

A articulação com a vida do aluno é o segundo critério norteador. Para fundamentar essa escolha, buscou-se em D'Ambrosio (2012) o conceito de que o aprendizado matemático ganha sentido quando está inserido no contexto cultural e social do indivíduo. D'Ambrosio (2012, p. 19) argumenta que "a etnomatemática propõe um programa de pesquisa que busca explicar os processos de geração, organização e transmissão de conhecimentos em diversos sistemas culturais". Ao utilizar a fabricação de *cookies* e o regime tributário do Microempreendedor Individual como objetos de estudo, a proposta conecta o conteúdo de funções afins e quadráticas a uma possibilidade real de geração de renda e cidadania fiscal, transformando a sala de aula em um ambiente de simulação profissional. Como bem observa o autor, o distanciamento entre a matemática escolar e a realidade sociocultural do aluno contribui para o que ele denomina de "analfabetismo matemático", que impede o jovem de ler criticamente a economia ao seu redor (D'Ambrosio, 2012).

Quanto ao ciclo de modelagem, o método seguiu as etapas de matematização e validação propostas por Bassanezi (2014). O autor define a modelagem matemática como a "arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los, interpretando suas soluções na linguagem do mundo real"(Bassanezi; Bertone; Jafelice, 2014, p. 16). Isso significa que os critérios de estruturação garantiram que o aluno fosse o protagonista na criação do modelo. Ele não apenas recebe uma função pronta, mas a constrói a partir dos preços pesquisados no mercado local e da carga tributária vigente, validando seus resultados ao confrontar o lucro teórico com a realidade dos impostos.

Ademais, Bassanezi, Bertone e Jafelice (2014, p. 17-18) reforçam que esse processo não é linear, mas composto por etapas cíclicas que incluem a experimentação, a abstração, a resolução e a validação. A fase de validação é particularmente crucial, pois consiste em confrontar o modelo construído com a situação real original. "Se os resultados obtidos não forem satisfatórios ou condizentes com a realidade observada, o ciclo prevê a modificação do modelo"(Bassanezi; Bertone; Jafelice, 2014, p. 18). Essa característica confere à aprendizagem um caráter dinâmico, onde o erro é encarado como parte integrante do aperfeiçoamento da investigação, e não como um fracasso a ser punido.

Por fim, prezou-se pela clareza e replicabilidade. A sequência foi organizada em etapas bem definidas e acompanhada de instrumentos de apoio, como tabelas de custos, roteiros de pesquisa, planos de aula detalhados e matrizes de referência para avaliação. Esse cuidado metodológico garante que a proposta seja clara para o professor que deseja aplicá-la, oferecendo um roteiro seguro que equilibra a autonomia do estudante com a orientação necessária para o cumprimento das habilidades previstas na BNCC. Como sugere Zabala (1998, p. 55), "a sequência didática deve ser compreensível e exequível pelo professor, oferecendo-lhe segurança na aplicação sem, contudo, engessar sua autonomia". Nesse sentido, o material não é um receituário fechado, mas um guia flexível que pode e deve ser adaptado às realidades locais.

3.4 Modelagem Matemática e Aprendizagem Baseada em Problemas: diferenciações fundamentais na prática pedagógica

No contexto das metodologias ativas em sala de aula, é frequente a confusão entre a Modelagem Matemática e a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Embora ambas retirem o aluno de uma postura passiva, caracterizada pela simples cópia do quadro, e partam de uma situação-problema, suas dinâmicas de trabalho e objetivos finais diferem significativamente na prática pedagógica.

Na Aprendizagem Baseada em Problemas, a metodologia atua como um gancho ou cenário previamente planejado pelo professor. O objetivo principal é que o estudante, ao tentar resolver a situação proposta, depare-se com a necessidade de aprender um conteúdo específico já previsto no currículo. Nesse modelo, o foco está em resolver o problema e, com isso, absorver a teoria a ele associada.

A Modelagem Matemática, por sua vez, seguindo a perspectiva defendida por Biembengut (2016), opera de maneira distinta. O problema não é inventado para contemplar um objeto de conhecimento pré-determinado; ele emerge de situações reais e concretas do cotidiano dos alunos, como, por exemplo, a construção de um pequeno negócio. O grande diferencial dessa abordagem está no processo denominado matematização. Nesse processo, o estudante precisa coletar dados da realidade — etapa inicial do ciclo de interação —, selecionar as informações relevantes e traduzi-las para a linguagem formal da matemática. Na proposta aqui apresentada, isso ocorre quando os alunos transformam a planilha de gastos em uma função afim, convertem as projeções de venda na lei de uma função quadrática, calculam o vértice da parábola para identificar o lucro máximo e determinam as raízes para encontrar o ponto de equilíbrio.

Essa distinção é fundamental para a compreensão do papel do produto educacional desta dissertação, que se consolida na forma de uma sequência didática. A proposta não consiste simplesmente em lançar problemas isolados para resolução em uma única aula, mas sim em oferecer um roteiro estruturado de investigação matemática. Nesse percurso, o rigor dos conteúdos do Ensino Médio atua como ferramenta para que o aluno tome decisões reais, desenvolvendo, de maneira integrada, a criatividade e as competências próprias da educação empreendedora.

3.5 Estrutura e Organização do Produto Proposto

O produto educacional proposto nesta dissertação foi estruturado como uma sequência didática fundamentada no ciclo de modelagem matemática de Biembengut (2016). A organização do material visa oferecer ao professor um roteiro lógico que parte da percepção de uma situação real até a validação de um modelo matemático aplicado ao empreendedorismo. A estrutura está dividida em cinco etapas principais, desenhadas para promover a interdependência entre os alunos e a aplicação prática dos conteúdos de matemática financeira e funções.

A primeira etapa, denominada diagnóstico e sensibilização, foca na identificação do conhecimento prévio dos alunos sobre o mundo dos negócios e na apresentação da problemática central. Este momento corresponde à fase de percepção e apreensão do ciclo de modelagem, onde o contexto empreendedor é introduzido como o cenário de investigação. Conforme Biembengut e Hein (2016), essa etapa inicial de interação é fundamental para que o aluno se aproprie do problema e desenvolva interesse genuíno pela investigação. É também o momento em que o professor aplica a avaliação diagnóstica, cujos resultados orientarão as intervenções pedagógicas subsequentes.

A segunda etapa compreende o embasamento teórico-prático, na qual o professor atua como mediador para revisar ou introduzir conceitos de matemática, tais como razão, proporção, porcentagem, equações e o estudo das funções afim e quadrática. O diferencial desta etapa é que o ensino não ocorre de forma isolada, mas orientado pelas necessidades que surgirão na construção do modelo de negócio. Como recomenda Biembengut (2016, p. 45), o professor deve atuar como "estrategista e orientador", identificando o nível de conhecimento da turma (diagnóstico), organizando como a modelagem será implementada (planejamento), conduzindo os alunos na construção dos modelos (orientação) e analisando todo o processo construtivo (avaliação).

A terceira etapa refere-se à organização dos grupos de trabalho e distribuição de responsabilidades. Para simular a realidade de uma empresa e garantir a cooperação e o trabalho colaborativo, a turma é dividida em cinco grupos temáticos: custos, receita, lucro, impostos e precificação. Esta estrutura força a comunicação entre os estudantes, pois o resultado de um grupo (ex: custos) é o dado de entrada necessário para o trabalho do outro (ex: precificação), configurando o que se define como interdependência positiva. Essa organização espelha a dinâmica de uma empresa real, na qual diferentes departamentos precisam trocar informações continuamente para que o negócio funcione de maneira integrada.

A quarta etapa é o desenvolvimento dos modelos matemáticos propriamente dito. Nesta fase, ocorre a matematização, onde os grupos transformam as informações do negócio em funções matemáticas. Os alunos são desafiados a construir as funções de custo total, receita e a análise do ponto de equilíbrio (lucro zero), utilizando as ferramentas matemáticas para prever o comportamento de sua empresa simulada. É neste momento que a abstração matemática ganha concretude: o aluno percebe que o coeficiente angular da função afim representa o custo variável por unidade, e que o vértice da parábola indica a quantidade que maximiza o lucro. Como destaca Mankiw (2021, p. 267), "a compreensão das funções de custo e receita é fundamental para qualquer decisão empresarial, pois permite ao gestor identificar o ponto em que o negócio começa a gerar lucro".

Por fim, a quinta etapa consiste na validação e apresentação dos modelos, que ocorre por meio de uma feira de empreendedorismo escolar. Este evento não é apenas uma exposição, mas funciona como o laboratório de validação do ciclo de modelagem. Nela, os modelos construídos são testados perante a comunidade escolar, permitindo que os alunos interpretem os resultados e percebam a aplicabilidade real da matemática como um manual para o seu projeto de vida pessoal e profissional. Conforme prevê o ciclo de Bassanezi (2014), a validação é a etapa em que o modelo é confrontado com a realidade. Se as vendas reais na feira se aproximarem das projeções matemáticas, o modelo é validado; se houver discrepâncias, os alunos são convidados a revisitar suas hipóteses e ajustar seus cálculos, aprendendo com a experiência.

Dessa forma, a sequência didática aqui proposta não apenas ensina conceitos matemáticos, mas forma sujeitos críticos, autônomos e preparados para tomar decisões fundamentadas em evidências. Como afirma Skovsmose (2001, p. 87), "a educação matemática crítica não se limita a ensinar técnicas de cálculo, mas a desenvolver competências para interpretar e intervir na realidade social". É exatamente isso que se espera dos estudantes ao final deste percurso: que eles sejam capazes de utilizar a matemática como ferramenta de leitura do mundo e de transformação de sua própria realidade.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA PROPOSTA: SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Neste capítulo, apresenta-se o produto educacional resultante desta pesquisa: um guia pedagógico intitulado "Matemática para o mundo dos negócios: a modelagem matemática como ferramenta para o desenvolvimento da educação empreendedora na escola pública". O material foi concebido para oferecer aos docentes uma estrutura clara e replicável, capaz de conectar o currículo de matemática financeira e funções às competências socioemocionais e empreendedoras dos estudantes, em conformidade com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018).

O guia pedagógico foi organizado de forma modular, permitindo que o professor compreenda a lógica da interdependência entre os grupos de trabalho antes de iniciar a aplicação prática. Ele não se limita a apresentar exercícios, mas propõe uma mudança na dinâmica da sala de aula, onde o erro é parte do processo de modelagem e a validação ocorre por meio da experiência real. Como defendem Biembengut e Hein (2016, p. 13), a modelagem matemática é um "processo dinâmico e criativo de tradução da realidade", no qual o aluno é convidado a ser protagonista de sua própria aprendizagem.

Os objetivos centrais deste material são: democratizar o acesso a ferramentas de gestão financeira por meio da linguagem matemática; instrumentalizar o professor para atuar como mediador em projetos de empreendedorismo; e fornecer um roteiro passo a passo fundamentado no ciclo de Biembengut, garantindo o rigor científico da proposta.

4.1 Detalhamento da unidade didática

A unidade didática proposta neste trabalho está estruturada em cinco etapas fundamentais, organizadas de forma lógica para conduzir o estudante desde o nivelamento técnico até a aplicação prática dos conceitos matemáticos em um contexto empreendedor. O percurso metodológico foi otimizado para uma carga horária total de 16h/a (horas/aulas), buscando integrar o conhecimento teórico à realidade de um modelo de negócio por meio dos seguintes passos:

Diagnóstico e sensibilização (1 h/a): etapa dedicada à identificação do nível de conhecimento prévio dos alunos e à introdução da temática do empreendedorismo como projeto de vida.

Nivelamento de conteúdos por blocos (8 h/a): revisão intensiva dos fundamentos matemáticos essenciais, organizada em quatro blocos temáticos (Razão e Proporção; Porcentagem e Juros; Equações; Funções), ministrada por meio de metodologias ativas.

Organização dos grupos de trabalho (1 h/a): formação das equipes de modelagem e definição de líderes, utilizando os dados da avaliação diagnóstica para garantir grupos equilibrados e colaborativos.

Ciclo de modelagem matemática (4 h/a): fase central da proposta, fundamentada no ciclo de Biembengut (2016), em que cada grupo desenvolve as funções e equações específicas que regerão a estrutura financeira e a viabilidade do seu respectivo negócio.

