

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL

POLLYANNA MARQUES DO PRADO

**ENGENHARIA DIDÁTICA NOS PLANOS DE AULA DE GEOMETRIA DO 9º ANO
DO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA ANÁLISE DA REVISTA NOVA ESCOLA**

UBERLÂNDIA

2025

POLLYANNA MARQUES DO PRADO

**ENGENHARIA DIDÁTICA NOS PLANOS DE AULA DE GEOMETRIA DO 9º ANO
DO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA ANÁLISE DA REVISTA NOVA ESCOLA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Área de Concentração: Formação de Professores em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Vlademir Marim.

UBERLÂNDIA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

P896e Prado, Pollyanna Marques do, 1977-
2025 Engenharia didática nos planos de aula de geometria do 9º ano do ensino fundamental [recurso eletrônico] : uma análise da revista Nova Escola / Pollyanna Marques do Prado. - 2025.

Orientador: Vlademir Marim.

Dissertação (Mestrado profissional) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2026.5057>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Ciência - Estudo e ensino. I. Marim, Vlademir, 1965-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.

CDU: 50:37

Nelson Marcos Ferreira
Bibliotecário-Documentalista - CRB-6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de
Ciências e Matemática

Av. João Naves de Ávila, nº 2121, Bloco 1A, Sala 207 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-
MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 3230-9419 - www.ppgecm.ufu.br - secretaria@ppgecm.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Ensino de Ciências e Matemática				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Profissional / Produto Educacional - PPGECEM				
Data:	10/12/2025	Hora de início:	14h00	Hora de encerramento:	16h15
Matrícula do Discente:	12412ECM028				
Nome do Discente:	Pollyanna Marques do Prado				
Título do Trabalho:	Engenharia Didática nos planos de aula de geometria do 9º ano do Ensino Fundamental: uma análise da revista Nova Escola				
Área de concentração:	Ensino de Ciências e Matemática				
Linha de pesquisa:	Formação de Professores				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Formação de Professores				

Reuniu-se por meio da videoconferência, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, assim composta: Prof. Dr. Vlademir Marim (FACED/UFU) - orientador; Prof. Dr. Douglas Marin (IME/UFU) e Prof. Dr. Renan Gustavo Araújo de Lima (IFMS). Iniciando os trabalhos o presidente da mesa apresentou a Comissão Examinadora e a candidata agradeceu a presença do público, e concedeu à discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação da discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa. A seguir, o presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir a candidata. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando a candidata:

Aprovada

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O componente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Vladimir Marim, Professor(a) do Magistério Superior**, em 10/12/2025, às 22:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Douglas Marin, Professor(a) do Magistério Superior**, em 11/12/2025, às 07:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Renan Gustavo Araújo de Lima, Usuário Externo**, em 17/12/2025, às 11:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6884083** e o código CRC **9A31CB16**.

AGRADECIMENTOS

Expresso minha profunda gratidão a Deus, por ter-me concedido força, serenidade e fé, fundamentos indispensáveis para a perseverança e a conclusão desta jornada acadêmica.

Ao meu amado esposo, Reniê, e aos meus queridos filhos, Arthur e Laís, dedico um agradecimento especial. A compreensão diante dos momentos de ausência, a paciência nos períodos de maior dedicação e o amor incondicional que sempre nutriram por mim constituíram o alicerce sobre o qual este trabalho pôde ser edificado. A generosidade com que compartilharam este sonho, abrindo mão de nosso precioso tempo juntos, torna esta conquista tão vossa quanto minha.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Vlademir Marin, registro minha sincera admiração e gratidão. Agradeço pela confiança depositada em meu potencial desde o primeiro momento, pelo tempo generosamente dedicado a esta pesquisa, pelos ensinamentos que transcenderam o âmbito técnico e pela parceria intelectual que foi determinante para o desenvolvimento e a conclusão deste trabalho.

Manifesto, também, meu reconhecimento àqueles que, na esfera pessoal, foram pilares fundamentais. Ao amigo Heládio, pelo incentivo decisivo, sobretudo no momento da decisão em participar do processo seletivo. À minha querida amiga Josiane, pela cumplicidade, pelo apoio incondicional em cada etapa percorrida e pelo amparo nos momentos de maior dificuldade, tornando a caminhada mais leve e possível.

Agradeço, de forma especial e carinhosa, à minha mãe, Mariza, cujo incentivo constante aos estudos foi a primeira semente de minha trajetória acadêmica. Sua crença no poder transformador da educação é, e sempre será, minha maior inspiração.

Por fim, estendo meus agradecimentos a todos os que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste mestrado, oferecendo suporte, conhecimento ou palavras de estímulo nos momentos oportunos.

RESUMO

A formação de professores configura-se como elemento fundamental para o aprimoramento da educação básica, em especial em um cenário marcado por contínuas transformações. Esta dissertação adota como referências teóricas a Didática, a Didática da Matemática e a Engenharia Didática, tendo como objetivo analisar de que maneira os elementos da Engenharia Didática da Matemática se manifestam nos planos de aula de Geometria para o 9º ano do Ensino Fundamental publicados pela Revista Eletrônica Nova Escola no período de 2019 a 2023. A investigação, de natureza qualitativa, adota a abordagem de Estado do Conhecimento como procedimento metodológico, realizando análise documental de onze planos de aula. A análise foi orientada pelas quatro fases da Engenharia Didática propostas por Artigue (1995): Análises Prévias, Concepção e Análise *a Priori*, Experimentação, e Análise *a Posteriori* e Validação. Como Produto Educacional, foi elaborado um Guia Comentado dos planos de aula analisados, com a finalidade de subsidiar a formação de professores no emprego da Engenharia Didática como metodologia de planejamento. A validação do produto foi realizada por meio de uma oficina pedagógica com docentes da educação básica e licenciandos em Matemática, Física e Pedagogia, o que permitiu constatar sua relevância formativa e aplicabilidade no contexto escolar. Os resultados demonstram que a Engenharia Didática se apresenta como um referencial metodológico consistente para a concepção de práticas docentes reflexivas, intencionais e alinhadas às exigências contemporâneas do ensino de Matemática.

Palavras-chave: Formação de Professores; Práticas; Educação Matemática; Concepção Francesa; Planos de aula.

ABSTRACT

Teacher training is a fundamental element for the improvement of basic education, particularly in a scenario marked by continuous transformations. This dissertation adopts Didactics, Mathematics Didactics, and Didactic Engineering as its theoretical references, aiming to analyze how elements of Mathematics Didactic Engineering are manifested in the Geometry lesson plans for the 9th year of Elementary School, published by the Nova Escola Eletrônica Magazine between 2019 and 2023. The investigation, of a qualitative nature, adopts the State of Knowledge approach as a methodological procedure, conducting a documentary analysis of eleven lesson plans. The analysis was guided by the four phases of Didactic Engineering proposed by Artigue (1995): Preliminary Analyses, Conception and A Priori Analysis, Experimentation, and A Posteriori Analysis and Validation. As an educational product, a Commented Guide of the analyzed lesson plans was developed, with the purpose of supporting teacher training in the use of Didactic Engineering as a planning methodology. The validation of the product was carried out through a pedagogical workshop with basic education teachers and undergraduate students in Mathematics, Physics, and Pedagogy, which confirmed its formative relevance and applicability in the school context. The results demonstrate that Didactic Engineering presents itself as a consistent methodological framework for the conception of reflective, intentional teaching practices aligned with the contemporary demands of Mathematics education.

Keywords: Teacher Training; Practices; Mathematics Education; French Conception.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 - Fases da Engenharia Didática – Artigue (1996)	27
Figura 2 - Passos do Estado do Conhecimento	34
Figura 3 - Etapas de seleção, no <i>site</i> , dos planos de aula	38

QUADROS

Quadro 1 - Identificação dos planos de aula selecionados (2019 a 2023)	44
Quadro 2 - Identificação dos planos de aula	55
Quadro 3 - Procedimentos metodológicos didáticos – objetivo principal	58
Quadro 4 - Procedimentos metodológicos didáticos – ação principal	61
Quadro 5 - Guia de intervenções: análises <i>a priori</i> e preliminares	64
Quadro 6 - Análises prévias	77
Quadro 7 - Concepção e análise <i>a priori</i>	80
Quadro 8 - Experimentação	83
Quadro 9 - Análise <i>a posteriori</i> e validação	86
Quadro 10 - Indícios da engenharia didática nos planos de aula analisados.....	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNC-FP	Base Nacional Comum Curricular da Formação de Professores
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
MEC	Ministério da Educação

SUMÁRIO

TRAJETÓRIA ACADÊMICA E PROFISSIONAL DA PESQUISADORA	8
INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO 1 - PERSPECTIVAS TEÓRICAS E METODOLÓGICAS	19
1.1 A didática	19
1.2 A Didática da Matemática	22
1.3 A Engenharia Didática	26
CAPÍTULO 2 - A PESQUISA.....	32
2.1 O Estado do Conhecimento	32
2.2 Procedimentos metodológicos	34
2.3 Desenvolvimento da pesquisa	37
CAPÍTULO 3 – TRATAMENTO DOS DADOS EMPÍRICOS.....	39
3.1 A Revista Eletrônica Nova Escola	39
3.2 Estrutura pedagógica dos planos de aula	41
3.2.1 Relação entre altura e projeções dos catetos – PL1	45
3.2.2 Demonstrando as relações métricas – PL2.....	46
3.2.3 Caça ao tesouro e as relações métricas – PL3	47
3.2.4 Jogo das relações métricas – PL4	48
3.2.5 O Tangram e as relações métricas – PL5	49
3.2.6 Triângulo retângulo inscrito na circunferência – PL6.....	50
3.2.7 Aplicação das relações métricas para cálculos de medidas inacessíveis – PL7.....	50
3.2.8 As relações métricas através de áreas – PL8	51
3.2.9 Relação entre a hipotenusa e o cateto 1 – PL9.....	52
3.2.10 Relação entre hipotenusa e cateto 1 – PL10.....	53
3.2.11 As inclinações e as relações métricas em triângulos retângulos – PL11	54
CAPÍTULO 4 - ANÁLISE DOS PLANOS DE AULA à LUZ DA ENGENHARIA DIDÁTICA	76
4.1 Análises prévias.....	77
4.2 Concepção e análise <i>a priori</i>	80
4.3 Experimentação	83
4.4 Análise <i>a posteriori</i> e validação.....	85
4.5 Incorporação da Engenharia Didática na concepção dos planos de aula.....	88
CAPÍTULO 5 – O PRODUTO EDUCACIONAL.....	92
ENGENHARIA DIDÁTICA PARA ENSINAR MATEMÁTICA.....	96

Considerações	111
REFERÊNCIAS	115

TRAJETÓRIA ACADÊMICA E PROFISSIONAL DA PESQUISADORA

Sou a primogênita de três irmãs, nascida de uma união entre o Sr. Antônio Raimundo e a Sra. Marizeunice. Minha jornada teve início na *vibrante* cidade de Uberlândia, onde passei meus primeiros anos de vida e educação, até completar nove anos. Nesse período, vivenciei uma infância repleta de aprendizados e brincadeiras, permeada pelo calor da família e da comunidade local.

Entretanto, o curso de minha história sofreu uma mudança significativa quando meu pai enfrentou a perda de seu emprego e, simultaneamente, meu tio, que residia em Goiânia com minha avó materna, enfrentou um acidente que o deixou tetraplégico. Diante desses eventos inesperados, meus pais tomaram a decisão de nos mudarmos para Goiânia, buscando novas oportunidades de emprego para meu pai e oferecendo apoio à minha avó e ao meu tio em sua nova realidade.

Em Goiânia, vivenciei um período marcante, embora breve, onde pude desfrutar da proximidade com meus primos e primas, construindo laços familiares mais fortes. A atmosfera de união e afeto que permeava nossos encontros era reconfortante, proporcionando-me lembranças que guardo com carinho em meu coração. No entanto, as dificuldades financeiras que enfrentávamos em Goiânia nos levaram a uma difícil decisão: retornar à nossa cidade natal, onde tínhamos uma casa, ao invés de permanecer em uma cidade onde éramos locatários, enfrentando alto custo de vida.

Apesar dos desafios que surgiram ao longo do caminho, minha mãe sempre fez questão de priorizar nossa educação. Lembro-me vividamente das visitas à livraria Pró-Século, onde ela assumia promissórias consideráveis para adquirir os materiais didáticos necessários para nossos estudos. Naquela época, os livros didáticos não eram fornecidos pelo governo federal, e minha mãe sacrificava seus recursos para garantir que tivéssemos acesso à melhor educação possível.

Desde cedo, fui imputada com valores de responsabilidade, dedicação e comprometimento – ensinamentos que minha família transmitia com amor e firmeza. Essas lições moldaram meu caráter e influenciaram meu desempenho acadêmico, fazendo-me uma aluna dedicada e responsável.

Minha paixão pela disciplina de Matemática floresceu em um período precoce de minha vida escolar, quando eu frequentava uma escola estadual em Uberlândia. Na antiga 5ª série, hoje equivalente ao 6º ano do Ensino Fundamental, tive o privilégio de ter um professor de Matemática que tinha uma abordagem de ensino singular.

Esse professor adotava uma metodologia diferenciada, incentivando-nos a praticar exercícios para as provas e recompensando nosso esforço com pontos extras. Contudo, o aspecto fascinante de seu método era a competição entre os alunos, para determinar quem realizava mais atividades. Essa abordagem era competitiva, o que considero saudável, e estimulava a nossa constante superação.

Um elemento importante que impulsionou o meu aprendizado foi a disponibilidade de materiais para estudo em casa. Minha mãe trabalhava em uma loja que possuía uma impressora matricial. Ela costumava trazer para casa folhas utilizadas no trabalho, cujo verso era perfeitamente utilizável como papel rascunho. Lembro-me vividamente de como, juntando essas folhas, formava um pergaminho gigante que se estendia por toda a sala, o qual era preenchido com expressões numéricas e problemas matemáticos.

Essa prática, aparentemente simples, revelou-se extremamente produtiva. O ato de preencher nosso pergaminho gigante não apenas fortaleceu nossa compreensão dos conceitos matemáticos, mas também promoveu um senso de uma competição saudável entre os alunos. Além disso, essa abordagem prática e lúdica tornou o estudo da matemática uma experiência empolgante e estimulante.

Após concluir o Ensino Fundamental, minha jornada acadêmica seguiu em uma trajetória marcada por descobertas e escolhas significativas. Durante esse período, sempre que possível, eu auxiliava minhas colegas em matemática, mas ainda não havia encontrado um caminho que me parecesse verdadeiramente significativo.

Ao ingressar no primeiro ano do colegial, hoje equivalente à 1ª série do Ensino Médio, deparei-me com uma série de novidades e desafios. Fiquei encantada com a disciplina de Química, na qual me destacava e sentia-me realizada. No entanto, à medida que avançava no currículo escolar, surgiu a necessidade de tomar decisões que moldaram meu futuro.

Em conjunto com minha mãe, optei por realizar um curso técnico em Contabilidade no turno da noite, durante o segundo ano do colegial. Essa escolha foi motivada pela necessidade de ingressar no mercado de trabalho e pelos meus próprios desejos, que exigiam uma independência financeira crescente. O curso técnico prometia ser uma ponte para alcançar esses objetivos.

Durante o segundo ano do curso técnico em Contabilidade, descobri novamente o fascínio pela matemática, especialmente pela sua aplicação na área financeira do cotidiano. A abordagem prática da escola, que incluía a operação de uma empresa simulada – inclusive, com todos os seus departamentos – permitiu-me explorar e aprofundar meus

conhecimentos nesse campo. Entretanto, o curso técnico não incluía disciplinas básicas do *Ensino Médio*, o que me deixava inapta para pleitear uma vaga no ensino superior. Essa lacuna motivou-me a frequentar um cursinho pré-vestibular, onde reencontrei meu encantamento pela Química, a ponto de considerar fazer vestibular para essa área. Foi nesse momento que recebi um conselho valioso de meu professor de Química, que questionou minha escolha e apontou para minha habilidade com cálculos. Essa reflexão rápida e perspicaz fez-me compreender em que minha verdadeira paixão residia na área da Matemática.

A minha jornada universitária começou em 1998, quando fui aprovada no vestibular da UFU para o curso de Licenciatura Plena em Matemática. No entanto, conciliar os estudos com o trabalho provou ser desafiador. Após uma primeira reprovação, tomei a difícil decisão de deixar o emprego e me dedicar integralmente aos estudos.

No entanto, o destino reservou uma reviravolta quando conheci meu futuro esposo. O compromisso de casamento trouxe novas responsabilidades financeiras, obrigando-me a retornar ao mercado de trabalho e estender minha jornada acadêmica. Essa fase foi marcada por noites sem dormir, momentos de sufoco e obstáculos acadêmicos. Após superar essas adversidades, concluí minha graduação em Matemática.

Ao iniciar minha jornada profissional, optei por não seguir a carreira de professora. Recém-casada, preocupava-me com compromissos financeiros, e a incerteza de encontrar oportunidades de trabalho como educadora me assustava. Por isso, dirigi-me ao mercado de trabalho, mantendo-me próxima da Matemática em diferentes contextos. Trabalhei em áreas como financeiro e cálculos advocatícios de causas civis, enquanto acompanhava de perto o crescimento da minha família, com o nascimento de meu primeiro filho, Arthur.

Foi com o nascimento da minha segunda filha, Laís, que meu esposo sugeriu, com sua sabedoria característica, que eu considerasse voltar à minha formação original e tornar-me professora. Essa ideia possibilitaria conciliar meus horários com os dos meus filhos. Com seu apoio, tomei a decisão de deixar o ambiente corporativo e ingressar na área da Educação.

Em 2012, iniciei minha jornada no mundo da Educação, ao ingressar em um processo seletivo da prefeitura de Uberlândia. Embora esse período tenha sido breve, pois perdi meu cargo após a mudança de lotação de uma professora efetiva, encarei essa situação como um incentivo para continuar meu caminho na área da Educação. No ano seguinte, participei do processo de designação da Secretaria de Estado da Educação de

Minas Gerais e, para minha surpresa, fui selecionada na primeira escola em que me apresentei.

Assumi turmas de 6º e 9º ano, e logo me encantei com a experiência. A escola em que lecionei era excepcional, com uma equipe de direção e supervisão extremamente dedicada. Aprendi muito durante esse período, o que me motivou a permanecer na instituição por vários anos. Finalmente, em 2015, tornei-me efetiva após ser aprovada em concurso público.

Durante minha trajetória nessa escola, tive a oportunidade de desenvolver diversos projetos, como o "Nos Embalos da Matemática", que utilizava uma variedade de recursos metodológicos, incluindo confecção de jogos, músicas e paródias, para tornar o ensino da Matemática atrativo e estimulante. Esse trabalho foi reconhecido em 2016, quando recebi o prêmio de Professora Destaque em Educação. Essa experiência foi fundamental para consolidar minha paixão pelo ensino e minha dedicação à formação dos alunos.

Hoje, como professora, encontro grande realização ao compartilhar meu conhecimento e mostrar a beleza da Matemática. Minha jornada de superação e determinação foi uma das melhores decisões da minha vida, consolidando minha paixão pelo ensino e pela busca incessante por aprendizado.

Refletindo sobre a minha trajetória, percebo que as experiências vividas, desde a formação inicial até a prática docente, moldaram minhas práticas, que influenciam a minha abordagem no dia a dia.

Durante essa caminhada, desenvolvi um profundo interesse pelo processo de ensino e aprendizagem, especialmente pela didática e a importância fundamental do professor nesse contexto. Assim, neste dissertação, com o objetivo de aprimorar minha prática docente e contribuir para a educação matemática, investigo a Engenharia Didática como metodologia que pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, com um enfoque especial na formação de professores de Matemática.

INTRODUÇÃO

Desde o início dos meus estudos no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, meu foco tem sido a formação de professores de Matemática. Durante as aulas de didática voltadas para o ensino dessa disciplina, tive a oportunidade de aprofundar-me em estudos sobre temas fundamentais para a formação docente e o desenvolvimento das habilidades necessárias para a reavaliação das práticas pedagógicas, especialmente no contexto do ensino de Matemática. Entre os diversos tópicos abordados nessa formação, destacam-se a relevância da didática, a Didática da Matemática e a Engenharia Didática.

A busca pelo desenvolvimento de competências e a reavaliação das práticas pedagógicas se tornam necessárias, ressaltando a importância do professor como mediador¹ no processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, investigar como a formação continuada de professores pode impactar positivamente não apenas a prática do professor de Matemática, mas também a Educação Matemática de modo abrangente, em um cenário de constante transformação, torna-se necessário.

Assim a formação continuada de professores desempenha um papel primordial na preparação de educadores para atuar em um mundo em constante transformação. Conforme enfatiza Mercado (1998), esse processo formativo convida os docentes a reavaliar suas abordagens pedagógicas. Nesse sentido, a formação continuada promove o desenvolvimento de habilidades, mas também redefine o papel do professor, que passa a ser visto como um mediador na construção do conhecimento.

Dessa forma, a formação contínua dos professores emerge como um pilar central para a promoção de uma aprendizagem significativa e relevante, estruturada às exigências de uma sociedade em constante evolução. Imbernón (2010) destaca a importância de uma formação alinhada com as necessidades e expectativas da sociedade atual, ressaltando a relevância da inovação e da constante atualização dos professores.

Segundo Garcia (2009), ser professor implica reconhecer que o conhecimento e os alunos, “as matérias-primas com as quais trabalhamos”, estão em constante evolução, exigindo dos professores um esforço redobrado para atender adequadamente o direito à aprendizagem. O autor enfatiza que a escola contemporânea desempenha um papel que tradicionalmente era atribuído à família, exigindo que os professores dominem o conhecimento científico, mas

¹ Vygotsky (1998) sugere que o professor deve desempenhar o papel de mediador dos conhecimentos já existentes dos alunos. Quanto ao professor: seu papel é de mediador, facilitador do processo de aprendizagem do aluno: ele deverá ser capaz de desencadear situações-problema (Miranda, 2005).

também desenvolvam em si habilidades e competências essenciais para atuarem em um contexto globalizado.

A formação continuada dos professores é essencial para melhorar a educação, pois os educadores necessitam se manter atualizados e desenvolver novas habilidades para enfrentar os desafios de uma sociedade em permanente mudança. Nesse sentido, a formação deve ser monitorada e adaptada às necessidades educativas em constante evolução, exigindo dos professores um maior nível de profissionalismo, desde sua formação inicial (Marim, 2018).

O processo de reflexão sobre a prática docente e a busca contínua por melhorias são elementos fundamentais da formação continuada dos professores, com o objetivo de aprimorar o processo de ensino e a aprendizagem dos alunos

A Base Nacional Comum Curricular da Formação de Professores (BNC-FP) de 2019 destaca a formação por competências e habilidades, que tem o objetivo de formar os professores em seu desenvolvimento acadêmico, pedagógico e didático, essencial para a prática docente. Nesse contexto, é fundamental que os professores se envolvam com a aprendizagem contínua ao longo de suas carreiras, e busquem constantemente por conhecimentos e aprimoramentos. Essa diretriz visa formar professores qualificados e engajados, comprometidos em oferecer uma educação de excelência a todos os alunos, contribuindo para a promoção de um ensino de qualidade.

Frente a vários desafios impostos por uma sociedade globalizada, a formação de professores se apresenta como um elemento-chave para a preparação dos educadores, na direção de lidar com as mudanças e as incertezas. Diante disso, os professores enfrentam a necessidade de se constituírem respaldados por competências, reflexões, autonomias e inovações, a fim de atender às demandas de um mundo em constante transformação. Essa formação precisa contemplar a capacidade de atuar de forma contextualizada e significativa, considerando as diversidades, pluralidades e complexidades presentes na sociedade atual. Em vista desse cenário, Imbernón (2010) já afirmava ser essencial investir na formação dos professores, proporcionando-lhes as ferramentas necessárias para enfrentar os desafios e para promover uma educação de qualidade.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2017, p. 268) destaca que “as competências gerais da Educação Básica, a área de Matemática e, por consequência, o componente curricular de Matemática devem garantir aos alunos o desenvolvimento de competências específicas”. Nesse sentido, os professores são incentivados a planejar suas aulas e atividades levando em consideração não apenas o conhecimento a ser adquirido, mas também as habilidades e competências que serão desenvolvidas a partir desse conhecimento. É

fundamental que os professores estejam preparados para promover o desenvolvimento dessas habilidades e competências, didáticas, pedagógicas e socioemocionais, a fim de proporcionar uma educação de excelência.

Para Tardif (2002), o professor ideal é aquele que, além de dominar seu conteúdo curricular, compreende profundamente disciplinas relacionadas às ciências da educação e à pedagogia. O autor argumenta que o saber docente é constitutivamente “plural”, refletindo uma combinação de conhecimentos que emergem da formação acadêmica, da experiência profissional, dos currículos e da vivência diária em sala de aula. Assim, o conhecimento profissional dos educadores se revela como uma rede complexa de saberes de diferentes origens, que são continuamente desenvolvidos e interconectados, permitindo que os professores respondam de maneira eficaz às exigências de suas práticas educativas. Portanto, o professor ideal se destaca por sua competência em traduzir essa diversidade de saberes em práticas pedagógicas enriquecedoras, fundamentadas nas interações cotidianas.

A formação de professores é uma questão central no campo da Educação, influenciando não apenas a prática pedagógica, mas também o desenvolvimento profissional contínuo desses professores. Roldão (2017) discute a inter-relação entre a formação inicial e a formação continuada, enfatizando que a construção de uma identidade profissional docente é um processo dinâmico que se estende além da formação inicial.

A autora argumenta que o desenvolvimento profissional deve ser visto como uma prioridade nas políticas educacionais, considerando as especificidades do contexto escolar e as necessidades de formação dos professores, e propõe que a formação deve ser entendida como um processo contínuo, que envolve não somente o aprimoramento de conhecimentos e práticas, mas também a reflexão crítica e o engajamento com as inovações educacionais.

A formação continuada dos professores surge, portanto, como uma dimensão indispensável para o aprimoramento profissional, ao enfatizar habilidades e competências fundamentais para a promoção de uma educação de qualidade.

Exigir a qualidade da formação e do ensino é uma questão ética e de responsabilidade social para evitar que se caia no charlatanismo, no treinamento culturalista e não inovador, na ostentação e na falácia. Temos que buscar qualidade, mas sabendo que sua riqueza se encontra no caminho (Imbernón, 2010, p. 108).

Nesta conjuntura, diversas pesquisas têm apontado para a importância de abordar competências como o planejamento e a organização das aulas, a capacidade de comunicação eficaz, e a flexibilidade necessária para personalizar o ensino. Os autores Marim (2018), Roldão, (2017), Garcia (2009), Mercado (1998) e Tardif (2002) corroboram essa visão,

enfatizando que a verdadeira qualidade na educação se manifesta na capacidade do docente de articular teoria e prática, levando em conta as especificidades de seu contexto.

Além disso, García (2009) ressalta a necessidade de os professores estarem comprometidos com a aprendizagem contínua e o desenvolvimento pessoal, buscando constantemente aprimorar suas habilidades e competências.

Ao voltarmos nossos olhares especificamente para o ensino da Matemática, essa necessidade se torna ainda premente, pois essa disciplina frequentemente é percebida como desafiadora, tanto pelos alunos quanto pelos próprios professores. Investir em programas de formação continuada que abordem não apenas os conteúdos matemáticos em si, mas também estratégias de ensino, metodologias diversificadas e abordagens pedagógicas eficazes, é essencial para formação dos professores para que enfrentem esses desafios, como destaca Alves (2006):

A importância da matemática no currículo escolar é ressaltada por José Carlos G. de Oliveira (1993) no papel a ser desenvolvido pelo professor em sala de aula, papel esse que perpassa pela visão de educador, de estimulador, não esperando apenas que a escola lhe forneça condições propícias, mas, sim, que construa, em todos os momentos da ação pedagógica, diretrizes que ampliem os conhecimentos para além dos muros escolares, sem perder de vista os conteúdos, vendo o sujeito histórico, inserido no mundo, visando sempre seu crescimento (Alves, 2006, p. 22).

O processo de ensino e a aprendizagem tem evoluído significativamente nas últimas décadas, impulsionado por uma variedade de metodologias que buscam atender às demandas de um mundo em constante transformação, como: a Aprendizagem Cooperativa, que incentiva a interação entre os alunos, promovendo um ambiente social e de troca de conhecimentos; e a Gamificação, que introduz elementos de jogos no processo educativo, aumentando o engajamento e a motivação dos alunos.

A metodologia da Engenharia Didática foi desenvolvida por volta de 1975, dentro do contexto da didática francesa. Fundamenta-se na Teoria das Situações Didáticas, proposta por Guy Brousseau (2002), e na Teoria da Transposição Didática de Chevallard (1982). Essa abordagem propõe articular teoria e prática de forma sistemática, o que permite a criação de estratégias diferenciadas para o ensino. Ela oferece metodologias e diretrizes para o planejamento e análise de sequências de atividades educativas. Contudo, é essencial destacar que a eficácia dessa abordagem não deve ser vista como a solução única e definitiva para os desafios enfrentados no ensino da Matemática.

A interação da Engenharia Didática, unida com outras metodologias, agregada com a formação continuada de forma abrangente e contextualizada, é importante para que os

professores possam desenvolver as habilidades que possibilitam o trabalho metodológico de qualidade.

Em consonância com o pensamento de Artigue (1995), a Engenharia Didática da Matemática traz uma abordagem favorável para lidar com os desafios enfrentados no ensino e aprendizagem da Matemática. Ao focar no processo de ensino e aprendizagem, essa metodologia de ensino busca desenvolver e validar metodologias que estimulem a compreensão e o envolvimento dos alunos com o conhecimento matemático.

A autora destaca ainda a importância de considerar não apenas o conteúdo matemático a ser ensinado, mas também as estratégias e abordagens pedagógicas utilizadas para promover a aprendizagem significativa dos alunos. Em vista disso, a teoria de Ausubel (1982) se torna especialmente relevante, pois propõe um modelo de aprendizagem que vai além da simples transmissão de informações. A aprendizagem deve ser fundamentada na identificação e no armazenamento de informações, de maneira que favoreça a organização e a integração articulada e significativa dos conteúdos assimilados.

A aprendizagem significativa constitui um processo fundamental que ocorre mediante a interação entre conhecimentos prévios e novos conteúdos, caracterizando-se como uma dinâmica não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos saberes adquirem relevância para o aprendiz, enquanto as estruturas cognitivas existentes são reconfiguradas e consolidadas. Ausubel (1982) enfatiza a importância da organização e integração das informações, visando não apenas à aquisição de conhecimentos, mas à construção de uma aprendizagem profunda e reflexiva. Nessa perspectiva, a implementação de estratégias pedagógicas adequadas, articulada com a compreensão da estrutura cognitiva dos alunos, potencializa o processo de ensino e aprendizagem em Matemática.

Assim, a Engenharia Didática da Matemática propõe uma reflexão crítica sobre as práticas pedagógicas usuais, e busca identificar e implementar métodos que favoreçam a construção ativa do conhecimento. Dessa forma, torna-se imprescindível promover estudos que investiguem não apenas os benefícios da Engenharia Didática, mas também sua interação com programas de formação inicial e continuada, visando aprimorar o trabalho em sala de aula e, conseqüentemente, promover uma educação matemática de qualidade.

Considerando a importância da formação contínua de professores e a necessidade de ferramentas acessíveis a todos, este estudo recorre à Revista Nova Escola. Esta publicação foi desenvolvida para atender às demandas dos professores da educação infantil e do ensino fundamental I e II. A escolha desta revista está alinhada aos objetivos deste trabalho, que busca

proporcionar recursos e orientações relevantes para a formação de professores, o aprimoramento da prática pedagógica e a promoção de uma educação de qualidade.

Diante do exposto, torna-se evidente a necessidade de investigar o seguinte problema de pesquisa: Como os elementos da Engenharia Didática da Matemática se fazem presentes nos planos de aula de Geometria para o 9º ano do Ensino Fundamental propostos pela Revista Eletrônica Nova Escola no período de 2019 a 2023?

Com o propósito de responder ao problema apresentado, o objetivo geral deste trabalho é analisar os planos de aula de Geometria publicados pela Revista Eletrônica Nova Escola, orientando-se pela Engenharia Didática da Matemática, no contexto do 9º ano do Ensino Fundamental, durante o período de 2019 a 2023.

