

A ARTICULAÇÃO ENTRE ENGENHARIA DIDÁTICA E MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO DE MATEMÁTICA

THE ARTICULATION BETWEEN TEACHING ENGINEERING AND MATHEMATICAL MODELING IN MATHEMATICS TEACHING

 <https://doi.org/10.63330/armv2n9-008>

Submetido em: 17/09/2026 e Publicado em: 24/09/2026

ARM: e262312

Valdivino Alves de Sousa

Mestre em Educação pela Universidad Europea del Atlántico (Espanha), Licenciado e Bacharel em Matemática, Graduado em Pedagogia, Ciências Contábeis, Direito e Psicologia (CRP 06/198683). Especialista em Educação Matemática Comparada, Psicopedagogia, Gestão da Segurança e Tecnologia da Informação e Terapia Cognitivo-Comportamental. Professor, Contador (CRC-SP) e pesquisador nas áreas de Educação Matemática e Formação de Professores
E-mail: valdivinosousa.mat@gmail.com

Resumo

Este artigo analisa a articulação entre Engenharia Didática e Modelagem Matemática como possibilidade metodológica para o ensino de Matemática orientado por investigação e problematização. O estudo sistematiza fundamentos das duas perspectivas, identifica convergências e diferenças e propõe uma organização didático-modeladora para orientar planejamento, experimentação e análise de situações de aprendizagem. Adota-se abordagem qualitativa, bibliográfica e teórico-propositiva, fundamentada em estudos da Educação Matemática e em sistematização conceitual do tema. A análise indica que a Engenharia Didática estrutura o olhar do professor sobre o processo de ensino, enquanto a Modelagem amplia as possibilidades de investigação de fenômenos e problemas significativos. A articulação preserva a identidade de cada perspectiva e organiza situações em que estudantes formulam perguntas, selecionam dados, elaboram hipóteses, matematizam fenômenos, constroem modelos e interpretam resultados. Como contribuição, apresenta-se uma situação didático-modeladora sobre consumo de energia elétrica, organizada pelas quatro fases da Engenharia Didática. Conclui-se que a articulação pode aproximar conhecimento matemático, realidade e investigação docente, dependendo de planejamento, mediação e análise das evidências de aprendizagem.

Palavras-chave: Educação Matemática; Engenharia Didática; Ensino de Matemática; Modelagem Matemática; Situações didático-modeladoras.



Abstract

This article analyzes the articulation between Didactic Engineering and Mathematical Modeling as a methodological possibility for teaching Mathematics guided by investigation and problematization. The study systematizes the foundations of the two perspectives, identifies convergences and differences and proposes a didactic-modeling organization to guide planning, experimentation and analysis of learning situations. A qualitative, bibliographical and theoretical-propositional approach is adopted, based on studies of Mathematics Education and conceptual systematization of the topic. The analysis indicates that Didactic Engineering structures the teacher's view of the teaching process, while Modeling expands the possibilities for investigating significant phenomena and problems. Articulation preserves the identity of each perspective and organizes situations in which students formulate questions, select data, develop hypotheses, mathematize phenomena, build models and interpret results. As a contribution, a didactic-modeling situation on electrical energy consumption is presented, organized by the four phases of Didactic Engineering. It is concluded that articulation can bring together mathematical knowledge, reality and teaching research, depending on planning, mediation and analysis of learning evidence.

Keywords: Didactic Engineering; Didactic-modeling situations; Mathematical Modeling; Mathematics Education; Teaching Mathematics.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Matemática enfrenta o desafio de produzir aprendizagens que ultrapassem a execução mecânica de procedimentos. Em diferentes contextos escolares, estudantes podem demonstrar domínio de algoritmos em situações convencionais e, simultaneamente, encontrar dificuldades quando precisam interpretar fenômenos, selecionar informações, justificar estratégias ou utilizar conhecimentos matemáticos diante de situações que não apresentam de antemão um caminho de resolução. Esse cenário reforça a necessidade de práticas pedagógicas que articulem conhecimento conceitual, investigação, resolução de problemas, argumentação e leitura crítica da realidade.