Validação e culminância (2 h/a): etapa final dedicada à verificação dos modelos construídos e à realização da feira de empreendedorismo, servindo como ambiente de validação real e social do projeto.

Conforme destaca Bassanezi (2014, p. 16), a modelagem matemática consiste na "arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los, interpretando suas soluções na linguagem do mundo real". É exatamente essa arte que se busca desenvolver nos estudantes ao longo desta sequência.

A seguir, apresenta-se o Quadro 01, que resume a organização da sequência didática, detalhando os objetivos, habilidades da BNCC e os recursos necessários para cada uma dessas etapas.

O capítulo de Resultados e Discussão é uma parte crucial da dissertação, onde os achados da pesquisa são apresentados e analisados criticamente. Deve-se começar com a apresentação dos resultados de maneira clara e organizada, utilizando tabelas, gráficos e figuras quando necessário para ilustrar os dados de forma compreensível. Em Matemática, isso pode incluir a exposição de teoremas, provas, corolários, lemmas e resultados numéricos ou computacionais, apresentados de maneira objetiva e precisa, sem interpretações iniciais.

Uma vez apresentados os resultados, a discussão subsequente deve contextualizá-los em relação à literatura existente. O autor deve interpretar os achados, destacando suas implicações teóricas e práticas. Comparações com estudos anteriores são essenciais para situar o novo conhecimento gerado e identificar como a pesquisa contribui para o avanço do campo. No contexto matemático, a discussão pode envolver a avaliação da elegância e eficiência das provas apresentadas, a generalidade dos teoremas demonstrados e as possíveis extensões ou aplicações dos resultados obtidos.

Além da interpretação dos resultados, esta seção deve abordar as limitações da pesquisa, discutindo possíveis fontes de erro ou incerteza e sugerindo maneiras de superá-las em trabalhos futuros. Uma análise crítica e reflexiva dos resultados ajuda a identificar áreas que necessitam de maior investigação e pode sugerir direções para pesquisas futuras. A seção de Resultados e Discussão, portanto, não só consolida os achados do estudo como também promove o desenvolvimento contínuo da Matemática, oferecendo novas perspectivas e questões em aberto para investigações subsequentes.

Tabela 1 – Organização da sequência didática: Matemática para o mundo dos negócios

SEQUÊNCIA DIDÁTICA	
Título	Matemática para o mundo dos negócios: a modelagem matemática como ferramenta para o desenvolvimento da educação empreendedora na escola pública.
Disciplina	Matemática.
Público-alvo	Ensino Médio (1ª série).
Competências para o desenvolvimento integral (BNCC)	Competência geral 1 – Conhecimento; Competência geral 2 – Pensamento científico, crítico e criativo; Competência geral 6 – Trabalho e projeto de vida; Competência geral 9 – Empatia e cooperação.
Competências específicas (BNCC)	CE1: Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações e construir modelos de fenômenos de diversas áreas. CE3: Interpretar e construir modelos para resolver problemas que envolvam variáveis socioeconômicas por meio da linguagem algébrica, das funções, das equações e da matemática financeira.
Habilidades específicas (BNCC)	EM13MAT101, EM13MAT203, EM13MAT303, EM13MAT401.
Objeto do conhecimento	Bloco 1: Razão, Proporção e Regra de Três. Bloco 2: Porcentagem e Juros. Bloco 3: Equações. Bloco 4: Funções. Etapa de Modelagem: Educação financeira, planejamento de projetos.
Objetivo geral	Capacitar os estudantes da primeira série do ensino médio a interpretar, modelar e resolver situações-problema do universo empreendedor.
Duração da SD	Diagnóstico: 1 h/a; Nivelamento: 8 h/a; Organização dos grupos: 1 h/a; Ciclo de modelagem: 4 h/a; Validação: 2 h/a. **Total: 16 horas/aula**.
Materiais utilizados	Quadro branco, calculadoras, Calculadora do Cidadão (BCB), dispositivos com internet, projetor, caderno de campo, papel metro, cartolinas, materiais de papelaria, mesas para a feira.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Brasil (2018).

Na Tabela 1 está apresentada a estrutura da sequência didática desenvolvida de forma a atender a proposta Matemática para o mundo dos negócios.

4.1.1 Objetivos de Aprendizagem: diagnóstico e nivelamento

A etapa inicial desta proposta consiste na aplicação de uma avaliação diagnóstica, instrumento essencial para que o professor mapeie os domínios técnicos e as principais dificuldades dos estudantes em relação aos conteúdos que servirão de base para o projeto. Como afirma Biembengut (2016, p. 45), o diagnóstico é a primeira das quatro etapas fundamentais do trabalho do professor na modelagem, permitindo-lhe "identificar o nível de conhecimento da turma"antes de planejar as intervenções. Esta sondagem não possui caráter punitivo, mas sim orientador, permitindo que o docente identifique lacunas de aprendizagem antes de avançar para a fase de modelagem dos negócios.

Os conteúdos contemplados nesta avaliação abrangem os fundamentos da matemática comercial e as ferramentas algébricas necessárias para a estruturação financeira. São eles: porcentagem, regra de três, razão e proporção, juros e descontos simples, equações de 1º e 2º graus e funções polinomiais de 1º e 2º graus. A escolha desses tópicos justifica-se pela sua aplicabilidade direta na gestão de custos, precificação e análise de ponto de equilíbrio, conforme demonstrado por Mankiw (2021) em seus estudos sobre economia empresarial.

Mais do que medir o conhecimento, este momento serve para sensibilizar o aluno sobre a importância desses conceitos no mundo real. Ao confrontar as questões diagnósticas, o estudante começa a perceber que a matemática financeira e as funções não são apenas abstrações escolares, mas sim a linguagem técnica que permite compreender fenômenos como o lucro, o prejuízo e a viabilidade de um empreendimento. Assim, o diagnóstico torna-se o ponto de partida para a transição entre o papel de aluno passivo e o de modelador crítico da sua própria realidade econômica. Na Tabela 2 apresenta-se o plano de aula da primeira parte da sequência didática, de acordo com o esquema apresentado na Tabela 1.

Tabela 2 – Plano de aula – Avaliação diagnóstica

1ª Plano de aula – Avaliação diagnóstica	
Duração	1 aula (50 min)
Objetivos da aula	Identificar conhecimentos prévios e sensibilizar para a visão matemática do mundo dos negócios.
Competência Específica	Competência Específica 1: Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações e construir modelos de fenômenos da economia.
Habilidades (BNCC)	EM13MAT101, EM13MAT102, EM13MAT302.
Metodologia	Aula 1 (Sensibilização): Debate mediado sobre o mercado de trabalho. Aula 2 (Sondagem): Aplicação do instrumento de avaliação diagnóstica.
Avaliação	Ao final, os alunos serão avaliados segundo a interação, participação e através da resolução de exercícios sobre os conceitos estudados.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Brasil (2018).

Com o intuito de fundamentar a escolha de cada item do teste e auxiliar o docente na análise dos resultados, apresenta-se a Tabela 3, que relaciona o conteúdo matemático ao seu objetivo específico no projeto de modelagem.

Tabela 3 – Matriz de referência da avaliação diagnóstica

Questão	**Conteúdo Matemático**	**Objetivo Pedagógico e Aplicação no Projeto**
1 e 2	Razão, proporção e regra de três	Avaliar a capacidade de escalonamento de produção e insumos.
3 e 4	Porcentagem e acréscimos	Verificar o domínio sobre descontos de fornecedores e margem de lucro.
5	Juros	Compreender o impacto de taxas em empréstimos ou pagamentos a prazo.
6 e 7	Equações de 1º e 2º graus	Instrumentalizar o cálculo de incógnitas de custos e dimensões de produtos.
8, 9 e 10	Funções	Analisar relações de dependência entre variáveis, como preço e demanda.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O arquivo diagramado e formatado para reprodução e aplicação em sala de aula, em formato PDF, encontra-se disponível para consulta e impressão ao final deste trabalho, no Apêndice A.

4.1.2 Segundo Passo: nivelamento de conteúdos por blocos

Após a análise da avaliação diagnóstica e o planejamento das intervenções, inicia-se a etapa de embasamento teórico-prático. Considerando a carga horária padrão da escola pública e a disponibilidade de espaços como os laboratórios de matemática e estudos orientados nas escolas de tempo integral, a proposta organiza os conteúdos em quatro blocos temáticos distribuídos em duas semanas. Esta estrutura permite uma imersão gradual e focada: o bloco 1 dedica-se à razão, proporção e regra de três; o bloco 2 foca em porcentagem, juros e descontos; o bloco 3 aborda as equações; e o bloco 4 finaliza com o estudo das funções polinomiais.

Nesta fase, o professor é incentivado a romper com vícios metodológicos puramente tradicionais, adotando posturas fundamentadas em metodologias ativas. Embora a aula expositiva tenha seu valor, ela não deve ser o único recurso. A dinâmica sugerida para cada bloco inicia-se com uma situação-problema que antecipa desafios reais que os alunos enfrentarão no ciclo de modelagem. A partir dessa problematização, abre-se espaço para o diálogo e a investigação coletiva, permitindo que a formalização dos conceitos matemáticos ocorra como uma resposta às necessidades práticas identificadas pelos estudantes. Como afirma Zabala (1998, p. 79), "a aprendizagem significativa ocorre quando o novo conteúdo se relaciona de forma substantiva com o que o aluno já sabe", o que justifica a opção por partir sempre de situações-problema familiares ao estudante.

No Tabela 4 apresenta-se a organização didática das aulas de nivelamento.

Tabela 4 – Organização didática das aulas de nivelamento

Organização didática das aulas de nivelamento	
Duração	02 semanas (08 aulas de 50 minutos no total).
Público-alvo	Alunos do Ensino Médio.
Objetivos da aula	Revisar e aprofundar conceitos de matemática comercial e álgebra; aplicar ferramentas matemáticas em situações simuladas de gestão empresarial.
Distribuição	Semana 1: Bloco 1 (Razão/Proporção) e Bloco 2 (Porcentagem/Juros). Semana 2: Bloco 3 (Equações) e Bloco 4 (Funções).
Competências e Habilidades (BNCC)	CE1, EM13MAT101, EM13MAT102, EM13MAT302.
Recursos	Calculadoras, materiais manipuláveis, laboratório de matemática ou informática.
Metodologia	Metodologias Ativas: Partida de uma situação-problema real, seguida de debate, formalização do conceito e oficina de aplicação prática.
Avaliação	Observação da participação nas oficinas e resolução das situações-problema propostas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.3 Bloco 1: Razão, Proporção e Regra de Três

A primeira etapa do nivelamento busca desmistificar a matemática comercial através de situações práticas de escala e divisão. O professor deve iniciar a sessão com uma situação-problema baseada na Regra da Sociedade, provocando os alunos a refletirem sobre a divisão proporcional de lucros ou prejuízos entre sócios que investem capitais diferentes. Esse debate inicial permite que os estudantes percebam a necessidade da proporcionalidade como um critério de justiça e organização financeira.

Dando continuidade à dinâmica, sugere-se que o docente trabalhe com a manipulação de receitas de produção. Essa abordagem permite ao aluno descobrir, de forma empírica, que a razão é uma comparação entre grandezas — como, por exemplo, a relação entre a quantidade de um insumo sólido e o volume de um componente líquido. Ao observar como as quantidades variam para manter o "padrão"do produto, o estudante constrói o conceito de proporção e regra de três de maneira intuitiva. Conforme argumenta D'Ambrosio (2012, p. 23), "o conhecimento matemático ganha sentido quando é construído a partir das práticas sociais do indivíduo", o que se materializa nesta oficina de receitas.

Ao final do encontro, propõem-se estratégias de sistematização e verificação. Como atividade de fechamento, orienta-se que os alunos sejam divididos em grupos para a criação de um mapa mental. O objetivo é analisar se eles conseguem organizar logicamente os conceitos discutidos e identificar as conexões entre as grandezas envolvidas. Recomenda-se também a entrega de uma lista de atividades contendo situações contextualizadas que remetam ao universo empreendedor. A proposta é que os alunos desenvolvam as resoluções de forma autônoma, sendo a correção realizada na aula subsequente, promovendo um momento de feedback e nivelamento final antes do próximo bloco.