Para o desenvolvimento do objetivo geral, foram traçados os seguintes objetivos específicos: (a) identificar os elementos da Engenharia Didática da Matemática presentes nos planos de aula de Geometria para o 9º ano; (b) apropriar o conceito de Engenharia Didática; (c) compreender a Didática da Matemática no processo formativo do professor; e (d) elaborar e validar o produto educacional em forma de um guia dos planos de aula de matemática da Revista Eletrônica Nova Escola, que estejam norteados segundo as diretrizes da Engenharia Didática da Matemática.

No sentido de alcançar os objetivos delineados, adotaremos a metodologia de pesquisa Estado do Conhecimento. A escolha dessa metodologia se respalda nos pressupostos da área da pesquisa científica, que destacam a importância de os pesquisadores possuírem uma visão ampla das produções relacionadas ao tema em questão. Essa abordagem permite conhecer a evolução da temática a ser analisada, tanto em nível nacional quanto internacional, e identificar as questões pertinentes que demandam atenção no campo teórico.

Será realizada uma análise abrangente dos planos de aula de Geometria para o 9º ano do Ensino Fundamental, publicados pela Revista Eletrônica Nova Escola, no período de 2019 a 2023, à luz dos elementos da Engenharia Didática da Matemática. Esta abordagem sistemática e detalhada abordará os elementos centrais *a priori* e preliminares contidos nos planos de aula, fornecendo percepções relevantes para a compreensão da Geometria nesse nível de ensino. A análise não apenas enriquecerá a interpretação das práticas pedagógicas em Geometria, mas também contribuirá para o avanço do conhecimento na área da educação matemática.

O Produto Educacional desta dissertação consiste na elaboração de um Guia dos Planos de Aula de Matemática publicados pela Revista Eletrônica Nova Escola no período de 2019 a 2023, com foco na Engenharia Didática. Este guia apresenta um modelo que estabelece um diálogo entre os planos de aula analisados e os princípios da Engenharia Didática da

Matemática. O objetivo é construir material para a formação contínua de professores e promover uma melhor compreensão dos princípios e benefícios da Engenharia Didática da Matemática no contexto educacional. A validação do Produto Educacional ocorrerá por meio de uma oficina pedagógica destinada a professores de Matemática da educação básica. Essa etapa permitirá aferir a eficácia do guia e coletar opiniões que poderão aprimorar o material desenvolvido.

Essa dissertação está dividida em cinco capítulos, precedidos pela Trajetória acadêmica e profissional da pesquisadora e da Introdução. Após os capítulos, seguem as Considerações, as Referências e os Apêndices.

CAPÍTULO 1 - PERSPECTIVAS TEÓRICAS E METODOLÓGICAS

Neste capítulo, apresentaremos a fundamentação teórica que embasa esta dissertação, com ênfase nos elementos essenciais da Didática, Didática da Matemática e, em particular, na Engenharia Didática da Matemática. Iniciaremos com a discussão dos princípios que orientam a Didática como um campo de estudo e prática. Em seguida, faremos uma análise da Didática da Matemática, que se concentra em metodologias e práticas pedagógicas específicas para o ensino dessa disciplina. Avançando, exploraremos a Engenharia Didática da Matemática, uma abordagem que organiza o conhecimento matemático de forma a facilitar sua compreensão e relevância, enfatizando o planejamento e a execução de estratégias pedagógicas.

1.1 A didática

A importância da didática no processo educacional é inquestionável, pois ela é responsável por guiar os professores na elaboração de estratégias pedagógicas eficazes. A formação dos docentes em didática desempenha um papel essencial na promoção de uma aprendizagem significativa e no estímulo do interesse dos alunos pela matéria. Nesse sentido, destaca-se a relevância da didática na formação docente e sua significativa contribuição.

Segundo Libâneo (2013), a didática é entendida como a ciência que estuda os processos de ensino e aprendizagem, e busca compreender as relações entre professor, aluno e conhecimento, bem como os métodos e técnicas que podem ser empregados para facilitar a construção do saber. Nesse contexto, a importância da didática é indiscutível, pois orienta o trabalho do professor ao auxiliar na organização do conteúdo, na seleção de metodologias adequadas, na avaliação do processo de aprendizagem e na promoção de um ambiente estimulante e promissor. A didática também desempenha um papel essencial na formação de professores reflexivos e críticos, capazes de planejar suas aulas de forma a atender às necessidades e características dos alunos, contribuindo, assim, para uma educação de qualidade.

No cenário educacional atual, a garantia da qualidade do ensino é uma preocupação constante, e Libâneo (2013) já destacava diversos pontos neste contexto. Entre eles, ressalta-se a importância da clareza na construção dos conteúdos, da adoção de metodologias variadas que incentivem a participação dos alunos, da avaliação formativa contínua, do estímulo ao diálogo e interação em sala de aula, e da promoção do desenvolvimento integral dos alunos.

Diante dessas considerações, a didática emerge como uma peça-chave para aprimorar a excelência educacional, ao proporcionar tanto embasamento teórico quanto orientações práticas

para os educadores aprimorarem suas rotinas pedagógicas de maneira efetiva. A compreensão dos fundamentos da didática e sua aplicação adequada no contexto escolar são importantes para a concretização dessa educação almejada.

Como campo de estudo, a didática se dedica à análise e ao aprimoramento dos processos de ensino e aprendizagem. Ela desempenha um papel importante no contexto educacional, orientando a prática pedagógica dos professores e contribuindo para a formação de profissionais qualificados e reflexivos. A relevância da didática para o ensino e a formação de professores reside, principalmente, na sua capacidade de proporcionar subsídios teóricos e práticos que embasam a construção de práticas educativas eficazes e significativas (Candau, 2011).

A autora ainda destaca que a didática tem importância na formação de professores, na medida em que contribui para a construção de práticas pedagógicas criativas e contextualizadas. Ao refletir sobre as teorias e as metodologias, os professores são capazes de repensar suas práticas e promover um ensino eficiente e qualificado, capaz de atender às demandas e aos desafios da educação contemporânea.

Martins (1993) enfatiza que a didática para o ensino e a aprendizagem está relacionada à sua capacidade de orientar as práticas pedagógicas dos professores, fornecendo-lhes subsídios teóricos e práticos para planejar, executar e avaliar suas aulas de forma completa. Destaca, ainda, que a didática desafia os educadores a refletirem sobre suas práticas, a repensarem suas estratégias de ensino e a considerarem as necessidades e singularidades dos alunos.

A didática é entendida como uma mediação entre as bases teóricas e científicas da educação escolar e a prática docente, funcionando como uma ponte entre o "o quê" e o "como" do processo pedagógico escolar. A teoria pedagógica orienta a educação na escola por meio de objetivos, conteúdos e tarefas que promovem a formação cultural e científica. A didática, portanto, busca desenvolver teoricamente o ato de ensinar, alimentando-se dos conhecimentos e das práticas já estabelecidas. Portanto, o seu estudo deve proporcionar aos professores uma percepção reflexiva e crítica sobre as situações didáticas, levando em conta seu contexto histórico e social. Além disso, essa compreensão crítica do processo de ensino é essencial para garantir um encontro efetivo entre o aluno e os conteúdos escolares. Parte-se, assim, do pressuposto de que o professor precisa de uma instrumentalização tanto teórica quanto técnica para desempenhar seu trabalho de forma satisfatória (Libâneo, 2017).

A didática não se trata de transmissão de conhecimentos, mas busca promover o desenvolvimento integral dos alunos, estimulando o pensamento crítico, a criatividade e a autonomia. Em relação à formação de professores, a didática, segundo Martins (1993), é uma ferramenta pedagógica fundamental para a formação docente, no que diz respeito à reflexão

sobre sua prática e ao aprimoramento das competências pedagógicas, visando o enriquecimento do processo de ensino e aprendizagem.

Ao analisar a didática no contexto educacional, percebe-se que sua importância vai muito além de simples técnicas de ensino; engloba todo um conjunto de conhecimentos teóricos e práticos que permitem ao educador planejar, desenvolver e avaliar suas práticas de forma eficaz. Por meio da didática, o professor tem condições de promover um ambiente de aprendizagem estimulante, que leve o aluno a participar ativamente do processo educativo, desenvolvendo sua autonomia e criatividade (Libâneo, 2013).

Beltran (2009) explora a aplicação da didática em áreas específicas do conhecimento, como as Ciências e a Matemática. O autor destaca a importância da análise de problemas como estratégia para promover a aprendizagem significativa, reconhecendo o papel fundamental do professor como mediador do processo educativo. A integração entre teoria e prática na educação científica e matemática é enfatizada pelo autor, que reconhece a necessidade de professores bem preparados que possam criar ambientes ricos e desafiadores de aprendizagem.

Considerando o exposto e em consonância com as ideias de Martins (1993), Libâneo (2013; 2017), Candau (2011) e Beltran (2009), é incontestável o papel que a didática exerce na qualidade do ensino e na promoção de uma aprendizagem significativa. A didática, ao fornecer instrumentos que aprimoram o trabalho do professor e incentivam uma postura crítica e reflexiva em relação à prática pedagógica, desempenha um papel fundamental na formação de indivíduos preparados para atuar de forma crítica e ativa na sociedade.

A didática, em sua amplitude, revela-se fundamental em diversas áreas do conhecimento, pois promove uma interlocução eficaz entre teorias e práticas educacionais. Sua relevância é evidenciada na capacidade de adaptar metodologias de ensino às especificidades de cada disciplina, considerando as particularidades dos alunos e o contexto em que eles estão inseridos. Ao criar estratégias pedagógicas que favorecem o engajamento do aluno e a construção ativa do saber, a didática contribui para uma aprendizagem significativa e duradoura. Além disso, ao incentivar a reflexão crítica e a autonomia dos alunos, a didática fortalece o papel do professor como mediador do processo educativo, favorecendo a formação de indivíduos preparados para enfrentar futuros desafios.

A Didática, como campo de estudo e prática, desempenha um papel indispensável nesse processo, fornecendo os fundamentos teóricos e práticos necessários para que os professores possam desenvolver estratégias de ensino eficazes. Ao longo da história da educação, a didática tem evoluído e se adaptado às novas demandas e desafios da sociedade.

É fundamental que os docentes também desenvolvam habilidades práticas e experimentem situações reais de ensino. Além disso, a formação de professores com ênfase na didática deve contemplar o domínio de conceitos pedagógicos fundamentais, como os pressupostos da didática, incluindo os conceitos de assimilação, acomodação e equilíbrio propostos por Piaget (Kamii, 2006). Essa base teórica é essencial para que os educadores possam aplicar, de forma eficaz, as metodologias de ensino em contextos variados.

Nesse sentido, Moreira (1998) propõe uma maior integração entre os campos da didática e do currículo na educação, enfatizando a necessidade de uma abordagem flexível que permita a interação e a partilha de conhecimentos. Essa integração não apenas reconhece a complexidade do fenômeno educacional, mas também destaca a importância de uma visão holística e contextualizada, que é fundamental para a formação de professores capazes de enfrentar os desafios contemporâneos da educação.

Assim, a didática não apenas orienta a prática docente, mas também enriquece o processo de ensino e aprendizagem, consolidando sua importância em todas as áreas do conhecimento. Essa interconexão entre teoria e prática, aliada à flexibilidade proposta por Moreira (1998), permite que os educadores desenvolvam uma prática pedagógica adaptativa e eficaz, promovendo um ambiente de aprendizagem que atende às necessidades diversificadas dos alunos e contribui para a melhoria contínua da qualidade educacional.

1.2 A Didática da Matemática

A Didática da Matemática é um tema de relevância para esta pesquisa desenvolvida, especialmente por se tratar de um dos objetivos específicos aqui traçados, de compreender o papel desta disciplina no processo formativo do professor. A formação docente em Matemática não se limita ao domínio de conteúdos matemáticos, mas envolve também a capacidade de articular conhecimentos teóricos e práticos que possibilitem uma prática pedagógica reflexiva e eficaz. Portanto, a investigação da Didática da Matemática permite não apenas uma análise crítica do ensino e aprendizagem dessa disciplina, mas também uma melhor compreensão das estratégias que podem ser utilizadas para atender às diversas necessidades dos alunos. Assim, ao explorar a Didática da Matemática, procuramos contribuir para a formação de professores.

Na medida em que exploramos a didática da matemática, torna-se evidente a sua relevância para o processo de ensino e aprendizagem, visto que ela proporciona o desenvolvimento do raciocínio lógico e a aquisição de habilidades matemáticas essenciais para as rotinas diárias e carreiras futuras, capacitando os alunos não apenas para lidar com desafios

numéricos, mas também para fazer uso prático desses conhecimentos em diversos contextos da vida.

Ao longo do tempo, a Didática da Matemática evoluiu consideravelmente, integrando diversas teorias e abordagens pedagógicas, com o intuito de aprimorar o ensino dessa disciplina e fomentar uma aprendizagem eficaz e envolvente para os alunos. Em resposta aos desafios enfrentados no campo educacional, autores como Libâneo (1994), Galvez (1996), Pais (2002), Almouloud (2007), Brosseau (2008) e D'Amore e Fandiño Pinilla (2009) têm explorado o conceito de Didática da Matemática como uma forma de redefinir a abordagem pedagógica na área, visando transformar a percepção negativa associada à matemática e promover práticas de ensino eficazes e significativas.

Gálvez (1996) destaca que a Didática da Matemática compreende um conjunto de reflexões psicopedagógicas que visam aprimorar o ensino e a aprendizagem desta disciplina. Suas contribuições para o ensino da matemática estão centradas em fornecer diretrizes e estratégias de ensino que promovam uma abordagem significativa e eficaz no processo de ensino e aprendizagem.

A relevância da Didática da Matemática reside no fato de auxiliar os professores na compreensão das especificidades do ensino dessa disciplina, considerando as dificuldades e desafios enfrentados pelos alunos. Além disso, possibilita a construção de práticas condizentes com as necessidades dos alunos, promovendo o desenvolvimento de diversas habilidades matemáticas, tais como: raciocínio lógico, a resolução de problemas entre outros.

Assim, a Didática da Matemática, discutida por Pais (2002), desempenha um papel fundamental na promoção da qualidade do ensino desta disciplina. A abordagem didática proposta pelo autor pode ser considerada um importante recurso para o aprimoramento da prática pedagógica relacionada ao ensino da matemática. Tal perspectiva sugere que métodos, estratégias e abordagens específicas são essenciais para a eficácia do ensino e da aprendizagem de matemática, além de contribuir para a superação de desafios e dificuldades frequentemente encontrados nesse processo educativo.

Segundo Galvez (1996), o objetivo da Didática da Matemática é compreender os fenômenos e processos que envolvem o ensino de matemática, permitindo, assim, um gerenciamento eficaz das práticas pedagógicas. Esse gerenciamento, por sua vez, tem como finalidade aprimorar os resultados de aprendizagem dos alunos. Ao adotar estratégias de ensino que sejam dinâmicas, contextualizadas e participativas, os professores não apenas conseguem despertar o interesse dos alunos pela matemática, mas também favorecem a compreensão dos conceitos fundamentais, promovendo um aprendizado significativo.

A contribuição da Didática da Matemática se estende à formação de professores, desempenhando um papel relevante tanto na formação inicial quanto na continuada, fornecendo ferramentas e conhecimentos pertinentes para o planejamento e desenvolvimento de práticas pedagógicas eficientes, alinhadas com as demandas da educação matemática atual.

D'Amore e Fandiño Pinilla (2009) argumentam que a Didática da Matemática tem como principal objetivo preparar os futuros professores de maneira profissional, oferecendo-lhes as ferramentas necessárias para interpretar as dinâmicas que emergem na sala de aula durante a interação entre os polos da tríade “professor-aluno-conhecimento”. Essa interação é tão complexa que não pode ser compreendida apenas por meio de competências estritamente matemáticas ou pedagógicas, tampouco por experiências e bom senso isolados. Dessa forma, os autores enfatizam a importância de um entendimento profundo das variáveis envolvidas no processo de ensino e aprendizagem, que vão além da aplicação de técnicas pedagógicas ou do domínio da matemática em si.

Brousseau (2008) destaca a importância de técnicas específicas e compatíveis com as concepções dos professores para criar uma atividade científica em sala de aula, sem sacrificar o tempo. Ele ressalta que a didática permite o desenvolvimento de um comprometimento profissional que evita a redução das aulas a um mero "apoio paliativo" para erros individuais. Portanto, a Didática da Matemática, conforme abordada pelo autor, é essencial para aprimorar a prática docente e promover uma aprendizagem significativa dos conteúdos matemáticos.

A importância da Didática da Matemática na formação de professores, conforme destacado por Brousseau (2008), vai além do desenvolvimento dos educadores, contribuindo significativamente para a melhoria da aprendizagem dos alunos. O autor enfatiza como a criação de situações didáticas adequadas pode influenciar diretamente o desempenho dos alunos na disciplina de matemática. Ele define situações didáticas como um conjunto de condições que envolvem a interação entre alunos, professores e conteúdo, a fim de promover a aprendizagem de conceitos matemáticos. Essas situações são estruturadas de maneira a facilitar o acesso dos alunos ao conhecimento, levando em consideração não apenas os objetivos pedagógicos, mas também o contexto social e cultural dos alunos, as situações didáticas devem ser projetadas de forma a provocar um conflito cognitivo, ou seja, uma reflexão entre o conhecimento prévio do aluno e o novo conteúdo a ser aprendido.

Portanto, a criação de situações didáticas efetivas envolve a organização de experiências que estimulem a atividade investigativa dos alunos, promovendo um ambiente onde a matemática é entendida como uma prática social e não apenas como um conjunto de regras a serem memorizadas.

A adoção de abordagens pedagógicas diferenciadas adotadas pelos professores possibilita a promoção de um aprendizado eficaz, resultando em uma maior compreensão dos conceitos matemáticos e no desenvolvimento de habilidades sólidas nesta área do conhecimento. Em virtude disso, a implementação de estratégias didáticas bem fundamentadas revela-se essencial para o progresso e o sucesso dos alunos no campo da matemática, contribuindo para uma formação sólida e abrangente.

A Didática da Matemática, abordada por Pais (2002), destaca-se como um elemento fundamental no cenário educacional atual, influenciando diretamente a qualidade do ensino e da aprendizagem dessa disciplina. A ênfase na importância da abordagem didática para o aprimoramento da prática pedagógica tem gerado reflexões e debates relevantes no campo educacional, visando aprimorar as estratégias de ensino e promover um aprendizado efetivo e engajador.

De acordo com Brousseau (1994), a Didática da Matemática emergiu na década de 1960, impulsionada pelo interesse em aprimorar o ensino da Matemática e pela satisfação de descobrir suas bases em estudos científicos relevantes. Como um campo científico, a Didática da Matemática deve integrar uma vasta gama de afirmações e orientações provenientes de diversas disciplinas, estabelecendo uma fronteira quase fractal entre elas.

Alves (2006) oferece percepções valiosas para a didática e a formação de professores. O autor critica a rigidez da educação tradicional, destacando a importância de uma abordagem flexível e conectada com a realidade dos alunos. O autor ainda ressalta sobre o diálogo na sala de aula, onde o professor é um mediador que estimula a participação ativa dos alunos, valorizando a construção coletiva do conhecimento e a troca de ideias, para um ensino significativo. Sua obra reflete sobre a necessidade de cultivar a criatividade dos professores, incentivando metodologias que despertem o interesse dos alunos, tornando o processo de ensino e aprendizagem dinâmico e envolvente. O autor também enfatiza a autonomia dos alunos, defendendo espaços onde estes assumam responsabilidades pela aprendizagem, estimulando a reflexão crítica e a tomada de decisões autônomas.

Diante do apresentado até o momento, torna-se relevante explorar também outras teorias de situações didáticas. Sadovsky (2005), alicerçada em Brousseau (1986; 1988^a; 1988b; 1995; 1998; 1999), concebe a sala de aula como um espaço de produção de conhecimentos matemáticos. Portanto, a aprendizagem é modelada a partir de dois tipos de interações fundamentais: a interação do aluno com um "meio" resistente, que oferece retroações e exige a mobilização de conhecimentos matemáticos (situação adidática), e a interação entre aluno e professor a respeito dessa interação com o meio (situação didática). A noção de situação

adidática descreve a atividade do aluno de forma autônoma, em que ele se responsabiliza matematicamente pela resolução de um problema. Por outro lado, a situação didática abrange as interações entre aluno e professor, mediadas pelo contrato didático, que regula as expectativas mútuas e as normas implícitas do trabalho em sala de aula. Essa articulação entre o trabalho autônomo do aluno na situação adidática e a intervenção do professor na situação didática é essencial para a produção e a institucionalização dos conhecimentos matemáticos.

Essa perspectiva enriquecedora destaca a importância do diálogo, da criatividade e da autonomia na formação de professores, preparando-os para atuar de forma eficaz, proporcionando uma educação significativa e transformadora. Portanto, a Didática da Matemática deve ser centrada no aluno, valorizando suas vivências e conhecimentos prévios, promovendo o desenvolvimento do pensamento crítico e habilidades de resolução de problemas. Os professores de Matemática precisam utilizar metodologias envolventes e significativas, atualizados aos conteúdos matemáticos que sejam eficazes para esse público específico.

Observa-se a importância de investigar o impacto da Didática da Matemática na experiência educativa dos alunos e explorar as oportunidades de aplicação desses princípios para o constante aprimoramento do processo educacional. A Engenharia Didática da Matemática se destaca como uma proposta relevante, pois, segundo Almouloud e Silva (2012) *apud* Perrin-Glorian (2009), ela se situa na intersecção entre a atividade de pesquisa e a prática do ensino regular, conectando o campo da investigação acadêmica com as demandas e realidades do processo de ensino e aprendizagem.

1.3 A Engenharia Didática

A concepção da Engenharia Didática teve origem na Didática da Matemática, especificamente no enfoque da didática francesa, por volta 1975. De acordo com Artigue (1988), ela representa um método de trabalho didático similar ao processo do engenheiro, que se baseia em conhecimentos científicos da sua área para desenvolver um projeto e está sujeito a um controle de natureza científica

[...] comparável ao trabalho do engenheiro que, para realizar um projeto, se apoia nos conhecimentos científicos do seu domínio, aceita submeter-se a um controle de tipo científico, mas, ao mesmo tempo, se encontra obrigado a trabalhar sobre objetos muito mais complexos do que os objetos depurados da ciência, e, portanto, a estudar de uma forma prática, com todos os meios ao seu alcance, problemas de que a ciência não quer ou ainda não é capaz de se encarregar (Artigue, 1996, p. 193).

Nesta abordagem, a metodologia envolve uma estrutura experimental com base na prática em sala de aula, incluindo concepção, implementação, observação e análise de sequências de ensino, possibilitando uma validação interna por meio da comparação de análises *a priori* e *a posteriori* e validação da experiência.

Pais (2002) ressalta que, da mesma forma que o engenheiro, o educador precisa possuir um conjunto de conhecimentos específicos para exercer sua profissão com competência. No entanto, ao comparar a didática com o trabalho do engenheiro, é importante destacar que o modelo teórico nem sempre é suficiente para lidar com todos os desafios relacionados à complexidade da educação.

Conforme apontado pelo autor, a prática educativa se distingue da engenharia, por sua complexidade e imprevisibilidade. O modelo teórico, por mais estruturado que seja, nem sempre consegue prever ou resolver todas as nuances que surgem no ambiente de sala de aula. Nesse sentido, a Engenharia Didática, proposta por Artigue (1996), oferece uma abordagem sistemática para o planejamento, implementação e análise de intervenções pedagógicas, que podem explorar as limitações de modelos puramente teóricos através de um ciclo iterativo de desenvolvimento. Este ciclo se desdobra em quatro fases inter-relacionadas: primeira fase: análise prévia; segunda: Concepção e análise *a priori*; terceira: Experimentação; e quarta: Análise *a posteriori* e validação.

Para uma melhor visualização da estrutura e do fluxo da Engenharia Didática proposta por Artigue (1996), apresenta-se a Figura 1, que esquematiza as quatro fases do processo, desde as análises prévias até a análise *a posteriori* e validação, permitindo uma compreensão mais clara de como cada fase se relaciona com as demais.

Figura 1 - Fases da Engenharia Didática – Artigue (1996)



Fonte: Elaborado pela autora.

A primeira fase da Engenharia Didática refere-se a análises prévias, que levantam informações importantes para avaliar a estratégia de intervenção que será adotada, considerando a teoria do conhecimento do saber abordado, a dimensão didática do processo de ensino e as questões cognitivas dos alunos. Essa fase é dedicada à avaliação do ensino tradicional, compreendido como um sistema em estado de equilíbrio, embora essa estabilidade comece a evidenciar sinais de obsolescência.

Nesse contexto, a pesquisa busca identificar as escolhas realizadas no sistema educativo e suas interconexões com uma perspectiva estruturada que fundamenta a análise proposta. A investigação direciona um ponto específico do sistema educacional que, por diversos fatores, revela insatisfação. A partir dessa análise, são considerados os obstáculos que mantêm essa condição de equilíbrio, com o objetivo de determinar as condições que possibilitem um funcionamento eficiente e eficaz do sistema (Artigue, 1996).

Em síntese, a primeira fase se refere a análises prévias, onde se levantam informações importantes que possam dimensionar a estratégia de intervenção, considerando a epistemológica do saber tratado, dimensão didática do processo do ensinar e questões cognitivas dos alunos. Destaca-se que a análise “[...] reside na fina análise prévia das concepções dos alunos, das dificuldades e dos erros tenazes, e a engenharia é concebida para provocar, de forma controlada, a evolução das concepções” (Artigue, 1996, p. 202)

A segunda fase da Engenharia Didática, Concepção e Análise a *Priori*, é importante para a pesquisa, pois nela o pesquisador decide quais variáveis considera relevantes para o problema, além daquelas que podem direcionar a possíveis soluções ou abordagens para a questão. Assim, a ênfase recai sobre a elaboração de dispositivos didáticos diferenciados que buscam reformular a prática pedagógica. Nesse estágio, o objetivo é desenvolver intervenções que vão além da análise do ensino tradicional, respondendo, de forma eficaz, às necessidades identificadas na fase anterior. Para isso, os professores são provocados a considerar atentamente as práticas pedagógicas existentes, as atividades dos alunos e o conteúdo a ser abordado. Essa abordagem visa criar um ambiente de aprendizado que não apenas engaje os alunos, mas também melhore a eficácia do processo educativo, promovendo uma experiência dinâmica e centrada no aprendiz.

Durante essa fase, é fundamental identificar áreas de fragilidade no objeto de estudo e propor hipóteses que serão testadas por meio de um plano de ação. Artigue (1996) ressalta que é necessário analisar o controle do sentido do aprendizado, que a teoria das situações didáticas deve servir como referência para entender as relações entre os significados e as situações educativas, englobando um compromisso do aluno em construir seu próprio conhecimento.

Dessa forma, a segunda fase da Engenharia Didática se configura como um momento essencial para implementar práticas educativas eficazes e orientadas.

A terceira fase da Engenharia Didática, conhecida como experimentação, é fundamental para a aplicação prática das estratégias desenvolvidas. Nessa etapa, ocorre a interação entre os pesquisadores, professores e alunos, que constituem o foco da investigação. Conforme destacado por Machado (1999), essa fase é considerada clássica, pois marca o início efetivo da pesquisa em um ambiente educacional específico. Nela, são explícitos tanto os objetivos quanto as condições necessárias para a condução da pesquisa, que deve ser comunicada de forma clara aos alunos envolvidos. Além disso, é nesta fase que se estabelece o contrato didático², importante para orientar as interações durante a experiência. A aplicação dos instrumentos de pesquisa e o registro minucioso das observações realizadas, que podem incluir relatórios detalhados e transcrições de materiais audiovisuais, também são elementos essenciais dessa etapa, garantindo a consistência e a validade dos dados coletados.

A quarta fase da pesquisa, denominada análise *a posteriori* e validação, diz respeito ao tratamento das informações coletadas durante a aplicação da sequência didática, caracterizando a parte experimental da investigação. O objetivo central dessa análise é refletir sobre a realidade da produção dos alunos, quando necessário, desvelando seus procedimentos de raciocínio. Nesta fase, é essencial abordar as expectativas previamente estabelecidas na análise *a priori*. O confronto entre a análise *a priori* e a análise *a posteriori* é vital, pois é por meio dessa comparação que se valida ou não a hipótese formulada na pesquisa. Essa confrontação entre as duas análises é fundamental para a validação das hipóteses relacionadas à investigação, conforme estruturado por Artigue (1996).

Portanto, a interação entre as análises *a priori* e *a posteriori* não apenas fornece um panorama profundo do processo de aprendizagem dos alunos, mas também serve como um instrumento de avaliação da eficácia da sequência didática implementada. Para Artigue (1996), a Engenharia Didática é um processo empírico que busca estabelecer relações entre pesquisa e ação no sistema educacional, envolvendo a concepção, realização, observação e avaliação de práticas pedagógicas. Essa abordagem metodológica, fundamentada na Didática da Matemática, propõe uma análise aprofundada das interações entre professor, aluno e conhecimento, visando aprimorar a aprendizagem e a compreensão de conceitos matemáticos. A metodologia é estruturada nas investigações desta autora, e busca promover a autonomia dos

² Contrato Didático é uma relação que determina – explicitamente em pequena parte, mas sobretudo implicitamente – aquilo que cada parceiro, o professor e o aluno, tem a responsabilidade de gerir e pelo qual será, de uma maneira ou outra, responsável perante o outro (Brousseau, 1996).

alunos com foco na resolução de problemas matemáticos, o que contribui para um aprendizado com maior significado.

A Engenharia Didática, abordada por Brum (2013), se trata de uma metodologia que visa conceber, realizar, observar e analisar situações didáticas, valorizando tanto o aspecto teórico quanto experimental, para analisar o ensino de matemática. Para o autor, a metodologia busca conceber, realizar, observar e analisar situações didáticas, valorizando tanto o aspecto teórico quanto experimental, para analisar o ensino de matemática.

Baseada nos princípios da Didática da Matemática, essa abordagem metodológica visa promover a compreensão de conceitos matemáticos pelos alunos, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades e competências para resolver problemas cotidianos. Sua metodologia envolve fases como análises prévias, concepção e análise *a priori*, experimentação e análise *a posteriori* e validação, visando aprimorar a prática pedagógica e promover uma aprendizagem significativa e contextualizada.

Artigue (1995) enfatiza a importância de uma abordagem pedagógica na formação de professores de Matemática, destacando a necessidade de desenvolver habilidades específicas para o ensino dessa disciplina. Reforça a Engenharia Didática como um campo que busca estruturar o conhecimento matemático, de forma a torná-lo acessível e significativo para os alunos.

A integração da Engenharia Didática da Matemática na formação de professores é um recurso que tem potencial para contribuir com a qualidade do ensino dessa disciplina, a qual desempenha um papel importante na educação básica. Ao refletirmos sobre essa metodologia, notamos a importância de os professores estarem atualizados com as pesquisas e aperfeiçoamentos no campo da didática, especialmente em relação às práticas que priorizam uma abordagem centrada no aluno, conforme ressalta Pais (2002).

Segundo Chevallard (1982, p. 5), “a engenharia possui como fim fornecer respostas das demandas visando modificar o real (a natureza) e articulando a teoria com o real”. Transpondo essa concepção para o âmbito educacional, a Engenharia Didática permite a concepção, experimentação e validação de sequências de ensino que buscam solucionar problemas de aprendizagem específicos, articulando, portanto, os fundamentos teóricos da didática com a realidade prática da sala de aula.

Como vimos, a Engenharia Didática oferece um conjunto de estratégias, métodos e recursos que visam tornar o ensino mais eficaz, estimulando a reflexão dos professores sobre suas práticas e alinhando-se às necessidades dos alunos e ao conhecimento matemático. Esse pensamento é corroborado por Lima (2021), ao destacar que, durante as análises preliminares,

a professora encontrou questões que a levaram a refletir sobre os temas matemáticos em estudo, buscando compreender suas relações e propriedades. Essa etapa também possibilitou que ela considerasse as dificuldades dos alunos, identificando suas possíveis causas e explorando novas abordagens para o ensino.

Portanto, ao articular objetivos de aprendizagem, técnicas de ensino, recursos didáticos e formas de avaliação de maneira compatível, os professores poderão não apenas aprimorar suas práticas, mas também contribuir significativamente para o desenvolvimento dos alunos, tornando-se agentes transformadores da educação matemática.