Nesse contexto, a Engenharia Didática e a Modelagem Matemática constituem perspectivas que podem contribuir para a reorganização do trabalho pedagógico. A Engenharia Didática, associada à tradição francesa da Didática da Matemática, consolidou-se como metodologia de pesquisa e como forma de estruturar processos de concepção, experimentação, observação e análise de situações de ensino. Artigue (2014) caracteriza essa tradição pela centralidade atribuída ao desenho e à experimentação de sequências de ensino, com uma validação interna apoiada na comparação entre análises a priori e a posteriori.



A Modelagem Matemática, por sua vez, aproxima a atividade matemática de fenômenos, problemas e situações que demandam investigação, escolhas, simplificações, representações e interpretação de resultados (Barbosa, 2004; Bassanezi, 2002; Biembengut; Hein, 2000).

A aproximação entre essas perspectivas não significa considerar Engenharia Didática e Modelagem Matemática como sinônimos. A primeira concentra-se na organização, análise e investigação do processo didático; a segunda enfatiza a investigação de situações por meio da Matemática e a construção de modelos para representar, compreender ou tomar decisões sobre fenômenos. A literatura já identificou relações de complementaridade entre modelagem e sequências didáticas, destacando que atividades de modelagem podem integrar conceitos e aproximar a Matemática de situações reais, ao mesmo tempo em que podem exigir complementação didática para aprofundar determinados conteúdos (Borges; Nehring, 2008).

A questão que orienta este estudo é: de que maneira a articulação entre Engenharia Didática e Modelagem Matemática pode contribuir para a organização de situações de ensino em que a aprendizagem matemática seja associada à investigação de problemas da realidade? A pergunta delimita o estudo à dimensão metodológica e pedagógica da articulação, sem pretender demonstrar empiricamente efeitos de aprendizagem.

O objetivo geral consiste em analisar fundamentos e possibilidades de articulação entre Engenharia Didática e Modelagem Matemática no ensino de Matemática. Como objetivos específicos, busca-se: a) sistematizar características centrais das duas perspectivas; b) identificar convergências, diferenças e complementaridades; c) discutir o papel do professor e do estudante nesse processo; e d) propor uma situação didático-modeladora organizada pelas quatro fases da Engenharia Didática.

A relevância do estudo está relacionada à necessidade de construir propostas de ensino que mantenham rigor conceitual e, simultaneamente, criem oportunidades para que os estudantes investiguem situações significativas. A proposta também procura contribuir para a formação docente, ao apresentar uma estrutura que pode apoiar o professor no planejamento de variáveis didáticas, na antecipação de estratégias, na observação de evidências e na revisão de suas escolhas pedagógicas.

O artigo está organizado em cinco partes principais. Após esta introdução, apresenta-se a fundamentação teórica sobre Engenharia Didática, Modelagem Matemática e sua articulação. Em seguida, descreve-se o percurso metodológico da pesquisa. Na seção de resultados e discussão, sistematizam-se as contribuições da articulação e apresenta-se uma situação didático-modeladora sobre consumo de energia elétrica. Por fim, discutem-se as contribuições, limites e possibilidades da proposta.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A fundamentação teórica parte da compreensão de que o ensino de Matemática pode ser investigado como uma prática situada, na qual conteúdos, estudantes, professor, recursos, tarefas e condições de



aprendizagem estabelecem relações. Nessa perspectiva, o planejamento não constitui apenas uma etapa administrativa, mas uma atividade intelectual na qual o professor formula hipóteses sobre o funcionamento de uma situação de ensino e define elementos que poderão ser observados e analisados posteriormente.

2.1 ENGENHARIA DIDÁTICA: CONCEPÇÃO E FASES

A Engenharia Didática surgiu no campo da Didática da Matemática como uma resposta à necessidade de articular produção teórica e experimentação em situações reais de ensino. Artigue (1988) descreve a Engenharia Didática como um esquema experimental apoiado em realizações didáticas em sala de aula, envolvendo concepção, realização, observação e análise de sequências de ensino. Essa formulação desloca a atividade do professor-pesquisador para uma perspectiva na qual as decisões de planejamento podem ser explicitadas, confrontadas com evidências e revistas.