Segue, na Tabela 5, o plano de aula de nivelamento do primeiro bloco.

Tabela 5 – Plano de aula do nivelamento – Bloco 1: Razão, Proporção e Regra de Três

Bloco 1 – Razão, Proporção e Regra de Três	
Duração	02 horas/aula (100 minutos).
Objetivos da aula	Identificar a razão como comparação entre duas grandezas; resolver problemas de divisão proporcional; aplicar a regra de três simples em situações de ajuste de insumos; organizar conceitos por meio de mapas mentais.
Conteúdos	Conceito de razão e proporção; grandezas direta e inversamente proporcionais; regra de três simples; divisão proporcional (Regra da Sociedade).
Competências e Habilidades (BNCC)	CE1, CE3, EM13MAT101, EM13MAT401.
Metodologia	Introdução: Caso prático de sociedade comercial. Desenvolvimento: 1. Formalização de razão e proporção. 2. Oficina de Receitas. 3. Sistematização com mapa mental. Fechamento: Lista de atividades contextualizadas.
Avaliação	Avaliação contínua, observando a capacidade de transposição do problema real para a linguagem das proporções.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Biembengut (2016) e Brasil (2018).

4.1.4 Bloco 2: Porcentagem, Juros e Descontos

É de suma importância que o professor, neste momento, estabeleça a associação entre os fenômenos financeiros e seus padrões matemáticos subjacentes. Deve-se evidenciar que os juros simples seguem o comportamento de uma Progressão Aritmética (PA) e de uma Função

Afim, devido ao seu crescimento constante sobre o capital inicial. Em contrapartida, os juros compostos devem ser associados à Progressão Geométrica (PG) e à Função Exponencial, dada a sua natureza de crescimento sobre o montante acumulado. Ressalta-se que, mesmo que os alunos do primeiro ano ainda não tenham estudado formalmente as progressões e funções exponenciais, essa antecipação é estratégica para que compreendam que o mercado financeiro opera sob padrões matemáticos rigorosos e previsíveis.

Como estratégia de sensibilização, sugere-se que o professor utilize registros fotográficos de comércios locais. Ao analisar anúncios de descontos e promoções da própria comunidade, o estudante interpreta a matemática que rege as relações de consumo ao seu redor. Complementarmente, o docente deve incentivar o uso da Calculadora do Cidadão, plataforma vinculada ao Banco Central do Brasil. Ao realizar simulações reais nesta ferramenta, os alunos exploram recursos tecnológicos oficiais para consultar e validar cálculos de financiamentos, aplicações e correção de valores.

A OECD (2005, p. 13) já destacava que "a educação financeira deve capacitar os indivíduos a melhorar sua compreensão sobre produtos e riscos financeiros", o que se alinha diretamente com as atividades propostas neste bloco. Segue, na Tabela 6, o plano de aula de nivelamento do segundo bloco.

Tabela 6 – Plano de aula do nivelamento – Bloco 2: Porcentagem, Juros e Descontos

Bloco 2 – Porcentagem, Juros e Descontos	
Duração	02 horas/aula (100 minutos).
Objetivos da aula	Aplicar conceitos de porcentagem e juros; diferenciar juros simples de compostos; associar juros simples à PA/Função Afim e juros compostos à PG/Função Exponencial; explorar a Calculadora do Cidadão.
Conteúdos	Porcentagem; juros simples (PA/Função Afim); juros compostos (PG/Função Exponencial); descontos e acréscimos.
Competências e Habilidades (BNCC)	CE1, CE3, EM13MAT101, EM13MAT203, EM13MAT303, EM13MAT401.
Metodologia	Introdução: Fotos do comércio local. Desenvolvimento: 1. Formalização dos conceitos. 2. Uso da Calculadora do Cidadão. 3. Atividade lúdica. Fechamento: Debate e lista de exercícios.
Avaliação	Avaliação processual, observando a percepção sobre diferença entre tipos de crescimento financeiro e domínio das ferramentas tecnológicas.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em OECD (2005) e Brasil (2018).

4.1.5 Bloco 3: Equações

O objetivo desta etapa é consolidar o conceito de igualdade e a capacidade de tradução de fenômenos reais para a linguagem algébrica, utilizando recursos visuais e tecnológicos para reduzir a abstração do conteúdo. Como diretriz pedagógica, sugere-se que o professor inicie todas as aulas com uma situação-problema que conecte a matemática ao contexto do empreendedorismo, permitindo que o aluno perceba a utilidade do que está sendo construído.

A proposta para este bloco divide-se em dois momentos complementares: a primeira aula dedicada ao estudo das equações de primeiro grau e a segunda hora voltada às equações de segundo grau. No que tange ao alinhamento curricular, as habilidades da BNCC selecionadas para compor este bloco (EM13MAT302, EM13MAT401) não foram escolhidas de forma isolada. A seleção priorizou competências que fundamentam a "construção de modelos", eixo central da Modelagem Matemática defendida por Biembengut (2016). Ao mobilizar a habilidade EM13MAT302, por exemplo, o objetivo é garantir que o estudante não apenas resolva equações, mas aprenda a construir modelos matemáticos que representem situações do mundo do trabalho e da educação empreendedora.

Para a abordagem das equações de primeiro grau, a estratégia central é a utilização do software GeoGebra. O professor deve acessar a ferramenta de balança digital interativa (disponível na plataforma GeoGebra ao pesquisar por "balança de equações"). Através da manipulação desta balança, o aluno visualiza que a equação é, essencialmente, uma relação de equilíbrio, onde a adição ou remoção de termos deve ocorrer em ambos os pratos simultaneamente para manter a igualdade. Esta prática torna a resolução um processo lógico e visual, facilitando a compreensão do princípio de equivalência.

Em relação às equações de segundo grau, a sugestão é que o professor explore problemas envolvendo a busca pela maior área possível ou volume de uma embalagem, dado um limite de material. Ao modelar as dimensões de uma caixa ou recipiente, o aluno é desafiado a encontrar a configuração que otimiza a capacidade de armazenamento ou a superfície de exposição do produto. O foco reside no uso da geometria como base para a compreensão algébrica, onde o cálculo da área máxima se torna a porta de entrada para o estudo do vértice da parábola, preparando o estudante para as decisões de otimização de recursos que ocorrerão no ciclo de modelagem.

O professor tem total autonomia para desenvolver as aulas da forma que considerar mais eficiente para sua realidade escolar, utilizando estas ferramentas como suporte para transformar o aprendizado de fórmulas em uma atividade de planejamento e criação. Segue, no Tabela 7, o plano de aula de nivelamento dos conteúdos do bloco 3.

Tabela 7 – Plano de aula do nivelamento – Bloco 3: Equações do 1º e 2º grau

Bloco 3 – Equações do 1º e 2º grau	
Duração	02 horas/aula (100 minutos).
Objetivos da aula	Compreender o conceito de igualdade e equivalência; utilizar o software GeoGebra; aplicar conceitos de área e perímetro para contextualizar equações de segundo grau.
Conteúdos	Equações de 1º grau; equações de 2º grau.
Competências e Habilidades (BNCC)	EM13MAT302, EM13MAT401, EM13MAT507.
Metodologia	Uso da balança digital no GeoGebra para 1º grau; problemas de áreas/perímetros para contextualizar o 2º grau.
Avaliação	Processual: capacidade de tradução, domínio tecnológico, raciocínio geométrico-algébrico, participação e argumentação.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Bassanezi (2014) e Brasil (2018).

4.1.6 Bloco 4: Funções (Afim e Quadrática)

Este bloco encerra o ciclo de nivelamento, conectando todos os conceitos anteriores em modelos funcionais que permitem a previsão de cenários e a tomada de decisão. A diretriz fundamental é que o aluno compreenda a função não como uma fórmula estática, mas como uma lei que rege o comportamento de um negócio.

Na abordagem da Função Afim, o foco central deve ser o estudo do coeficiente angular. O professor precisa deixar claro que ele representa a taxa de variação constante do modelo. É essencial estabelecer o vínculo direto com os conteúdos de Progressão Aritmética (PA) e Juros Simples, reforçando que o crescimento linear no empreendedorismo (como o custo variável por unidade produzida) segue essa lógica de variação constante. As situações-problema devem priorizar a análise de gráficos, permitindo que o estudante identifique visualmente onde o negócio começa (coeficiente linear) e com que velocidade ele cresce (coeficiente angular).

Para a Função Quadrática, o ensino deve focar na análise gráfica e, especificamente, no estudo do vértice da parábola. O professor deve explorar situações-problema de otimização, fundamentais no mundo dos negócios, como o cálculo da área máxima de um terreno ou o ponto de lucro máximo. Ao compreender o comportamento do vértice, o aluno ganha uma ferramenta poderosa para identificar o limite de eficiência de um modelo de negócio, transformando a parábola em uma análise de ferramenta financeira. Como destaca Mankiw (2021, p. 289), "a maximização do lucro é o objetivo fundamental de qualquer empresa, e a matemática fornece os instrumentos para encontrar o ponto ótimo de produção".

Segue, na Tabela 8, o plano de aula de nivelamento dos conteúdos do bloco 4.

Tabela 8 – Plano de aula do nivelamento – Bloco 4: Funções (Afim e Quadrática)

Bloco 4 – Funções (Afim e Quadrática)	
Duração	02 horas/aula (100 minutos).
Objetivos da aula	Identificar o coeficiente angular como taxa de variação; associar função afim a PA e juros simples; analisar o vértice da parábola em problemas de otimização de lucro.
Conteúdos	Função afim; função quadrática.
Competências e Habilidades (BNCC)	CE1, CE3, EM13MAT101, EM13MAT401.
Metodologia	Problematização focada em "custo vs. venda". Uso de gráficos para identificar ponto de equilíbrio e ponto de lucro máximo.
Avaliação	Processual, observando a capacidade de interpretar gráficos e utilizar o conceito de taxa de variação.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Biembengut (2016), Bassanezi (2014) e Mankiw (2021).

4.2 Etapa 3: Organização e Estruturação por Departamentos Especializados (1 hora/aula)

Nesta fase, a sala de aula assume uma configuração de ambiente corporativo, onde a turma é dividida em cinco núcleos de inteligência técnica. O professor atua como um coordenador geral, garantindo que o fluxo de informações entre os grupos ocorra de maneira sistêmica. A variável x é estabelecida como o elemento central de todas as funções, representando a quantidade de produtos ou serviços. A organização dos grupos segue uma lógica de interdependência funcional para simular o ciclo de modelagem de Biembengut (2016).

A opção pela variável independente x como representante da quantidade produzida ou comercializada fundamenta-se na estrutura clássica das funções econômicas (Mankiw, 2021), em que o volume físico atua como o determinante das grandezas monetárias dependentes (Custo, Receita e Lucro). Sob a ótica da Modelagem Matemática, conforme os pressupostos de Biembengut (2016), esta escolha permite que os estudantes operem sobre variáveis de decisão tangíveis durante o processo de tradução da realidade para o modelo matemático.

Os 5 Departamentos e suas Atribuições Técnicas:

- Departamento de Custos (Minimização): Responsável pela elaboração da função custo $C(x) = ax + b$. Sua meta é a busca pela eficiência produtiva, tentando reduzir o coeficiente a (custos variáveis) e a constante b (custos fixos). Devem listar insumos e buscar fornecedores que permitam minimizar o gasto total sem perder a qualidade.

– Departamento de Precificação (Estudo de Mercado): Atua na análise da concorrência e no comportamento do consumidor. Sua missão é definir o valor de p (preço unitário) que seja competitivo no mercado, servindo de parâmetro fundamental para que os outros grupos possam calcular a viabilidade do negócio.

– Departamento de Faturamento e Receita: Responsável por modelar a função receita $R(x) = p \times x$, onde p é o preço de venda. Este grupo projeta o comportamento do faturamento bruto conforme a variação da quantidade x vendida, trabalhando em estreito contato com a equipe de precificação.

– Departamento de Lucro: Este núcleo recebe as informações de todos os outros para compor a função lucro $L(x) = R(x) - C(x)$. Através do estudo de funções quadráticas, devem encontrar o vértice da parábola para determinar a quantidade x ideal que resulta no lucro máximo, além de identificar o ponto de equilíbrio onde o lucro é nulo.