Nesse panorama, a formação continuada se apresenta como uma necessidade imprescindível para preparar os professores a lidar com os desafios contemporâneos da educação matemática, capacitando-os a implementar práticas pedagógicas diferenciadas e eficazes. Dessa forma, os professores tornam-se mediadores do aprendizado, capazes de promover uma experiência educacional significativa e de qualidade para seus alunos, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades críticas e reflexivas, essenciais no mundo atual.

Assim, a Engenharia Didática apresenta-se como uma metodologia para o desenvolvimento profissional do professor, estabelecendo uma conexão entre a teoria e a prática. Ao permitir que os professores integrem esses dois domínios e apliquem o conhecimento acadêmico em suas aulas, há um impacto direto no processo de ensino e aprendizagem. Por meio de suas quatro fases interligadas, análise, concepção, experimentação e validação, essa metodologia promove a reflexão e a adaptação contínuas, com o objetivo de aprimorar a prática pedagógica e auxiliar o professor a enfrentar os desafios da educação contemporânea.

CAPÍTULO 2 - A PESQUISA

Neste capítulo, será abordada a metodologia da pesquisa que orientará todo o trabalho, iniciando com um estudo do Estado do Conhecimento. Primeiramente, apresentaremos uma revisão da literatura que contextualiza a relevância dessa abordagem. Em seguida, descreveremos o desenvolvimento da pesquisa, detalhando a metodologia adotada, que incluirá a coleta de dados a partir dos planos de aula publicados pela Revista Eletrônica Nova Escola. Também apresentaremos a história e a trajetória da revista, destacando seu papel na formação de professores e na disseminação de práticas pedagógicas, especialmente considerando sua criação voltada para o atendimento de professores do ensino fundamental.

2.1 O Estado do Conhecimento

O Estado do Conhecimento é uma abordagem metodológica importante na pesquisa acadêmica, pois permite uma análise abrangente da produção científica em diversas áreas. Segundo Ferreira (2002), essa abordagem caracteriza-se por uma análise bibliográfica, cuja finalidade consiste em mapear e discutir o conhecimento existente, destacando características e tendências que surgem em diferentes contextos históricos e geográficos. Essa metodologia mostra-se relevante para pesquisadores que desejam revisar os avanços já alcançados, identificar lacunas no conhecimento e explorar novas áreas para investigações futuras (Silva; Vasconcelos, 2020).

Morosini e Fernandes (2014) enfatizam que o Estado do Conhecimento envolve a "identificação, registro e categorização de informações", o que auxilia na reflexão e na síntese sobre o que foi produzido em um campo determinado ao longo do tempo. Dessa forma, ao proporcionar uma visão atualizada das pesquisas relacionadas a um tema específico, essa abordagem não apenas orienta os próximos passos da investigação, mas também democratiza o acesso a produções científicas. Isso pode promover a contextualização e a problematização de questões relevantes no âmbito acadêmico.

As pesquisas configuradas como Estado do Conhecimento enfrentam o desafio de mapear e discutir a produção acadêmica em diversas áreas, abordando quais características recebem prioridade em contextos históricos e geográficos variados (Ferreira, 2002). Essa metodologia possibilita a compilação de informações sobre estudos realizados em níveis de pós-graduação *stricto sensu* em áreas e temas específicos.

Conforme afirmam Morosini e Fernandes (2014, p. 102), o Estado do Conhecimento envolve a "identificação, registro e categorização de informações que levam à reflexão e síntese sobre a produção científica de uma área específica em um período de tempo determinado". Sob essa perspectiva, o conceito torna-se fundamental para compreender as dinâmicas de pesquisa e a evolução do conhecimento em campos especializados.

De acordo com Silva e Vasconcelos (2020), os pesquisadores que optam por realizar essa metodologia compartilham a intenção de revisar os avanços já realizados e identificar áreas que podem receber investigação futura. Essa abordagem visa a sistematização, organização e facilitação do acesso às produções científicas, com o intuito de promover a democratização do conhecimento.

A promoção da metodologia do Estado do Conhecimento contribui para ajustar os objetivos conforme as especificidades de diferentes áreas de pesquisa, enriquecendo a contextualização e a problematização, além de guiar a exploração de novos desafios. Morosini e Fernandes (2014) reiteram que o Estado do Conhecimento é relevante para oferecer uma visão ampla e atualizada das pesquisas, sendo fundamental para direcionar os próximos passos da investigação. Esse processo permite o envolvimento com os debates contemporâneos sobre o objeto de estudo, auxiliando na identificação de áreas a serem exploradas.

O Estado do Conhecimento permite identificar as linhas de pesquisa e as metodologias aplicadas em diversas áreas, oferecendo uma visão abrangente sobre as investigações em curso. Essa abordagem não apenas amplia a compreensão em torno de um determinado tema, como também proporciona oportunidades para descobrir novas perspectivas e abordagens que ainda não foram consideradas. Tais compreensões podem resultar em inovações significativas para futuras pesquisas. Em síntese, o Estado do Conhecimento contribui para um entendimento aprofundado do campo de uma área específica do saber (Bourdieu, 2004).

Além disso, a construção do Estado de Conhecimento não apenas mapeia ideias existentes, mas também facilita a verificação e a validação das fontes utilizadas, garantindo a credibilidade das informações. Esse processo minucioso sugere ainda subtemas relevantes para aprofundamento, enriquecendo a pesquisa e colaborando para uma análise mais abrangente. Ao mesmo tempo, o Estado de Conhecimento é importante na identificação de lacunas essenciais no saber, permitindo que os pesquisadores compreendam quais áreas ainda precisam ser exploradas. Dessa maneira, os autores defendem que o Estado de Conhecimento deve servir como ponto de partida fundamental para qualquer investigação, orientando-a a partir da compreensão detalhada da produção intelectual já existente sobre o tema em questão. Essa

abordagem não só fornece um panorama claro do que já foi pesquisado, mas também aproxima o pesquisador de novas oportunidades de contribuição e inovação dentro do campo de estudo.

Dessa forma, considerando os estudos de Morosini e Fernandes (2014) e Morosini (2015), foi criada uma imagem (Figura 2) que ilustra os passos do Estado do Conhecimento, refletindo o processo realizado pelo pesquisador (Morosini *et al.*, 2021).

Figura 2 - Passos do Estado do Conhecimento



Fonte: Elaborado pela autora.

O Estado do Conhecimento, conforme apresentado na Figura 2, é estruturado em várias fases metodológicas: (1) escolha das fontes de pesquisa (nacional e/ou internacional); (2) seleção de descritores; (3) organização do corpus de análise, que inclui a leitura de resumos em bancos de dados; seleção de achados na bibliografia anotada; (4) identificação das fontes para a bibliografia sistematizada; (5) construção das categorias analíticas e organização da bibliografia categorizada; e (6) considerações acerca do campo de pesquisa, evidenciando contribuições para a definição dos caminhos na tese ou dissertação (Morosini *et al.*, 2021).

Cada um dos passos será examinado e exemplificado, enfatizando que eles constituem a metodologia do Estado do Conhecimento e devem ser aplicados de forma sistemática, para que, ao final, seja evidente o rigor científico envolvido na pesquisa.

2.2 Procedimentos metodológicos

A amostra desta pesquisa é constituída por planos de aula de Matemática para o 9º ano do Ensino Fundamental, com foco no eixo de Geometria, publicados na Revista Eletrônica Nova Escola no período de 2019 a 2023. A escolha desse período justifica-se pela abrangência temporal de cinco anos, um intervalo considerado relevante para a análise de práticas pedagógicas no campo da Educação. Ademais, considerando que a pesquisa foi iniciada no começo de 2024, a delimitação dos dados até 2023 permite uma análise completa e consistente das informações disponíveis até o momento da coleta. Soma-se a isso a minha experiência

profissional como professora do 9º ano do Ensino Fundamental, durante a qual observei recorrentes dificuldades dos alunos no que se refere ao domínio do conteúdo de trigonometria, o que reforça a pertinência da temática e a relevância da análise dos planos de aula selecionados.

A Revista Eletrônica Nova Escola se destaca pela oferta de planos de aula atualizados e pertinentes, particularmente na disciplina de Geometria, o que favorece a compreensão das práticas e abordagens pedagógicas nesse contexto. A diversidade de estratégias de ensino e aprendizagem apresentadas por esses planos de aula, alimenta a discussão sobre a prática docente e também ressalta a relevância da revista como uma fonte acessível e abrangente para professores que buscam aprimorar sua prática.

Com base na reflexão proposta, torna-se imprescindível estruturar um sistema de coleta de dados que organize as informações obtidas dos planos de aula de maneira sistemática. Esse processo permitirá uma avaliação estruturada na Engenharia Didática dos planos de aula, favorecendo uma identificação para além das práticas pedagógicas. Ao integrar dados quantitativos e qualitativos, poderemos verificar a presença dos recursos didáticos e compreender de que maneira esses materiais podem influenciar o processo de ensino e aprendizagem e se estão em conformidade com os princípios da Engenharia Didática da Matemática proposta por Artigue (1996).

Segundo Douady (1995), a criação de um problema é um aspecto fundamental da Engenharia Didática. O conjunto de aulas elaboradas pelo professor como parte de um projeto de ensino e aprendizagem para uma determinada turma é considerado um projeto. Ao longo das interações entre o professor e os alunos, o projeto pode sofrer alterações com base nas reações dos alunos e nas decisões do próprio professor. O professor implementa o projeto, adaptando-o conforme necessário, de acordo com a dinâmica e as necessidades de seus alunos.

A pesquisa consistirá na possível identificação dos princípios da Engenharia Didática dentro dos planos de aula da Revista Eletrônica Nova Escola para 9º do Ensino Fundamental publicados no período de 2019 a 2023, com foco no eixo de geometria. Assim, nos nortearmos pelos trabalhos de Brum (2013), Brosseau (1996) e Artigue (1996).

A primeira fase, denominada análises prévias, consistirá em: mapear os conteúdos geométricos abordados; verificar se as propostas consideram as dificuldades recorrentes dos alunos em Geometria; e identificar os recursos didáticos empregados (materiais manipulativos, tecnologias digitais e impressos). Essa etapa diagnóstica permitirá avaliar em que medida as necessidades de aprendizagem são contempladas no planejamento. Conforme Artigue (1996), essa análise preliminar é importante por envolver três dimensões: as concepções prévias dos

alunos, os obstáculos característicos do conteúdo geométrico e as intervenções didáticas necessárias para promover avanços conceituais.

Na segunda fase, denominada concepção e análise *a priori*, o foco recai sobre a investigação do planejamento das atividades de ensino contidas nos planos de aula. Nesse contexto, será examinado como cada plano se alinha com os quatro princípios da Engenharia Didática propostos por Artigue (1996). Isso abrange a relação entre as atividades e os conhecimentos geométricos a serem construídos, a articulação entre os saberes (como a conexão de conceitos de geometria com outras áreas da matemática), a consideração da diversidade dos alunos com atividades que atendam a diferentes níveis de conhecimento, e o papel do professor como mediador do processo de ensino e aprendizagem. A análise deve destacar como esses aspectos são abordados nos planos de aula, além de prever possíveis obstáculos epistemológicos³ que possam surgir no processo de ensino e aprendizagem.

A terceira fase, designada experimentação, não se aplicará diretamente neste contexto, uma vez que o pesquisador não implementará os planos de aula. Contudo, é possível realizar uma análise crítica das atividades planejadas, imaginando as respostas esperadas pelo professor dos alunos e os dados que poderiam ser coletados caso a experimentação ocorresse, como a participação e o desempenho dos alunos nas atividades de geometria. Essa avaliação ajuda a entender como os princípios da Engenharia Didática se manifestam nos planos e como esses podem impactar a aprendizagem.

Por fim, na quarta fase, análise *a posteriori* e validação, o pesquisador avaliará como os resultados e a proposta pedagógica dos planos de aula de geometria se comparam aos objetivos inicialmente estabelecidos nas análises prévias. Essa reflexão crítica permitirá verificar a interação dos princípios da Engenharia Didática nos planos de aula e identificar que ajustes seriam necessários para uma abordagem eficaz no ensino de geometria. O objetivo final é promover uma prática pedagógica que favoreça a aprendizagem dos alunos do 9º ano, assegurando que eles construam um entendimento sólido dos conceitos geométricos.

A delimitação temática deste estudo fundamenta-se em minha experiência prática como docente da rede pública, onde atuo regularmente com turmas do 9º ano do Ensino Fundamental. Ao longo dessa trajetória, tenho observado sistematicamente duas questões críticas: a significativa dificuldade dos alunos na compreensão dos conceitos geométricos, e a marcante resistência em relação a esse conteúdo específico. Diante desse cenário, optei por

³ Noção concebida por Gaston Bachelard em “A formação do espírito científico (1996)”, um obstáculo epistemológico é o que “se incrusta no conhecimento não questionado”, fazendo que “hábitos intelectuais que foram úteis e sadios” acabem por “entravar a pesquisa” (Bachelard, 1996, p. 19).

concentrar a investigação no estudo dos triângulos retângulos, conteúdo que, segundo minhas observações em sala de aula, é um desafio para o processo de ensino e aprendizagem nessa etapa escolar.

2.3 Desenvolvimento da pesquisa

O primeiro passo na busca pelos dados foi a navegação no *site* da Revista Eletrônica Nova Escola, utilizando a ferramenta de pesquisa. É importante ressaltar que, para acessar o conteúdo do *site*, não é necessário realizar cadastro ou estar *logado*. Ao utilizar o buscador com as palavras *plano de aula*, foi possível identificar uma vasta quantidade de planos de aula, totalizando 13.932 conteúdos disponíveis com o termo pesquisado. Isso evidencia a riqueza e a diversidade de recursos disponíveis na plataforma, o que contribui significativamente para o planejamento e a prática pedagógica.

Em seguida, foi realizada uma nova busca no campo *matérias para sala de aula*. Selecionou-se o campo *todos os planos* e utilizou-se o filtro atribuído ao ano escolar de interesse, especificamente o *nono ano do Ensino Fundamental*, na disciplina de *Matemática*. Nesse recorte, foram encontrados 195 planos de aula. Para delimitar a amostra, utilizou-se o campo de busca, aplicando um filtro no *eixo temático de Geometria*, o que resultou na redução do número de planos para 57.

No entanto, essa quantidade se mostrava excessiva e abrangente para os objetivos deste estudo, então buscou-se uma delimitação precisa da pesquisa. Assim, foi realizada uma nova busca, utilizando filtros específicos. Atribuindo as palavras-chave *triângulo retângulo*, o total de planos de aula foi reduzido para 14.

Após essa etapa, constatou-se que os resultados iniciais do buscador incluíam planos que contemplavam termos isolados das palavras-chave, sem necessariamente abordá-los de forma integrada. Para assegurar a pertinência e a profundidade da análise, foi necessário refinar a seleção, mantendo apenas os planos que articulavam simultaneamente todas as palavras-chave definidas. Esse critério rigoroso resultou na delimitação final de 11 planos, os quais constituem o corpus central da investigação. A ênfase nesses 11 planos é fundamental, pois permitirá uma análise coerente e direcionada, essencial para atingir o objetivo da pesquisa e, conseqüentemente, contribuir para a resposta ao problema formulado. Para ilustrar de modo transparente todo o processo de refinamento amostral, a Figura 2, apresentada a seguir, detalha visualmente as fases sucessivas de delimitação da amostra.

Figura 3 - Etapas de seleção, no *site*, dos planos de aula



Fonte: Elaborado pela autora.

A partir do processo de seleção dos planos de aula, conforme ilustrado na Figura 3, o próximo capítulo se dedicará à análise dos dados coletados durante a pesquisa, incluindo o conhecimento acerca da história da Revista Eletrônica Nova Escola. É importante ressaltar que esta publicação desempenhou um papel significativo na formação e no apoio a professores, mesmo antes da tecnologia se tornar amplamente acessível. Durante o período em que era distribuída mensalmente nas escolas, a revista já fornecia recursos e orientações que auxiliavam diversos educadores em sua prática pedagógica. Atualmente, em sua versão digital, a Revista Eletrônica Nova Escola continua a oferecer uma variedade de recursos pedagógicos e diretrizes práticas, que não só enriquecem a experiência de ensino, mas também podem contribuir para a formação continuada dos professores.

CAPÍTULO 3 – TRATAMENTO DOS DADOS EMPÍRICOS

Desde seu lançamento, a Revista Eletrônica Nova Escola⁴ tem exercido um papel importante no cenário educacional, promovendo uma reflexão crítica sobre práticas pedagógicas e pautando debates relevantes voltados à melhoria da qualidade do ensino. Por meio de suas matérias, entrevistas e conteúdos diversificados, a revista não apenas dissemina conhecimento, mas também se afirma como um espaço de conhecimento e estímulo à formação profissional dos professores, consolidando-se como um recurso significativo na busca por uma educação inclusiva e de excelência.

A seguir, será apresentada a história da Revista Eletrônica Nova Escola, intitulada Nova Escola, abordando seu início, os motivos de sua criação e suas contribuições para a formação continuada dos professores da educação básica. Estas publicações destacam-se pela diversidade de seus conteúdos e pela relevância no desenvolvimento profissional dos professores do Ensino Fundamental. Ao oferecer uma ampla variedade de recursos e propostas pedagógicas, a Revista Eletrônica Nova Escola pode ser uma ferramenta útil para os professores que desejam aprimorar suas práticas e se manter atualizados em um contexto educacional em constante transformação. Desde sua fundação, a revista tem funcionado como um apoio importante, promovendo a troca de experiências e incentivando a reflexão sobre o ensino. Além disso, será apresentada uma síntese dos 11 planos de aula selecionados, ressaltando seus principais objetivos e abordagens pedagógicas, que refletem as necessidades e os desafios enfrentados pelos educadores.

3.1 A Revista Eletrônica Nova Escola

Foram realizadas diversas tentativas de contato com a Revista Eletrônica Nova Escola, com a finalidade de obter informações complementares sobre seu histórico e funcionamento. No entanto, essas tentativas não foram bem-sucedidas. Diante dessa situação, as informações apresentadas a seguir foram obtidas diretamente do *site* da revista, utilizando os recursos disponíveis na parte superior da página, especificamente na aba *Comunidade*, seguida da seção *Quem Somos*, além da utilização da ferramenta de busca com palavras-chave como *revista impressa* e *Por que a NOVA ESCOLA existe?*. Essa abordagem possibilitou uma compreensão detalhada da trajetória e dos objetivos dessa publicação.

⁴ A partir de 2015, a revista Nova Escola deixou de ser impressa e passou a operar exclusivamente no formato digital, adotando o nome de Nova Escola.

A Revista Eletrônica Nova Escola, um marco na educação brasileira, foi fundada em 1986, com a ambição de servir como um suporte essencial para os professores da educação básica do país em sua missão de educar. A criação deste veículo de comunicação e informação é fruto do sonho de Victor Civita, fundador da Editora Abril, que desejava contribuir para a melhoria da educação no Brasil por meio da disseminação de conhecimento e práticas educacionais. Para dar vida a esse ideal, Civita estabeleceu, no ano anterior, a Fundação Victor Civita, que se tornaria a base para a realização desse projeto.

Nos primeiros anos, a revista teve um início promissor. Um acordo com o Governo Federal possibilitou que a Revista Eletrônica Nova Escola fosse impressa e distribuída mensalmente, de forma gratuita, para cerca de 220 mil escolas públicas em todo o Brasil. Este modelo de distribuição eficaz perdurou até 2010, quando o Ministério da Educação (MEC) começou a realizar licitações públicas, permitindo que a revista continuasse a alcançar um público amplo por mais quatro anos consecutivos. No entanto, em 2015, a venda em bancas e outros pontos de venda foi suspensa, direcionando a distribuição das edições virtuais exclusivamente para os assinantes.

Desde sua fundação, há mais de três décadas, a Revista Nova Escola tem se destacado pela produção de uma ampla variedade de conteúdos educacionais, incluindo reportagens, artigos, planos de aula e entrevistas com especialistas renomados. Esses materiais não apenas informam, mas desempenham um papel fundamental na formação e inspiração de professores de diversas regiões do Brasil, incentivando a melhoria contínua de suas práticas pedagógicas.

Relatórios disponíveis no *site* da revista indicam que, em média, a Nova Escola circulava cerca de 120 mil exemplares impressos mensalmente, de acordo com uma reportagem datada de 8 de maio de 2017, intitulada *Por que a Nova Escola existe*. Esse considerável alcance impõe um potencial para a expansão de sua presença no ambiente digital, o que se tornou uma prioridade estratégica na evolução da publicação.

Em 2015, a Fundação Victor Civita transferiu as marcas *Nova Escola e Gestão Escolar* para a recém-criada *Associação Nova Escola*. Esta nova organização, independente e sem fins lucrativos, sustentada pela Fundação Lemann, surge com a missão de continuar o legado da revista e inovar na forma como professores e gestores escolares têm acesso a conteúdo educacionais. A associação já demonstrou seu impacto ao reestruturar sua plataforma digital, tornando-a intuitiva e de fácil navegação, atraindo mais de 2,5 milhões de visitantes mensalmente.

Com uma visão voltada para o futuro, a parceria estabelecida entre a Fundação Lemann e o *Google* propiciou a criação de milhares de planos de aula, visando auxiliar professores na

implementação da BNCC no Brasil, iniciada em 2018. Este projeto, conduzido pela Revista, assegurou que, a partir de 2019, qualquer professor brasileiro pudesse acessar gratuitamente mais de 6.000 planos de aula multimídia, abrangendo todas as disciplinas da Educação Infantil ao 9º ano do Ensino Fundamental.

Além das inovações digitais, a Associação Nova Escola herda um legado significativo da Fundação Victor Civita, que em 2015 celebrou três décadas de atuação e a 18ª edição do Prêmio Educador Nota 10. Este prêmio, que reconhece e valoriza o trabalho de professores, continuará a ser realizado em parceria com a Rede Globo e a Fundação Roberto Marinho, ressaltando a importância do trabalho conjunto na educação.

A iniciativa de desenvolvimento de planos de aula na plataforma Nova Escola foi implementada em 2017, por meio da colaboração entre a Associação Nova Escola, a Fundação Lemann e o Google.org, com o objetivo de apoiar os professores na criação de conteúdo para a aplicação da BNCC.

No período de 2019 a 2020, a parceria com o Instituto Gerdau gerou a inclusão de novos materiais pedagógicos, com planos de aula que abordam a Educação Empreendedora, conforme as diretrizes da BNCC. Os planos de aula estão organizados no *site* por etapas ou anos de ensino e categorizados por disciplinas, facilitando a busca de conteúdo. Além disso, esses planos são divididos em categorias temáticas, que incluem sequências didáticas de aulas focadas em temas específicos.

Atualmente, a Revista Nova Escola intitulada Nova Escola, se estabelece como uma plataforma digital robusta, dedicada à produção de reportagens, entrevistas, cursos, formações, planos de aula e uma variedade de materiais educacionais, fortalecendo os professores brasileiros em sua prática. Com aproximadamente 3,1 milhões de acessos mensais, conforme registrado em uma consulta realizada em 05 de outubro de 2024 no *site* da própria revista, a Revista reafirma seu compromisso, podendo ser uma ferramenta importante para a formação e desenvolvimento profissional dos professores, promovendo uma cultura de colaboração e inovação no campo da educacional brasileiro.

3.2 Estrutura pedagógica dos planos de aula

Os planos de aula de Matemática publicados pela Revista Eletrônica Nova Escola possuem uma estrutura clara e organizada, oferecendo suporte para orientar o trabalho dos professores e facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Embora esses planos possam contribuir para a implementação de práticas pedagógicas diversificadas ao sistematizar

conteúdos e metodologias, é importante reconhecer que, por si sós, não são soluções para os desafios educacionais. Eles servem como ferramentas que podem contribuir para o ambiente educativo, promovendo a construção do conhecimento de forma colaborativa e reflexiva, mas a eficácia de sua aplicação depende, em última instância, do contexto e da criatividade do professor.

A amostra dos planos de aula selecionados para este estudo revela uma abordagem didática cuidadosamente estruturada, que se organiza em seções que incluem a introdução ao tema, a descrição das atividades práticas, a resolução de problemas e a reflexão sobre os resultados obtidos. Essa organização é importante para promover um aprendizado significativo, pois os objetivos são delineados, podendo permitir uma expectativa precisa em relação ao aprendizado e às competências que os alunos devem desenvolver ao final da aula. Além de fomentar o desenvolvimento de habilidades matemáticas, com especial atenção à aplicação de conceitos de trigonometria, os planos proporcionam estimular também o trabalho em equipe e a observação crítica.

A inclusão de desafios e a resolução de problemas reais têm como objetivo de atuar como incentivadores para o pensamento crítico e a criatividade. A metodologia adotada pode favorecer a interação e prática experimental, elementos essenciais na construção do conhecimento matemático. Os conteúdos abordados nos planos estão alinhados com a BNCC, abrangendo eixos da Matemática, como: números, operações, geometria, medidas e resolução de problemas.

Cada aula é composta por três partes principais: o início, o desenvolvimento e a conclusão. No início, os planos propõem atividades que resgatem os conhecimentos prévios dos alunos, contextualizando o novo conteúdo a ser ensinado. Durante o desenvolvimento, são detalhados os passos da aula, incluindo a metodologia que será utilizada, como explicações, discussões em grupo e atividades práticas. Por fim, a conclusão oferece um espaço para recapitulação, reforçando a retenção do conteúdo.

A Revista Eletrônica Nova Escola promove a utilização de uma diversidade de recursos didáticos, incluindo materiais concretos, como: blocos, régua e folhas de papel milimetrado, tecnologia (aplicativos educativos, plataformas *online* e lousas digitais) e jogos que favorecem um ambiente interativo e lúdico. A adoção desses recursos pode envolver os alunos no processo de aprendizado e facilitar a compreensão dos conceitos matemáticos.

É enfatizada uma metodologia que estimula a participação direta dos alunos na construção do conhecimento, promovendo o seu protagonismo como agente ativo em seu processo de aprendizagem. Além disso, essa metodologia geralmente se insere em uma

sequência didática ampla, o que possibilita um aprofundamento gradual e sistemático dos conteúdos ao longo do tempo. Esse enfoque pode contribuir com a construção sólida do conhecimento matemático pelos alunos, uma vez que diversos planos estão relacionados dentro da mesma sequência didática.

Dessa forma, o tema é explorado de maneira gradual, favorecendo o desenvolvimento do pensamento matemático de forma sequencial e ordenada. Essa articulação entre os planos de aula pode contribuir para a construção de uma compreensão coerente dos conceitos abordados. As avaliações nos planos de aula são de natureza formativa, ocorrem ao longo do processo de ensino, com o objetivo de acompanhar o progresso dos alunos e permite ajuste das metodologias conforme necessário.

Outro aspecto relevante dos planos de aula é a inclusão de momentos de reflexão, que incentivam uma análise crítica tanto por parte do professor quanto dos alunos. Esse espaço permite identificar o que funcionou bem e o que pode ser aprimorado nas aulas futuras, podendo contribuir para um processo de ensino e aprendizagem contínuo e em constante evolução.

Em síntese, utilizar os planos de aula da Matemática publicados pela Revista Eletrônica Nova Escola como ferramenta para a formação de professores de matemática da educação básica pode ser uma estratégia coerente alinhadas as diretrizes da BNCC. Essa abordagem proporciona clareza, diversidade de recursos com foco nas necessidades dos alunos, desenvolver nos professores a reflexão sobre suas práticas e a aprimorar seu processo de ensino e aprendizagem.

Para compreender a relevância desses planos de aula, é útil considerar o conceito de plano de aula, que segundo Malheiros (2019), é fundamental para garantir um processo de ensino eficaz, destacando a importância de um planejamento detalhado que abrange aspectos importantes, como a definição dos objetivos de ensino, a especificação do conteúdo a ser ministrado, a descrição dos métodos a serem empregados, a duração da aula e os critérios de avaliação. Portanto, a elaboração cuidadosa do plano de aula serve como um guia que orienta o professor na condução de suas atividades, assegurando que todos os elementos necessários para um aprendizado significativo sejam contemplados.

Além disso, a conexão entre o plano de aula e a sequência didática é importante para a construção do processo de ensino e aprendizagem. Assim, a sequência didática é definida por “Um conjunto de atividades organizadas, estruturadas e interconectadas, voltadas para alcançar objetivos educacionais específicos, com um início e um término que são claros tanto para o professor quanto para os alunos” (Zabala, 2015, p. 18).

Essa definição enfatiza a importância de uma organização que permite uma progressão lógica e sequencial do aprendizado, estabelecendo um elo entre as atividades propostas no plano de aula e os objetivos educacionais a serem alcançados. Assim, os planos de aula que serão apresentados não apenas proporcionam uma estrutura para a implementação de conteúdos e metodologias, mas também se inserem dentro de uma sequência didática mais ampla e sistemática.

O Quadro 1, a seguir, apresenta uma relação dos planos de aula que serão estudados ao longo desta pesquisa, fornecendo informações detalhadas sobre cada um deles. Essas informações incluem o tema do plano, a identificação atribuída por nós, o ano/série correspondente, o número da sequência a que pertence e a sequência didática conforme o tema.

Quadro 1 - Identificação dos planos de aula selecionados (2019 a 2023)

Tema do Plano	Identificação	Habilidade	Sequência Didática	Nome da sequência
Relação entre altura e projeções dos catetos	PL1	EF09MA13	1/10	Relações métricas no triângulo retângulo
Demonstrando as relações métricas	PL2	EF09MA13	5/10	Relações métricas no triângulo retângulo
Caça ao tesouro e as relações métricas	PL3	EF09MA13	6/10	Relações métricas no triângulo retângulo
Jogo das relações métricas	PL4	EF09MA13	4/10	Relações métricas no triângulo retângulo
O Tangram e as relações métricas	PL5	EF09MA13	7/10	Relações métricas no triângulo retângulo
Triângulo retângulo inscrito na circunferência	PL6	EF09MA11 EF06MA25	4/5	Ângulos na circunferência
Aplicação das relações métricas para cálculos de medidas inacessíveis	PL7	EF09MA13	9/10	Relações métricas no triângulo retângulo
As relações métricas através de áreas	PL8	EF09MA13	10/10	Relações métricas no triângulo retângulo
Relação entre a hipotenusa e cateto 1 Relação entre a hipotenusa e cateto 1	PL9 PL10	EF09MA13 EF09MA13	2/10 3/10	Relações métricas no triângulo retângulo
As inclinações e as relações métricas em triângulos retângulos.	PL11	EF09MA13	8/10	Relações métricas no triângulo retângulo

Fonte: Site Revista Eletrônica Nova Escola.

Os planos de aula identificados como PL1 a PL5 e PL7 a PL11 pertencem à mesma sequência didática, que aborda o tema "Relações métricas no triângulo retângulo", que é um tema do 9º ano do Ensino Fundamental. Essa sequência aborda os conceitos relacionados a medidas e propriedades dos triângulos retângulos. Por outro lado, o plano de aula PL6 pertence a uma sequência didática diferente, que foca no tema "Ângulos na circunferência". Essa distinção entre as sequências didáticas é importante, pois permite observar que os planos são elaborados em sequências progressivas de habilidades e abordagens.

A Revista Eletrônica Nova Escola, além de disponibilizar conteúdos, também enaltece a figura do professor desde sua criação, reconhecendo seu papel central na educação e na formação dos alunos. Voltada especificamente para os professores da educação básica, a revista oferece conteúdos que valorizam suas práticas pedagógicas e promovem sua formação contínua, sem excluir a autonomia do professor no processo de ensino e aprendizagem, e incentiva o seu protagonismo. Por meio de artigos direcionados ao professor, dicas práticas e metodologias diferenciadas, a Nova Escola permite que os professores reflitam sobre suas abordagens e incentiva a sua formação contínua. Ao compartilhar histórias inspiradoras e experiências de outros professores, a revista reafirma a importância da colaboração e da troca entre os profissionais da educação.

Com o intuito de estabelecer um diálogo direto entre os planos de aula selecionados e os princípios da Engenharia Didática, segue abaixo uma síntese puramente descritiva de cada um. Esta exposição tem caráter neutro e informativo, limitando-se a apresentar os objetivos, metodologias e a aplicação prática prevista em cada plano para o contexto de sala de aula, sem qualquer juízo de valor ou interferência analítica. A descrição visa tão somente oferecer uma visão clara dos materiais que constituem o corpus da pesquisa, como base objetiva para a análise subsequente, que se centrará na figura do professor como mediador e nos potenciais dessas abordagens para o ensino e a aprendizagem.