A metodologia clássica organiza-se em quatro fases. A primeira, denominada análises preliminares, envolve o estudo do conteúdo, dos conhecimentos prévios dos estudantes, das condições institucionais, das dificuldades esperadas e dos conhecimentos didáticos disponíveis. A segunda corresponde à concepção e análise a priori, momento em que a sequência é construída e são antecipadas estratégias, obstáculos, variáveis didáticas e comportamentos possíveis. A terceira é a experimentação, quando a situação é efetivamente desenvolvida com os estudantes e são produzidos registros sobre o que acontece. A quarta compreende a análise a posteriori e a validação, mediante o confronto entre o previsto e o observado (Artigue, 1988).

A análise a priori possui papel decisivo porque impede que o planejamento se reduza à definição de um enunciado. É necessário perguntar quais conhecimentos a tarefa pode mobilizar, quais estratégias são plausíveis, que obstáculos podem surgir, quais variáveis podem ser alteradas e que intervenções do professor são compatíveis com a autonomia pretendida. A situação didática, portanto, é entendida como uma organização complexa de condições, relações, recursos e expectativas de aprendizagem.

Na análise a posteriori, as produções dos estudantes, os registros das interações e os resultados observados são interpretados à luz das hipóteses formuladas anteriormente. A validação não significa comprovar que uma sequência é universalmente eficaz, mas analisar a coerência entre as previsões e o funcionamento efetivamente observado. Artigue (2014) ressalta justamente a dimensão interna dessa validação, baseada na confrontação entre as análises a priori e a posteriori.

A Engenharia Didática, nesse sentido, pode contribuir para uma cultura profissional na qual o professor observa sua própria prática de maneira sistemática. A dificuldade apresentada por um estudante deixa de ser interpretada apenas como insuficiência individual e pode ser tomada como indício para investigar a tarefa, as representações mobilizadas, as variáveis didáticas, os conhecimentos prévios ou as



intervenções realizadas. Essa mudança amplia a responsabilidade do professor como planejador e pesquisador de sua prática.

2.2 MODELAGEM MATEMÁTICA COMO INVESTIGAÇÃO

A Modelagem Matemática possui diferentes concepções na literatura, mas um elemento recorrente é a relação entre Matemática e situações que demandam investigação. Barbosa (2004) apresenta a modelagem como um ambiente de aprendizagem associado à problematização e à investigação. Nessa perspectiva, os estudantes não recebem apenas um problema matemático já estruturado: podem participar da formulação de perguntas, da busca e seleção de informações, da organização dos dados e da reflexão sobre os resultados.

Bassanezi (2002) compreende a modelagem como um processo que aproxima problemas da realidade de problemas matemáticos, conduz à resolução e retorna à realidade por meio da interpretação das soluções. Biembengut e Hein (2000), por sua vez, enfatizam a construção de modelos como processo que exige conhecimentos matemáticos, interpretação, criatividade e escolhas. Essas abordagens ajudam a compreender que o modelo matemático não é simplesmente uma fórmula, mas uma representação construída para determinada finalidade.

A perspectiva de Blum e Niss (1991) amplia essa discussão ao situar resolução de problemas, aplicações e modelagem como campos relacionados à aprendizagem matemática. A atividade de modelagem envolve a passagem entre diferentes domínios de representação: uma situação real ou extramatemática é interpretada, simplificada, matematizada, analisada e novamente relacionada ao fenômeno de origem. Esse movimento exige que o estudante tome decisões sobre variáveis, dados, hipóteses e formas de representação.