– Departamento de Impostos e Regularização: Essa equipe ficou com a responsabilidade de "botar ordem"na parte legal do projeto. Os alunos atuaram diretamente na formalização da empresa, cuidando de todo o processo de simulação para a abertura do MEI. O foco aqui foi mostrar para eles que empreender exige responsabilidade com os deveres fiscais. Na prática, o grupo teve que aplicar as alíquotas de impostos sobre tudo o que foi vendido, garantindo que o faturamento bruto fosse transformado em faturamento líquido de forma correta, descontando a carga tributária real sobre cada unidade produzida.

4.3 Etapa 4: O Ciclo de Modelagem e a Equipe de Custos

Nesta fase, inicia-se o ciclo de modelagem propriamente dito. O professor define o produto junto com os alunos que servirá de base para o estudo de caso; para esta sequência, utilizaremos a produção de cookies. É importante ressaltar que a execução prática da receita não ocorre em sala de aula; o foco pedagógico reside na modelagem matemática dos custos. A produção física (“mão na massa”) pode ser sugerida como uma atividade extracurricular, promovendo a integração entre escola e família, conforme o acordo entre professor e discentes.

O primeiro passo da modelagem consiste na Interação com o Tema (Biembengut, 2016), etapa na qual os alunos devem pesquisar, discutir e listar os insumos necessários. Nesse processo, o professor não deve interferir diretamente nas escolhas do grupo, assumindo o papel de mediador e facilitador, auxiliando os discentes nas dúvidas que surgirem e estimulando a autonomia. Para a produção de uma fornada de 12 *cookies*, os ingredientes e quantidades selecionados seguem a lista padrão apresentada no material de apoio.

Nesta etapa, o Departamento de Custos deve transformar a lista de insumos em uma Função Custo $C(x)$. O desafio matemático proposto aos alunos é aplicar os conceitos de razão, proporção e regra de três para calcular o custo proporcional de cada grama ou unidade utilizada, visto que os produtos são adquiridos em embalagens comerciais maiores do que as quantidades exigidas na receita.

Dentro da etapa de interação com o tema (Biembengut, 2016), as equipes devem realizar uma pesquisa de preços, de forma direta ou indireta, buscando as principais marcas de produtos que ofereçam o melhor custo-benefício. O foco do grupo deve ser a eficiência financeira, visando minimizar os custos ao máximo sem comprometer a qualidade.

Como resultado dessa investigação e do processo de matematização, apresenta-se a seguir a Tabela 9, que exemplifica o levantamento de custos proporcionais. Este quadro serve de base para que os discentes identifiquem o coeficiente angular da função, correspondente ao custo variável por fornada.

Tabela 9 – Custo por insumo para produção de uma fornada de 12 *cookies*

Ingrediente	**Quant. na Receita**	**Embalagem de Mercado**	**Preço (R$)**	**Custo na Receita (R$)**
Manteiga	180g	1kg manteiga sem sal (Motirô)	56,00	10,08
Açúcar Mascavo	120g	Açúcar Mascavo Natural 10kg (Natunutri)	69,90	0,83
Açúcar Refinado	90g	Kit com 10 Açúcar Refinado Caravelas 1kg	63,99	0,58
Ovo	01 unidade	Bandeja com 30 ovos	18,00	0,60
Farinha de Trigo	250g	Farinha de Trigo Venturelli Fardo 10kg	91,99	2,30
Chocolate em gota	180g	Cobertura Gotas Chocolate ao Leite Le Cacau 1,01kg	34,90	6,22
Fermento	35g	Fermento Químico em Pó Star'bake 1kg	21,98	0,77
Bicarbonato	35g	Bicarbonato de Sódio 1kg Los Chef	11,40	0,40
Essência de baunilha	5 ml	Essência De Baunilha 960ml Arcolor	14,99	0,08
Embalagem	1 unidade	Saquinho Pp 10x20 Celofane	34,71	0,0347
Fita de Cetim	20 cm	Fita de Cetim Gitex 100m (10.000cm)	28,85	0,057
Papel Manteiga	450cm²	Papel Manteiga Gourmet 30cm x 4m (12.000cm²)	3,75	0,14
Mão de obra	1 hora	Força de trabalho	20,00	30,00

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de pesquisa de preços de mercado em varejo no estado de Alagoas em abril de 2026.

O segundo passo do ciclo é a matematização. Após o levantamento e a organização de todos os dados, os alunos precisam formular a função custo. Nesta construção, é fundamental a compreensão dos componentes da função afim: o custo fixo (como gás, energia ou taxas), que está associado ao coeficiente linear (b), e o custo variável por unidade (insumos por unidade de cookie), que representa o coeficiente angular (a). Assim, o modelo matemático assume a forma: $C(x) = ax + b$, onde x representa a quantidade de cookies produzidos. Essa estrutura permite ao aluno visualizar como a variação na produção impacta diretamente no gasto total da empresa simulada.

Após a pesquisa de preços e a aplicação da regra de três para a proporcionalidade dos insumos, o Departamento de Custos consolida o valor de $R\$52,09$ para a produção de uma fornada de 12 unidades. Para que o ciclo de modelagem avance, os alunos devem agora determinar o custo variável unitário (a), que será o coeficiente angular da função custo. Considerando que a receita produz 12 unidades, o cálculo do custo por unidade é: $a = \dfrac{52,09}{12} \simeq 4,35$.

Para o nosso modelo pedagógico, focamos o custo fixo no consumo de gás e de energia elétrica, simulando uma produção diária de uma fornada de 12 unidades. O desafio proposto aos alunos é realizar uma pesquisa de mercado para identificar o preço do botijão de 13 kg de gás, adotando o maior preço regional para garantir uma margem de segurança financeira. Após pesquisa, o valor médio em Alagoas varia entre $R\$95,00$ e $R\$130,00$, portanto fixamos o valor em $R\$130,00$.

A sistematização do cálculo segue os passos abaixo:

1. Custo por quilograma (kg): $\dfrac{R\$130,00}{13kg} = R\$10,00/kg$.

2. Consumo por hora de forno: considerando que o consumo médio de um forno doméstico é de aproximadamente $0,2kg/h$ (ficha técnica do fabricante), o custo da hora de fogo é: $R\$10,00/kg \times 0,2kg/h = R\$2,00$ por hora.

3. Custo de uma fornada: como cada fornada exige 15 minutos de forno $(0,25$ horas), o cálculo para um dia de trabalho é: $R\$2,00/h \times 0,25h = R\$0,50$, que é o custo fixo de gás de uma fornada de 12 unidades.

4. Para o cálculo do consumo da geladeira, o aluno deve pesquisar as especificações técnicas (ficha técnica) do modelo utilizado. No exemplo adotado, a geladeira apresenta um consumo de $29,4kWh/ms$. Considerando que em Alagoas a tarifa de energia gira em torno de $R\$0,86$ por kWh, a sistematização do custo fixo semanal de energia elétrica segue o seguinte percurso: custo mensal total: $29,4kWh \times R\$0,86 = R\$25,28$ por mês.

5. Custo por Dia: $\frac{R\$25,28}{30dias} = R\$0,84$ por dia. Custo por Hora: $\frac{R\$\ 0,84}{24\ horas} = R\$0,035$ por hora.

O custo fixo operacional de uma fornada é a soma do consumo de gás $(R\$0,50)$ com o consumo de energia elétrica da geladeira $(R\$0,035)$. Portanto, o valor do coeficiente linear que será utilizado na função custo é $b = 0,5+0,035 \simeq 0,54$. Este valor de $R\$0,54$ representa o custo fixo para a produção de 1 fornada. É o valor que o empreendedor gasta de energia e gás para processar a receita, independentemente de quantos cookies individuais são vendidos dentro desse lote de produção, desde que respeitado o limite de 1 fornada.

Após essa imersão nos cálculos de insumos e no levantamento dos gastos operacionais, conseguimos finalmente fechar o modelo matemático do custo. É o momento em que a aritmética da regra de três se transforma em uma função polinomial do 1º grau, dando sentido ao conteúdo de álgebra do ensino médio.

Para consolidar o raciocínio com os alunos, pontuamos que o custo variável unitário (que engloba os ingredientes e a embalagem) ficou em $R\$4,35$. Já o custo fixo diário, que calculamos detalhadamente somando o gás e a energia da geladeira de uma fornada, resultou em $R\$0,54$.

Assim, apresentamos a função custo diário de uma fornada, onde x representa o número de cookies produzidos: $C(x) = 4,35x+0,54$. Logo, o custo de uma unidade é $C(1) = 4,35 \times 1+0,54 = 4,89$, que aproximamos para $4,90$, um valor comercial mais usual.

Nesse ponto da aula, é interessante mostrar aos estudantes, através do gráfico, que mesmo se a produção for zero, a reta não parte da origem, mas sim do valor $0,54$. Isso visualiza o conceito de coeficiente linear na prática: é o “prejuízo” que já existe antes de começar a vender. Encerramos a etapa do departamento de custos e passamos para a próxima equipe.

4.4 Departamento de Precificação

Precificar um produto exige dedicação e uma visão sistêmica do negócio. Nesta etapa, a missão da equipe ultrapassa o simples cálculo; os alunos precisam compreender o processo do preço de custo, a estratégia de mercado e a margem líquida pretendida. A fixação adequada do preço é o que garante a maximização dos lucros; um erro aqui pode inviabilizar a empresa antes mesmo da primeira venda. O professor deve orientar os alunos a buscarem referências externas, seja através de pesquisas em plataformas como o YouTube ou, preferencialmente, conversando com empreendedores locais para descobrir as técnicas de precificação utilizadas no mundo real.

Um dos conceitos centrais discutidos com os alunos é a escolha entre ganhar na margem ou no giro. A estratégia de margem ocorre quando a empresa busca um lucro alto por unidade vendida, mesmo que venda com menos frequência. Já a estratégia de giro acontece quando a margem por unidade é mais apertada, mas o ganho vem no acumulado da alta frequência de vendas. No caso específico dos cookies, por se tratar de um produto alimentício com validade curta e perecibilidade rápida, a equipe deve compreender que o estoque parado representa prejuízo imediato. Portanto, a melhor decisão estratégica para este negócio está no giro, garantindo que o produto circule rapidamente e seja consumido enquanto fresco.

Quando a turma define, por exemplo, o objetivo de trabalhar com uma margem de 30

Nesse momento, é comum que os alunos recorram ao raciocínio intuitivo do markup multiplicador. O professor deve mediar a discussão apresentando o exemplo prático:

- Raciocínio pelo markup (lucro sobre o custo): Os alunos calculam 50% em cima do valor de custo e somam ao total: 4,90 × 1,5 = 7,35 (1,5 é o fator de aumento). Neste cenário, o lucro em espécie é: 7,35 – 4,90 = 2,45.
- A partir desse resultado, o professor deve instigar uma análise crítica: “Nesse preço de $R\$7,35$, o lucro de $R\$2,45$ representa realmente 50% do que entrou no caixa?”. Ao realizarem a conta de verificação: $2,457,35 \simeq 0,333$, os estudantes percebem que o lucro real sobre a venda foi de apenas $33,3\%$, e não os 50% planejados.

Essa distinção é o que define a diferença entre:

- Markup: quando se adiciona um percentual sobre o que foi gasto na fabricação do produto (lucro sobre o custo).
- Margem de Lucro: quando se define qual percentual do preço final deve ser lucro (lucro sobre a venda).

Para que a empresa tenha uma margem de 50% real, o cálculo pode ser feito pela equação do preço de venda: $PV = \dfrac{\text{Custo de produção}}{(1 - \text{Margem})}$.

Nesse caso, para ter uma margem de lucro de 50%, $PV = \dfrac{4,9}{1-0,5} = 9,8$. O preço deve ser de $R\$9,80$.

Após essa análise, a decisão do preço do *cookie* em $R\$9,80$ leva a equipe a ganhar maturidade para definir que a função receita será baseada no rigor da margem de lucro, em detrimento da simplicidade do *markup*. Essa decisão justifica-se por ser o método mais utilizado no mercado, garantindo que a porcentagem de lucro desejada incida precisamente sobre o valor final de venda e não apenas sobre o custo.