Ao final da apresentação dos 11 planos de aula selecionados, será exposto o Quadro 2, que sintetiza as informações padronizadas presentes em todos os planos. Esse quadro permite uma visualização clara e concisa dos principais dados dos planos. Tal organização não apenas proporciona um fechamento visualmente acessível, como também reforça a compreensão dos elementos comuns que sustentam cada plano, favorecendo a articulação e a reflexão sobre as abordagens adotadas.

3.2.1 Relação entre altura e projeções dos catetos – PL1

O plano de aula intitulado "Relação Entre Altura e Projeções dos Catetos" é o primeiro de uma sequência de dez planos que exploram as relações métricas no triângulo retângulo, voltado para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. Elaborado por Flávia e Adolf Lutz Keller, este plano conta com a mentoria de Lara Martins Barbosa e especialistas Priscila Mendes Cerqueira. Seu objetivo principal é estabelecer a relação entre a altura e as projeções dos catetos em triângulos retângulos.

O plano de aula se inicia com um questionamento formulado pelo personagem João, que indaga: Qual é a relação entre a altura e as projeções dos catetos? Essa problematização serve como aquecimento, engajando os alunos e estimulando a investigação das relações métricas. A proposta pedagógica inclui uma série de atividades práticas, como recortes, dobraduras e a criação de desenhos de triângulos retângulos. Os alunos são incentivados a medir a altura e as projeções dos catetos, calcular o produto dessas medidas e aplicar a potência de dois na altura. Esses métodos promovem uma exploração criativa e concreta das relações métricas.

O papel do professor é fundamental para o sucesso da atividade, pois ele deve monitorar e apoiar os alunos durante as medições e cálculos, além de mediar as discussões em grupo sobre os resultados obtidos. As abordagens pedagógicas deste plano visam criar um ambiente propício à experimentação e à descoberta de relações matemáticas por meio da colaboração. Além disso, recomenda-se o uso de ferramentas tecnológicas, como o GeoGebra, para facilitar a visualização das construções geométricas, enriquecendo a articulação entre teoria e prática. A avaliação formativa, nesse contexto, é uma prática contínua e interativa, centrada na observação, feedback, discussão e reflexão, permitindo ao professor ajustar sua prática para oferecer um suporte mais eficaz aos alunos em seu processo de aprendizagem.

3.2.2 Demonstrando as relações métricas – PL2

Este é o quinto plano de uma sequência de dez, intitulado “Demonstrando as Relações Métricas”, voltado para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. Elaborado por Flávia Adolf e Lutz Keller, com mentoria de Lara Martins Barbosa e especialista Priscila Mendes Cerqueira, o objetivo central deste plano é ensinar as relações métricas em triângulos retângulos, com ênfase na aplicação abrangente do Teorema de Pitágoras. O objetivo específico é realizar a demonstração dessas relações métricas no triângulo retângulo.

A sistematização do conceito proposto envolve o uso de recursos algébricos para demonstrar as relações métricas em triângulos retângulos. A problematização inicial ou aquecimento é baseada na pergunta: "O que são figuras semelhantes?"

A aula começa com uma introdução teórica, na qual os alunos exploram as relações entre os lados e os ângulos dos triângulos retângulos. Em seguida, são apresentados exemplos práticos que ilustram os conceitos abordados. Os alunos são convidados a participar de atividades que envolvem medições, permitindo a aplicação do Teorema de Pitágoras em situações do cotidiano.

As atividades propostas incluem exercícios realizados tanto individualmente quanto em grupo. Os alunos utilizam instrumentos, como réguas e fitas métricas, para calcular distâncias e verificar a validade do teorema em diversos contextos. Essa fase prática é essencial para que eles visualizem a aplicação real dos conceitos aprendidos em um contexto teórico.

Ao final da aula, os alunos são incentivados a compartilhar suas soluções e discutir a aplicação das relações métricas em diferentes situações cotidianas. Essa abordagem reforça o conhecimento teórico, e também pode estimular o raciocínio crítico e evidenciar a relevância da matemática no cotidiano.

A avaliação é realizada de forma formativa, permitindo ao professor acompanhar o progresso dos alunos. Essa avaliação se dá por meio da observação direta durante as atividades práticas em grupo, nas quais o professor registra a participação e a compreensão dos conceitos. Os alunos aplicam as relações métricas, como o Teorema de Pitágoras, em atividades práticas, e o progresso destes é avaliado por meio da resolução de exercícios.

3.2.3 Caça ao tesouro e as relações métricas – PL3

Este é o sexto de uma sequência de dez planos de aula que abordam as relações métricas no triângulo retângulo, voltado para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, intitulado “Caça ao Tesouro e as Relações Métricas”. Elaborado por Flávia Adolf e Lutz Keller, com a mentoria de Lara Martins Barbosa e especialista Priscila Mendes Cerqueira, o objetivo central deste plano é explorar e aplicar as relações métricas por meio de uma atividade lúdica e interativa. A sistematização do conceito foca no aperfeiçoamento da compreensão das relações métricas em triângulos retângulos, ao mesmo tempo em que estimula o trabalho em equipe e a interação entre os alunos.

Para a problematização ou aquecimento da aula, é proposta uma atividade lúdica: o Jogo de Caça ao Tesouro. A aula inicia-se com uma breve introdução teórica sobre as relações métricas, abordando conceitos fundamentais como distância, perímetro, área e o Teorema de Pitágoras. Os alunos são encorajados a discutir e refletir sobre a inter-relação desses conceitos

com o espaço que os cerca, bem como suas aplicações práticas, promovendo uma compreensão mais profunda e contextualizada.

Em seguida, os alunos participam da atividade dinâmica Caça ao Tesouro, na qual resolvem uma série de desafios e problemas que requerem medições e cálculos com base nas relações métricas. Os alunos são divididos em grupos e recebem pistas que, por meio de exercícios matemáticos, os conduzem a diferentes pontos da sala ou do ambiente escolar, onde podem encontrar tesouros, que podem incluir mensagens, objetos ou enigmas.

Durante a atividade, os alunos utilizam instrumentos, como réguas e fitas métricas, para realizar medições, além de aplicarem o Teorema de Pitágoras para localizar distâncias e resolver problemas. Essa abordagem prática e colaborativa favorece um aprendizado envolvente e promove o desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe e raciocínio lógico.

Ao final da aula, os grupos se reúnem para apresentar suas soluções e discutir as estratégias empregadas. O professor, atuando como mediador, propõe uma reflexão coletiva sobre a importância das relações métricas no cotidiano e nas atividades realizadas. O plano Caça ao Tesouro e as Relações Métricas combina a teoria matemática com uma experiência prática e recreativa, configurando uma integração de conteúdos que podem facilitar a compreensão das relações métricas de forma concreta e aplicável.

3.2.4 Jogo das relações métricas – PL4

O plano de aula intitulado “Jogo das Relações Métricas” tem como objetivo principal promover a compreensão das relações métricas e sua aplicação em situações práticas. Este plano integra uma sequência de dez aulas, posicionando-se como o quarto da série, e é voltado para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. Elaborado por Flávia Adolf e Lutz Keller, com a mentoria de Lara Martins Barbosa e a especialista Priscila Mendes Cerqueira, a atividade visa despertar o interesse dos alunos por meio de uma abordagem lúdica.

A sistematização do conceito busca desenvolver a compreensão das relações métricas enquanto promove o trabalho em equipe de forma divertida. A problematização ou aquecimento é apresentada por meio da atividade lúdica, o Jogo das Relações Métricas. A proposta fundamenta-se na utilização de um jogo interativo que pode engajar os alunos de maneira lúdica, podendo tornar o aprendizado mais dinâmico e envolvente.

A aula inicia-se com uma breve apresentação teórica sobre as relações métricas, permitindo que os alunos revisitem conceitos fundamentais, como as relações entre os lados e os ângulos dos triângulos retângulos, além da aplicação do Teorema de Pitágoras. Essa

introdução estabelece o contexto necessário para que os alunos compreendam a relevância desses conceitos na resolução de problemas práticos.

Após a parte teórica, os alunos são divididos em grupos para participar do jogo, que envolve a solução de questões relacionadas às relações métricas. Durante essa atividade, os alunos devem aplicar os conhecimentos adquiridos para avançar no jogo, resolvendo desafios que envolvem medições, cálculos e interpretação de situações-problema.

O caráter dinâmico do jogo pode estimular a colaboração e a competitividade saudável entre os grupos, permitindo que os alunos possam desenvolver habilidades importantes, como o trabalho em equipe, o raciocínio lógico e a capacidade de resolver problemas.

Ao final da aula, os grupos se reúnem para discutir as estratégias utilizadas durante o jogo e compartilhar as soluções encontradas. Essa etapa é importante, pois estimula a reflexão sobre as aprendizagens e promove o diálogo entre a teoria matemática e a prática.

3.2.5 O Tangram e as relações métricas – PL5

O sétimo plano de uma sequência de dez, voltado para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, intitulado “O Tangram e as Relações Métricas”, foi elaborado por Flávia Adolf e Lutz Keller, com a mentoria de Lara Martins Barbosa e a especialista Priscila Mendes Cerqueira. Este plano explora as relações métricas no triângulo retângulo por meio da manipulação do quebra-cabeça Tangram. A sistematização do conceito visa desenvolver a habilidade de reconhecer figuras congruentes e semelhantes. A problematização ou aquecimento inicia-se com a pergunta: “Será que você consegue construir um quadrado usando as 7 peças do Tangram?”

A aula tem início com uma introdução teórica que abrange as figuras geométricas, suas propriedades e as relações métricas relevantes. O uso do Tangram proporciona uma abordagem interativa, podendo permitir aos alunos uma compreensão prática e aprofundada das interações no triângulo retângulo e suas aplicações.

A atividade proposta envolve a montagem do Tangram, que estimula aos alunos a trabalharem com conceitos de área, perímetro e decomposição de figuras. Ao manipular as peças do Tangram, os alunos são incentivados a calcular as áreas das diferentes formas resultantes, promovendo a prática de medições e a aplicação de fórmulas matemáticas.

A discussão é mediada por orientações do professor, que auxilia na resolução de problemas e na compreensão das relações métricas. Ao final da aula, os alunos são convidados a apresentar suas montagens e calcular as áreas das formas criadas, além de discutir as relações

métricas observadas durante a atividade. Essa abordagem busca promover uma aprendizagem contextualizada, na qual os alunos relacionam os conceitos matemáticos a uma atividade prática e criativa.

3.2.6 Triângulo retângulo inscrito na circunferência – PL6

O quarto plano de uma sequência de cinco aulas, intitulado “Triângulo Retângulo Inscrito na Circunferência”, é voltado para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. Os autores deste plano são Renata Gerhard Gomes Roza, com a mentoria de Lara Martins Barbosa e da especialista Priscila Mendes Cerqueira. O principal objetivo é explorar a relação entre triângulos retângulos e circunferências.

A aula inicia-se com uma introdução teórica, na qual são abordadas as propriedades dos triângulos retângulos e o conceito de circunferência. Destaca-se, em especial, o teorema que estabelece que um triângulo retângulo pode ser inscrito em uma circunferência, fornecendo uma base sólida para a compreensão dessa relação geométrica.

A sistematização do conceito busca determinar uma propriedade matemática a partir da generalização na análise de ângulos centrais e inscritos em uma circunferência. A problematização ou aquecimento não apresenta uma situação-problema formal, mas os alunos são incentivados a visualizar essas relações por meio de diagramas e construções geométricas, favorecendo uma compreensão intuitiva do tema.

Após a explicação teórica, propõe-se uma atividade prática em que os alunos desenham triângulos retângulos inscritos em circunferências, identificando os lados e ângulos em relação ao círculo. Durante essa atividade, os alunos devem aplicar o teorema de Pitágoras e explorar as propriedades dos ângulos opostos ao diâmetro da circunferência, reforçando, assim, a conexão entre geometria e suas aplicações. A experiência prática visa estimular a observação, a criatividade e o raciocínio lógico.

Ao final da aula, os alunos são convidados a compartilhar suas construções e discutir as descobertas feitas ao longo da atividade. A avaliação é realizada de maneira formativa, com foco na observação e no acompanhamento do desenvolvimento dos alunos durante a aula.

3.2.7 Aplicação das relações métricas para cálculos de medidas inacessíveis – PL7

O plano nove de uma sequência de dez aulas, intitulado “Aplicações das Relações Métricas para Cálculos de Medidas Inacessíveis”, é direcionado a aplicação prática das relações

métricas em situações cotidianas que envolvem medidas inacessíveis. Este plano é voltado para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental e foi elaborado por Flávia Adolf e Lutz Keller, com a mentoria de Lara Martins Barbosa e a especialista Priscila Mendes Cerqueira.

A sistematização do conceito tem como objetivo aplicar relações métricas para o cálculo de alturas inacessíveis. A problematização ou aquecimento propõe a pergunta: “Vamos medir um objeto da nossa escola, como um poste ou uma árvore grande?”

A aula inicia-se com uma introdução teórica que explica conceitos fundamentais, como a relação entre triângulos e medições diretas e indiretas. É destacado o uso do Teorema de Pitágoras para determinar medidas que não podem ser obtidas diretamente.

Em seguida, os alunos participam de atividades práticas que os levam a aplicar os conhecimentos teóricos na resolução de problemas relacionados a medidas inacessíveis. Eles utilizam ferramentas como réguas e trenas, além de explorarem técnicas de medição indireta, como o uso de ângulos e alturas em situações práticas, como medir a altura de um edifício ou de uma árvore.

A avaliação neste plano de aula é feita de maneira formativa, envolvendo a observação da participação dos alunos nas atividades práticas e nas discussões em grupo. O professor avalia a capacidade dos alunos de aplicar as relações métricas de forma adequada e eficaz, além de considerar a clareza e a precisão na apresentação das soluções encontradas.

Ao final da aula, os alunos são incentivados a explicar as estratégias utilizadas para os cálculos e a discutir a relevância das relações métricas no cotidiano, promovendo uma reflexão crítica sobre suas aprendizagens.

3.2.8 As relações métricas através de áreas – PL8

O plano de aula intitulado “As Relações Métricas Através de Áreas” é o décimo da sequência sobre relações métricas no triângulo retângulo. Este plano é voltado para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental e foi elaborado por Flávia Adolf e Lutz Keller, com a mentoria de Lara Martins Barbosa e a especialista Priscila Mendes Cerqueira. O principal objetivo é explorar as relações métricas por meio do cálculo de áreas de diferentes figuras geométricas, promovendo a aplicação prática e aprofundada dos conceitos teóricos.

A sistematização do conceito consiste em comparar as relações métricas com as áreas de figuras planas, embora não apresente uma situação de problematização ou aquecimento.

A aula inicia-se com uma revisão teórica sobre as fórmulas de cálculo de áreas de figuras planas, como quadrados, retângulos, triângulos e círculos. Os alunos são convidados a

discutirem as propriedades dessas figuras e a entenderem como as relações métricas se aplicam na determinação de suas áreas.

Na sequência, os alunos participam de atividades práticas em que devem calcular a área de figuras desenhadas em papel milimetrado. Posteriormente, eles aplicam esses conhecimentos em situações reais, como a medição de espaços em sua escola ou em casa. Essa abordagem permite que os alunos relacionem os conteúdos matemáticos ao seu cotidiano.

A avaliação neste plano é contínua e se concentra na observação da execução das atividades, na participação dos alunos nas discussões e na apresentação das soluções. O professor avalia a capacidade dos alunos de aplicar as fórmulas corretamente e justificar suas escolhas, promovendo uma reflexão sobre o processo de cálculo.

Ao final da aula, os alunos são incentivados a compartilhar suas descobertas e a discutir a importância das relações métricas no contexto das áreas, reforçando a aplicação prática do conhecimento matemático.

3.2.9 Relação entre a hipotenusa e o cateto 1 – PL9

O segundo plano de uma sequência de dez aulas, intitulado “Relação entre a Hipotenusa e o Cateto 1”, é voltado para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental e foi elaborado por Flávia Adolf e Lutz Keller, com a mentoria de Lara Martins Barbosa e a especialista Priscila Mendes Cerqueira. A sistematização do conceito busca descobrir a relação entre o cateto, sua projeção e a hipotenusa de um triângulo retângulo.

A problematização ou aquecimento aborda questões instigantes: “O que são retas perpendiculares?”, “Como podemos traçar uma reta perpendicular usando régua e esquadro?”, “Quantas retas perpendiculares podemos traçar a partir de uma mesma reta?”, “Quais instrumentos de medida você pode utilizar para construir um triângulo retângulo?”.

O objetivo principal é aprofundar a compreensão das relações métricas em triângulos retângulos, com foco na relação entre a hipotenusa e um dos catetos. A aula tem início com uma revisão teórica dos conceitos fundamentais relacionados aos triângulos retângulos, enfatizando o Teorema de Pitágoras e suas aplicações práticas.

Os alunos são apresentados a situações-problema que envolvem a identificação e o cálculo das medidas da hipotenusa e dos catetos em diferentes contextos. Durante a discussão inicial, o professor utiliza exemplos práticos que ajudam os alunos a visualizarem essas relações, destacando a relevância do Teorema de Pitágoras na vida cotidiana.

A atividade prática envolve os alunos em exercícios nos quais devem aplicar as fórmulas e resolver problemas que exigem cálculos da hipotenusa e dos catetos. A prática é acompanhada por discussões em grupo, permitindo que os alunos compartilhem suas estratégias e compreendam diferentes abordagens para resolver problemas semelhantes.

A avaliação ocorre de maneira formativa, com o professor observando a participação dos alunos durante as atividades e a clareza na aplicação do teorema. Eles são incentivados a justificar suas respostas e a apresentar as soluções encontradas, permitindo que o professor compreenda seu nível de entendimento e as possíveis dificuldades enfrentadas.

Ao final da aula, os alunos têm a oportunidade de apresentar suas conclusões e discutir a importância da relação entre a hipotenusa e os catetos, reforçando a conexão entre conceitos teóricos e a prática matemática.

3.2.10 Relação entre hipotenusa e cateto 1 – PL10

O plano de aula é o terceiro de uma sequência de dez voltados para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, intitulado “ Relação entre Hipotenusa e Cateto 1”, e foi elaborado por Flávia Adolf e Lutz Keller, com a mentoria de Lara Martins Barbosa e a especialista Priscila Mendes Cerqueira.

A sistematização do conceito visa relacionar as medidas dos catetos, da hipotenusa e da altura de um triângulo retângulo, utilizando recursos computacionais. O objetivo principal é aprofundar o entendimento das relações métricas em triângulos retângulos, focando na relação entre a hipotenusa e um dos catetos, com base no Teorema de Pitágoras.

A problematização ou aquecimento inicia-se com a pergunta: “Há relação entre essas medidas? Como podemos verificar essa relação?”

Assim, a aula tem início com uma revisão dos conceitos de triângulos retângulos e uma explicação detalhada do Teorema de Pitágoras. O professor apresenta exemplos práticos que ilustram como a fórmula pode ser aplicada para calcular a hipotenusa a partir das medidas dos catetos, ressaltando a importância desse teorema na resolução de problemas do cotidiano.

Na sequência, os alunos participam de atividades práticas, nas quais são desafiados a resolver problemas que exigem a aplicação da relação entre a hipotenusa e os catetos. Trabalhando em duplas ou pequenos grupos, os alunos são incentivados a colaborar e trocar ideias. Durante essa fase, têm a oportunidade de discutir suas soluções e explorar diferentes estratégias para resolver os problemas apresentados.

A avaliação é de natureza formativa, com ênfase na observação do envolvimento dos alunos durante as atividades práticas e na habilidade de aplicar corretamente o Teorema de Pitágoras. O professor também promove discussões que permitem aos alunos justificar suas respostas, criando um espaço para o esclarecimento de dúvidas e reforço dos conceitos.

Ao final da aula, os alunos são convidados a compartilhar suas conclusões e reflexões sobre a importância da relação entre a hipotenusa e os catetos, contribuindo para um ambiente de aprendizado colaborativo.

3.2.11 As inclinações e as relações métricas em triângulos retângulos – PL11

Este é o oitavo plano de uma sequência de dez, intitulado “As Inclinações e as Relações Métricas em Triângulos Retângulos”, voltado para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, e foi elaborado por Flávia Adolf e Lutz Keller, com a mentoria de Lara Martins Barbosa e a especialista Priscila Mendes Cerqueira, com o objetivo de explorar as relações métricas em triângulos retângulos por meio do estudo das inclinações, permitindo que os alunos compreendam como a geometria se aplica em situações do cotidiano.

A sistematização do conceito se concentra em utilizar as relações métricas para resolver situações-problema que envolvam a construção de rampas e escadas. A problematização ou aquecimento começa com um contexto prático: no Colégio Santos Dumont, os alunos do 9º ano do Ensino Fundamental receberam um novo colega de sala, Bruno, que utiliza uma cadeira de rodas. Como o acesso à quadra da escola é realizado por um degrau muito alto, os alunos decidiram construir uma rampa de acesso para que Bruno possa ir à quadra sem precisar ser carregado. A altura do degrau é de 70 cm. Nesse sentido, os alunos são instigados com perguntas como: “Vamos ajudar os alunos do 9º ano a construir a rampa para o amigo?”, “Como recebemos novos colegas em classe?”, “Tentamos ajudar a se enturmar?”, “Nossa escola e nossa cidade estão preparadas para receber alunos com deficiências?”

A aula tem início com uma introdução teórica que define as inclinações e como elas se relacionam com as medidas dos lados em um triângulo retângulo. O professor apresenta exemplos práticos para ilustrar como as inclinações podem ser medidas e calculadas, utilizando ângulos e as relações entre catetos e hipotenusa. Após essa parte teórica, os alunos participam de atividades práticas em que medem inclinações usando transportadores ou aplicativos de medição. Eles são desafiados a aplicar os conceitos aprendidos para resolver problemas relacionados a inclinações em contextos reais, como rampas, escadas e construções.

A avaliação ocorre de maneira formativa, com o professor observando a participação dos alunos nas atividades e a aplicação correta dos conceitos discutidos. Os alunos são incentivados a compartilhar suas soluções, justificando os métodos utilizados, o que promove uma discussão rica e colaborativa. Para encerrar, os alunos são convidados a refletir sobre a importância das relações métricas nos triângulos retângulos e como essas relações são úteis na análise das inclinações encontradas em diversas situações do dia a dia.

A seguir, apresenta-se o Quadro 2, que oferece uma visão geral das informações identificadas em cada plano de aula selecionado. Este quadro apresenta as seguintes informações: identificação, ano/série, nome do plano, autor, mentor e especialista envolvidos, a habilidade da BNCC, os objetivos específicos propostos e o conceito-chave relacionado a cada plano. Essa organização permite a comparação dos diferentes planos de aula, possibilitando uma compreensão clara das abordagens adotadas e das competências trabalhadas.

Quadro 2 - Identificação dos planos de aula

Identificação	Ano/Série	Nome	Autor	Mentor e Especialista	Habilidade BNCC	Objetivos Específicos	Conceito-chave
PL1	9º	Relação entre altura e projeções dos catetos	Flávia Adolf Lutz Keller	Lara Martins Barbosa Priscila Mendes Cerqueira	EF09MA13	Descobrir a relação entre projeção dos catetos e altura.	Relacionar que o produto da projeção dos catetos é igual ao quadrado da altura relativa a hipotenusa em um triângulo qualquer.
PL2	9º	Demonstrando as relações métricas	Flávia Adolf Lutz Keller	Lara Martins Barbosa Priscila Mendes Cerqueira	EF09MA13	Realizar a demonstração das relações métricas no triângulo retângulo.	Álgebra, semelhança, demonstração, triângulo retângulo, casos de semelhança.
PL3	9º	Caça ao tesouro e as relações métricas	Flávia Adolf Lutz Keller	Lara Martins Barbosa Priscila Mendes Cerqueira	EF09MA13	Resolver em grupos exercícios envolvendo as relações métricas e triângulos retângulos através da brincadeira caça ao tesouro.	Relações métricas no triângulo retângulo.

PL4	9°	Jogo das relações métricas	Flávia Adolf Lutz Keller	Lara Martins Barbosa Priscila Mendes Cerqueira	EF09MA13	Identificar possíveis valores no triângulo verificando as relações métricas num triângulo retângulo.	Aplicações das relações métricas em triângulos retângulos.
PL5	9°	O Tangram e as relações métricas	Flávia Adolf Lutz Keller	Lara Martins Barbosa Priscila Mendes Cerqueira	EF09MA13	Utilizar o Tangram para verificar as relações métricas em triângulos retângulos. Verificar algumas relações específicas em triângulos retângulos isósceles.	Relações métricas, triângulo isósceles, Tangram.
PL6	9°	Triângulo retângulo inscrito na circunferência	Renata Gerhard Gomes Roza	Lara Martins Barbosa Priscila Mendes Cerqueira	EF09MA11 EF06MA25	Determinar uma propriedade matemática a partir da generalização na análise de ângulos centrais inscritos em uma circunferência.	Aplicar a relação de ângulos inscritos e centrais para determinar a propriedade de triângulos retângulos inscritos na circunferência.
PL7	9°	Aplicação das relações métricas para cálculos de medidas inacessíveis	Flávia Adolf Lutz Keller	Lara Martins Barbosa Priscila Mendes Cerqueira	EF09MA13	Determinar as medidas inacessíveis com o auxílio das relações métricas.	Inacessível, triângulo, altura, projeções, relações métricas.
PL8	9°	As relações métricas através de áreas	Flávia Adolf Lutz Keller	Lara Martins Barbosa Priscila Mendes Cerqueira	EF09MA13	Relacionar as relações métricas como a relação entre áreas de figuras planas.	Áreas, relações métricas e compasso.
PL9	9°	Relação entre a hipotenusa e cateto 1	Flávia Adolf Lutz Keller	Lara Martins Barbosa Priscila Mendes Cerqueira	EF09MA13	Retomar algumas construções básicas utilizando esquadro. Descobrir a relação entre cateto, sua projeção e a	Perceber que o quadrado da medida do cateto é igual ao produto de sua projeção pela medida da hipotenusa

						hipotenusa de um triângulo retângulo.	
PL10	9°	Relação entre hipotenusa e cateto 1	Flávia Adolf Lutz Keller	Lara Martins Barbosa Priscila Mendes Cerqueira	EF09MA13	Aprender a utilizar os recursos do GeoGebra. Verificar a relação entre catetos, a hipotenusa e altura num triângulo retângulo.	Relacionar que o produto dos catetos é igual ao produto da hipotenusa pela sua altura.
PL11	9°	As inclinações e as relações métricas em triângulos retângulos.	Flávia Adolf Lutz Keller	Lara Martins Barbosa Priscila Mendes Cerqueira	EF09MA13	Aplicar as relações métricas em situações problemas de construção de rampas e escadas.	Hipotenusa, catetos, alturas, inclinações, rampas e escadas.
Total	11						

Fonte: Revista Eletrônica Nova Escola.

Para concluir a apresentação dos 11 planos de aula selecionados, apresenta-se uma síntese dos seus quadros iniciais, dividida em dois conjuntos. Os planos de aula sugerem tempos específicos para cada momento: Aquecimento/Retomada, Atividade, Painel de Soluções/Discussões, Sistematização do Conceito, Encerramento e Raio X, para melhor visualização o tempo apresentado no quadro corresponde ao total para aula. O Quadro 3, a seguir, detalha o objetivo principal de cada aula.

Quadro 3 - Procedimentos metodológicos didáticos – objetivo principal

Planos	Aquecimento/ Retomada	Atividade	Painel de soluções/ Discussões	Sistematização do conceito	Encerramento	Raio x	Tempo Sugerido
PL1	Retomar os principais conceitos já aprendidos necessários para a aula	Descobrir a relação entre a autora e as projeções dos catetos no triângulo retângulo	Perceber as regularidades da relação métrica em diferentes triângulos retângulos	Aplicar a nova relação em uma situação problema	Retomar a relação descoberta em sala	Relacionar a altura e projeção dos catetos no triângulo retângulo	50 minutos
PL2	Retomar os casos de semelhanças de triângulos.	Demonstrar as relações métricas em triângulos retângulos.	Discutir com os alunos quais seriam as outras proporções possíveis.		Destacará importância de uma demonstração.	Verificar se aluno compreendeu as situações de demonstrações trabalhadas em sala.	50 minutos
PL3	Retomar as relações métricas no triângulo. Resolver três exercícios em grupos. retângulo.	Resolver, em grupos, exercícios envolvendo as relações métricas	Discussão das Discussão dos exercícios 3 e 5, onde os soluções valores estão implícitos.		Retomar as relações métricas em um triângulo retângulo.	Verificar se os alunos conseguem, individualmente, resolver exercícios	50 minutos
PL4	Retomar as relações métricas	Determinar medidas que satisfaçam as relações métricas	Discutir a resolução da situação propostas		Retomar as principais ideias trabalhadas	Verificar se o aluno consegue aplicar os conhecimentos adquiridos no jogo	50 minutos
PL5	Perceber algumas relações com peças do Tangram	Realizar as aplicações da relações métricas em triângulos retângulos isósceles	Discutir alguma relações nos triângulos isósceles		Retomar todas as propriedades com os triângulo isósceles	Verificar se os alunos compreenderam as relações entre as peças do Tangram	50 minutos
PL6	Retomar as propriedades em relação a ângulo inscritos e centrais na circunferência	Analisar o comportamento de ângulos centrais e inscritos de determinar uma propriedade através da generalização	Discutir e comparar as análises através de comportamentos para determinar uma propriedade		Concluir a aula com a apresentação do conceitos	Verificar a aplicação dos conceitos e propriedade de triângulos retângulos inscritos na circunferência	48 minutos
PL7	Mostrar o que é um teodolito e como é utilizado	Medir uma distância inacessível	Discutir as soluções encontradas e o porquê		Concluir como são calculadas as medidas inacessíveis	Verificar se o aluno consegue aplicar a situação proposta individualmente	47 minutos

PL8	Calcular as áreas de quadrados e retângulos e transpor medidas com o uso do compasso	Perceber as relações métricas com áreas de quadrados e retângulos	Perceber a imprecisão com cálculo de áreas com malha quadriculada		Retomar as relações métricas	Aplicar as relações métricas em um triângulo retângulo	48 minutos
PL9	Retomar algumas construções básicas utilizando esquadro	Descobrir a relação entre cateto sua projeção e a hipotenusa	Refletir sobre as aproximações da medidas encontradas	Refletir sobre a aprendizagem da aula	Sistematizar a nova relação	Relacionar cateto, projeção e hipotenusa	50 minutos
PL10	Aprender a utilizar recursos do GeoGebra	Verificar a relação entre os catetos a hipotenusa e a altura. Num triângulo retângulo	Discutir as soluções encontradas	Sistematizar o conceito descoberto em sala de aula	Retomar a relação trabalhada em sala	Verificar o domínio dos alunos em relação ao novo conceito	50 minutos
PL11	Retomar as principais relações métricas no triângulo retângulo	Aplicar relações métricas entre ângulos retângulos em situações problemas	Discutir Quais as possíveis soluções do problema de construção de rampas		Alguns problemas podem ser resolvidos usando relações métricas	Verificar se o aluno aplica corretamente as relações métricas	48 minutos

Fonte: Revista Eletrônica Nova Escola.

A seguir, são apresentados o Quadro 4 ("Ação principal") e 5 ("Guia de intervenções"), que sintetizam as informações essenciais dos planos de aula analisados. O Quadro 4 organiza de forma integrada os objetivos e as ações dos 11 planos selecionados, detalhando os seguintes elementos: objetivo, aquecimento/retomada, atividade principal, painel de soluções/discussões, sistematização do conceito e encerramento. Essa estrutura permite uma visão clara da articulação entre as metas pedagógicas e as estratégias didáticas propostas em cada plano.