4.4.1 Equipe de Faturamento e Marketing

Nesta fase, a equipe deve agir como o setor estratégico da empresa. O professor atua como um consultor que provoca a reflexão sobre o equilíbrio entre atrair clientes (*marketing*) e manter a saúde financeira (faturamento). Inicialmente, o professor orienta a equipe a trabalhar com o preço original fixo de $R\$9,80$. A missão é calcular o faturamento e o lucro para a venda de 10 cookies, por exemplo:

- Função Receita: $R(x) = 9,80x$
- Faturamento (10 unidades): $R(10) = 9,8010 = R\$98,00$
- Lucro: Considerando o custo $C(10) = 4,3510 + 0,54 = 44,04$, o lucro é de $R\$98,00 - R\$44,04 = R\$53,96$.

Para incentivar vendas maiores, o professor lança a seguinte proposta à equipe: "E se criarmos uma promoção de descontos acumulativos de $R\$0,40$ por unidade adicional?" O objetivo central é que os alunos percebam que um desconto sucessivo ilimitado é insustentável e destruirá o lucro da empresa.

O professor deve orientar os alunos a montarem uma sequência numérica para identificar a partir de qual unidade vendida o prejuízo se inicia. Esta atividade reforça que a Progressão Aritmética (PA) está diretamente associada ao estudo das funções polinomiais do primeiro grau.

A sequência de preços unitários sob a promoção de descontos de $R\$0,40$ é:

$$9,8; 9,4; 9,0; 8,6; 8,2; 7,8; 7,4; 7,0; 6,6; 6,2; 5,8; 5,4; 5,0; 4,6; 4,2\ldots$$

Ao analisar os valores, os alunos devem comparar o preço de venda com o custo de produção unitário, que é de $R\$4,90$. No 13^o termo ($R\$5,00$), a margem ainda é positiva. Contudo, no 14^o termo ($R\$4,60$), o preço de venda fica abaixo do custo. Portanto, a promoção só é viável até a 13^a unidade. Para fins estratégicos, define-se um limite de 10 unidades para a promoção.

Para achar o faturamento de 10 unidades na promoção, utiliza-se a soma dos termos da PA:

$$\begin{aligned} S &= \frac{(\text{Preço inicial + Preço final}) \times \text{quantidade}}{2} \\ &= \frac{(9,8+6,2)10}{2} \\ &= 16,05 \\ &= 80,00. \end{aligned}$$

Com o faturamento promocional definido, calcula-se o lucro:

$$\begin{aligned} L &= \text{Faturamento} - \text{Custo Total} \\ &= 80,00 - 44,04 \\ &= 35,96. \end{aligned}$$

Comparando os cenários:

- Lucro sem promoção: $R\$53,96$;
- Lucro com promoção: $R\$35,96$;
- Diferença (perda de margem): $R\$18,00$.

Embora o lucro nominal diminua, o marketing justifica a estratégia pelo ganho no giro de estoque, atraindo mais clientes e aumentando o volume total de vendas.

A parte final consiste na modelagem da função preço que varia conforme a quantidade. O professor deve mediar a construção da função, pois é comum que a equipe cometa o erro de propor $P(x) = 9,8 - 0,4x$. Esse modelo aplicaria o desconto já na primeira unidade: $P(1) = 9,8 - 0,4 \times 1 = 9,4$.

A modelagem correta, que aplica o desconto apenas a partir da segunda unidade comprada, utiliza o conceito de $(x-1)$. Para a generalização da função preço, observa-se que o fator que multiplica o desconto de $(0,4)$ é sempre $(x-1)$, onde x representa a unidade vendida. Portanto, a lei de formação que descreve o preço de qualquer unidade dentro do intervalo promocional é: $P(x) = 9,8 - [(x-1) \times 0,4]$, para o domínio $1 \leq x \leq 10$.

Verificação da função preço na promoção:

- Para 1 unidade: $P(1) = 9,8 - 0,4(1-1) = 9,80$;

- Para 2 unidades: $P(2) = 9,8 - 0,4(2-1) = 9,40$;
- Para 3 unidades: $P(3) = 9,8 - 0,4(3-1) = 9,00$.

Assim, a função receita desta promoção será dada por:

$$\begin{aligned} R(x) &= \text{preço} \times \text{quantidade} \\ &= [9,8 - 0,4(x-1)]x \\ &= (9,8 - 0,4x + 0,4)x \\ &= -0,4x^2 + 10,2x. \end{aligned}$$

Com a função receita da promoção modelada, entramos na etapa final da modelagem financeira. Agora, a próxima equipe deve integrar os custos de produção para determinar a função lucro líquido, que permitirá identificar a quantidade ideal para obter o lucro máximo.

4.5 Departamento de Lucratividade

Com a função receita da promoção em mãos, a Equipe de Lucro agora assume o papel de estrategista do negócio. O desafio dos alunos neste grupo é mergulhar no estudo da função quadrática e de seu gráfico (a parábola) para descobrir como alcançar o maior lucro possível.

É importante destacar que, enquanto as outras equipes coletavam dados, o papel deste grupo foi pesquisar profundamente sobre a maximização de lucro. Eles estudaram os conceitos de máximos e mínimos de uma função do segundo grau para que, neste momento, pudessem aplicar todo esse conhecimento teórico aos números reais da empresa de *cookies*.

1. Passo 1: Modelando a função Lucro.

   A função lucro que a equipe irá trabalhar é dentro da promoção: Lucro = Receita – Custo.

   - $R(x) = -0,4x^2 + 10,2x$;
   - $C(x) = 4,35x + 0,54$;
   - $L(x) = -0,4x^2 + 10,2x - (4,35x + 0,54) = -0,4x^2 + 5,85x - 0,54$.

   O primeiro ponto que os alunos devem observar é o coeficiente a (o número que acompanha o x^2). Como esse coeficiente é negativo $(-0,4)$, a parábola tem a concavidade voltada para baixo.

Para o empreendedor, isso é um aviso: o lucro cresce até certo ponto, mas depois começa a cair. Existe, portanto, um ponto onde o lucro é máximo para certa quantidade vendida. O grande desafio e objetivo desta equipe é esboçar o gráfico para encontrar as raízes da função e as coordenadas exatas desse topo, garantindo que a banca de cookies opere em sua capacidade financeira mais eficiente.

Os coeficientes são: $a = -0,4, b = 5,85, c = -0,54$.

Calculamos o valor de Delta (Δ):

$$\begin{aligned}
\Delta &= b^2 - 4ac \\
&= 5,85^2 - 4 \times (-0,4) \times (-0,54) \\
&= 34,2225 - 0,864 \\
&= 33,3585.
\end{aligned}$$

E temos as raízes:

$$\begin{aligned}
x &= \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} \\
&= \frac{-5,85 \pm \sqrt{33,3585}}{2 \times \breve{}0,4} \\
&= \frac{-5,85 \pm 5,775}{-0,8}.
\end{aligned}$$

Finalmente, simplificando, temos:

- Primeira raiz: $\dfrac{-5,85 + 5,775}{-0,8} = \dfrac{-0,075}{-0,8} = 0,09375 \simeq 0,1;$
- Segunda raiz: $\dfrac{-5,85 - 5,775}{-0,8} = \dfrac{-11,625}{-0,8} = 14,53125 \simeq 14,5.$

Neste ponto, o professor deve pausar a exposição técnica e estimular uma discussão reflexiva com a equipe sobre o significado prático das raízes encontradas. O lucro se inicia já na primeira unidade vendida, mas a partir da 15ª unidade já não há mais lucro. A curva nasce no investimento inicial, atinge o ápice e depois desce em direção ao prejuízo caso o desconto continue sendo aplicado sem controle.

2. Passo 2: Encontrando a Quantidade Ideal (o valor x do vértice x_v)

   Com o propósito de evitar ações pautadas por empirismo ou suposições, a equipe emprega a matemática na identificação do vértice da parábola. A coordenada x do vértice (x_v) revela, assim, a quantidade exata de cookies que compõem cada combo, cuja comercialização maximiza o desempenho esperado.

$$x_v = \frac{-b}{2a} = \frac{-5,85}{2-0,4} = \frac{-5,85}{-0,8} = 7,3125 \simeq 7,31$$

Como não se vende uma fração de cookie, os alunos concluem que a quantidade ideal para a promoção é vender combos de 7 unidades.

3. Passo 3: Calculando o Lucro Máximo em Dinheiro (y_v)

   Agora que a equipe já sabe que 7 unidades é o número ideal para os combos da promoção, eles precisam calcular quanto dinheiro isso trará de lucro real para o caixa. Substituímos o 7 no lugar do x na função:

$$\begin{aligned} L(7) &= -0,47^2 + 5,85 \times 7 - 0,54 \\ &= -0,4 \times 49 + 40,95 - 0,54 \\ &= -19,6 + 40,95 - 0,54 \\ &= 20,81 \end{aligned}$$

   Ao final deste estudo, os alunos percebem uma lição valiosa de economia: vender o máximo permitido (10 unidades) não é o que traz o maior lucro.

   Se venderem 6 unidades:

$$\begin{aligned} L(6) &= -0,4 \times 36 + 35,10 - 0,54 \\ &= -14,40 + 35,10 - 0,54 \\ &= 20,16 \end{aligned}$$

   Se venderem 7 unidades (ponto de máximo):

$$L(7) = 20,81$$

   Se venderem 8 unidades:

$$\begin{aligned} L(8) &= -0,4 \times 64 + 46,80 - 0,54 \\ &= -25,60 + 46,80 - 0,54 \\ &= 20,66 \end{aligned}$$

Se venderem 9 unidades:

$$\begin{aligned} L(9) &= -0,481+52,65-0,54 \\ &= -32,40+52,65-0,54 \\ &= 19,71 \end{aligned}$$

Esse fenômeno ocorre porque, a partir da 7ª unidade, o desconto acumulado oferecido pelo setor de marketing passa a exercer maior influência negativa sobre o resultado do que o ganho proporcionado pela venda adicional. Mediante essa análise, a equipe responsável pela gestão do lucro cumpre sua função de orientar a empresa na busca pela eficiência máxima: a promoção deve contemplar um combo de 7 cookies, em vez de priorizar apenas o maior faturamento bruto.

Uma reflexão pedagógica relevante se impõe: “Professor, se a partir do 15^o cookie o preço de venda já não cobre o custo, por que o gráfico ainda indica lucro positivo?”

Para esclarecer essa questão junto à equipe, utilizam-se dois conceitos simples:

- Lucro por unidade (visão da análise marginal): O 15^o cookie representa o "ponto de inflexão"no qual o desconto se tornou tão elevado que aquela unidade específica gerou prejuízo.
- Lucro do combo (visão da parábola): Nos primeiros cookies (do 1^o ao 10^o), a operação obteve ganho expressivo devido ao reduzido desconto aplicado. Esse lucro acumulado no caixa é suficiente para compensar o pequeno prejuízo das unidades finais.

O gráfico da parábola permanece acima de zero na 14^a unidade porque o lucro gerado pelos primeiros cookies sustenta os últimos. No entanto, a curva já apresenta acentuado declínio. Isso evidencia que não se deve aguardar o esgotamento total do lucro para interromper as vendas; um gestor eficiente cessa as vendas ao atingir a eficiência máxima (o vértice da parábola, y_v), e não quando o lucro se reduz a zero.

4.5.1 Departamento de Tributação (MEI)

Chega-se, assim, à etapa final da jornada empreendedora. Após as equipes terem definido custos, preços e estratégias de maximização do lucro, a Equipe de Tributação assume a função de assegurar que o empreendimento opere de maneira ética e cidadã. No Brasil, e especificamente no estado de Alagoas, empreender dentro dos marcos regulatórios vigentes é condição fundamental para garantir a segurança jurídica do empresário e promover o retorno social à comunidade.

Cabe ao professor orientar essa equipe na realização de uma investigação sistemática sobre o procedimento de legalização de empresas, etapa a etapa. O objetivo é que os alunos compreendam que uma empresa não se constitui apenas no espaço físico da cozinha ou do balcão, mas também nos registros oficiais que a formalizam perante o Estado.