Quadro 4 - Procedimentos metodológicos didáticos – ação principal

Planos	Aquecimento ou Retomada	Atividade	Painel/ discussão de soluções	Sistematização do conceito	Encerramento	Raio x	Tempo Sugerido
PL1	Resgatar com os alunos o conceito de triângulo retângulo e seus elementos	Utilizar recortes e dobraduras para determinar uma relação métrica no triângulo retângulo	Comparar os resultados obtidos pelos grupos	Resolver uma situação problema	Verificar se todos compreenderam a relação determinada	Realizar dois exercícios: um mostrando a relação nova e outro a aplicação	50 minutos
PL2	Atividades que retornam propriedades triângulos e casos de semelhança.	Usar semelhança de triângulos para dedução das relações métricas.	Realizar as outras proporções e perceber que dificultam interpretação e resolução de exercícios.		Discutir com os alunos o que significa realizar uma demonstração e quais as dificuldades encontradas.	Exercício de aplicação de uma demonstração.	50 minutos
PL3	Resolver três exercícios em grupos	Realizar a brincadeira de caça ao tesouro com resolução dos exercícios	Retomar dois exercícios e discutir a resolução		Retomar a relações métricas e mostrar que nem sempre as medidas estão explícitas no exercício	Resolver um exercício no molde do Caça ao tesouro trabalhado em aula.	50 minutos
PL4	Atividade prática para retomar relações	Realização de m jogo para verificar as relações	Definir estratégias a serem utilizadas no desafio		Elaborar uma síntese com as conclusões do jogo	Realizar uma atividade de aplicação semelhante ao jogo	50 minutos
PL5	Manipular as peças do Tangam para despertar curiosidade	Realizar atividades utilizando os triângulos do Tangram	Comparar os exercícios realizados e propor uma demonstração da nova propriedade		Retomar as principais discussões realizadas em sala	Realizar uma atividade individual semelhante	50 minutos
PL6	Conceituar anglos centrais inscritos e a relação entre eles	Construir triângulos retângulos inscritos na circunferência para generalização	Discutir com os alunos os resultados obtidos levando a perceber a propriedade		Pontuar os conceitos aprendidos	Resolver uma situação problema aplicando os conceitos aprendidos	48 minutos

PL7	Construir um teodolito	Usar o teodolito improvisado e medir a altura de um objeto qualquer	Discutir as diversas soluções encontradas e verificar porque as medidas são de 40° e 50°		Ampliar a situação proposta para objetos distantes (estrelas, planetas)	Propor um exercício de aplicação para solução individual	47 minutos
PL8	Usar adequadamente o compasso e calcular área usando malha quadriculada	Construção de quadrados e retângulos e cálculos de suas áreas	Discutir diferentes resultados nos cálculos das áreas utilizando malha quadriculada		Comparar as relações métricas em um triângulo retângulo	Realizar uma situação problema individualmente	48 minutos
PL9	Traçar uma reta perpendicular a um segmento passando por um ponto externo. Construir triângulo retângulo usando régua e esquadro	Construir triângulos retângulos utilizando régua e esquadro e perceber que a medida do cateto ao quadrado é igual ao produto de sua projeção pela hipotenusa	Discutir com alguns alunos quais os motivos que levaram a aproximação dos valores encontrados	Discutir sobre o que foi construído e aprendido e a nova relação no triângulo retângulo	Apresentar a nova relação e verificar se todos compreenderam	Realizar Duas atividades de aplicação	50 minutos
PL10	Realizar atividades explorando os recursos computacionais do GeoGebra	Construções no GeoGebra para descobrir a relação entre as medidas no triângulo retângulo	socializar as medidas encontradas e verificar que não são necessariamente exatas	Aplicar a relação descoberta em um único triângulo retângulo	Relacionar a relação entre as medidas tanto visualmente quanto em Fórmula	Realizar dois exercícios simples para determinar o domínio dos alunos em relação ao novo conceito	50 minutos
PL11	Exercícios de aplicação das relações métricas	Resolver problemas de construção de rampa e de escada utilizando os conceitos de relações métricas	Analisar as diferentes posições que podem ser colocadas a rampa		representar situações problemas geometricamente	Resolução individual de um exercício	48 minutos

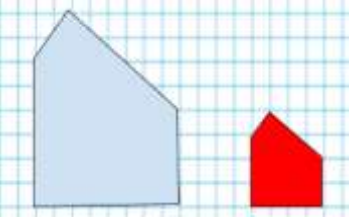
Fonte: Revista Eletrônica Nova Escola.

O Quadro 5, a seguir, constitui um guia destinado ao professor, com o propósito de organizar informações práticas para a implementação das atividades em sala de aula. Sua estrutura reúne o plano de aula correspondente, a atividade em questão, as possíveis dificuldades dos estudantes e as intervenções sugeridas para mediar a aprendizagem. A consolidação desses dados em um quadro único visa facilitar a consulta e propiciar uma compreensão integral da abordagem metodológica empregada nos materiais analisados.

A organização do quadro estabelece uma conexão entre o planejamento instrucional e a prática pedagógica. Ao antecipar dificuldades discentes recorrentes, o instrumento propõe intervenções diretas, subsidiando assim o trabalho do professor no processo de ensino e aprendizagem.

Quadro 5 - Guia de intervenções: análises *a priori* e preliminares

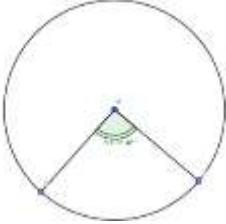

Planos	Atividade	Possíveis dificuldades na realização da atividade/Erros	Intervenções
PL1	Descobrir a relação entre a altura e projeções dos catetos no triângulo retângulo utilizando recortes e dobraduras.	Os alunos não conseguem dobrar corretamente a altura dos triângulos.	Passar em todos os grupos durante a atividade da dobradura, conferindo se as alturas foram dobradas corretamente. Orientar os alunos a fazerem a dobradura de modo que as projeções dos catetos se sobreponham
		Realização de operações com decimais na construção das tabelas da atividade principal.	Peça aos alunos para utilizarem a calculadora, já que neste momento o principal objetivo não é a realização de contas, mas descobrir relações entre as medidas das projeções e da altura.
		Falta de material, como folhas A4, tesoura e régua.	Avise previamente o material utilizado para que os alunos já providenciem. Se mesmo assim esquecerem, é importante garantir que todos os grupos tenham o material necessário para a realização da atividade. Dividir os grupos garantindo que todos tenham folha A4, tesoura e régua é primordial.
		Os alunos terem dificuldades em perceber as relações por falta de exatidão nas medidas.	O professor pode utilizar o GeoGebra para realizar as construções do triângulo retângulo.
		Imprecisão nas medidas dos triângulos que levem a valores bem distintos	Peça aos alunos cujos valores ficaram muito distintos, realizar novamente a medição do triângulo. Pergunte aos grupos: - As projeções dos catetos estão sobrepostas no momento em que dobramos a altura? - As medidas estão corretas e exatas? Confirmar se a soma das projeções resulta na medida da hipotenusa. - A altura está coincidindo no vértice do ângulo reto? Se necessário, peça para que os grupos troquem de triângulos entre eles e confirmem as dobras e medições feitas pelos colegas
		Erro em cálculos.	Verifique também se o grupo realizou corretamente a potência na medida da altura - é comum os alunos multiplicarem por 2 ao invés de realizar o quadrado do número. O professor pode levantar as seguintes questões: - Como é realizada a operação de potência? - Como realizo a multiplicação de números decimais?
PL2	Demonstrando as relações métricas.	Lembrar o que são figuras semelhantes.	Se mesmo após a definição e exemplos os alunos ainda tiverem dúvidas, utilize ampliação do papel quadriculado. Monta-se uma figura no papel

			<p>quadriculado e pede-se que monte outra figura com quadrados</p>  <p>maiores/menores.</p> <p>Questione: - As figuras semelhantes têm mesmos ângulos? - Como sei que os lados são proporcionais? - Sabem outros exemplos de figuras semelhantes? - As fotos que são transformadas em pôster são semelhantes às originais?</p>
		Realizar deduções dos ângulos no triângulo (slide 6)	<p>Questione: Qual a medida do ângulo A? - O que sabemos sobre a soma dos ângulos internos de um triângulo qualquer? - Tem como descobrirmos a medida de α e β? Mas podemos fazer alguma afirmação sobre $\alpha + \beta$?</p>
		Generalizar situações.	<p>Durante a realização dos exercícios explore as seguintes situações: - Como chamar um ângulo que não conheço a medida? - A medida b pode ser qualquer uma? - Como relacionar duas medidas desconhecidas? Essa relação é válida para quaisquer números?</p>
		Não dominar recursos algébricos.	<p>Questione os alunos se está claro o que as letras significam naquela situação determinada. Pergunte: - Se α é igual a 40° qual deve ser o valor de β? - Quais as propriedades válidas para proporções. Seria válido se usássemos as razões? $\frac{3}{5} = \frac{9}{15}$?</p>
		Não escrever corretamente os lados proporcionais dos triângulos	<p>Oriente os alunos para que no momento de escrever a semelhança, utilizar os vértices proporcionais na mesma ordem: $\triangle ADB \sim \triangle CDA$. Pergunte aos alunos: - Qual o ângulo que tem a mesma medida do ângulo A? - Qual a medida do ângulo do vértice D? E quem tem a mesma medida no triângulo semelhante?</p>
PL3	Caça ao tesouro e as relações métricas	Não há, na escola, o ambiente citado na atividade.	O professor deve adaptar a atividade de acordo com os ambientes em sua escola. Pode trocar a Sala de Informática por um jardim, entrada, refeitório. Por isso a importância da preparação prévia da atividade
PL3		Os alunos não lembram as relações métricas.	O principal objetivo da retomada é exatamente relembrar essas relações métricas. Durante essa atividade:

			<p>-Questione os alunos sobre as relações.</p> <p>-Incentive-os que por ser uma atividade em grupo, cada um fique responsável de lembrar uma das relações pois na hora do nervoso do jogo, pode “dar branco”.</p> <p>-Se preferir, o professor pode permitir que os alunos levem o cadernos com as relações anotadas para utilizá-las.</p>
		A atividade gera um pouco de barulho e há reclamação pois os alunos andam/correm pela escola.	Combine previamente com os alunos que serão descontados pontos dos grupos que mais gritarem (um pouco de falação é inevitável). Observe que a última pista já foi colocada na quadra pois é um lugar externo e que gera euforia quando descoberto. Se sua escola não possui quadra, coloque a última pista num local externo, onde geralmente os alunos têm mais liberdade de conversar... um pátio ou jardim seria ideal. Se os alunos se envolverem haverá mesmo um pouco de tumulto então já avise antecipadamente a direção ou coordenação da escola para não gerar inconvenientes.
		Resolverem de qualquer jeito só para chegar na resposta pois outros grupos estão adiantados.	Exija a resolução em cada etapa. Na própria folha de impressão dos exercícios já foi deixado espaço para isso. Acompanhe os grupos, principalmente os que estão mais “atrasados” e incentive-os a resolver os exercícios corretamente. Pergunte : - Qual relação métrica seria necessária para resolver este exercício?
		Resolverem o exercício errado e procurarem a próxima pista em outros ambientes	Tenha claro qual a ordem dos ambientes que os alunos deverão ir. ao perceber que os alunos estão indo para outro ambiente, chame o grupo e peça que revejam a resolução. As vezes as resoluções estão corretas e os alunos podem apenas ter visto a solução errada. Observe!
		No exercício 3 (sala de artes) esquecer de somar as medidas para determinar a hipotenusa.	Neste exercício é necessário a medida da hipotenusa que não está explícita no exercício. Questione: - Quais medidas vocês necessitam? - Qual relação deve ser utilizada? - Como determinar a medida da hipotenusa?
		No exercício 5 (bebedouro) esquecer de subtrair para determinar a projeção.	Assim como no exercício 3, a medida está implícita. Observe os grupos e se necessário questione: - Qual relação métrica é necessária para a resolução? - Tenho todas as medidas necessárias? - 15uc é a medida da hipotenusa. Como determinar as medidas das projeções?
PL4	Jogo das Relações Métricas	Os alunos perderem as peças do jogo e não conseguirem realizar a atividade proposta.	Antes de entregar as “peças” do jogo, mande os alunos se dividirem em grupos e somente depois dos grupos formados entregue os jogos. Outra sugestão é que as peças sejam coladas em um papel um pouco mais firme para que as medidas não se percam facilmente.

		Os alunos não compreenderem o que significa uc.	Explique aos alunos, antes de iniciar a atividade, que as medidas não estão em centímetros pois não correspondem ao tamanho real. Portanto uc é uma medida de comprimento qualquer. Compare-a com jarda, polegada, que não correspondem ao nosso sistema métrico decimal.
		Os alunos atribuírem qualquer valor para os lados do triângulo sem verificar as relações métricas e/ou verificando parcialmente.	Exija que os alunos demonstrem a validade das medidas encontradas. Pode lançar perguntas do tipo: -Essas medidas são válidas? -Poderiam ser utilizados outros valores? -Quais medidas deveriam ser atribuídas à hipotenusa? Por que?
		Na verificação das medidas nas relações métricas, os alunos trocarem alguma relação métrica. Por exemplo: na relação cateto ao quadrado igual ao produto da hipotenusa pela projeção, os alunos realizarem o produto da altura pela projeção.	A atividade de retomada já tem o objetivo de retomada dessas relações. Deixe essas relações disponíveis aos alunos, portanto imprima a retomada para os alunos pesquisarem sempre que necessário.
		Os alunos utilizarem a régua para tentar “medir” os lados.	Peça que, já que receberam o jogo, os alunos meçam, por exemplo, a medida da hipotenusa. Esta será um pouco maior que 23cm. Questione os alunos: - Há alguma medida igual a 23cm? O que isto significa? - Posso então utilizar a régua para chegar às medidas pretendidas?
		Os alunos não conseguirem chegar à solução do jogo.	<p>Passa pelos grupos verificando o envolvimento de todos durante o jogo. Nos grupos que perceber mais dificuldades, questione:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Qual a medida por onde começaram? Haveria outra opção? -Qual é sempre o maior lado do triângulo? É possível selecionar algumas medidas para ele? -Sabendo da medida da hipotenusa, quais as possíveis medidas para as projeções? Elas têm alguma relação simples com a hipotenusa? -Quais as relações métricas que me permite descobrir medidas desconhecidas? -Posso utilizar equações para descobrir algumas medidas?
		Dificuldade nas resoluções de equações para determinar valores desconhecidos.	<p>Verifique se os alunos estão com dificuldades algébricas na resolução de equações para descobrir alguns valores desconhecidos. Neste momento, o professor deve interferir, auxiliando, se necessário, na resolução das equações para que os alunos não desanimem. Lembre-se que o foco é a reflexão sobre possíveis valores e não tem objetivo de resolver equações. Portanto, se essa é a dificuldade do grupo, auxilie-os na resolução. Mesmo assim o professor pode realizar algumas interferências:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Como resolver equações de 2º grau? - O que faço com a solução negativa? Ela pode ser medida de lado de triângulo? - Teria outro método para determinar a solução da equação?

PL5	O Tangram e as relações métricas	- O alunos não se lembrarem dos conceitos utilizados em sala: isósceles, catetos, hipotenusa ou não se lembrarem das relações métricas	Resgate sempre com eles os conceitos mais utilizados na aula. Fale as palavras mais importantes da aula e peça para que eles digam o que lembram. Faça desse momento um momento dinâmico e evite dizer aos alunos que estão errados. Se perguntar aos alunos o que é isósceles e um aluno responder “triângulo”, valorize seu posicionamento “Isso, é um tipo de triângulo, mas quais as outras características que o destacam em relação aos outros?” Se ele colocar “tem lados iguais”, instigue “Quantos? Dois ou três?” Se um aluno responder um triângulo isósceles é o que tem todos os lados iguais” evite usar as palavras “não” ou “errado”, devolva a afirmação com outra pergunta “será? mas e o que é equilátero?”. Isso ajuda a incentivar o aluno a responder sem constrangê-lo em sala.
		- Os alunos não conseguem montar o quadrado com o Tangram.	É comum os alunos tentarem montar quadrado no Tangram utilizando 2 peças, 3 peças, e não todas as peças. Reforce que deverá utilizar todas as peças e pare nos grupos e incentive: - Que peças tem mesma medida de lado? - Quais peças podem ser unidas para formar ângulos retos?
		- Erro/dificuldade em cálculos com números irracionais.	Os valores utilizados nos exercícios acabam apresentando valores irracionais. Não são muito complexos mas é importante que o professor retome com os alunos operações básicas com radicais ao perceber que há dificuldades na manipulação desses dados. É comum erros do tipo: metade de $\sqrt{2}$ é $\sqrt{1}$. O professor pode lembrar: - Como realizamos multiplicação com radicais? E divisão? - Como proceder para que o denominador das frações não contenham irracionais? - Vamos retomar as simplificações de radicais? Faça uns exemplos recordando a fatoração e a simplificação, por exemplo, como $\sqrt{8} = 2\sqrt{2}$, $\sqrt{12} = 2\sqrt{3}$, e assim por diante.
PL6	Triângulo retângulo inscrito na circunferência	Diferenciar um ângulo central de um ângulo inscrito	Desenvolva com os alunos o significado da palavra inscrito, isso pode facilitar a compreensão e ajudar não só na identificação de ângulos inscritos, como posteriormente na diferenciação de polígonos inscritos e circunscritos na circunferência. No dicionário Infopédia, a definição da palavra inscrito está da seguinte forma: 1. que se gravou em pedra, metal ou outro material 2. incluído em lista ou registo 3. escrito; grafado 4. GEOMETRIA diz-se da figura traçada dentro de outra, particularmente do polígono traçado dentro de uma curva e com os vértices nela, ou de uma curva dentro de um polígono e tangente aos lados deste 5. que se matriculou em curso, escola, etc. Entendendo assim, o vértice do ângulo está inscrito na circunferência, ou seja, faz parte dela. Assim, como o

			<p>nome do ângulo central é definido pela posição do seu vértice, o ângulo inscrito será também assim denominado. Portanto, este é um ângulo</p>  <p>central: Com seu vértice definido no centro da</p>  <p>circunferência. E este um ângulo inscrito: Com seu vértice pertencente à circunferência.</p>
		<p>Para realizar a atividade principal é possível que os alunos apresentem dificuldades na utilização dos instrumentos de medição: régua, compasso e transferidor.</p>	<p>Oriente os alunos sobre a utilização destes instrumentos, apresentando os instrumentos aos alunos, de preferência os instrumentos próprios para quadros, pois tem tamanhos maiores. Utilize as seguintes orientações: Essa é a régua, você já deve conhecer bem, ela nos auxilia nas medições e também em construções quando precisamos construir linhas retas. Utilize as seguintes orientações: Essa é a régua, você já deve conhecer bem, ela nos auxilia nas medições e também em construções quando precisamos construir linhas retas. Fique ligado, para facilitar as medições é sempre bom posicionar o instrumento a ser medido na marca do zero. Como na imagem abaixo, observe: Este é o compasso, ele nos auxilia na construção de circunferência. Para construí-la precisamos apenas marcar um ponto que será o centro da circunferência, colocamos a ponta seca (ponta sem grafite) neste ponto e giramos o compasso até que seja feita uma volta completa. Pronto! Você terá uma circunferência. E este é o transferidor, ele nos auxilia na medição e construção de ângulos. Para construir um ângulo é só definir o ponto que será o vértice, posiciona o ponto zero, que está bem no meio do transferidor e depois é só escolher a medida do seu ângulo, marque os pontos correspondentes à medida e com auxílio de uma régua faça o segmento ligando esses pontos. Essas imagens podem ser impressas em forma de cartazes, esses cartazes estão disponíveis neste link.</p>

		Para deduzir a propriedade dos triângulos retângulos inscritos na circunferência é importante que os alunos conheçam os ângulos principais, a falta deste conhecimento pode causar erro na solução da questão	Relembre com os alunos os principais ângulos, sua nomenclatura e medidas: Vamos lembrar o que são ângulos: Os ângulos são formados pela abertura de dois segmentos de reta com origem em um mesmo vértice. Existem alguns ângulos, que podemos chamá-los de elementares ou principais. Vamos lembrar: - Ângulo de 1 volta completa: Esse ângulo tem início e fim no mesmo ponto, ele mede 360° . - Ângulo de meia volta: Este ângulo é chamado de ângulo raso e mede 180° . - Ângulo de $\frac{1}{4}$ de volta: Este ângulo é conhecido como ângulo reto e mede 90° .
PL7	Aplicação das relações métricas para cálculos de medidas inacessíveis.	Utilizar o teodolito.	Seria interessante “calibrar” o teodolito. Dentro da sala de aula, peça que cada aluno encoste numa parede de um lado da sala e meça o ângulo que está a altura da parede do lado oposto. Todos devem chegar no mesmo valor ou num valor muito próximo. Isso ajuda com que todos os alunos percebam como deve ser encontrada a medida do ângulo com o teodolito. Faça com que todos alunos meçam o ângulo da parede, pelo menos uma vez.
		Os alunos chegaram em valores absurdos.	É comum o erro em cálculo, ou cópia de medidas erradas, e o aluno chegar a um absurdo do tipo “a altura da árvore é 50 metros” no lugar de 5 metros. Para isso, é importante lançar algumas perguntas de estimativa antes do exercício para que não cheguem a absurdos. <ul style="list-style-type: none"> • Que medidas vocês acreditam ter esta árvore (poste)? • Ela mede mais ou menos de 2 metros? (Essa é uma medida fácil de comparar pois é um pouco maior que vários alunos. • Ela mede mais ou menos do que 15 metros? (15 metros é mais ou menos a altura de um prédio de 4 andares) Outro ponto para os alunos observarem é: <ul style="list-style-type: none"> • Os alunos estão alinhados com o objeto, ou seja, em lados opostos e colineares com o objeto medido? Pois se os alunos não estiverem alinhados com o objeto, não há formação de triângulo. Chame atenção disso com os alunos.
		Os alunos acharem que quanto maior o ângulo maior deve ser a distância.	Um questionamento que ajuda é: <ul style="list-style-type: none"> • Qual distância deve ser maior: do aluno que está medindo 40° ou 50°? Faça com eles uma estimativa e mostre: <ul style="list-style-type: none"> • Se o ângulo for maior, o aluno deverá estar mais próximo ou mais distante do objeto?
PL8	As relações métricas através de áreas.	- As áreas formadas não são exatamente da mesma medida.	No cálculo de áreas através da contagem de quadradinhos, é bem possível que a quantidade de quadradinhos não seja exata. Portanto, a quantidade de quadradinhos poderá ter algumas distorções. Pergunte aos alunos: <ul style="list-style-type: none"> • Os quadradinhos que não são inteiros correspondem a meio quadradinho?

			<ul style="list-style-type: none"> • Quantos “pedaços” desses quadrados necessito juntar para formar um novo quadrado? • Como posso contar os pedaços de quadrados restantes?
		O aluno não tem familiaridade com o uso do compasso.	<p>O uso de instrumentos de geometria (compasso, transferidor, esquadro) nem sempre são comuns aos alunos. Se o professor perceber que os alunos não são familiarizados com o uso do compasso, seria interessante realizar algumas atividades anteriores que mostrem aos alunos o que é o compasso e como utilizá-lo adequadamente. O professor pode questionar os alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para que utilizamos o compasso? • Quais as duas pontas do compasso? Explique aos alunos que uma é denominada ponta seca, que é onde apoiamos o compasso para dar firmeza, e outra é a ponta de grafite, que serve para traçar círculos, arcos ou simplesmente realizar marcações para transportar medidas.
		Abertura não precisa durante o transporte do segmento.	<p>Ao utilizar o compasso, o aluno que não está acostumado acaba “abrindo” muito o compasso. Para isso, quando o aluno realizar o transporte das medidas, peça que verifiquem sempre com a medida inicial se não houve mudança.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Após transportar o segmento, você verificou se a medida ainda é a mesma? • Volte no triângulo e confira, a medida foi alterada? Necessito realizar alterações?
PL9	- Descobrir a relação entre a hipotenusa, um cateto e sua projeção num triângulo retângulo utilizando construções geométricas com régua e esquadro	Manusear corretamente o esquadro.	Atenda aos alunos individualmente. O trabalho em duplas pode auxiliar o professor pois os próprios colegas podem trabalhar como monitores. Valorizar o trabalho produtivo no qual ambos os alunos produzem conhecimento.
		Realização de operações com decimais na construção do segundo triângulo da atividade principal.	<p>Peça aos alunos para utilizarem a calculadora, já que neste momento o principal objetivo não é a realização de contas. Como na primeira atividade a relação entre as medidas já foi definida, os alunos estarão apenas testando se a propriedade é válida para outros triângulos. Se não verificarem a mesma propriedade no segundo exemplo, o professor deverá instigar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - As medidas foram feitas corretamente? - O ângulo traçado na altura é realmente de 90°. - As contas estão corretas?
		Falta de material como esquadro e régua.	Avise previamente o material utilizado para que os alunos já providenciem. Se mesmo assim não trouxerem, é importante garantir que todos os alunos tenham o material necessário para a realização da

			atividade. O professor deve providenciar algumas réguas e esquadros para fornecer aos alunos para a realização da atividade.
		As medidas encontradas nas atividades não são precisas.	Mostre aos alunos que, quando trabalhamos com construções de figuras, as medidas não são muito precisas por vários motivos: os traçados de ângulos retos podem sofrer pequenas variações, as medidas de comprimento pode ter milímetros de diferenças, as construções não são muito precisas
		Imprecisão nas medidas dos triângulos que levem a valores bem distintos.	Pergunte aos alunos: - As medidas estão corretas e exatas? Confirmam se a soma das projeções resulta na medida da hipotenusa. - A altura está coincidindo no vértice do ângulo reto? Se necessário, peça para que os grupos troquem de triângulos entre eles e confirmem as dobras e medições feitas pelos colegas.
		Erro em cálculos.	Verifique também se o grupo realizou corretamente a potência na medida da altura - é comum os alunos multiplicarem por 2 ao invés de realizar o quadrado do número. Levante as seguintes questões: - Como é realizada a operação de potência? - Como realizo a multiplicação de números decimais?
PL10	Descobrimo a relação entre catetos, hipotenusa e altura de um triângulo retângulo utilizando recursos computacionais	Os alunos não dispõem de computadores.	A atividade poderia ser substituída por recortes ou mesmo construções geométricas. Se a escola dispor de apenas um computador com datashow, o professor pode realizar as construções junto com os alunos. É importante neste momento que utilize metodologias diferenciadas para mostrar aos alunos que as tecnologias podem fazer parte do universo educacional, desde que bem aplicadas e exploradas.
		Professor não conhece as ferramentas do programa.	O programa GeoGebra (https://www.geogebra.org) é bem simples de utilizar e as ferramentas possibilitam ao professor várias oportunidades, principalmente no campo da geometria, de explorar relações, verificar propriedades e dinamizar a aula, despertando o interesse dos alunos por ser interativo, dinâmico e de fácil utilização. Há disponível na internet vários vídeos explicativos, inclusive um vídeo da revista Nova Escola com a professora Lara Barbosa, que ajuda na familiarização com os comandos básicos. Para assistir ao vídeo de Nova Escola use o link https://www.youtube.com/watch?v=Lt_s2CwGsMEI .
		Aluno não conhece as ferramentas do programa.	O professor deve ter domínio dos comandos básicos e orientar os alunos na realização das atividades, chamando atenção aos comandos mais importantes do programa. Durante o aquecimento, o professor deve explorar com os alunos: -Quais as ferramentas disponíveis no programa? O que podem observar?

			<p>-Quais dessas ferramentas seriam importantes para a construção de triângulos retângulos?</p> <p>-Há mais de uma maneira de construir triângulos retângulos com as ferramentas disponíveis?</p>
		O triângulo não ser retângulo.	<p>Questione os alunos durante a construção:</p> <p>-Quais as características de um triângulo retângulo?</p> <p>-O que é a altura de um triângulo? Como ela é construída?</p> <p>-Quantas alturas tem um triângulo? Qual delas é a altura relativa à hipotenusa?</p>
		O triângulo construído é retângulo, mas ao movimentar os vértices, ele deixa de ser retângulo.	<p>Acompanhe a construção do triângulo com os alunos pois não há um comando específico para este tipo de triângulo. A montagem da figura é de fundamental importância para o sucesso da atividade, pois, dependendo da montagem, o triângulo sofrerá deformações ao ser movimentado seus vértices. Se isso ocorrer, o professor deve sugerir: - Esse triângulo continua sendo retângulo? -Que tal utilizar a ferramenta de medir ângulos e verificar se mantém 90° no ângulo reto? -Que tal utilizarmos outra estratégia na construção do triângulo?</p> <p>-Por que será que isso ocorreu? Levante hipóteses com os alunos dos possíveis erros.</p>
PL11	As inclinações e as relações métricas em triângulos retângulos.	Interpretação dos problemas	<p>O trabalho em grupo tem o objetivo de incentivar a discussão e a ajuda mútua. O professor deve estar atento se o grupo está produzindo, isto é, se todos estão envolvidos com a produção do conhecimento. Ao perceber que há alunos que não se envolvem, o professor deve passar nos grupos e questionar: - O que cada um está entendendo sobre o problema? Não deixe que ninguém fique sem responder à questão, principalmente o aluno que está sem se envolver com as resoluções. Geralmente os alunos não participativos respondem que os outros já responderam, então insista: - Você pode dizer com suas palavras? Não tem problema se outros já falaram, mas sempre podemos acrescentar algo ou dizer de maneira diferente. Quando o aluno começa a responder, sai de sua zona de conforto e acaba participando, mesmo que timidamente.</p>
		Identificação dos triângulos retângulos nas situações propostas.	<p>Passar a situação problema para uma representação geométrica nem sempre é simples. Ao resolver as situações propostas, o professor deve perguntar: - Vamos realizar um esquema que contenha as informações dadas? - A figura tem ângulos retos? - O que seria o chão? E a rampa/escada, o que representa? - Há mais informações que completam seu esquema? O que representam?</p>
		- Os alunos erram no tipo de rampa que será usada na atividade principal.	<p>Passe em cada grupo para verificar qual o tipo de rampa que o grupo achou adequado. Pergunte no grupo: - Essa rampa terá uma menor</p>

			<p>inclinação para facilitar o acesso do Bruno? - A rampa termina no local apropriado, ou seja, é muito alta ou muito baixa para o degrau? Verifique se as medidas depois de prontas são válidas. Para isso, teste as relações métricas para conferir se o triângulo realmente é possível de ser construído. Na discussão da solução são apresentados argumentos para verificar porque cada tipo de posicionamento do L não é possível na construção da rampa, mas os mesmos já podem ser discutidas nos grupos menores. No momento da socialização, os próprios grupos podem auxiliar na discussão e argumentação.</p>
--	--	--	---

Fonte: Revista Eletrônica Nova Escola.

Este capítulo conclui com a apresentação dos Quadros 3, 4 e 5, os quais consolidam os procedimentos metodológicos identificados nos 11 planos de aula analisados, incluindo um guia de intervenções pedagógicas. No capítulo seguinte, esses materiais serão examinados à luz das quatro fases da Engenharia Didática (Artigue, 1996): análises prévias, concepção e análise *a priori*, experimentação, e análise *a posteriori* e validação. Essa abordagem permitirá uma investigação sistemática das escolhas didáticas presentes nos planos de aula.

CAPÍTULO 4 - ANÁLISE DOS PLANOS DE AULA À LUZ DA ENGENHARIA DIDÁTICA

Nesta fase da investigação, procede-se ao exame documental dos 11 planos de aula selecionados, com o propósito de identificar, em sua estrutura textual, indícios da presença ou ausência das quatro fases da Engenharia Didática conforme estabelecidas por Artigue (1995). Trata-se, portanto, de uma análise que busca evidências explícitas ou implícitas na concepção escrita dos planos, visto que a pesquisadora neste trabalho não procedeu à sua aplicação em sala de aula.

Para viabilizar essa análise, foram construídos quatro quadros referenciais, organizados da seguinte forma: Quadro 6 (1ª fase - Análises Prévias), Quadro 7 (2ª fase - Concepção e Análise *A Priori*), Quadro 8 (3ª fase - Experimentação) e Quadro 9 (4ª fase - Análise *A Posteriori* e Validação). Esta disposição metodológica permite estabelecer um diálogo sistemático entre o referencial teórico e os elementos textuais dos planos, revelando tanto as convergências quanto as possíveis dissonâncias entre a concepção documental dos materiais analisados e a estrutura do modelo proposto.

A organização dos dados em quadros proporciona uma visão estruturada e comparativa das características de cada plano de aula, facilitando a identificação de padrões e singularidades em sua construção textual. Tal abordagem metodológica possibilita uma avaliação crítica acerca da incorporação dos princípios da Engenharia Didática na camada de orientação pedagógica dos planos, contribuindo para uma compreensão substantiva de sua potencial operacionalização no contexto educacional.

No intuito de responder ao problema de pesquisa e aos objetivos estabelecidos, os dados textuais coletados foram submetidos a um processo analítico fundamentado nas fases propostas por Artigue (1995). Esta abordagem permitiu a construção de categorias de análise que, por sua vez, viabilizaram uma interpretação consistente e alinhada com os pressupostos teóricos que norteiam este trabalho, sempre considerando o plano como um artefato escrito e a análise como documental.

Entretanto, é importante esclarecer que a natureza desta análise é delimitada pelo objeto de estudo. Como os planos analisados são materiais publicados para orientação docente da Revista Nova Escola, e não foram aplicados em sala de aula neste estudo, a análise se restringe à dimensão textual e de concepção dos planos. Conseqüentemente, a fase de experimentação que, no modelo de Artigue, se refere à aplicação real em sala de aula e observação dos fenômenos de ensino, não pode ser examinada como uma prática efetivada, pois não houve

implementação pelos pesquisadores. A ausência de discussão sobre esta etapa nos materiais analisados revela uma lacuna inerente à natureza, os planos prescrevem uma intenção didática, mas não documentam sua realização prática. Esta limitação do objeto, a falta de relatos de experimentação nos próprios planos é, portanto, um ponto a ser discutido neste trabalho, pois delimita até onde a análise documental pode alcançar e realça a distinção entre a concepção de uma sequência didática e sua validação no contexto real da sala de aula.

4.1 Análises prévias

Antes de proceder à apresentação do Quadro 6: Análises Prévias, que estabelece uma comparação entre os 11 planos de aula e os pressupostos teóricos da Engenharia Didática conforme Artigue (1995), cabe ressaltar a relevância teórica desta fase inicial no processo investigativo.

Em sua concepção original, a etapa de análises prévias configura-se como um momento fundamental de levantamento e sistematização de informações essenciais, o qual permite ao professor compreender as concepções prévias dos alunos, suas principais dificuldades e os erros recorrentes que podem influenciar no processo de aprendizagem.

No escopo desta análise documental, o foco desloca-se para investigar como os planos de aula examinados incorporam e articulam em seu texto esses pressupostos. Busca-se identificar nos materiais a presença de elementos que demonstrem uma preocupação em prever essas dificuldades e fundamentar teoricamente suas atividades, como é preconizado na primeira fase do modelo de Artigue (1995).

Dessa forma, a análise a seguir não verifica a eficácia do diagnóstico em sala de aula, mas, sim, a sua previsão e estruturação na camada de planejamento dos materiais didáticos.

A seguir, o Quadro 6 apresentará, de forma sistemática, os dados coletados, confrontando-os com os fundamentos teóricos da primeira fase da Engenharia Didática. Essa análise comparativa permitirá identificar em que medida os planos de aula analisados incorporam os princípios dessa etapa, bem como eventuais lacunas em sua concepção.

Quadro 6 - Análises prévias

Identi- ficação	Análise das Concepções e Dificuldades dos Alunos (Erros Recorrentes)	Avaliação da Incorporação da fase 1 Artigue (1995)
PL1	Dificuldade com manipulação concreta (dobraduras), operações decimais, imprecisão nas medidas.	Aborda os três pilares: conteúdo abstrato, erros previstos e restrições materiais.

PL2	Dificuldade com generalização, linguagem algébrica, escrita correta de proporções e o próprio significado de "demonstrar".	Aborda profundamente os obstáculos epistemológicos e cognitivos.
PL3	Esquecimento das relações, ansiedade em atividade lúdica, resolução apressada para avançar no jogo.	Excelente análise contextual e antecipação de problemas de gestão de aula e comportamento..
PL4	Atribuir valores aleatórios sem verificar as relações, confundir fórmulas, tentar medir com régua.	Antecipa erros conceituais e dificuldades com a materialidade do jogo.
PL5	Dificuldade com conceitos básicos (isósceles), montagem do Tangram, e operações com radicais (ex.: $\sqrt{2}/2 = \sqrt{1}$)..	Boa análise de conteúdo e concepções, focando em obstáculos matemáticos específicos.
PL6	Dificuldade com o uso de instrumentos (régua, compasso, transferidor) e com a nomenclatura geométrica.	Antecipa dificuldades operacionais e conceituais, fornecendo suporte didático concreto.
PL7	Dificuldade com a calibração e uso do teodolito, erros de medida que levam a valores absurdos, interpretação da relação ângulo/distância.	Antecipa problemas na transição do concreto para o matemático e propõe intervenções para validação.
PL8	Dificuldade com o uso do compasso para transportar medidas, imprecisão na contagem de quadrados, operações decimais	Aborda obstáculos de conteúdo, dificuldades motoras/conceituais e restrições materiais.
PL9	Dificuldades com construções geométricas, imprecisão, potência.	Antecipa erros de procedimento e validação, reconhecendo as limitações do método.
PL10	Dificuldade com a ferramenta (GeoGebra), construção incorreta do triângulo retângulo, falta de recursos tecnológicos.	Analisa profundamente as restrições tecnológicas e didáticas, propondo soluções e suporte.
PL11	Dificuldade de interpretação de texto, identificação do triângulo retângulo na situação, validação da solução.	Foca na análise de concepções e dificuldades de interpretação e modelagem.

Fonte: Elaborado pela autora.

A análise dos 11 planos de aula revela a incorporação recorrente de elementos característicos da fase 1 (Análises Prévias) da Engenharia Didática, conforme Artigue (1995).

Observa-se uma recorrência significativa na análise das concepções e dificuldades dos alunos. Todos os planos (PL1 ao PL11) antecipam, com distintos níveis de detalhamento, erros procedimentais e conceituais específicos. Dificuldades operacionais, como o manuseio de materiais (dobraduras em PL1, compasso em PL6 e PL8, Tangram em PL5, teodolito em PL7) e a execução de cálculos (decimais em PL1 e PL8, radicais em PL5, potenciação em PL9), são previstas em todos os planos. Da mesma forma, erros de conceito são amplamente antecipados, de acordo com Bachelard (1996), incluindo a confusão entre relações métricas (PL4), a

aplicação incorreta de semelhança de triângulos (PL2), a interpretação equivocada de ângulos inscritos e centrais (PL6) e a modelagem geométrica inadequada de situações-problema (PL11).

No que se refere à análise de conteúdos e aos obstáculos epistemológicos, conforme Bachelard (1996), os planos demonstram variabilidade. Planos como PL2 (demonstração de relações), PL5 (relações métricas com números irracionais) e PL6 (propriedade do ângulo inscrito) identificam e detalham obstáculos conceituais específicos, propondo intervenções diretas. Outros, como PL3, PL8 e PL9, focam mais em obstáculos de procedimento e precisão nas construções, com menor aprofundamento na superação de barreiras cognitivas profundas.

Quanto à análise de restrições e possibilidades didáticas, verifica-se uma previsão consistente de desafios logísticos e materiais. A falta de recursos (PL1, PL8, PL10), a adaptação de ambientes (PL3) e a necessidade de instruções claras para o uso de ferramentas (geométricas em PL6, tecnológicas em PL10) são elementos recorrentes e detalhadamente considerados no planejamento das atividades.

Em síntese, a análise fundamentada evidencia que os planos de aula examinados realizam uma previsão abrangente e detalhada das dificuldades dos alunos e das restrições do ambiente de ensino, alinhando-se aos objetivos primordiais da fase 1 de Análises Prévias. A variação identificada reside no enfoque dado aos diferentes tipos de obstáculos (procedimentais, conceituais ou epistemológicos) por cada plano, mas não na presença ou ausência geral da fase 1 inerente à Engenharia Didática.

Desse modo, a análise realizada até o presente momento configura-se como um instrumento valioso para a formação de professores de Matemática, uma vez que oferece subsídios teóricos e práticos capazes de orientar a elaboração de planejamentos didáticos alinhados às necessidades de aprendizagem dos estudantes. Ao proporcionar uma compreensão ampla das dificuldades e possibilidades inerentes ao processo de ensino, os resultados alcançados funcionam como base para a construção de planos de aula consistentes e contextualizados, fortalecendo a prática pedagógica e favorecendo a tomada de decisões fundamentadas no cotidiano escolar.

Essa perspectiva corrobora as contribuições de Pais (2002), que ressalta a importância de o professor possuir um conjunto de conhecimentos específicos, não apenas matemáticos, mas também didáticos e pedagógicos, para exercer sua profissão com competência. Segundo o autor, a formação docente deve articular saberes que permitam ao educador interpretar as dificuldades dos alunos, adaptar estratégias de ensino e promover uma aprendizagem significativa.

Além disso, Brosseau (2008) reforça que o ensino da matemática exige a criação de ambientes que simulem desafios reais, nos quais os alunos possam desenvolver seus próprios procedimentos e conceitos. Nesse sentido, a análise aqui conduzida apoia a ideia de que o professor, ao planejar suas aulas, deve considerar não apenas os conteúdos curriculares, mas também as condições didáticas que favorecem a construção do conhecimento matemático.

Portanto, a articulação entre a análise realizada e os referenciais de Pais (2002) e Brosseau (2008) evidencia a relevância de uma formação docente que integre reflexão, prática e embasamento teórico, visando à superação de desafios e à promoção de um ensino de matemática acessível e eficaz.

4.2 Concepção e análise *a priori*

Na segunda fase da Engenharia Didática, denominada Concepção e Análise *a Priori*, o pesquisador define as variáveis relevantes ao problema e elabora hipóteses que orientam possíveis soluções, conforme destaca Artigue (1995). Trata-se de um momento em que se buscam dispositivos didáticos diferenciados, voltados a reformular a prática pedagógica e responder de forma precisa às fragilidades identificadas na fase anterior. O foco recai, assim, na elaboração de situações que considerem as práticas existentes, as atividades dos alunos e o conteúdo a ser trabalhado, de modo a promover intervenções eficazes, centradas no aprendiz e capazes de potencializar o processo de aprendizagem. A seguir, o Quadro 7 apresenta as informações dos 11 planos selecionados e como as situações detectadas na primeira fase foram abordadas.

Quadro 7 - Concepção e análise *a priori*

Identificação	Foram Antecipadas Dificuldades /Erros?	Evidência de análise <i>a priori</i>	Avaliação da fase 2 Artigue (1995)
PL1	Forma abrangente.	Antecipa desde erros de manipulação (dobraduras) até erros conceituais (potenciação). Propõe checagens em grupo e uso do GeoGebra para validar relações.	É um modelo de análise <i>a priori</i> , cobrindo aspectos operacionais, conceituais e de materiais com soluções práticas.
PL2	Dificuldades conceituais.	Antecipa dúvidas profundas sobre semelhança, generalização e manipulação algébrica. As intervenções são perguntas que conduzem o aluno à descoberta.	Foca nos obstáculos cognitivos e epistemológicos da demonstração matemática, com intervenções pedagógicas sofisticadas.
PL3	Erros procedimentais contextuais.	Antecipa problemas de organização, "correria" para resolver, e erros específicos em exercícios (não	Antecipa bem os problemas de execução da atividade, mas as intervenções para dificuldades

		somar hipotenusa). Intervenções são mais para gerir a atividade do que remediar conceitos.	conceituais são menos detalhadas.
PL4	Erro de natureza conceitual	Antecipa que os alunos podem atribuir valores aleatórios ou medir com régua, fugindo do objetivo teórico. Intervenções questionam a validade das medidas e reforçam o uso das relações.	Boa antecipação de desvios comuns em atividades lúdicas e intervenções que centram o foco no conceito matemático.
PL5	Erro conceitual e procedimental, barreiras afetivas	Antecipa desde a "vergonha de errar" até a complexidade de operações com radicais. As intervenções incluem técnicas de mediação dialogada e revisão de conteúdo.	Aborda aspecto completo: cognitivo, procedimental e afetivo. Intervenções são bem fundamentadas pedagogicamente.
PL6	Forma detalhada. Erro conceitual, procedimental/ técnico.	Antecipa a falta de familiaridade com instrumentos geométricos e conceitos (ângulo central vs. inscrito). Fornece instruções passo a passo e até definições de dicionário.	A análise <i>a priori</i> é extremamente minuciosa, servindo como um guia completo para superar obstáculos de vocabulário e manipulação técnica.
PL7	Procedimental, Conceitual, Epistemológico	Antecipa erros de calibração, valores absurdos e equívocos conceituais (relação ângulo-distância). Propõe atividades de calibração e questionamentos para testar a razoabilidade dos resultados.	Boa antecipação de erros tanto no uso do instrumento quanto na interpretação dos resultados, com soluções práticas.
PL8	Erro procedimental	Antecipa imprecisão com malha quadriculada, dificuldade com compasso e erros de cálculo. As intervenções incluem orientações técnicas e justificativas para o uso da calculadora.	Aborda bem os obstáculos inerentes às construções geométricas manuais e à medição aproximada.
PL9	Forma genérica, erros procedimentais	Guia de intervenções prevê: Dificuldade com esquadro Imprecisão nas medidas Erros de cálculo (potência vs. multiplicação) Falta de material. As intervenções são breves e não detalham estratégias específicas para cada tipo de erro conceitual. Não há menção a obstáculos epistemológicos (ex.: confusão entre projeção e altura).	O plano antecipa algumas dificuldades operacionais e sugere intervenções básicas, mas não aprofunda a análise conceitual ou epistemológica. As intervenções são genéricas (ex.: "use calculadora", "verifique as medidas") e não promovem uma reflexão profunda sobre os conceitos.
PL10	Barreiras contextuais, procedimentais	Antecipa problemas de acesso à tecnologia, falta de familiaridade com o software e erros na construção geométrica dinâmica. Oferece soluções alternativas e links para tutoriais.	Excelente análise dos obstáculos técnicos e conceituais de integrar tecnologia à aula, com um plano de apoio bem estruturado.
PL11	Conceitual, procedimental	Antecipa dificuldades de interpretação de texto, identificação dos triângulos retângulos no contexto real e erros no posicionamento. As intervenções são questionamentos para guiar a modelagem geométrica.	Boa antecipação dos desafios de aplicar matemática a contextos reais, com intervenções que promovem a discussão e a argumentação em grupo.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A análise da fase 2 da Engenharia Didática, correspondente aos 11 planos, evidencia um aspecto diversificado de profundidade teórica e de rigor metodológico na antecipação de dificuldades e no planejamento de intervenções, baseado na concepção de Artigue (1995). De modo geral, a maioria dos planos (PL1 a PL8, PL10 e PL11) demonstra uma análise *a priori* forte, antecipando não apenas erros procedimentais, mas também obstáculos cognitivos e epistemológicos, com intervenções específicas e pedagogicamente fundamentadas. Esses planos utilizam estratégias diversificadas, como questionamentos, atividades de verificação, uso de tecnologia e trabalho em grupo, para mediar a aprendizagem.

No entanto, o PL9 se destaca fora desse nesse contexto. Embora antecipe algumas dificuldades operacionais (como o manuseio do esquadro e a imprecisão de medidas), sua análise *a priori* é superficial e incompleta. As intervenções propostas não abordam as causas profundas dos erros conceituais, como a confusão entre projeções e catetos ou a compreensão da relação métrica à luz da semelhança de triângulos. Além disso, o plano não explora obstáculos epistemológicos, conforme proposto por Bachelard (1996), limitando-se a uma abordagem instrumental e pouco reflexiva.

A fragilidade observada no PL9 reforça a conclusão de que, embora os planos PL1 a PL8, bem como PL10 e PL11, atendam de maneira satisfatória aos objetivos da fase 2 da Engenharia Didática, a ausência de uma articulação teórica consistente e a subestimação de obstáculos conceituais em alguns casos podem comprometer a efetividade das situações didáticas propostas.

Dessa forma, os resultados apresentados até o momento reforçam que a Engenharia Didática se configura como um recurso metodológico de grande relevância para a formação de professores, ao oferecer subsídios para a identificação sistemática de dificuldades e a elaboração de intervenções pedagógicas fundamentadas. Conforme Brousseau (2008), essa abordagem favorece a articulação entre teoria e prática, possibilitando que os docentes desenvolvam estratégias reflexivas e consistentes, capazes de aprimorar a eficácia de suas ações em sala de aula.

Essa potencialidade de melhoria da prática docente é enriquecida pelas contribuições de Alves (2006), cuja defesa por uma educação flexível, dialógica e centrada na realidade dos alunos oferece caminhos para tornar o ensino significativo. Ao valorizar a mediação docente, a participação ativa dos estudantes e o estímulo à autonomia, o autor reforça a importância de planejamentos restritos a conteúdos, mas que promovam engajamento e criticidade. Dessa forma, a integração dessas perspectivas, a estruturação metodológica proposta pela Engenharia Didática e a abordagem humanizada de Alves (2006), podem contribuir significativamente para

a transformação das práticas em sala de aula, orientando os professores na criação de ambientes de aprendizagem dinâmicos, inclusivos e eficazes.

4.3 Experimentação

O Quadro 8, a seguir, tem como objetivo central catalogar e organizar evidências textuais que possam, em uma etapa posterior de análise, ser interpretadas como indícios da fase de Experimentação da Engenharia Didática, conforme o modelo de Artigue (1995). Nesse modelo, a terceira fase é dedicada à implementação e observação da sequência didática em sala de aula, demandando uma coleta sistemática de dados.

Dado que esta pesquisa se baseia na análise documental de planos já elaborados, e não em sua aplicação prática, o foco da investigação desloca-se para a identificação, nos textos e guias de intervenção, de elementos que sugiram uma preocupação subjacente com a experimentação.

Com base em Brum (2013), essa busca é operacionalizada pela identificação de orientações que direcionem o professor a: (1) observar sistematicamente o trabalho dos alunos; (2) intervir de maneira específica e registrada; (3) coletar respostas, produções ou reações dos alunos; e (4) promover discussões que gerem dados sobre o entendimento da turma.

Esses critérios ancoram-se no fato de que a Engenharia Didática, enquanto metodologia, integra aspectos teóricos e experimentais em suas fases constitutivas. A própria experimentação e a subsequente análise a posteriori dependem intrinsecamente da coleta sistemática de dados da sala de aula, como as reações e produções dos alunos, e de intervenções docentes registradas, viabilizando, assim, o ciclo de validação e o aprimoramento da prática pedagógica.

Portanto, o Quadro 8 serve como um instrumento de triagem e organização de dados brutos (as citações extraídas dos planos), que serão submetidos à análise para verificar a presença e a natureza dos indícios da fase de experimentação na concepção desses materiais.

Quadro 8 - Experimentação

Identificação	Foram Previstas Ações de Observação/ Intervenção?	Evidência Textual no Plano	Avaliação da Fase 3
PL1	Sim	"Passe em todos os grupos... conferindo se as alturas foram dobradas corretamente."; "Pergunte aos grupos: - As projeções... estão sobrepostas?"	O plano apresenta orientações claras para observação sistemática e coleta de dados durante a atividade.

PL2	Sim	"Questione: Qual a medida do ângulo A?"; "Durante a realização dos exercícios explore as seguintes situações:..."	Prevê protocolo de questionamentos que permitem verificar o entendimento conceitual em tempo real.
PL3	Sim	"Acompanhe os grupos, principalmente os que estão mais 'atrasados'..."; "Pergunte: - Qual relação métrica seria necessária...?"	Estabelece diretrizes para monitoramento diferenciado e intervenções baseadas no desempenho observado.
PL4	Sim	"Passe pelos grupos verificando o envolvimento de todos..."; "Exija que os alunos demonstrem a validade das medidas encontradas."	Propõe verificação tanto do engajamento quanto da compreensão conceitual através da demonstração.
PL5	Sim	"Pare nos grupos e incentive: Que peças tem mesma medida...?"; "Valorize seu posicionamento... evite dizer aos alunos que estão errados..."	Oferece orientações para mediação pedagógica que favorece a construção do conhecimento.
PL6	Sim	"Oriente os alunos sobre a utilização destes instrumentos..."; "Relembre com os alunos os principais ângulos..."	Apresenta estrutura detalhada de suporte técnico e conceitual para a execução da atividade.
PL7	Sim	"Seria interessante 'calibrar' o teodolito. [...] peça que cada aluno... meça o ângulo..."; "Faça com que todos alunos meçam..."	Prevê procedimento de calibração coletiva que gera dados consistentes para análise.
PL8	Sim	"Pergunte aos alunos: Os quadradinhos que não são inteiros correspondem a meio...?"; "peça que verifiquem sempre com a medida inicial..."	Fornecer orientações específicas para verificação de métodos e identificação de erros procedimentais.
PL9	Parcialmente	"Atenda aos alunos individualmente."; "Valorizar o trabalho produtivo..."	Apresenta orientações genéricas de monitoramento sem especificidade sobre como observar ou intervir.
PL10	Sim	"Acompanhe a construção do triângulo com os alunos..."; "Questione os alunos durante a construção: -Quais as características...?"	Estabelece diretrizes claras para observação do processo de construção e questionamento guiado.
PL11	Sim	"Passe em cada grupo para verificar..."; "o professor deve perguntar: - Vamos realizar um esquema...?"	Propõe verificação da modelagem geométrica e intervenções na interpretação do problema.

Fonte: Construído pela autora (2025).

O Quadro 8 evidencia que os planos de aula orientam o professor a observar, acompanhar, observar, questionar, orientar, valorizar, exigir, incentivar e fazer intervenções durante a execução das atividades. Essas ações incluem a verificação de procedimentos e a mediação do raciocínio dos alunos, concepção alinhada com Vygotsky (1998) e Miranda (2005).

A análise mostra que, em sua maioria, os planos detalham de forma específica como o docente deve coletar dados, conferir medidas, explorar situações, incentivar a participação, verificar a validade das respostas, calibrar instrumentos e guiar construções geométricas, promovendo uma atuação reflexiva e sistemática em sala de aula. Apenas o PL9 apresenta orientações mais gerais, sem prescrever condutas claras para cada situação, enquanto os demais

indicam protocolos que permitem ao professor intervir de maneira planejada e direcionada, garantindo que a experimentação seja acompanhada de observações consistentes e intervenções pedagógicas fundamentadas.

O detalhamento desses protocolos de atuação contribui ao direcionar os professores a atuar de maneira planejada e estratégica em sala de aula, fortalecendo sua capacidade de mediar a aprendizagem, identificar dificuldades e tomar decisões pedagógicas fundamentadas. Essa perspectiva consolida a relação entre teoria e prática docente, estando em conformidade com Alves (2006), que argumenta que o professor atua como mediador e promove a participação ativa dos alunos na construção coletiva do conhecimento.

Complementarmente, Martins (1993) enfatiza a importância de fornecer aos docentes subsídios teóricos e práticos que lhes permitam planejar, executar e avaliar suas aulas de forma integrada e reflexiva. Dessa forma, a articulação entre esses referenciais reforça a relevância de uma formação que una consistência metodológica, flexibilidade pedagógica e atenção às necessidades discentes, direcionada a uma prática docente eficaz e contextualizada.

4.4 Análise *a posteriori* e validação

Na estrutura da Engenharia Didática, a fase 4 (Análise *a Posteriori* e Validação) representa o momento de síntese e interpretação crítica. Ela consiste no confronto sistemático entre os resultados observados na experimentação (fase 3) e as previsões e hipóteses elaboradas na concepção (análise *a priori* - fase 2). O seu cerne é a validação, refinamento ou reformulação da sequência didática com base em evidências empíricas concretas, fechando o ciclo interativo da pesquisa, conforme discutido por Artigue (1995).

No contexto específico desta investigação, que realiza uma análise documental de planos de aula prontos, o acesso a essa fase se dá de forma indireta. Como não houve aplicação prática dos planos, a análise *a posteriori* não pode ser realizada com dados de sala de aula. O direcionamento desloca-se para identificar, na própria concepção dos planos, indícios de que o material foi estruturado para permitir e facilitar essa fase final de análise e validação, como orientar os professores.

Portanto, a pergunta que orienta a construção do Quadro 9 é: Que elementos no plano sugerem que ele fornece os meios (instrumentos, orientações e estrutura) para que um professor, após aplicá-lo, possa realizar uma análise *a posteriori* eficaz e uma validação criteriosa da engenharia didática?

O Quadro 9 busca catalogar esses indícios, mapeando onde os planos preveem a geração de produtos analisáveis, a comparação de resultados e/ou a reflexão sobre a eficácia das atividades.

Quadro 9 - Análise *a posteriori* e validação

Identificação	Foram Previstos Mecanismos de Análise e Validação?	Evidência Textual no Plano	Avaliação do Potencial para a fase 4 - Artigo (1995)
PL1	Sim	Comparar os resultados obtidos pelos grupos; Verificar se todos compreenderam a relação determinada	Prevê a socialização e comparação de dados entre grupos, gerando insumos para análise.
PL2	Sim	Discutir com os alunos o que significa realizar uma demonstração e quais as dificuldades encontradas.	Prevê uma discussão metacognitiva que revela o processo de ideia dos alunos, importante para a análise.
PL3	Sim	Retomar dois exercícios e discutir a resolução; Retomar as relações métricas e mostrar que nem sempre as medidas estão explícitas.	Atividade de discussão focada em erros e estratégias específicas, gerando dados qualitativos para análise.
PL4	Sim	Elaborar uma síntese com as conclusões do jogo; Definir estratégias a serem utilizadas no desafio.	A síntese final e a definição de estratégias são produtos que permitem avaliar a apreensão dos conceitos.
PL5	Sim	Comparar os exercícios realizados e propor uma demonstração da nova propriedade; Retomar as principais discussões.	A comparação e a proposição de uma demonstração são atividades de alto nível que fornecem evidências de aprendizado.
PL6	Sim	Discutir com os alunos os resultados obtidos levando a perceber a propriedade; Pontuar os conceitos aprendidos.	A discussão guiada para descoberta de propriedades é um mecanismo claro de geração e análise de dados.
PL7	Sim	Discutir as diversas soluções encontradas e verificar porque as medidas são de 40° e 50°	A discussão sobre a variância dos dados e suas causas é um procedimento típico de análise <i>a posteriori</i> .
PL8	Sim	Discutir diferentes resultados nos cálculos das áreas; Comparar, as relações métricas.	A previsão de discussão de diferentes resultados indica preparação para analisar inconsistências.
PL9	Parcialmente	Refletir sobre as aproximações das medidas encontradas; Refletir sobre a aprendizagem da aula.	Prevê momentos de reflexão, mas com menos direcionamento sobre como conduzi-los analiticamente.
PL11	Sim	Analisar as diferentes posições que podem ser colocadas a	A análise de soluções alternativas e a modelagem são centrais para validar a compreensão aplicada.

		rampa; Representar situações problemas geometricamente.	
--	--	---	--

Fonte: Elaborado pela autora.

A catalogação realizada no Quadro 9, referente à quarta fase de Análise *A Posteriori* e Validação, buscou identificar a presença de elementos textuais nos planos de aula que pudessem ser interpretados como indícios de uma estruturação para uma futura análise. É importante ressaltar que, pela natureza documental desta pesquisa, que não procedeu à aplicação dos planos em sala de aula, a análise desta fase foi inevitavelmente condicionada.

Sem a experimentação real, não há dados empíricos, como produções dos alunos ou observações da prática a serem validados. Portanto, a interpretação concentrou-se em identificar, nos textos dos planos, mecanismos previstos para reflexão e ajuste, como sugestões de avaliação, perguntas orientadoras para o professor ou espaços para anotações pós-aula. A "validação" analisada é, assim, uma validação em potencial ou um esboço de procedimento inscrito na concepção do material, e não um relato ou resultado de uma validação efetivamente realizada a partir da prática em sala de aula.

A partir dos dados coletados, observa-se que em 10 dos 11 planos analisados (PL1 ao PL8, PL10 e PL11) foram identificadas orientações textuais que prescrevem ações concretas de socialização, comparação ou verificação de resultados por parte dos alunos e do professor.

O plano PL9, embora contemple a fase de reflexão, apresenta orientações em caráter genérico, limitando-se a nomear a ação sem detalhar métodos para operacionalizá-la. Essa abordagem pode deixar professores, especialmente os em formação, sem recursos claros para transformar a intenção de "refletir" em intervenções pedagógicas efetivas, correndo o risco de que a reflexão se torne superficial e desconexa da construção do conhecimento.

Em contraste, os demais planos fornecem suporte metodológico específico, oferecendo perguntas, procedimentos e focos de análise que orientam o professor a conduzir uma reflexão profunda e produtiva, consolidando a aprendizagem e fortalecendo sua prática docente.

Estes dados textuais indicam que a concepção dos planos prevê a ocorrência de interações discursivas e a geração de produtos (sínteses, comparações, soluções alternativas) durante a execução das atividades. A presença recorrente destes elementos sugere que os planos incorporam em sua estrutura procedimentos que geram insumos passíveis de análise.

A natureza das evidências textuais varia entre orientações para discussão de resoluções, comparação de resultados entre grupos, elaboração de sínteses e verificação coletiva da compreensão. Estes elementos, segundo Brosseau (2008), quando presentes, configuram-se

como mecanismos previstos que podem facilitar a coleta de dados para uma análise posterior. O plano PL9 contém menção a momentos de reflexão, porém com menor especificidade sobre os procedimentos para sua condução.

A análise desenvolvida evidencia que a estruturação de planos de aula detalhados configura-se como um recurso valioso para a formação inicial e continuada de professores de Matemática. Ao prever ações intencionais e sequências didáticas articuladas, tais planos permitem a elaboração de aulas com propósitos pedagógicos claros, promovendo a integração consistente entre teoria e prática. Essa perspectiva é respaldada por um sólido referencial teórico (Marim, 2018; Roldão, 2017; Garcia, 2009; Mercado, 1998; Tardif, 2002), que compreende a qualidade do trabalho docente não se resume à aplicação de teorias, mas como a capacidade de articulá-las reflexivamente com a prática, considerando as especificidades e complexidades do contexto educativo em que atua.

Dessa forma, a Engenharia Didática revela-se como um eixo estruturador relevante para a operacionalização de planos de aula que não sejam restritos a transmissão de conteúdos. Ao propor sequências didáticas fundamentadas em fases de experimentação, validação e análise, essa abordagem viabiliza a criação de ambientes de aprendizagem nos quais os alunos tornam-se ativos construtores de conhecimento matemático.

Essa visão corrobora com Libâneo (2017), para quem a ação docente requer suportes metodológicos que transformem o saber disciplinar em saber ensinável, superando a dissociação entre formação teórica e prática educativa. Portanto, a integração entre os fundamentos da formação de professores e os mecanismos da Engenharia Didática possibilita a constituição de um repertório pedagógico refinado e aderente às complexidades do ensino de Matemática.

4.5 Incorporação da Engenharia Didática na concepção dos planos de aula

Neste momento da pesquisa, reunimos todas as informações analíticas referentes às quatro fases da Engenharia Didática em um quadro-síntese, que consolida a avaliação de cada plano de aula em relação aos pressupostos do modelo de Artigue (1995). O Quadro 10, intitulado *Indícios da Engenharia Didática nos Planos de Aula Analisados*, permite uma visão integrada e comparativa da presença ou ausência de elementos característicos de cada fase: Análises Prévias, Concepção e Análise *a Priori*, Experimentação, e Análise *a Posteriori* e Validação, mesmo em materiais que não foram originalmente construídos com base nessa metodologia.

A sistematização dos dados em categorias correspondentes às fases do modelo proporciona uma avaliação estruturada e objetiva, evidenciando a aderência dos planos aos princípios da Engenharia Didática. Dessa forma, a análise transcende a mera descrição, permitindo identificar padrões e lacunas na estruturação das sequências de ensino. A partir dessa consolidação, é possível concluir com rigor documental em que planos, embora elaborados sem intencionalidade explícita de seguirem a Engenharia Didática, incorporam ou não seus elementos fundamentais, oferecendo, assim, um diagnóstico preciso sobre a apropriação teórico-metodológica subjacente às propostas analisadas.