1. Roteiro de Pesquisa para os Alunos:

    - Como empreender legalmente? Pesquisar sobre o Portal do Empreendedor e a figura do MEI (Micro Empreendedor Individual).
    - Onde os cookies se encaixam como produto? Identificar o CNAE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas) correto. No caso: Comerciante de produtos alimentícios.
    - Quais os impostos de regulamentação? Entender que, como MEI, não se pagam taxas para abrir a empresa, mas há uma contribuição mensal obrigatória.

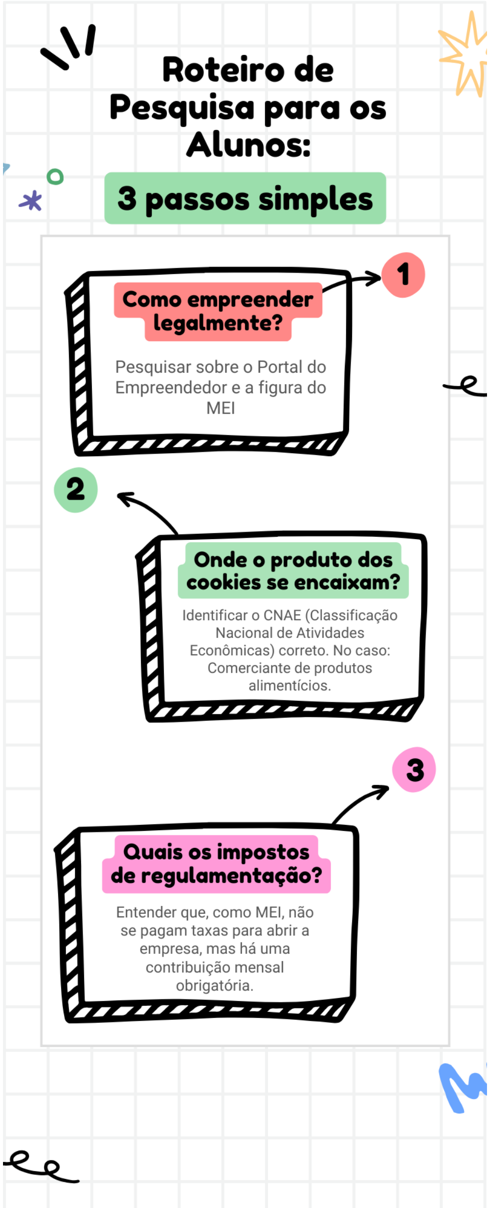

Figura 4 – Roteiro de pesquisa
Fonte: Autor.

Diferentemente das demais equipes, que lidaram com funções variáveis, o imposto do MEI em 2026 introduz um novo elemento à modelagem matemática do negócio: um custo fixo de natureza tributária. Considerando o salário-mínimo reajustado para $R\$1.621,00$, a guia mensal do Documento de Arrecadação do Simples Nacional (DAS) consolida-se como a principal obrigação periódica do empreendedor.

Composição Mensal (Setor de Comércio) é definida pelos impostos:

- INSS (Previdência): $R\$81,05$
- ICMS de comércio (Imposto Estadual – Alagoas): $R\$1,00$

- Total Fixo Mensal: $R\$82,05$

O professor deve destacar: “Vejam que, para o governo de Alagoas, paga-se apenas um real de imposto estadual por mês. O maior valor da contribuição destina-se a garantir direitos como aposentadoria e auxílio-doença.”

Para que os alunos visualizem o peso desse imposto sobre cada venda, a equipe deve proceder à divisão do valor fixo pela meta de vendas mensal. Define-se, neste estudo, a meta em 50 combos mensais. Considerando que cada combo é composto por 7 unidades de cookies, tem-se:

$$\text{Imposto por combo} = R\$\frac{82,05}{50} = R\$1,64$$

Nesta fase, o professor deve promover um debate com a seguinte questão: “Se o imposto é fixo em $R\$82,05$, o que ocorre com o lucro de cada cookie se forem vendidos 100 combos ou mais, em vez de 50?"Essa reflexão introduz aos alunos o conceito de diluição de custos: na lógica do MEI, quanto maior o volume de vendas, menor o impacto do imposto por unidade, o que incentiva o esforço comercial.

O *Lucro Real Final* pode então ser calculado subtraindo-se esse valor do lucro previamente apurado pela equipe financeira:

Assim, temos o seguinte:

- o Lucro do Combo Promocional (7 unidades): $L(7) = R\$20,81$
- Parcela do Imposto (MEI): $R\$1,64$
- Lucro Real para o Aluno: $R\$19,17$

4.5.2 Conclusão da Etapa de Modelagem

Neste momento, todas as equipes devem apresentar seus trabalhos umas às outras, explicando detalhadamente o passo a passo de seus processos e discutindo suas ideias. Ao final, o professor, em conjunto com todos os grupos e considerando a meta já definida de 50 combos promocionais, deverá analisar e discutir o processo como um todo. Em seguida, as funções deverão ser remodeladas para a definição do novo preço do produto.

Essa reestruturação decorre da incidência do imposto fixo rateado no valor de R$ 1,64 por combo. Embora, para o presente exemplo, esse valor pareça reduzido, em grandes empresas a carga tributária é rigorosamente considerada e repassada ao consumidor final. Procede-se, então, à reavaliação dos cálculos:

- Novo Custo: $C(x) = 4,35x + 2,18$, já incluídos os R$ 1,64 de imposto rateado e os R$ 0,54 de custos fixos iniciais;
- Custo por unidade: $C(1) = 4,35 \times 1 + 2,18 = 6,53$;
- Preço Anterior: $R\$9,80$, com margem de lucro de 50%;
- Novo Preço com margem de 50%: $PV = \dfrac{6,53}{1-0,5} = 13,06 \simeq 13,00$, valor comercial mais adequado;
- Função preço com a mesma promoção: $P(x) = 13 - 0,4(x-1)$;
- Função receita normal: $R(x) = 13x$;
- Função receita na promoção:

$$R(x) \quad = \quad [13 - 0,4(x-1)]x = -0,4x^2 + 0,4x + 13x = -0,4x^2 + 13,4x;$$

- Função Lucro $L(x) = \text{Receita} - \text{Custo} = -0,4x^2 + 13,4x - (4,35x + 2,18) = -0,4x^2 + 9,05x - 2,18$.

Ao encerrar esta atividade, a equipe terá compreendido que a matemática financeira constitui a linguagem que conecta o ideal de empreender à responsabilidade de manter uma empresa em crescimento sustentável. Mais do que realizar cálculos isolados, os alunos finalizam o projeto capacitados a utilizar a matemática como uma poderosa ferramenta de análise para a tomada de decisões e o alcance de resultados sólidos.

Essa percepção de que a teoria se materializa na prática é o que consolida o aprendizado. Para detalhar como essa transição ocorreu na etapa final, apresenta-se, na Tabela 10, o plano de aula referente ao encerramento da sequência didática: o momento da culminância e da modelagem matemática definitiva.

4.5.3 A prática da estrutura na sala de aula, o papel do professor e as adaptações necessárias

A aplicação desta proposta acontece de fato quando o aluno se depara com um problema real: como saber se vender cookies vai dar lucro ou prejuízo? Nesse momento, ele precisa retirar

Tabela 10 – Plano de aula da etapa de modelagem matemática e culminância (Feira de Empreendedorismo)

Etapa de Modelagem e Culminância	
Duração	04 horas/aula (200 minutos).
Objetivos da aula	Desenvolver e aplicar modelos matemáticos (funções de 1º e 2º graus) para simular a criação, a viabilidade financeira e a regularização tributária de um empreendimento.
Conteúdos	Funções (afim e quadrática); equações do 1º e 2º grau; razão e proporção; porcentagem.
Competências (BNCC)	Competência 1: Utilizar estratégias matemáticas para interpretar situações do mundo do trabalho. Competência 3: Interpretar e construir modelos para resolver problemas socioeconômicos.
Habilidades (BNCC)	EM13MAT302, EM13MAT203, EM13MAT401, EM13MAT306.
Metodologia	1. Pesquisa e Coleta de Dados (2 aulas). 2. Trabalho Independente e Colaborativo (1 aula). 3. Culminância e Reflexão Crítica (1 aula).
Avaliação	Avaliação formativa (observação da colaboração); avaliação de produto (precisão matemática das funções); autoavaliação e debate.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Biembengut (2016), Bassanezi (2014) e Brasil (2018).

as ferramentas da matemática financeira e da modelagem da "caixa de ferramentas"e começar a utilizá-las de forma integrada. Não se trata apenas de resolver equações por resolver; trata-se de ensinar o estudante a tomar decisões fundamentadas em evidências numéricas, desenvolvendo aquilo que Skovsmose (2001) denomina competência crítica para a leitura do mundo.

O primeiro passo é colocar os pés no chão e olhar para o fluxo de caixa e para os custos. É preciso mostrar ao aluno que o preço de venda não nasce do nada. Como explica Mankiw (2021, p. 267), "em um mercado onde todos competem, o que se gasta para produzir é o que define a oferta". No projeto, isso significa somar cada grama de farinha e cada gota de essência. Se o custo variável por unidade é de R$ 4,35 e os custos fixos, como a parte do MEI, somam R$ 2,18, o aluno entende que cada cookie custa R$ 6,53 antes mesmo de ir para o forno. Essa percepção concreta do custo de produção é o que diferencia a aprendizagem mecânica da aprendizagem significativa, conforme proposto por Zabala (1998).

Depois, adentra-se o campo da cidadania fiscal. Quando se traz o imposto do DAS-MEI, atualmente fixado em R$ 82,05 mensais, o aluno percebe que ser empreendedor envolve responsabilidades com a sociedade. Ele aprende a fazer o rateio: se planeja vender 50 combos, cada combo precisa carregar R$ 1,64 de imposto. Essa é a base da educação financeira crítica que a OECD (2005, p. 13) defende: "dar condições para que o cidadão entenda riscos e faça escolhas conscientes". Assim, a função lucro $L(x) = R(x) - C(x)$ deixa de ser um conceito abstrato, restrito ao quadro e ao caderno, e passa a constituir-se como uma ferramenta de sucesso para a gestão de um negócio real.

Nesta proposta, o professor sai da frente do quadro e assume o papel de mediador, caminhando entre as fileiras e instigando os grupos, exatamente como Biembengut (2016, p. 46) sugere para o ciclo de modelagem: "o docente atua como um estrategista e orientador". O professor deixa de ser o único detentor do saber e passa a ser aquele que provoca, questiona e orienta, criando condições para que o aluno descubra por si mesmo as relações matemáticas que regem o negócio que está simulando. Algumas diretrizes são fundamentais para o sucesso dessa abordagem.

1. Mediação: O papel do docente não é entregar a fórmula pronta. É perguntar: "E se o preço da manteiga subir amanhã, o que acontece com o seu lucro?"Isso obriga o aluno a pesquisar preços reais, a consultar fornecedores e a entender a volatilidade do mercado. Como afirma D'Ambrosio (2012, p. 23), "o conhecimento matemático ganha sentido quando é construído a partir das práticas sociais do indivíduo". A pergunta do professor, nesse contexto, não é um mero exercício retórico, mas um convite à investigação ativa.

2. Adaptação ao contexto: Se na escola não faz sentido vender cookies, o professor tem total liberdade para adaptar o produto. Pode ser geladinho, artesanato, sabonete caseiro, mudas de plantas ou qualquer outro item que faça sentido para a realidade sociocultural e econômica dos alunos. O que importa não é o produto em si, mas manter a estrutura das funções matemáticas (custo fixo, custo variável, receita, lucro, ponto de equilíbrio, vértice da parábola) e o aprendizado sobre a formalização do negócio, incluindo a compreensão do regime tributário do MEI e da importância da cidadania fiscal.

3. Uso de ferramentas: Não se quer que o aluno perca horas em cálculos aritméticos braçais que uma calculadora resolve em segundos. O foco deve ser a investigação, a interpretação e a tomada de decisão. Por isso, recomenda-se o uso de planilhas eletrônicas, calculadoras científicas e softwares como GeoGebra ou Desmos, para que o pensamento matemático esteja voltado para a análise dos gráficos e dos resultados, e não para a repetição exaustiva de operações mecânicas. Como sugere Bassanezi (2014, p. 18), o uso de recursos computacionais é uma ferramenta estratégica especialmente em situações complexas que não permitem resoluções por processos analíticos simples.