Quadro 10 - Índícios da Engenharia Didática nos planos de aula analisados

Identificação	Fase 1: Análises prévias	Fase 2: Concepção e análise <i>a priori</i>	Fase 3: Experimentação	Fase 4: Análise <i>a posteriori</i> e validação	Nível de presença da Engenharia Didática
PL1	Abrangente: erros de manipulação, conceituais e restrições materiais.	Intervenções específicas: checagens em grupo e uso do GeoGebra.	Orientações claras para observação e coleta de dados.	Previsão de socialização e comparação de resultados.	Fortes indícios em todas as fases.
PL2	Foco em obstáculos epistemológicos e cognitivos.	Intervenções sofisticadas baseadas em questionamentos dirigidos.	Protocolo de questionamentos para verificação conceitual.	Discussão sobre o processo de demonstração.	Fortes indícios em todas as fases.
PL3	Excelente análise contextual e antecipação de problemas de gestão.	Intervenções focadas em gestão da atividade; menos detalhadas conceitualmente.	Diretrizes para monitoramento diferenciado.	Discussão de resoluções e estratégias.	Índícios consistentes, com menor ênfase conceitual na fase 2.
PL4	Antecipação de desvios comuns em atividades lúdicas.	Intervenções que focam no conceito matemático.	Verificação de engajamento e compreensão.	Síntese final e definição de estratégias.	Índícios consistentes em todas as fases.
PL5	Abordagem completa: cognitiva, procedimental e afetiva.	Mediação dialogada e revisão de conteúdo.	Orientações para mediação pedagógica.	Comparação de exercícios e proposta de demonstração.	Fortes indícios em todas as fases.
PL6	Detalhamento de dificuldades técnicas e conceituais.	Guia completo para superação de obstáculos.	Estrutura de suporte técnico e conceitual.	Discussão guiada para descoberta de propriedades.	Fortes indícios em todas as fases.
PL7	Antecipação de erros instrumentais e conceituais.	Soluções práticas para calibração e questionamento.	Procedimento de calibração coletiva.	Discussão sobre variância de dados.	Fortes indícios em todas as fases.
PL8	Abordagem de obstáculos de conteúdo e materiais.	Orientações técnicas e justificativas para uso de calculadora.	Verificação de métodos e identificação de erros.	Discussão de diferentes resultados.	Índícios consistentes em todas as fases.

PL9	Antecipação genérica de dificuldades operacionais.	Intervenções genéricas e pouco fundamentadas.	Orientações vagas para monitoramento.	Menção a reflexão, sem direcionamento analítico.	Indícios limitados, especialmente nas fases 2, 3 e 4.
PL10	Análise profunda de restrições tecnológicas e didáticas.	Plano de apoio bem estruturado com tutoriais.	Diretrizes para observação e questionamento guiado.	Análise de soluções alternativas e modelagem.	Fortes indícios em todas as fases.
PL11	Foco em interpretação e modelagem geométrica.	Intervenções que promovem discussão e argumentação.	Verificação da modelagem e intervenções na interpretação.	Análise de diferentes posições e modelagem.	Fortes indícios em todas as fases.

Fonte: Elaborado pela autora.

A análise documental dos 11 planos de aula à luz das quatro fases da Engenharia Didática (Artigue, 1995) permitiu identificar a presença de indícios textuais consistentes da incorporação desse modelo teórico em sua concepção. Embora os planos não tenham sido elaborados explicitamente com ênfase nas fases da Engenharia Didática, a estrutura e os elementos textuais presentes indicam uma convergência relevante com o referencial proposto pela autora.

Em dez dos 11 planos analisados (PL1 ao PL8, PL10 e PL11), observam-se evidências de alinhamento às fases da metodologia, com previsões detalhadas de dificuldades, intervenções pedagogicamente fundamentadas, orientações para experimentação e mecanismos para análise a posteriori. O plano PL9 apresenta-se como exceção, exibindo indícios limitados da Engenharia Didática, sobretudo nas fases de Concepção, Experimentação e Validação, com intervenções genéricas e falta de detalhamento conceitual.

Com foco na formação de professores, a Engenharia Didática destaca-se como uma ferramenta formativa de potencial. De acordo com Chevallard (1982), a engenharia visa produzir intervenções que modifiquem o real através da articulação orgânica entre pressupostos teóricos e exigências concretas. Aplicada ao contexto educacional, essa perspectiva permite que futuros docentes concebam, experimentem e validem sequências de ensino destinadas a superar obstáculos de aprendizagem, promovendo, assim, uma efetiva articulação entre os saberes teóricos e as exigências da prática escolar.

Nesse sentido, Lima (2021) demonstra que uma formação continuada pautada nessa abordagem, configura-se como uma alternativa promissora aos modelos tradicionais, por ser intrinsecamente flexível e adaptada à realidade escolar. Essa característica permite que suas fases se desenvolvam de forma não linear, adequando-se aos ritmos e demandas do contexto docente.

Na prática, tal flexibilidade viabiliza o enfrentamento de dificuldades específicas de conteúdo, criando um espaço seguro para o professor reconhecer e superar lacunas em conceitos da Educação Básica, ao mesmo tempo que promove a ressignificação de conhecimentos didáticos em ação, problematizando crenças pedagógicas estabelecidas. O grande diferencial, segundo o autor, reside no fato de a formação se estruturar a partir da escolha ativa do professor sobre temas e situações de trabalho, garantindo relevância prática e focalizando o desenvolvimento profissional nas atividades produtivas inerentes à sua atuação.

Dessa forma, a inserção da Engenharia Didática na formação inicial e continuada contribui significativamente para o desenvolvimento de uma postura investigativa e crítica. Ao percorrerem as etapas que compõem seu ciclo, da análise preliminar à experimentação e validação, os professores em formação tornam-se aptos não apenas a reproduzir modelos, mas a adaptar e criar estratégias de ensino contextualizadas, favorecendo um processo de aprendizagem reflexivo e adequado às necessidades dos alunos.

Essa abordagem encontra ressonância na análise de materiais didáticos, como os planos de aula aqui estudados. Apesar de nem todos serem elaborados explicitamente com base na Engenharia Didática, os planos PL1 ao PL8 e PL10 e PL11 apresentam princípios e estruturas compatíveis com essa metodologia. Embora a análise se restrinja às orientações descritas, uma vez que planos não foram aplicados em sala de aula, é possível vislumbrar a potencialidade desses recursos tanto para a formação docente quanto para o direcionamento de futuras intervenções pedagógicas.

Essa perspectiva alinha-se à perspectiva de Gálvez (1996), que defende um gerenciamento eficaz das práticas pedagógicas como meio para melhorar os resultados de aprendizagem. Ao adotar estratégias dinâmicas, contextualizadas e participativas, o professor não apenas desperta o interesse dos alunos pela matemática, mas também atua como mediador para a compreensão conceitual, promovendo uma aprendizagem significativa, como encontrada nos PL1 ao PL08 e PL10 e PL11.

De modo complementar, Brousseau (2008) ressalta que a criação de situações didáticas adequadas impacta diretamente o desempenho discente, reforçando a relação entre planejamento fundamentado e efetividade do ensino. Por fim, conforme discutido por Almouloud e Silva (2012, com base em Perrin-Glorian, 2009), a Engenharia Didática situa-se na interface entre a pesquisa acadêmica e a prática docente, conectando a produção teórica às demandas reais da sala de aula.

A articulação entre esses referenciais teóricos e a predominância de seus princípios nos planos analisados, PL1 ao PL11 reforça, portanto, a importância de uma formação docente

que uma consistência metodológica, reflexão sobre a prática e atenção às especificidades do ensino de matemática, visando a uma atuação pedagógica intencional e alinhada às necessidades de aprendizagem dos estudantes.

Dessa forma, a articulação entre esses referenciais teóricos e a predominância de seus princípios nos planos analisados evidencia a importância de uma formação docente que uma consistência metodológica, reflexão sobre a prática e atenção às especificidades do ensino de matemática, visando a uma atuação pedagógica intencional e alinhada às necessidades de aprendizagem dos estudantes.

Essa concepção de atuação encontra respaldo em Tardif (2002), ao destacar a integração dos saberes docentes; em Chevallard (1982) e Brousseau (2008), ao fundamentar o planejamento de situações didáticas conscientes; e em Almouloud (2007) e Libâneo (2017), ao defenderem o professor como profissional reflexivo que articula teoria e prática. A própria BNCC (Brasil, 2017) corrobora essa visão ao enfatizar a intencionalidade pedagógica como eixo estruturante de uma educação de qualidade.

CAPÍTULO 5 – O PRODUTO EDUCACIONAL

No contexto educacional, a elaboração de um Produto Educacional desempenha um papel fundamental, conforme indicado nas diretrizes do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM). O regulamento do programa estabelece que “O Produto Educativo deverá ter características que lhe permitam ser entendível, aplicável e replicável sem ser necessária a consulta ao Trabalho de Conclusão Final de Curso” (UFU, 2018, p. 12).

O conceito de Produto Educacional na área de ensino refere-se a um resultado concreto oriundo de uma atividade de pesquisa, criado com o objetivo de abordar uma questão ou problema pertinente à prática profissional. De acordo com Bessemer e Treffinger (1981), esses produtos podem manifestar-se como artefatos físicos ou digitais, ou ainda como processos que incorporam metodologias e intervenções educacionais. Para cumprir suas funções de maneira eficaz, é necessário que possuam características fundamentais, como uma descrição com especificações técnicas detalhadas e a possibilidade de compartilhamento, preferencialmente em plataformas adequadas.

Além disso, é essencial que o Produto esteja alinhado com a pesquisa e os Programas de Pós-Graduação, demonstre potencial de replicabilidade por terceiros e tenha sido desenvolvido e implementado com fins de validação, especialmente em relação ao público-alvo a que se destina. Essa abordagem assegura que o Produto Educacional não apenas atenda as necessidades específicas, mas também contribua para o avanço do conhecimento e das práticas educativas (Mendonça et al., 2022).

Rôças, Moreira e Pereira (2018) argumentam que o enfoque principal de um mestrado profissional não reside apenas na produção do Produto Educacional em si, mas no processo transformativo vivenciado pelo pesquisador durante sua elaboração. Esse processo envolve a identificação de um problema prático, com base em referencial teórico e metodológico, e uma reflexão crítica que permite propor soluções adequadas, promovendo desenvolvimento profissional e pessoal.

O mestrado profissional beneficia não apenas o pesquisador, mas também exerce impacto significativo na sociedade. Ao engajar-se na construção do Produto Educacional, os pesquisadores desenvolvem competências que os capacitam a contribuir para a melhoria de suas comunidades e áreas de atuação.

Ressalta-se a relevância de um Produto Educacional que atenda às exigências acadêmicas e incorpore-se de forma significativa à prática docente, promovendo a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem. Isso inclui a formação continuada de professores, a criação de materiais didáticos, a reavaliação de metodologias de ensino e a ressignificação da gestão da sala de aula.

Rôças e Bomfim (2018) destacam que o professor em mestrado/doutorado profissional é incentivado não apenas a desenvolver produtos e técnicas, mas também a refletir criticamente sobre suas práticas pedagógicas. Ostermann e Rezende (2015) complementam que os Produtos Educacionais devem ser entendidos como ferramentas que fomentam diálogo e reflexão, e não como receitas prontas.

Além disso, Rôças e Bomfim (2018) enfatizam que os Produtos Educacionais representam oportunidades para a construção de redes de espelhamento e interlocução entre educadores. A difusão desses materiais, considerando questões de licenciamento, possibilita que sejam baixados, distribuídos, aplicados e adaptados conforme as necessidades e realidades de cada docente.

De acordo com Gonçalves et al. (2019), a elaboração de um Produto Educacional enfrenta desafios como a linguagem, que deve ser clara e objetiva, aliada a uma qualidade visual

apropriada. É fundamental que o Produto seja reproduzível e útil, além de internacionalizável, disponível e acessível.

Portanto, o Produto Educacional estabelece-se como elemento fundamental nos mestrados e doutorados profissionais em ensino, com valor que ultrapassa o produto final, concentrando-se no processo de elaboração que impulsiona o desenvolvimento da pós-graduação profissional. Esses Produtos impactam positivamente a prática docente e contribuem para a sociedade ao oferecer soluções concretas para problemas educacionais.

Ao conectar pesquisa acadêmica e demandas sociais, os Produtos Educacionais desempenham papel importante na formação de professores, promovendo práticas educativas alinhadas às realidades contemporâneas. Para funcionar como ponte entre a teoria e prática, é fundamental que se apoiem em fundamentação teórica sólida e estejam alinhados às necessidades reais dos professores.

Neste contexto, a promoção de um diálogo entre os planos de aula de Geometria para o 9º ano do Ensino Fundamental, publicados pela Revista Eletrônica Nova Escola no período de 2019 a 2023, e os princípios da Engenharia Didática de Artigue (1995) representa uma oportunidade valiosa para a formação de professores de Matemática, todos aqueles que ensinam matemática e disciplinas afins. Essa interação destaca pontos fortes dos planos e incorpora abordagens da Engenharia Didática, assegurando estratégias pedagógicas relevantes e viáveis.

O Produto Educacional desenvolvido nesta pesquisa consiste em um Guia Comentado voltado para a formação de professores de Matemática, para aqueles que ensinam matemática e áreas afins, com o objetivo de fornecer ferramentas práticas e compreensão dos conceitos de Engenharia Didática. Sua validação ocorrerá por meio de uma oficina interativa com professores da educação básica, garantindo relevância e aplicabilidade. Os resultados do desenvolvimento, avaliação e validação serão divulgados em artigo científico a ser submetido à Revista REPPE (Revista de Produtos Educacionais e Pesquisa em Ensino), conforme suas normas editoriais. Ressalta-se, contudo, que o artigo encontra-se sem a formatação do *template* oficial, uma vez que este não foi disponibilizado pela revista até o presente momento.

O manuscrito apresentará o Guia Comentado dos 11 planos de aula selecionados, abordando temas como Didática, Didática da Matemática e Engenharia Didática, e estabelecendo diálogo entre os planos e os princípios da Engenharia Didática. Espera-se que o produto contribua para a formação continuada de professores, fortalecendo suas práticas pedagógicas. A submissão do manuscrito atende ao requisito de produção científica do PPGECM/UFU, que exige divulgação em formato científico.

ENGENHARIA DIDÁTICA PARA ENSINAR MATEMÁTICA

DIDACTIC ENGINEERING FOR MATHEMATICS INSTRUCTION

Pollyanna Marques do Prado ¹

Vlademir Marim ²

Resumo

Este artigo apresenta um recorte da dissertação de mestrado que teve como objetivo construir e validar o produto educacional *Guia Comentado: Engenharia Didática Para Ensinar Matemática*. Destinado à formação de professores dos anos finais do Ensino Fundamental e àqueles que ensinam Matemática, o guia busca difundir a metodologia da Engenharia Didática como ferramenta para o planejamento e a análise de aulas. A pesquisa, de natureza qualitativa, utilizou uma oficina formativa, tanto para divulgar o guia quanto para validá-lo junto a licenciandos e professores em exercício. Os resultados indicam que o guia se configura como um recurso formativo acessível e pedagogicamente consistente, capaz de favorecer a apropriação da Engenharia Didática como metodologia para o ensino de Matemática. Conclui-se que o Produto Educacional contribui para a formação docente, ao oferecer instrumentos concretos de reflexão e aprimoramento da prática pedagógica.

Palavras-chave: Planos de Aula; Prática Docente; Metodologia.

Abstract

This paper presents a segment of a master's dissertation that aimed to develop and validate the educational product *Commented Guide: Didactic Engineering for Teaching Mathematics*. Intended for the training of lower secondary school teachers and those who teach Mathematics, the guide seeks to disseminate the methodology of Didactic Engineering as a tool for lesson planning and analysis. The qualitative research employed a training workshop both to promote the guide and to validate it with pre-service and in-service teachers. The results indicate that the guide constitutes an accessible and pedagogically consistent formative resource, capable of fostering the appropriation of Didactic Engineering as a methodology for teaching Mathematics. It is concluded that the educational product contributes to teacher education by offering concrete instruments for reflection and the improvement of pedagogical practice..

Keywords: Lesson Plans; Teaching Practice; Methodology.

¹ Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal de Uberlândia, UFU.

² Pós-Doutorado em Ciências Humanas. Universidad Autónoma de Madrid, UAM.

Introdução

A pesquisa na pós-graduação *stricto sensu* é fundamental para o avanço das discussões educacionais e para a consolidação de práticas que aprimorem o processo de ensino e aprendizagem. No Brasil, a expansão dos mestrados e doutorados profissionais na área de Ensino tem incentivado a produção de conhecimentos que integram, de forma articulada, a formação continuada, a pesquisa aplicada e a extensão universitária. Nesse cenário, os programas profissionais assumem o compromisso de gerar resultados concretos para a realidade escolar, muitas vezes materializados na forma de produtos educacionais.

Neste contexto, insere-se o Produto desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Seu objetivo geral é elaborar e validar um Guia Comentado que aplica os princípios e as quatro fases da Engenharia Didática na análise de planos de aula de Matemática, apresentando essa metodologia de ensino e oferecendo subsídios teóricos e práticos para a formação inicial e continuada de professores que ensinam Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental. Para atingir esse propósito, buscou-se: (a) discutir as contribuições da Engenharia Didática para a formação e a prática de professores que ensinam Matemática e áreas afins; (b) apresentar as fases constitutivas da Engenharia Didática: análise preliminar, concepção e análise *a priori*, experimentação, e análise *a posteriori* e validação; e (c) analisar planos de aula sobre o tema triângulo retângulo publicados pela Revista Nova Escola no período 2019 a 2023, destinados ao 9º ano do Ensino Fundamental, a fim de exemplificar a aplicação das fases da Engenharia Didática.

Conforme as diretrizes do PPGECM/UFU, o regulamento estabelece que “o Produto Educativo deverá ter características que lhe permitam ser entendível, aplicável e replicável, sem ser necessária a consulta ao Trabalho de Conclusão Final de Curso” (UFU, 2018, p. 12). Seguindo essa orientação, o Produto foi concebido para integrar teoria e prática, constituindo-se como um recurso acessível ao professor que ensina Matemática. O material busca contribuir para a diversificação de metodologias e para a formação continuada voltada ao cotidiano escolar.

Os Produtos Educacionais podem assumir formatos diversos, materiais físicos, digitais ou mesmo processos, como novas metodologias (Bessemmer & Treffinger, 1981). Para serem eficazes, devem apresentar descrição clara, estar

alinhados aos objetivos da pesquisa, ser replicáveis por outros profissionais e validados junto ao público-alvo (Mendonça et al., 2022). A validação deste Produto ocorreu por meio de uma coleta de dados de natureza qualitativa, realizada após uma oficina de formação. As percepções dos participantes foram analisadas de forma interpretativa.

A fundamentação teórica que sustenta o produto baseia-se nas contribuições da Didática, da Didática da Matemática e da Engenharia Didática. A Didática constitui o eixo central da formação docente, fundamentando a elaboração de produtos educacionais voltados à qualificação das práticas pedagógicas. Conforme Libâneo (2013; 2017), a Didática supera a dimensão técnica do ensino, assumindo caráter formativo e reflexivo ao favorecer a compreensão das relações entre professor, aluno e conhecimento. Sua aplicação na concepção do Produto Educacional proposto possibilita a sistematização de estratégias didáticas coerentes com os objetivos formativos dos professores que ensinam Matemática.

A Didática da Matemática, por sua vez, permite compreender os fenômenos que permeiam o ensino e a aprendizagem dessa disciplina. De acordo com Brousseau (2008) e Pais (2002), ela configura-se como uma ciência que investiga as interações entre professor, aluno e conhecimento matemático, promovendo uma aprendizagem ativa e reflexiva.

A partir dessas contribuições, emerge a Engenharia Didática como uma metodologia formativa que aproxima a pesquisa científica das práticas de sala de aula. Originada na didática francesa, essa abordagem, segundo Artigue (1995), compreende o trabalho docente de modo análogo ao do engenheiro, que se fundamenta em conhecimentos científicos e submete sua produção a processos de validação empírica. A Engenharia Didática articula teoria e prática, permitindo que professores que ensinam Matemática assumam uma postura investigativa ao planejar, implementar e analisar sequências de ensino estruturadas.

A relevância da Engenharia Didática reside em sua capacidade de promover reflexão contínua sobre o fazer docente, por meio de um ciclo composto pelas fases de análise, concepção, experimentação e validação. Conforme Chevallard (1982), essa metodologia constitui um elo entre a produção acadêmica e a realidade educacional, permitindo a criação de dispositivos didáticos que respondem a desafios concretos do ensino de Matemática.

Do ponto de vista metodológico, este estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza qualitativa, desenvolvida em duas etapas principais. A primeira consistiu na análise documental de onze planos de aula de Matemática sobre o tema “triângulo retângulo”, destinados ao 9º ano do Ensino Fundamental e publicados no portal da Revista Nova Escola entre 2019 e 2023. A análise foi orientada pelo referencial da Engenharia Didática, buscando identificar a presença de suas quatro fases constitutivas: análise preliminar, concepção e análise *a priori*, experimentação, e análise *a posteriori* e validação, na estrutura dos planos (Artigue, 1995).

A segunda etapa compreendeu a validação do Produto Educacional, por meio de uma oficina pedagógica realizada com 20 participantes, entre discentes dos cursos de Licenciatura em Matemática, Física e Pedagogia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), selecionados intencionalmente, em função de sua atuação em programas de formação docente, como o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), Programa de Bolsa Iniciação Científica (PIBIC), o estágio supervisionado e o Programa de Educação Tutorial (PET), além de dois professores da rede estadual de ensino de Uberlândia. A inclusão de licenciandos em Pedagogia justifica-se pela atuação desses profissionais no ensino de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental, o que assegurou uma avaliação abrangente do Produto. Essa composição garantiu que os participantes tivessem vivência em ambientes escolares, conferindo consistência às análises. Durante a oficina, aplicou-se um questionário para coleta de percepções multidimensionais sobre o guia, cujos dados foram analisados de forma interpretativa.

A construção do Produto Educacional

A elaboração do Produto Educacional intitulado *Guia Comentado: Engenharia para Ensinar Matemática* constituiu um processo metódico e reflexivo que articulou fundamentação teórica e análise documental, embasando-se na dissertação de Prado (2025), orientando-se pelo referencial teórico da Engenharia Didática, em especial nas quatro fases propostas por Artigue (1995). O ponto de partida foi o levantamento de planos de aula disponíveis no portal da Revista Eletrônica Nova Escola, utilizando-se os filtros “geometria” e “triângulo retângulo”, referentes ao 9º ano do Ensino

Fundamental, no período de 2019 a 2023. Essa triagem inicial resultou na seleção de onze planos de aula, nomeados de PL1 a PL11, que constituíram o *corpus* documental do produto educacional.

O processo analítico desenvolveu-se em três dimensões complementares. A primeira consistiu na elaboração de uma síntese de cada plano, permitindo identificar seus elementos essenciais, como objetivos, sequência de atividades, recursos didáticos e orientações de avaliação. Essa etapa foi importante para construir uma visão panorâmica do material e compreender a organização interna dos planos antes da aplicação do referencial teórico.

Em seguida, procedeu-se à análise, guiada pela busca de evidências textuais das quatro fases da Engenharia Didática, conforme descritas por Artigue (1995). Assim, na fase de Análises Prévias foram identificados indícios de diagnóstico do conhecimento prévio dos alunos e de antecipação de possíveis obstáculos à aprendizagem; na fase de Concepção e Análise *a Priori*, buscou-se justificativas para as escolhas metodológicas para intervenção e previsões sobre as reações dos estudantes; na fase de Experimentação, observaram-se orientações e direcionamentos para a aplicação das atividades e protocolos de observação, é nesta fase que professor assume o papel de mediador; e, por fim, na fase de Análise *a Posteriori* e Validação, procuraram-se mecanismos de avaliação, instrumentos de coleta de evidências e processos de validação das aprendizagens.

Considerando que os planos de aula analisados não foram aplicados em contexto real, o estudo assumiu uma limitação inerente à natureza documental da pesquisa. Desse modo, as fases de experimentação e validação foram analisadas a partir das orientações e descrições textuais presentes nos documentos, com foco nas previsões de interações, nos procedimentos de observação e nas formas de avaliação sugeridas pelos autores. Essa delimitação metodológica permitiu manter a coerência com o referencial teórico da Engenharia Didática, ainda que restrita ao universo textual dos planos, preservando o rigor analítico e a consistência científica do trabalho.

Com base nessa investigação, iniciou-se a construção do guia, concebido como material formativo voltado ao professor de Matemática dos anos finais do Ensino Fundamental. O Produto foi estruturado de maneira intencional e progressiva, de modo a assegurar coerência entre teoria e prática e favorecer a compreensão dos princípios da Engenharia Didática em sua aplicabilidade pedagógica.

O guia tem início com uma carta de apresentação e convite ao professor a conhecer a metodologia de ensino Engenharia Didática, seguida de um texto que justifica o título e introduz a proposta como um instrumento de apoio à formação continuada e à reflexão sobre a prática docente. Nessa introdução, ressalta-se que o material busca estreitar o diálogo entre a teoria e a realidade escolar, promovendo o desenvolvimento profissional e a autonomia do professor na organização de suas aulas.

Em seguida, abordamos o tema “*Descomplicando a Didática*”, apresentando de forma acessível os fundamentos da didática, destacando seu papel como elo entre o conhecimento teórico e o contexto da sala de aula. O texto convida o professor a refletir sobre o processo de ensino e aprendizagem, compreendendo que a didática não se restringe ao domínio de técnicas, mas envolve o entendimento das relações entre o ensinar, o aprender e o contexto educativo.

O tópico seguinte, “*A Didática Fortalecendo a Prática Docente*”, aprofunda essa discussão ao enfatizar a importância da reflexão sobre a prática e da adoção de metodologias que favoreçam a participação ativa dos alunos, o diálogo e a construção coletiva do conhecimento. Essa parte reforça o papel do professor como mediador do processo de ensino e aprendizagem e personagem fundamental na promoção de aprendizagens significativas.

Na sequência, refletimos sobre *A Didática da Matemática: Construindo Caminhos para Aprendizagem Significativa*, abordando as especificidades do ensino da Matemática e apresentando estratégias fundamentadas em autores como Brousseau (2008) e D’Amore (2009), voltadas à criação de situações didáticas investigativas e contextualizadas. O texto reforça a tríade professor-aluno-conhecimento como estrutura essencial para a aprendizagem, destacando a importância da interação, da problematização e do raciocínio lógico. A proposta incentiva o docente a compreender a Matemática não apenas como um conjunto de conteúdos a serem ministrados, mas como uma construção coletiva.

O título seguinte, *Engenharia Didática: Transformando o Ensino da Matemática*, adentra nos princípios dessa metodologia e discute sua contribuição para o planejamento e análise de planos de aula. A Engenharia Didática é apresentada como uma metodologia composta por quatro fases cíclicas interligadas: análises prévias, concepção e análise *a priori*, experimentação e análise *a posteriori* e validação, que

orientam o professor na elaboração, aplicação e avaliação das suas práticas de ensino. Essa abordagem valoriza a o aluno, a autonomia docente e a aprendizagem significativa, conectando o fazer pedagógico à investigação científica.

Em continuidade, o tópico intitulado *A Engenharia Didática: Origem e Aplicação* contextualiza historicamente o surgimento da metodologia no âmbito da didática francesa, por volta da década de 1970, evidenciando sua consolidação como prática pedagógica. Neste, reforça-se a integração entre teoria e prática e o caráter iterativo do processo, que permite ao professor analisar criticamente sua atuação e aprimorá-la continuamente.

A culminância do guia ocorre no eixo As Quatro Fases da Engenharia Didática: Um Guia Simples e Prático, no qual cada fase é apresentada de forma clara, esquemática e visual, com o uso de diagramas explicativos que facilitam a compreensão da metodologia. Essa seção tem o propósito de tornar o conteúdo acessível e funcional, auxiliando o professor a visualizar o ciclo completo de aplicação da metodologia em sua realidade escolar.

Por fim, o tópico *Aplicando a Engenharia Didática: Explorando Planos de Aula* materializa a proposta por meio da análise dos onze planos de aula selecionados, nos quais as quatro fases da Engenharia Didática foram identificadas e destacadas visualmente com post-its coloridos, representando as correspondências entre teoria e prática. Além disso, foram incluídas sugestões pedagógicas, ícones explicativos e reflexões para apoiar o trabalho docente e estimular a autonomia e a criatividade na adaptação da metodologia em suas atividades.

A etapa final do processo consistiu na organização didática e visual do guia na plataforma *Canva*, com o objetivo de conciliar rigor acadêmico e acessibilidade pedagógica. O resultado é um Produto Educacional que se constitui em instrumento de formação continuada e desenvolvimento profissional docente. *O Guia Comentado: Engenharia para Ensinar Matemática* propõe-se a apoiar o professor na compreensão e aplicação dos princípios da Engenharia Didática, oferecendo subsídios para a reflexão e aprimoramento da prática pedagógica. Ao articular fundamentação teórica, aplicabilidade e intencionalidade formativa, o Produto consolida-se como uma contribuição relevante para a formação de professores comprometidos com a Educação Matemática.

A validação e Aplicação do Produto Educacional

A validação do Produto Educacional foi realizada por meio de uma oficina pedagógica presencial, ocorrida em julho de 2025, com duração de quatro horas, nas dependências da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), registrada sob o código 35945 no Sistema de Informação e Extensão (SIEEX). O evento contou com a participação de 18 graduandos dos cursos de Licenciatura em Matemática, Física e Pedagogia, além de dois professores atuantes na rede estadual de ensino, intencionalmente convidados em função de sua experiência em sala de aula e participação em programas de formação docente, como o PIBID, o PET, a iniciação científica e o estágio supervisionado.

A oficina foi planejada com o objetivo de apresentar e discutir os fundamentos da Engenharia Didática como ferramenta de planejamento e metodologia prática de ensino e validar o “Guia Comentado: A Engenharia do Ensinar Matemática” como recurso formativo voltado à formação inicial e continuada de professores.

Embora o guia tenha sido elaborado com foco na formação de professores que ensinam Matemática, optou-se, na oficina, por incluir um plano de aula de Ciências durante a etapa prática. Essa escolha teve caráter didático e estratégico, visando favorecer o engajamento dos participantes provenientes de diferentes cursos de licenciatura e permitir uma reflexão comparativa sobre a aplicabilidade dos princípios da Engenharia Didática em contextos educacionais diversos.

Assim, a atividade não teve a intenção de estender a metodologia a outras áreas do conhecimento, mas de proporcionar um exercício analítico coletivo, no qual os participantes pudessem reconhecer, discutir e compreender as fases da Engenharia Didática a partir de um exemplo situado em campo afim.

Com base nessa perspectiva, a oficina foi organizada em três etapas sequenciais, articulando momentos expositivos, exploratórios e reflexivos. A atividade teve início com uma apresentação expositiva e dialogada sobre a metodologia da Engenharia Didática. Buscou-se, de forma acessível, apresentar os fundamentos teóricos, visto que nenhum dos participantes havia contato prévio com essa metodologia. Foram apresentados o contexto histórico de surgimento da Engenharia Didática, na década de 1970, a partir dos trabalhos de Artigue (1995), e detalhadas suas quatro fases constitutivas: análise prévia, que compreende o diagnóstico dos

conhecimentos prévios dos alunos e a identificação de obstáculos epistemológicos; concepção e análise *a priori*, referente à definição e justificativa das escolhas metodológicas com base no diagnóstico inicial; experimentação, que corresponde à aplicação da proposta em sala de aula, com registros sistemáticos das observações e intervenções, fase na qual o professor assume papel de mediador; e análise *a posteriori* e validação, que se dedica à avaliação dos resultados e à reelaboração da proposta.

Após a exposição teórica, procedeu-se à apresentação formal do Guia Comentado, destacando sua estrutura, objetivos e potencial de uso pedagógico. O acesso ao material foi disponibilizado por meio de QR Code, permitindo que os participantes visualizassem imediatamente o produto em seus dispositivos e se familiarizassem com sua organização.

Em seguida, deu-se início à atividade prática de análise de planos de aula, etapa essencial para que os participantes aplicassem os conceitos da Engenharia Didática. Para tanto, os discentes e professores foram organizados em grupos heterogêneos, compostos intencionalmente por representantes de diferentes cursos e níveis de formação. Cada grupo recebeu um plano de aula de Ciências, selecionado do acervo da Revista Nova Escola. A proposta consistiu em realizar a leitura individual do plano, seguida de discussão coletiva e mediação ativa dos pesquisadores, que acompanharam as equipes, esclareceram dúvidas e estimularam a reflexão sobre a presença ou ausência das quatro fases da metodologia no material analisado. Essa dinâmica visou favorecer a compreensão dos conceitos teóricos.

A etapa final da oficina consistiu em um plenário de socialização e discussão coletiva, no qual cada grupo apresentou suas análises e percepções acerca do plano de aula estudado. Esse momento promoveu o diálogo entre os participantes, permitindo a troca de experiências e o confronto de ideias sobre a aplicabilidade da Engenharia Didática. As discussões revelaram interpretações variadas das fases metodológicas, identificação de pontos fortes e fragilidades nas propostas analisadas e sugestões de aprimoramento. Destacaram-se, ainda, reflexões sobre o papel do professor como mediador e pesquisador de sua própria prática.

Ao término da oficina, os participantes responderam a um formulário avaliativo no *Google forms*, elaborado para coletar percepções sobre a estrutura, clareza, aplicabilidade e relevância formativa do guia. As respostas obtidas forneceram

subsídios qualitativos para a análise interpretativa dos resultados da validação, discutidos na seção seguinte.

A oficina pedagógica configurou-se como o principal meio de validação do Produto Educacional, sendo etapa indispensável para garantir a compreensão dos participantes acerca da metodologia da Engenharia Didática, uma vez que nenhum participante havia tido contato prévio com esse referencial teórico. Nesse sentido, a atividade foi planejada simultaneamente como um espaço formativo e como estratégia metodológica de validação, possibilitando que a apreciação do “Guia Comentado: A Engenharia do Ensinar Matemática” ocorresse de forma fundamentada e experiencial. A vivência prática durante a oficina permitiu que os participantes internalizassem, ainda que de forma superficial, os fundamentos teóricos antes de emitir suas percepções avaliativas, assegurando maior consistência aos dados coletados.

Para subsidiar o processo avaliativo, elaborou-se um instrumento de coleta de dados estruturado na forma de questionário eletrônico, construído na plataforma *Google Forms* e disponibilizado por meio de QR Code ao término da oficina. O questionário foi composto por trinta e quatro itens, distribuídos em três módulos, organizados conforme os critérios de avaliação de produtos educacionais do documento orientador dos APCNs da área 46 da CAPES. Cada módulo abrangeu um conjunto de dimensões complementares pedagógicas, formativas e técnico-visuais que, analisadas de forma articulada, permitiram uma validação abrangente e consistente do produto.

O primeiro módulo destinou-se à caracterização do perfil dos participantes, contemplando informações sobre formação acadêmica, área de atuação, tempo de experiência docente e participação em programas de formação complementar, como PIBID, PET, monitorias ou iniciação científica. Essa caracterização, conforme ressalta Gil (2022), é essencial para a validade interpretativa de pesquisas qualitativas, pois permite compreender o contexto formativo e profissional dos sujeitos, e assim interpretar suas percepções de maneira situada.

O segundo módulo concentrou-se na avaliação dos critérios pedagógicos, formativos e contextuais, examinando a clareza conceitual e metodológica da Engenharia Didática, a adequação da metodologia apresentada, a capacidade do guia de promover a identificação das fases dessa abordagem em planos de aula e sua relevância para a formação docente. Também foram avaliados o potencial do material

para estimular a reflexão sobre a prática, favorecer aprendizagens significativas e contribuir para a transformação das práticas de ensino, além de seu grau de adaptabilidade e replicabilidade em diferentes contextos escolares.

As questões dessa seção foram elaboradas em escala Likert de cinco pontos e em escalas numéricas de 0 a 10, permitindo análises descritivas de frequência e interpretações qualitativas trianguladas, conforme defendido por Bardin (2016). Para a autora, a análise de conteúdo é um conjunto de técnicas sistemáticas que permitem a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção e recepção das mensagens.

O terceiro módulo contemplou a dimensão técnica, estética e de design instrucional, abordando elementos como clareza e lógica da organização do conteúdo, coerência da sequência didática, equilíbrio entre texto, imagem e espaço, harmonia visual, legibilidade das fontes e adequação das ilustrações e ícones. Também foram avaliadas a consistência do padrão visual e a uniformidade gráfica ao longo de todo o material, à luz dos parâmetros de qualidade definidos por Bessemer e Treffinger (1981).

Assim, o questionário configurou-se como um instrumento de validação multidimensional, capaz de integrar perspectivas pedagógicas, técnicas e formativas. Essa abordagem ampliou o alcance interpretativo da pesquisa e fortaleceu a confiabilidade dos resultados, permitindo uma avaliação que vai além da aparência ou da clareza textual, contemplando também o impacto formativo, a coerência teórica e a aplicabilidade prática do material. O uso do formato digital, aplicado imediatamente após a experiência formativa da oficina, assegurou respostas mais contextualizadas e reflexivas, contribuindo para o rigor metodológico e a robustez científica do processo de validação.

Análise

A interpretação dos dados foi conduzida segundo uma perspectiva qualitativa, na qual o objetivo não se restringe à quantificação das respostas, mas à identificação de significados, percepções e relações entre as categorias de análise (Bardin, 2016; Gil, 2022). A leitura e a sistematização das respostas seguiram o referencial da Análise de Conteúdo, conforme as etapas de pré-análise, exploração do material e

interpretação inferencial dos resultados (Bardin, 2016). Essa opção teórico-metodológica permitiu relacionar os dados empíricos aos fundamentos da Engenharia Didática, garantindo coerência entre a concepção do produto e sua validação.

As percepções dos participantes foram analisadas à luz dos princípios de Artigue (1995) e Chevallard (1982), que concebem a Engenharia Didática como um processo cíclico de planejamento, experimentação e validação, no qual o professor atua como pesquisador de sua própria prática.

Os resultados apontaram desempenho positivo do Produto Educacional em todas as dimensões avaliadas. No aspecto conceitual e metodológico, 85% dos participantes avaliaram sua compreensão sobre a Engenharia Didática como boa ou excelente, e 90% consideraram a metodologia apresentada adequada ou totalmente adequada para a compreensão dos conteúdos. Ademais, 80% afirmaram que o guia possibilitou identificar elementos da Engenharia Didática em planos de aula analisados, e 75% reconheceram seu valor como recurso didático para o ensino de Matemática, evidenciando o êxito na tradução dos fundamentos teóricos em orientações práticas.

Na dimensão formativa, as respostas qualitativas destacaram o caráter inovador do guia, a clareza conceitual e o potencial de aplicabilidade na formação docente, especialmente por promover reflexão crítica sobre o planejamento e o papel do professor como mediador. As análises também evidenciaram o reconhecimento da coerência entre teoria e prática, aspecto considerado central na validação de produtos educacionais (Nóvoa, 2017).

De modo geral, os dados revelam ampla aceitação do produto quanto à clareza metodológica, aplicabilidade prática e coerência visual. As variações pontuais nas respostas refletem a diversidade de trajetórias formativas e experiências docentes dos participantes, o que naturalmente influencia suas percepções e expectativas. Essa pluralidade, entretanto, enriquece a análise e amplia sua legitimidade ao contemplar diferentes perspectivas sobre o processo formativo.

A análise interpretativa das respostas confirma que o produto educacional alcançou seus objetivos de integrar fundamentos teóricos e aplicabilidade prática, demonstrando coerência entre concepção, execução e validação. A consistência das avaliações positivas nas diferentes dimensões sustenta a validação do guia como um recurso instrucional relevante, viável e de alta qualidade pedagógica, capaz de

promover reflexão crítica, aprendizagem significativa e formação docente contínua. Tais resultados corroboram a compreensão de que produtos educacionais, quando desenvolvidos de forma sistemática e teoricamente embasada, tornam-se instrumentos eficazes para a inovação e a melhoria das práticas docentes (Bessemer & Treffinger, 1981; Bardin, 2016; Mendonça et al., 2022).

Considerações

A realização da oficina evidenciou a importância de um planejamento cuidadoso e de escolhas didáticas estratégicas na condução de atividades formativas. A decisão de iniciar com a explanação sobre a fundamentação Teórica da Engenharia Didática mostrou-se acertada, já que todos os participantes desconheciam a metodologia de ensino. Essa introdução proporcionou o embasamento teórico necessário e nivelou o conhecimento do grupo, estabelecendo uma base comum que favoreceu a compreensão das etapas subsequentes.

A familiarização inicial com os princípios da Engenharia Didática motivou os participantes e estimulou sua atuação ativa. O contato com planos de aula do guia prontos, permitiu que buscassem identificar as quatro fases da metodologia, relacionando os conceitos teóricos à prática. Esse exercício os levou a refletir sobre escolhas metodológicas, estratégias de ensino e formas de avaliação. O embasamento anterior fornecido foi importante para que conseguissem estabelecer essa relação, ainda que inicial, entre a teoria e o planejamento de aula.

Assim o conhecimento prévio funcionou como uma referência orientadora, tornando o desenvolvimento das atividades referente ao guia, organizada e produtiva. A análise dos planos de aula do guia, por sua vez, consolidou-se como um momento fundamental, pois transformou a compreensão teórica em experiência concreta e promoveu uma reflexão crítica sobre a organização de atividades pedagógicas.

A alternância entre a validação do guia, momentos expositivos e práticas colaborativas permitiu que cada participante experimentasse, discutisse e refinasse suas ideias, promovendo um aprendizado ativo e significativo. A interação entre o grupo favoreceu a troca de experiências, a ampliação do repertório pedagógico e a identificação de desafios comuns. Essa dinâmica evidenciou que o apoio teórico inicial informa, mas também potencializa a criatividade e a autonomia.

A avaliação do *Guia Comentado: Engenharia Didática para Ensinar Matemática*, realizada durante toda a oficina, foi profundamente enriquecida pelo conhecimento adquirido. Isso possibilitou uma análise crítica e fundamentada, de forma que os participantes reconhecessem pontos fortes, identificassem aspectos a aprimorar e refletissem sobre a aplicabilidade prática do material. Essa reflexão reforçou a importância de integrar teoria e prática, evidenciando que a aprendizagem docente se constrói de forma consistente quando os conceitos são vivenciados.

Com base na experiência prática com os participantes, foi possível validar o *Guia Comentado: Engenharia Didática para Ensinar Matemática* como um recurso formativo, confirmando sua aplicabilidade e replicabilidade tanto para a formação inicial quanto continuada de professores.

A estrutura do Guia, que articula de forma sequencial a fundamentação teórica e a análise de planos de aula concretos, mostrou-se um diferencial. Essa organização permitiu que os participantes realizassem uma análise crítica e fundamentada, superando uma abordagem mecânica. Ao internalizarem os conceitos teóricos, foram capazes de relacioná-los com escolhas práticas de planejamento, evidenciando a aplicabilidade da metodologia proposta pelo Guia.

A replicabilidade do Guia foi comprovada por sua clareza e funcionalidade como um roteiro formativo, sem a necessidade de consulta a dissertação. A oficina serviu como campo de prova, demonstrando que a estrutura do material pode ser implementada por professores, das áreas de Pedagogia, Física além da Matemática, desde que seja realizada as devidas adaptações. O fato de participantes sem conhecimento prévio terem compreendido a Engenharia Didática, e também conseguido refletir criticamente sobre a estrutura de planos de aula, atesta o Guia como instrumento passível de reaplicação.

Dessa forma, a interação dos participantes com o material confirmou que o *Guia Comentado: Engenharia Didática para Ensinar Matemática*, cumpre seu propósito formativo: servir como um instrumento didático que articula teoria e prática, contribuindo para o desenvolvimento de competências pedagógicas reflexivas e fundamentadas.

Referências

ARTIGUE, M. Méthodologies de recherche en didactique des mathématiques : Où en sommes-nous ? **Educação Matemática Pesquisa Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 25–64, 2021. DOI: 10.23925/1983-3156.2020v22i3p025-064. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/51906>. Acesso em: 27 out. 2025.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016

Bessemer, S. P., & Treffinger, D. J. (1981). **Analysis of creative products**: review and synthesis. *The Journal of Creative Behavior*, 15(3), 158-178. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/j.2162-6057.1981.tb00287.x>. Acesso em: 27 out. 2025

CAPES. **Documento orientador dos APCN**: Área 46 Ensino. Brasília. CAPES. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/ensino1.pdf>. Acesso em: 27 out. 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/mauriciofacanha/ensino-superior/redacao-cientifica/livros/gil-a.-c.-como-elaborar-projetos-de-pesquisa.-sao-paulo-atlas-2002./view>. Acesso em: 27 out. 2025.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2013.

MORETTO, V. P. **Planejamento**: planejando a educação para o desenvolvimento de competências. Petrópolis: Vozes, 2007.

OSTERMANN, F.; REZENDE, F. Os mestrados profissionais em ensino das ciências da natureza no Brasil. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 21, n. 3, p. I-III, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320150030001>. Acesso em: 27 out. 2025.

PAIS, L. C. **Didática da Matemática**: uma análise da influência francesa. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

RÔÇAS, G.; BOMFIM, A. M. do. Do embate à construção do conhecimento: a importância do debate científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 24, n. 1, p. 3-7, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320180010001>. Acesso em: 27 out. 2025.

Recebido em:

Aprovado em:

CONSIDERAÇÕES

Esta investigação, ao delinear uma análise estrutural minuciosa de onze planos de aula à luz dos princípios fundamentais da Engenharia Didática, permitiu superar a verificação de um modelo teórico, revelando-se uma ferramenta com potencial para desvendar as complexas relações entre a arquitetura do planejamento educacional e a prática pedagógica reflexiva.

A exploração sistemática dos planos de aula selecionados evidenciou um fenômeno de relevância significativa: a presença majoritária e estruturante dos elementos que compõem o ciclo interativo da Engenharia Didática: análises prévias, concepção e análise *a priori*, experimentação, e análise *a posteriori* e validação.

Esta constatação não sugere uma aplicação literal ou consciente do referencial, mas, antes, indica que a Engenharia Didática opera como uma sistematização teórica de processos que são inerentes a um planejamento docente robusto e intencional, capturando e organizando a lógica subjacente a uma prática de planejamento de qualidade que busca superar a improvisação e o empirismo puro, ecoando a ideia de que o ato de planejar é, em sua essência, um ato de mediação entre o conhecimento teórico e a realidade complexa da sala de aula.

As análises demonstraram, com notável clareza, os planos mais consistentes superaram um diagnóstico genérico do nível dos alunos. Os Planos, como os identificados como PL2 e PL6, distinguem-se por realizarem uma autêntica antecipação de obstáculos epistemológicos, não se limitando a prever onde os alunos terão dificuldade, mas identificando barreiras conceituais profundas, como a compreensão da natureza dedutiva de uma demonstração matemática em oposição a uma verificação empírica, ou à distinção fundamental entre ângulos centrais e inscritos numa circunferência.

Tal entendimento ressoa profundamente com a noção de que a aprendizagem significativa avança por meio da superação de rupturas e obstáculos que são constitutivos do próprio conhecimento. Paralelamente, a previsão de dificuldades de natureza procedural, como o domínio técnico no manuseio de instrumentos de geometria ou a execução fluente de operações algébricas envolvendo radicais, evidencia uma compreensão holística da aprendizagem que integra a dimensão conceitual e a dimensão operatória.

Esta previsão é importante para a criação de situações didáticas que possam efetivamente desafiar e direcionar o aluno à construção do saber, pois permite ao professor preparar-se para mediar nos pontos críticos do processo. A exceção representada por um plano de análise superficial, como o PL9, atua como um contraponto elucidativo, reforçando categoricamente a tese central de que o rigor e a profundidade investidos nesta fase inicial são

determinantes para a coerência e eficácia potencial de toda a sequência de ensino.

No que concerne à fase de concepção e análise *a priori*, a investigação revelou que os planos PL1 ao PL8 e PL10 e PL11 planos analisados não se resume a uma listagem de tarefas a serem cumpridas, caracterizando-se, antes, pela elaboração de hipóteses precisas sobre as possíveis ações e estratégias dos alunos face às situações problema propostas. Esta antecipação, que não é um mero exercício de adivinhação, mas uma projeção fundamentada pelas análises prévias, materializa-se em roteiros de intervenção pedagógica extremamente específicos, frequentemente formulados na modalidade de questionamentos dirigidos e provocativos que visam fomentar um processo interno de reflexão e reorganização cognitiva, evidenciando a compreensão da mediação pedagógica como um diálogo orientado para a construção autônoma do conhecimento, na qual o professor atua como mediador que estimula o pensamento.

Tal abordagem corrobora a visão do saber docente como fundamentalmente plural e heterogêneo, exigindo a mobilização e articulação de conhecimentos de natureza diversas para gerir a imprevisibilidade inerente ao ambiente de aprendizagem.

Quanto à dimensão da experimentação, a análise permitiu concluir que os planos estudados conceitualizam esta fase além da execução de um roteiro pré-estabelecido, posicionando o professor no papel de investigador em ação, incumbido da observação sistemática e intencional das produções e interações discentes. As orientações detalhadas fornecidas nos planos, funcionando como um guia de observação e intervenção, constituem um suporte concreto para o desenvolvimento de uma postura reflexiva, em perfeita sintonia com as orientações contemporâneas para o desenvolvimento profissional docente. Esta estrutura convida o professor a assumir a postura de um pesquisador crítico da sua própria prática.

Por fim, a identificação da previsão de mecanismos de análise *a posteriori* e validação representa, talvez, o elemento de maior sofisticação pedagógica nos planos analisados, com a instituição de momentos estruturados para socialização e comparação de estratégias, demonstrando que os planos foram concebidos para gerar dados que permitam avaliar não só a aprendizagem dos alunos, mas também a pertinência didática do plano, fechando, assim, o ciclo interativo da Engenharia Didática e conferindo-lhe o seu caráter de pesquisa e desenvolvimento, afastando-a de modelos prescritivos e aproximando-a de uma epistemologia da prática docente reflexiva.

Deste processo analítico emergiu o produto educacional "*Guia Comentado: Engenharia Didática para Ensinar Matemática*", concebido com o objetivo de contribuir com a formação docente e disseminar aos professores a metodologia da Engenharia Didática e suas quatro fases, construindo como estas se manifestam nos planos de aula, fomentando a elaboração de

planejamentos intencionais para a aprendizagem, nos quais o professor assume o papel de mediador do processo de ensino e aprendizagem. Especificamente, o guia foi desenvolvido para operacionalizar e fornecer instrumentos que auxiliem o professor. Dessa forma, o produto se configura como uma ferramenta prática que conecta a teoria da Engenharia Didática à ação pedagógica cotidiana.

Para tanto, o Produto possibilitou que os professores conhecessem as quatro fases da Engenharia Didática e compreendessem sua contribuição para a elaboração de planos de aula. Essa compreensão foi facilitada pela análise dos planos selecionados, que foram sinalizados por meio de *post-its* coloridos, indicando cada uma de suas fases constitutivas, permitindo uma visualização da aplicação da metodologia.

A validação do guia, conduzida por meio da oficina pedagógica realizada presencialmente, com 20 participantes, entre licenciandos e professores da rede estadual de Uberlândia, proporcionou as ações como recurso formativo. Os resultados demonstraram receptividade tanto na apropriação conceitual da Engenharia Didática quanto na aplicabilidade e replicabilidade metodológica do produto. Os participantes destacaram a clareza na apresentação das quatro fases, a utilidade dos protocolos de observação e a pertinência dos exemplos comentados, consolidando, assim, o objetivo central de conciliar fundamentação teórica e prática.

A aprovação do guia, atestada por sua clareza expositiva, qualidade técnica e relevância formativa, confirmou seu potencial para a possibilidade de suprir lacunas historicamente presentes entre a formação docente e as demandas da prática escolar. Sua receptividade o consolida não apenas como um produto tangível da pesquisa, mas como um recurso na mediação entre o conhecimento especializado e a ação pedagógica cotidiana. Embora a Matemática tenha sido o campo de aplicação inicial, a natureza metodológica da Engenharia Didática que o fundamenta possibilita a viabilidade de adaptar sua estrutura para outros componentes curriculares, como ocorrido com os alunos e professores participantes da oficina, oriundos dos cursos de Física e Pedagogia, além da Matemática.

Em relação ao problema inicial desta pesquisa, a Engenharia Didática configura-se presente nos planos de aula de Geometria para o 9º ano do Ensino Fundamental propostos pela Revista Eletrônica Nova Escola no período de 2019 a 2023, não como uma metodologia prescritiva, mas como uma lente epistemológica que confere o rigor e a intencionalidade ao ato de planejar. Ao fornecer um quadro teórico-operativo que articula, de forma coerente, os diversos saberes da docência em um ciclo virtuoso de ação, observação, reflexão e reapropriação, esta abordagem transforma o planejamento em um exercício de mediação

pedagógica na investigação científica. A arquitetura cíclica e interativa da Engenharia Didática, longe de engessar a prática, liberta o professor de modelos lineares e mecanicistas, convidando-o a uma postura investigativa permanente frente aos desafios do ensinar e aprender.

Conclui-se, portanto, que os planos de aula analisados, em sua maioria, incorporam a essência do processo de Engenharia Didática, ainda que de modo implícito e não declarado. Cabe, então, à formação de professores inicial e continuada, a tarefa de tornar esses princípios metodológicos explícitos, convertendo a intuição pedagógica em uma prática sistemática, reflexiva e intencional.

O Produto Educacional desenvolvido e validado posiciona-se como contributo significativo para esta tarefa, oferecendo um instrumento concreto de apoio aos professores em seu percurso formativo. Além de sua função imediata na prática docente, o material também apresenta forte potencial para ser apropriado em outros espaços formativos, tais como programas de formação continuada, oficinas pedagógicas ou grupos colaborativos de professores.

Espera-se que este trabalho, em sua dupla dimensão de investigação teórica e desenvolvimento de produto aplicado, possa inspirar e equipar os docentes em direção a um ensino de Matemática significativo, no qual o planejamento supere a atividade burocrática, para se tornar processo contínuo de investigação e ação sobre a própria prática. Ao promover a articulação consciente entre teoria e prática, entre diagnóstico e intervenção, entre planejamento e validação, esta pesquisa aspira a contribuir para uma educação matemática de qualidade, relevante e transformadora.

REFERÊNCIAS

- ALMOULOUD, S. A. **Fundamentos da Didática da Matemática**. São Paulo: Editora UFPR, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/233324566_Fundamentos_da_didatica_da_Matemat_ica. Acesso em: 24 jul. 2024.
- ALMOULOUD, S. Ag; DA SILVA, M. J. F. Engenharia didática: evolução e diversidade Didactic engineering: evolution and diversity. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 7, n. 2, p. 22-52, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2012v7n2p22>.
- ALVES, E. M. S. **Ludicidade e o Ensino de Matemática**. Campinas: Papirus, 2006. Disponível em: <https://books.google.com>. Acesso em: 24 jul. 2024.
- ARTIGUE, M. **Ingénierie Didactique**. Recherches en Didactique des Mathématiques. Grenoble: La Pensée Sauvage-Éditions, v. 9.3, p. 281-308, 1998. Disponível em: <https://revue-rdm.com/1988/ingenierie-didactique-2/>. Acesso em: 25 jul. 2024.
- ARTIGUE, M.; DOUADY, R.; MORENO, L.; GÓMEZ, P. **O ensino dos princípios do cálculo**: problemas epistemológicos, cognitivos e didáticos. Engenharia didática em educação matemática, 1, 97-140, 1995. Disponível em: <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/b2de6fb2-cfde-47b8-8d54-c56e044cc33e/content#page=105>. Acesso em: 24 jul. 2024.
- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa**. São Paulo, 1982. Disponível em: <https://umbu.uft.edu.br/bitstream/11612/2431/1/Uso%20de%20simuladores%20para%20potencializar%20a%20aprendizagem%20no%20ensino%20de%20F%C3%ADsica.pdf#page=18>. Acesso em: 01 ago. 2024.
- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. Disponível em: <https://www.kufunda.net/publicdocs/a%20formacao%20do%20espírito%20cientifico.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2025.
- BELTRAN, M. H. R. História da ciência e ensino: algumas considerações sobre a construção de interfaces. In: WITTER, G. P.; FUJIWARA, R. (Org.). **Ensino de Ciências e Matemática**: análise de problemas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2009. p. 179-208.
- BOURDIEU, P. **Usos sociais da ciência**. Unesp, 2004. Disponível em: <https://books.google.com>. Acesso em: 22 nov. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 16 mai. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução nº 2, de 20 de dezembro de 2019. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, DF, n. 247, p. 115-119, 23 dez. 2019. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2019-pdf/135951-rcp002-19/file>. Acesso em: 16 mai. 2024.

BROUSSEAU, G. **Perspective pour la didactique des mathématiques**: vingt ans de didactique des mathématiques en France. Paris: La Pensée Sauvage, 1994.

BROUSSEAU, G. Os diferentes papéis do professor. *In*: PARRA, C.; SAIZ, I. (Orgs.). **Didática da matemática**: reflexões psicopedagógicas. Porto Alegre: Artmed, 1996.

BROUSSEAU, G. **Introdução ao Estudo das Situações Didáticas**: Conteúdos e métodos de ensino. São Paulo: Ática, 2008.

BRUM, W. P.; SCHUHMACHER, E. A Engenharia Didática Como Campo Metodológico Para o Planejamento de Aula de Matemática: Análise de Uma Experiência Didática Para o Estudo de Geometria Esférica. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, [S. l.], v. 6, n. 2, 2015. DOI: 10.17921/2176-5634.2013v6n2p%p. Disponível em: <https://jiiem.pgsscogna.com.br/jiiem/article/view/93>. Acesso em: 24 jul. 2024.

CANDAU, V.M. **A didática em questão**. São Paulo: Editora Vozes Limitada, 2011. Disponível em: <https://books.google.com>. Acesso em: 24 jul. 2024.

CHEVALLARD. Y. Sur L'ingénierie Didactiques. **IREM**: d'Aix Marseille. Paris, 1-51. 1982. Disponível em: CHEVALLARD. Y. La Transposition didactique. Paris: La Pensée Sauvage Édition, 1991.

D'AMORE, B., PINILLA, M. I. F. A formação dos professores de matemática: problema pedagógico, didático e cultural. **Canoas. Acta Scientiae**, v.11, n.2, p. 7-38. 2009 Disponível em: <http://posgrad.ulbra.br/periodicos/index.php/acta/article/view/42/39>. Acesso em: 07 ago. 2024.

DE CAMPOS GONÇALVES, Carmen Érica Lima; *et al.* (Alguns) desafios para os Produtos Educacionais nos Mestrados Profissionais nas áreas de Ensino e Educação. **Educitec-Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 5, n. 10, 2019. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/500>. Acesso em: 23 set. 2024.

DE LIMA, R. G. **Engenharia Didática em um processo de formação continuada**: um estudo de conhecimentos de uma professora de matemática. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/4022>. Acesso em: 05 fev. 2025.

GALVEZ, G. A didática da matemática. **Didática da Matemática**: Reflexões Psicopedagógicas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44863304/didatica_da_matematica_-_Parra-libre.pdf?1461008324=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDidatica_da_matematica_Parra.pdf&Expires=1741377171&Signature=U6cP8PjliDX3s5YOEXk2am6nzUzrggQT8kwS~VJgm~1QoShojJH-zqUc6b86DXJLrRtyi9HQw9fzW1Np0p~kMs-07MyfPEWepH5~U6R6DrRs-zsusKOB9rB5~UD9LnYJUs5WjocXGXczU3Vv1BuYPRklbrCkC9odnl5HKaI8sVmEjtN55qhpur7t5xttidFpmziH~hFHXL92~qbcDQuC0T6yXjDIXIX3RJoG~vsJrI-tPZ~0pj3jWrijlFPHRhup0GEQtHFGP-UDdl8wepSFEztFXGrMSfHiWuefeLrWKU7X6We-

SmKCmltrtOkpzek32xdI0IOJH-VzIZqLkOIllg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA Acesso em: 20 jul. 2024.

GARCIA, C. M.; VAILLANT, D. **Desarrollo profesional docente: ¿ cómo se aprende a enseñar?**. Narcea Ediciones, 2009. Disponível em: <https://novaescola.zendesk.com/hc/pt-br/articles/360000416123-Hist%C3%B3ria-da-Nova-Escola> Acesso em: 24 jul. 2024.

IMBERNÓN, F. **Formação continuada de professores**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2010.

KAMII, Constance. **A criança e o número**. 34. ed. Trad.: Regina A. de Assis. 2006.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez Editora, 2013.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez Editora, 2017.

MALHEIROS, B. T. Uma breve história das formas de ensinar. **Didática geral**. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

MARIM, V.; MANSO, J. **A formação inicial do professor de educação básica no Brasil e na Espanha**. Fahren House, 2018. Disponível em: <https://books.google.com>. Acesso em: 24 jul. 2024.

MARTINS, P. L. O. **Didática teórica/Didática prática**. Edições Loyola, 1993. Disponível em: <https://books.google.com>. Acesso em: 24 jul. 2024.

MENDONÇA, A. P.; RIZZATTI, I. M.; RÔÇAS, G.; FARIAS, M. S. F. de. O que contém e o que está contido em um Processo/Produto Educacional? : Reflexões sobre um conjunto de ações demandadas para Programas de Pós-Graduação na Área de Ensino. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, v. 8, n. :, p. e211422, 2022. DOI: 10.31417/educitec.v8.2114. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/2114>. Acesso em: 3 out. 2024.

MERCADO, L. P. L. et al. **Formação docente e novas tecnologias**. In: IV Congresso RIBIE, Brasília. 1998. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/1324>. Acesso em: 25 jul. 2024.

MIRANDA, M. G. **Pedagogias psicológicas e reforma educacional**. In: DUARTE, N. (org.). Sobre o construtivismo: contribuições a uma análise crítica. 2. ed. São Paulo: Autores Associados, 2005. p. 23-41.

MOREIRA, A.F.B. A didática e o currículo: aproximações e diálogo. **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 23, n. 3, p. 11-26, jul./dez. 1998. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/educacaoe realidade/article/view/71328>. Acesso em: 24 jul. 2024.

MOROSINI, M. C.; FERNANDES, C. M. B. Estado do Conhecimento: conceitos, finalidades e interlocuções. **Educação Por Escrito**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 154–164, 2014. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/index.php/poescrito/article/view/18875>. Acesso em: 24 jul. 2024.

MOROSINI, M; DO NASCIMENTO, L. M; DE NEZ, E. Estado de conhecimento: a metodologia na prática. **Humanidades & Inovação**, v. 8, n. 55, p. 69-81, 2021. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/4946>. Acesso em: 22 nov. 2024

OSTERMANN, F.; REZENDE, F. Os mestrados profissionais em ensino das ciências da natureza no Brasil. **Ciênc. educ.**, Bauru, v. 21, n. 3, p. I-III, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320150030001/>.

PAIS, L. C. **Didática da Matemática**: uma análise da influência francesa. Autêntica, 2002. Disponível em: <https://books.google.com>. Acesso em: 24 jul. 2024.

REZENDE, F.; OSTERMANN, F. O protagonismo controverso dos mestrados profissionais em ensino de ciências. **Ciênc. educ.**, Bauru, v. 21, n. 3, p. 543-558, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320150030002>.

RÔÇAS, G.; BOMFIM, A. M. do. Do embate à construção do conhecimento: a importância do debate científico. **Ciênc. educ.** (Bauru), v. 24, n. 1, p. 3-7, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320180010001>.

ROLDÃO, M. do C. N. Formação de professores e desenvolvimento profissional. **Revista de Educação PUC-Campinas**, v. 22, n. 2, p. 191-202, 2017. DOI: <https://doi.org/10.24220/P1519-3993-2017220200003>.

ROMANOWSKI, J. P; ENS, R.T. As pesquisas denominadas do tipo Estado da Arte em educação. **Revista Diálogo Educacional**, v. 6, n. 19, p. 37-50, 2006. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/de/v06n19/v06n19a04.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2024.

SADOVSKY, P. La teoría de situaciones didácticas: un marco para pensar y actuar la enseñanza de la matemática. **Reflexiones teóricas para la educación matemática**, v. 5, p. 13-66, 2005. Disponível em: https://compematetic.com/matetic/tac/jgm_blog/didact_mate/4.%20La%20Teor%C3%ADa%20de%20las%20Situaciones%20Did%C3%A1cticas%20un%20Marco%20para%20Pensar%20y%20Actuar%20en%20la%20Ense%C3%B1anza%20de%20la%20Matem%C3%A1tica..pdf Acesso em: 15 ago. 2024.

SILVA, A. P. P.N. da; SOUZA, R.T.de; VASCONCELLOS, V. M. R. de. O Estado da Arte ou o Estado do Conhecimento. **Educação**, v. 43, n. 3, 2020. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/index.php/faced/article/view/37452>. Acesso em: 24 jul. 2024.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2002.

VYGOTSKY, L.S. et al. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone; EDUSP, 1988.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. São Paulo: Penso Editora, 2015. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=ypr9CAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT157&ots=xywm0FRq->

E&sig=wwwjKJkkBJhqAmJF9nDz1ar8x3g#v=onepage&q&f=false Acesso em: 16 dez. 2024.