Além dessas diretrizes, é importante que o professor esteja atento à necessidade de flexibilização temporal. O ciclo de modelagem, como descrito por Biembengut e Hein (2016), exige tempo para que os alunos pesquisem, testem hipóteses, errem, corrijam e validem seus modelos. Em um calendário escolar frequentemente interrompido, o professor precisará planejar com cuidado a distribuição das atividades, podendo estender a carga horária prevista se necessário, sem prejuízo da qualidade do processo de aprendizagem.

Por fim, recomenda-se que o professor promova momentos de reflexão coletiva ao final de cada etapa, nos quais os grupos compartilhem suas descobertas, dificuldades e estratégias. Esses momentos não apenas consolidam o aprendizado, mas também fortalecem a cultura colaborativa e o respeito às diferentes formas de pensar e resolver problemas, valores essenciais para a formação integral prevista na BNCC (Brasil, 2018).

4.5.4 Expectativas da proposta: potencialidades e obstáculos

Ao analisar esta sequência didática, é necessário ser honesto sobre o que acontece no chão da escola pública, contemplando tanto os aspectos que favorecem a aprendizagem quanto aqueles que impõem desafios à prática docente.

Do lado das potencialidades, o grande ganho é a superação do ensino fragmentado. Quando se unem funções e empreendedorismo, está-se cumprindo a Competência Geral nº 6 da BNCC (Brasil, 2018), que trata do trabalho e do projeto de vida como eixos estruturantes da formação integral. O aluno se engaja porque percebe que a matemática é a linguagem que ele precisa dominar para não ser enganado e para prosperar por conta própria. Essa percepção de utilidade e relevância social do conhecimento matemático é, conforme argumenta Skovsmose (2001), o fundamento de uma educação matemática crítica.

Por outro lado, as limitações são reais e batem à porta da sala de aula todos os dias. O tempo pedagógico constitui-se como o maior inimigo dessa abordagem. O ciclo de modelagem, como descrevem Biembengut e Hein (2016, p. 13), exige tempo para que o aluno erre, pesquise, corrija e refine seu modelo. Em um calendário escolar frequentemente marcado por interrupções, feriados, greves e atividades extraclasse, o professor precisa ser um mestre do planejamento para não atropelar o aprendizado e para garantir que todas as etapas da sequência sejam cumpridas com a devida profundidade.

Há também o desafio da defasagem de aprendizagem. Os dados do portal QEdu (2023) são um alerta urgente: apenas 5% dos alunos do ensino médio na rede pública brasileira dominam a matemática básica no nível considerado adequado. Em Alagoas, essa realidade não é diferente, o que impõe ao professor a necessidade de retomar conceitos fundamentais — como porcentagem, razão, proporção e regra de três — enquanto constrói o modelo de negócio com os alunos. Não é possível falar de função afim ou quadrática se a base aritmética e algébrica do estudante está fragilizada. Como bem observa D'Ambrosio (2012), o analfabetismo matemático é uma realidade que precisa ser enfrentada com paciência e estratégias adequadas.

Além disso, há que se lidar com a resistência à mudança. Muitos alunos estão acostumados a um papel passivo na sala de aula, limitando-se a copiar mecanicamente o que está escrito no quadro. Tirá-los dessa zona de conforto para que assumam o protagonismo de sua própria aprendizagem demanda trabalho e exige paciência por parte do docente. D'Ambrosio (2012, p. 67) já advertia que métodos não tradicionais de ensino enfrentam resistência não apenas dos estudantes, mas também da própria gestão escolar, que muitas vezes está orientada exclusivamente para o treinamento para exames e avaliações externas.

Por fim, é preciso reconhecer que este material não é estático nem imutável. O preço do trigo muda, a taxa do MEI é atualizada periodicamente e o professor precisa estar atento a essas variações para não ensinar com dados defasados. Além disso, se a escola não dispuser de acesso à internet, o professor precisará atuar como o braço tecnológico da atividade, trazendo dados impressos, compartilhando sua própria conexão ou adaptando as pesquisas para fontes impressas, a fim de que nenhum estudante seja excluído do processo de investigação.

Mesmo diante desses desafios, a proposta se sustenta em três pilares que conferem solidez e coerência ao trabalho.

1. Coerência com a Modelagem: Respeitam-se as etapas de matematização e validação propostas por Bassanezi (2014). O aluno descobre a função enquanto organiza o próprio negócio, em um movimento que parte da realidade, avança para a abstração matemática e retorna à realidade para validação. A feira de empreendedorismo da escola constitui o laboratório perfeito para essa validação. É nesse evento que o modelo matemático sai do papel e se confronta com o "cliente"real. O erro ou a discrepância observados na feira transformam-se em matéria-prima para o aprendizado, convidando o aluno a ajustar seu modelo e a compreender que a matemática não é um dogma, mas uma ferramenta de aproximação da realidade.

2. Coerência com a Etnomatemática: Como propõe D'Ambrosio (2012, p. 19), valoriza-se a cultura e o comércio da região onde a escola está inserida. A matemática sai do livro

didático e vai para a vida, dando sentido aos cálculos por meio de algo que a comunidade reconhece e valoriza. Ao utilizar produtos e serviços que fazem parte do cotidiano dos alunos — como a produção de cookies, a venda de artesanato ou o comércio de alimentos regionais — a proposta respeita os saberes locais e os integra ao conhecimento científico escolar.

3. Coerência Curricular: Tudo o que se planeja está alinhado com as competências e habilidades da BNCC (Brasil, 2018). Ao trabalhar com o regime tributário do MEI e ao culminar o processo em uma exposição de vendas aberta à comunidade, prepara-se o aluno para a vida, transformando-o de um mero espectador de fórmulas em um gestor de sua própria história, capaz de tomar decisões financeiras conscientes, éticas e sustentáveis.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 O percurso percorrido e o alcance dos objetivos

Este trabalho nasceu de um incômodo que todo professor de matemática sente ao ouvir, quase diariamente, o questionamento sobre onde determinado conceito será utilizado na vida real. A pesquisa não buscou apenas o rigor das funções e equações, mas sim uma forma de fazer com que esse conhecimento adquirisse sentido dentro da realidade socioeconômica dos alunos. O objetivo geral foi atingido com a construção de uma sequência didática que não isola a matemática em fórmulas descontextualizadas, mas a coloca a serviço da educação financeira e do sonho de empreender, em conformidade com as competências da Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018).

Ao examinar os objetivos específicos, verifica-se que a fundamentação em Biembengut e Hein (2016) e D'Ambrosio (2012) foi o que permitiu validar o saber que o aluno já traz de sua comunidade. Como afirmam Biembengut e Hein (2016, p. 13), a modelagem matemática é um "processo dinâmico e criativo de tradução da realidade", no qual o conhecimento prévio do estudante é valorizado como ponto de partida para a construção de novos conceitos. Conseguiu-se traduzir conceitos que parecem distantes, como o sistema tributário do Microempreendedor Individual (MEI), para a linguagem das funções reais, demonstrando que a matemática financeira não é um fim em si mesma, mas um instrumento de análise e intervenção social.

Mais do que um roteiro, entrega-se aqui um caminho para que outros professores possam transformar a sala de aula em um espaço de investigação viva. Conforme defende Skovsmose (2001, p. 87), "a educação matemática crítica não se limita a ensinar técnicas de cálculo, mas a desenvolver competências para interpretar e intervir na realidade social". É exatamente essa a proposta que se materializa na sequência didática apresentada ao longo deste trabalho.

5.2 Contribuições para o chão da escola

A maior contribuição deste estudo é demonstrar que temas como o projeto de vida e o empreendedorismo podem caminhar de mãos dadas com o conteúdo programático da matemática, sem que esta perca sua profundidade conceitual ou seu rigor epistemológico. Como bem aponta Skovsmose (2001), a educação matemática deve ser crítica, funcionando como uma ferramenta para a cidadania e para a leitura crítica do mundo, e não como mero adestramento técnico.

Na prática, este trabalho oferece ao professor um material estruturado e pronto para o enfrentamento das dificuldades do dia a dia na sala de aula. Em vez de uma teoria abstrata ou de um conjunto de recomendações genéricas, entrega-se uma proposta na qual o aluno se torna protagonista de sua própria aprendizagem. Ao modelar seu próprio negócio para uma feira de empreendedorismo, o estudante deixa de apenas resolver exercícios padronizados e passa a calcular riscos reais, a tomar decisões baseadas em evidências matemáticas e a validar suas ideias de forma concreta perante a comunidade escolar.

Além disso, a proposta contribui para a formação de uma consciência fiscal e cidadã. Ao lidar com o regime tributário do MEI e com o rateio de impostos fixos, o aluno compreende que empreender envolve responsabilidades sociais e que a matemática é a linguagem que permite gerir essas obrigações de maneira transparente e eficiente. Como destaca a OECD (2005, p. 13), a educação financeira deve "dar condições para que o cidadão entenda riscos e faça escolhas conscientes", o que está no cerne desta proposta.

5.3 O que se aprendeu e os desafios encontrados

Durante a elaboração deste trabalho, ficou evidente que o maior gargalo da educação matemática não é a ausência de fórmulas ou a falta de rigor técnico, mas a ausência de contexto que conecte o aluno ao conteúdo do livro didático. Ao analisar os dados do QEdu (2023), sente-se o peso da realidade: os baixos índices de proficiência em matemática no ensino médio — apenas 5% dos estudantes da rede pública brasileira com aprendizado adequado — exigem que o professor tenha a sensibilidade de retomar conceitos básicos antes de avançar na modelagem. Como adverte D'Ambrosio (2012, p. 67), o analfabetismo matemático é uma realidade que precisa ser enfrentada com paciência e estratégias pedagogicamente adequadas.

Reconhece-se que o trabalho apresenta limitações, entre as quais se destaca a necessidade de uma estrutura mínima de tecnologia que nem sempre está disponível nas escolas públicas. O acesso à internet, a disponibilidade de computadores ou tablets e a familiaridade dos alunos com softwares como GeoGebra ou Desmos não podem ser tomados como garantidos em todas as realidades escolares. Por isso, o professor precisa estar preparado para adaptar a proposta às condições concretas de sua escola, utilizando materiais impressos, calculadoras simples ou mesmo recursos analógicos quando necessário.

Outra limitação relevante é que este estudo, por se tratar de uma proposta pedagógica teórico-descritiva, ainda não inclui a aplicação em larga escala com coleta sistemática de dados de campo. A validação empírica da sequência didática em diferentes contextos escolares constitui um passo necessário para que se possa mensurar seu real impacto na aprendizagem e na motivação dos estudantes. Além disso, o mercado e as legislações tributárias mudam rapidamente, o que exige que os professores estejam sempre atualizando os valores de impostos, preços de insumos e alíquotas para manter a fidelidade da proposta à realidade econômica vigente.

5.4 Sugestões e próximos passos

Espera-se que este trabalho possa, no futuro, ser transformado em uma cartilha prática ou um guia de fácil manuseio para facilitar a vida dos professores da rede estadual de Alagoas e, quem sabe, de outras unidades da federação. Seria gratificante ver essa metodologia sendo aplicada em diferentes escolas, com diferentes realidades socioeconômicas, permitindo que se mensure como ela realmente impacta a motivação, o engajamento e o desempenho dos jovens em avaliações internas e externas.

Acredita-se também que esse modelo pedagógico pode ser ampliado e integrado a outras disciplinas do currículo, criando pontes com a sociologia (para discutir as relações de trabalho e a economia solidária), com a língua portuguesa (para a produção de relatórios, propagandas e planos de negócio) e com a educação artística (para a criação de identidade visual e embalagens). Essa interdisciplinaridade, aliás, é uma das orientações centrais da BNCC (Brasil, 2018) e pode potencializar ainda mais os resultados da proposta.

Que este estudo seja uma semente — ou, como diria Dolabela (2008), um passo inicial no desenvolvimento do "ser empreendedor"— para que a matemática deixe de ser vista como uma barreira intransponível e passe a ser compreendida como uma aliada indispensável na construção de um projeto de vida sólido, autônomo e consciente para os nossos alunos. Como afirmam Biembengut e Hein (2016, p. 18), "a modelagem matemática no ensino pode ser um caminho para despertar no aluno o interesse por tópicos matemáticos que ele ainda desconhece", e é exatamente esse despertar que se espera de cada jovem que vivenciar esta proposta.

REFERÊNCIAS

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2014.

BASSANEZI, R. C.; BERTONE, A. M. A.; JAFELICE, R. S. M. **Modelagem Matemática**. Uberlândia: UFU, 2014.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem Matemática no Ensino**. 5. ed. São Paulo: Contexto, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 18 fev. 2026.

D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade**. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2012.

DELORS, Jacques. **Educação: um tesouro a descobrir**. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI. Brasília: UNESCO, 1998.

DOLABELA, F. **O segredo de Luísa**. São Paulo: Sextante, 2008.

DORNELAS, J. C. A. **Empreendedorismo: transformando ideias em negócios**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

IEDE; FUNDAÇÃO LEMANN. **Portal QEdu**. Prova Brasil/Saeb 2023. Disponível em: <https://qedu.org.br>. Acesso em: 18 mar. 2026.

MALACARNE, A.; BRUSTEIN, S.; BRITO, G. S. Desafios da formação tradicional e o papel do professor facilitador na educação empreendedora. **Revista de Educação Empreendedora**, v. 4, n. 2, p. 25-42, 2016.

MANKIW, N. G. **Introdução à Economia**. 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2021.

MORESI, Eduardo (org.). **Metodologia da pesquisa**. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2003. Disponível em: <https://www.inf.ufes.br/~pdcosta/ensino/2010-2-metodologia-de-pesquisa/MetodologiaPesquisa-Moresi2003.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2026.

OECD. **Improving Financial Literacy: analysis of issues and policies**. Paris: OECD Publishing, 2005.

OECD/INFE. **High-level Principles on National Strategies for Financial Education**. Paris: OECD, 2012.

OECD. **Financial Education for Youth: the role of schools**. Paris: OECD Publishing, 2014.

OECD/INFE. **National Strategies for Financial Education: OECD/INFE Policy Handbook**. Paris: OECD, 2015.

SCHAEFER, R.; MINELLO, I. As dimensões da educação empreendedora: saber, saber fazer e saber ser. **Cadernos de Pesquisa em Empreendedorismo**, v. 3, n. 1, p. 15-30, 2016.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.

SKOVSMOSE, Ole. **Educação matemática crítica: incerteza, matemática, política**. São Paulo: Cortez, 2001.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

6 APÊNDICE: PRODUTOS EDUCACIONAIS

A importância do infográfico na sistematização do empreendedorismo escolar

O empreendedorismo escolar, quando trabalhado de forma integrada ao currículo da matemática, exige não apenas a compreensão de conceitos como custos, receitas, lucros e impostos, mas também a capacidade de organizar, sintetizar e comunicar essas informações de maneira clara e acessível. Nesse contexto, o infográfico emerge como um recurso pedagógico de grande relevância, pois permite a tradução visual de dados e processos matemáticos em uma linguagem gráfica intuitiva, favorecendo a aprendizagem significativa e a disseminação do conhecimento entre os estudantes.

Conforme defendem Biembengut e Hein (2016), a modelagem matemática envolve um processo dinâmico de tradução da realidade, no qual o aluno precisa não apenas resolver problemas, mas também comunicar suas descobertas e validar seus modelos. O infográfico, nesse percurso, atua como uma ferramenta de síntese e representação, condensando as etapas do ciclo de modelagem: interação, matematização e validação, em um formato visual de fácil compreensão. Ao construir um infográfico sobre o seu modelo de negócio, o estudante é desafiado a selecionar as informações mais relevantes, estabelecer conexões entre variáveis e apresentar seus resultados de forma estruturada, o que contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia.

Além disso, a educação empreendedora, como ressalta Dolabela (2008), não se limita ao domínio técnico de conceitos financeiros, mas envolve também o desenvolvimento de competências como criatividade, comunicação e capacidade de persuasão. O infográfico, por sua natureza visual e sintética, potencializa essas competências ao exigir que o aluno organize suas ideias de maneira clara, utilize recursos gráficos para destacar informações essenciais e apresente seu projeto de forma atrativa para diferentes públicos — colegas, professores e visitantes da feira de empreendedorismo.

Do ponto de vista da educação financeira crítica, preconizada pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2005), o infográfico contribui para que o cidadão compreenda riscos, oportunidades e escolhas de forma mais transparente. Ao visualizar, em um único painel, a função custo, a função receita, o ponto de equilíbrio e o lucro máximo, o aluno internaliza relações matemáticas que, de outra forma, permaneceriam abstratas. A representação gráfica facilita a identificação de padrões, como a concavidade da parábola do lucro ou a inclinação da reta de custos, tornando o aprendizado mais intuitivo e duradouro.

Na prática da sala de aula, a construção de infográficos pode ser incorporada como atividade final de cada etapa da sequência didática. Por exemplo, após o nivelamento do Bloco 1 (Razão e Proporção), os alunos podem produzir um infográfico que relacione as grandezas envolvidas na produção de cookies, destacando as proporções entre insumos e a aplicação da regra de três. Ao final do ciclo de modelagem, cada departamento (custos, precificação, receita, impostos, lucro) pode elaborar um infográfico específico, que será integrado a um painel coletivo para apresentação na feira de empreendedorismo.

D'Ambrosio (2012) nos lembra que o conhecimento matemático ganha sentido quando está inserido no contexto cultural e social do indivíduo. O infográfico, ao utilizar elementos visuais que dialogam com a realidade dos alunos, como fotos de produtos, gráficos de preços e tabelas de custos, promove essa conexão entre o saber escolar e o saber cotidiano, valorizando a etnomatemática presente nas práticas comerciais da comunidade.

Por fim, é importante destacar que o infográfico não exige softwares sofisticados ou habilidades avançadas de design. Pode ser produzido com materiais simples: papel metro, canetas coloridas, recortes de revistas, ou com ferramentas digitais gratuitas como Canva, Piktochart ou Google Slides. O mais relevante não é o acabamento estético, mas o processo de seleção, organização e representação das informações matemáticas que ele exige do aluno.

Assim, o infográfico se consolida como um recurso pedagógico estratégico para o ensino do empreendedorismo escolar, pois integra linguagem matemática, visual e textual; promove a síntese e a comunicação do conhecimento; e prepara o estudante para apresentar seu projeto de vida de forma clara, confiante e profissional, alinhando-se às competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018), especialmente aquelas relacionadas ao pensamento científico, crítico e criativo, e ao trabalho e projeto de vida.


Matemática para o Mundo dos Negócios:
Do Caderno à Prática Empreendedora
COOKIES
Esta proposta pedagógica de 16 horas-aula transforma a sala de aula em um ambiente de inovação. Utilizando a modelagem matemática, os alunos saem da teoria abstrata para gerenciar um negócio simulado de cookies, aprendendo a tomar decisões críticas baseadas em funções e dados reais.
O Ciclo da Sequência Didática
Decisões Baseadas em Evidências
Nivelamento e Organização: Revisão de funções e divisão da turma em departamentos como Custos, Precificação e Lucro.
Apenas 5% de Proficiência
A proposta combate o baixo desempenho nacional conectando fórmulas à realidade social do aluno.
C(x), R(x) e L(x).
Lucro Máximo
Matematização da Realidade: Transformação de insumos e receitas em funções matemáticas (C(x), R(x) e L(x)).
O Vértice do Lucro Máximo
Uso da função quadrática para identificar a quantidade exata de vendas que maximiza o lucro.
Formação do Preço de Venda
Elemento do Modelo | Velor Simulado (R$)
Custo Veriável Unitário | R$ 4,35
Preço de Venda (Margem 50%) | R$ 13,00
Imposto MEI (Rateado/Combo) | R$ 1,64
Validação na Feira de Negócios: Teste real do modelo matemático construído através da comercialização simulada dos produtos.
MEI
Cidadania e Tributação (MEI)
Cálculo de impacto dos impostos fixos e taxas do Microempreendedor Individual no preço final.

A importância de áudios, podcasts e vídeos na formação de professores para metodologias de ensino-aprendizagem

A formação continuada de professores constitui um dos pilares para a transformação das práticas pedagógicas no contexto da educação básica. No entanto, os modelos tradicionais de formação — centrados em palestras presenciais, cursos longos e materiais exclusivamente textuais — nem sempre conseguem alcançar a totalidade dos docentes, especialmente aqueles atuantes em regiões de difícil acesso ou com jornadas de trabalho extensas. Nesse cenário, os produtos educacionais em formato de áudio, podcast e vídeo emergem como ferramentas estratégicas para democratizar o acesso ao conhecimento pedagógico e fomentar a adoção de metodologias ativas e inovadoras.

Os podcasts educacionais, por exemplo, oferecem ao professor a possibilidade de aprender em qualquer lugar e a qualquer momento, aproveitando deslocamentos, intervalos ou momentos de descanso para se atualizar sobre novas abordagens de ensino. Como destacam Biembengut e Hein (2016), a modelagem matemática e outras metodologias ativas exigem do docente não apenas conhecimento teórico, mas também segurança na mediação e na orientação dos alunos. O formato auditivo permite que o professor ouça relatos de experiências práticas, entrevistas com especialistas e discussões sobre desafios cotidianos da sala de aula, criando um repertório mais rico e diversificado para sua atuação.

Os vídeos educacionais, por sua vez, agregam a dimensão visual e demonstrativa, sendo particularmente úteis para a apresentação de procedimentos, simulações de aula e exemplos práticos de aplicação de metodologias como a modelagem matemática, a aprendizagem baseada em projetos ou o uso de tecnologias digitais. Conforme argumenta D'Ambrosio (2012), a contextualização do saber matemático na realidade do aluno é fundamental para que a aprendizagem ganhe sentido. Os vídeos podem mostrar, na prática, como um professor conduziu uma feira de empreendedorismo, como organizou os grupos por departamentos ou como utilizou a Calculadora do Cidadão em sala de aula, servindo como modelo replicável para outros docentes.

A combinação entre áudios e vídeos potencializa ainda mais a formação, pois atende a diferentes estilos de aprendizagem — auditivo, visual e cinestésico — e permite que o professor escolha o formato mais adequado ao seu momento e necessidade. Além disso, esses produtos educacionais podem ser produzidos com recursos relativamente baixos, utilizando smartphones e softwares gratuitos, o que viabiliza sua criação por secretarias de educação, universidades ou até mesmo por professores multiplicadores.

Do ponto de vista da educação empreendedora, defendida por Dolabela (2008) como desenvolvimento do "ser empreendedor", a formação docente por meio de podcasts e vídeos também estimula o professor a assumir uma postura proativa, criativa e autônoma em relação à sua própria formação. Em vez de aguardar cursos presenciais oferecidos pelo sistema de ensino, o docente pode construir seu percurso formativo sob demanda, acessando conteúdos no momento em que deles necessita.

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2005) já apontava que a educação financeira e a formação para a cidadania exigem estratégias diversificadas e acessíveis. O mesmo princípio se aplica à formação de professores: é preciso oferecer múltiplas entradas, linguagens e formatos para que o maior número possível de docentes seja alcançado. Os áudios, podcasts e vídeos cumprem esse papel ao romperem barreiras geográficas, temporais e econômicas.

Por fim, é importante ressaltar que esses produtos educacionais não substituem a formação presencial ou os estudos teóricos aprofundados, mas os complementam e ampliam. Eles funcionam como disparadores de reflexão, como registros de boas práticas e como ferramentas de atualização contínua. Quando integrados a comunidades de prática, fóruns de discussão ou grupos de estudo, potencializam o compartilhamento de experiências e a construção coletiva de conhecimento entre pares.

Assim, a produção e a disseminação de áudios, podcasts e vídeos voltados à formação de professores em metodologias de ensino-aprendizagem constituem uma estratégia poderosa para fortalecer a educação pública, promover a inovação pedagógica e, em última instância, melhorar os indicadores de aprendizagem dos estudantes, em conformidade com as competências da Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018).

Observação Relevante: Os produtos educacionais de audio e video foram criados com canva e ferramentas educacionais de IA.


SCAN ME