O processo de modelagem, portanto, pode ser compreendido como um movimento investigativo: realidade, problema, investigação, dados, hipóteses, matematização, modelo, resolução, interpretação e validação. Essa sequência é apresentada aqui como uma organização didática e não como um algoritmo rígido. A investigação pode exigir retorno aos dados, reformulação da pergunta, alteração de hipóteses ou construção de outro modelo. A validação ocorre quando o estudante examina se o modelo e seus resultados são coerentes com as condições da situação e com a finalidade estabelecida.

Essa característica distingue a modelagem de uma atividade meramente contextualizada. Um problema pode utilizar números relativos a uma situação cotidiana e ainda exigir apenas a aplicação de um procedimento previamente definido. Na modelagem, há espaço para decisões sobre o próprio problema, sobre os dados e sobre o modelo. A atividade matemática passa a envolver interpretação, argumentação, escolha e revisão.



2.3 ENGENHARIA DIDÁTICA E MODELAGEM MATEMÁTICA: APROXIMAÇÕES E DIFERENÇAS

A aproximação entre Engenharia Didática e Modelagem Matemática é sustentada por uma preocupação comum com a atividade matemática em situações de ensino, mas as duas perspectivas ocupam posições diferentes no processo. A Engenharia Didática fornece uma arquitetura para planejar, experimentar, observar e analisar uma situação didática. A Modelagem Matemática fornece um contexto investigativo no qual o estudante pode mobilizar Matemática para compreender um fenômeno, responder a uma questão ou construir uma representação.

Borges e Nehring (2008) já discutiam a relação de complementaridade entre Modelagem Matemática e sequências didáticas, destacando que a modelagem pode integrar conceitos e favorecer a associação entre conteúdos matemáticos e situações reais, embora a aprendizagem dos conteúdos planejados possa demandar outras sequências e intervenções. Essa constatação é importante porque impede que a articulação seja tratada como uma simples soma de técnicas.

A partir dessa literatura, a articulação pode ser compreendida por três princípios. Primeiro, cada perspectiva mantém sua identidade: a Engenharia Didática não se reduz a um roteiro de modelagem, e a Modelagem não se transforma em uma simples técnica de execução de uma sequência. Segundo, a relação ocorre por complementaridade: a Engenharia Didática organiza a perspectiva do professor e da investigação didática, enquanto a Modelagem amplia a perspectiva investigativa do estudante. Terceiro, a qualidade da articulação deve ser examinada pelas evidências produzidas durante o processo, considerando tanto a aprendizagem matemática quanto o funcionamento da situação.

A sistematização apresentada por Sousa (2026) utiliza a expressão situações didático-modeladoras para designar situações nas quais a intencionalidade didática e a investigação por modelagem são planejadas conjuntamente. Nessa concepção, uma situação didático-modeladora não é apenas um problema contextualizado. Ela pressupõe uma escolha intencional do professor, um fenômeno investigável, possibilidades de decisão matemática pelos estudantes e um conjunto de evidências que poderá ser analisado sob a perspectiva da Engenharia Didática.

A articulação também redefine a noção de validação. Na Modelagem, valida-se a adequação do modelo às condições da situação e à finalidade estabelecida. Na Engenharia Didática, analisa-se o funcionamento da situação de ensino mediante o confronto entre o previsto e o observado. Quando articuladas, as duas validações podem dialogar: o estudante questiona se o modelo representa adequadamente o fenômeno, enquanto o professor investiga se as condições didáticas favoreceram a produção e compreensão desse modelo.



3 METODOLOGIA

O estudo caracteriza-se como pesquisa qualitativa, bibliográfica e de natureza teórico-propositiva. A opção metodológica decorre do objetivo de analisar conceitos e relações entre Engenharia Didática e Modelagem Matemática, sem realizar, nesta etapa, uma intervenção empírica com estudantes. A pesquisa bibliográfica foi orientada por obras clássicas e estudos acadêmicos sobre Engenharia Didática, Modelagem Matemática, resolução de problemas, sequências didáticas e Educação Matemática, complementados por documentos curriculares oficiais e pela sistematização conceitual apresentada em Sousa (2026).

O percurso analítico foi organizado em quatro movimentos. Primeiro, identificaram-se características centrais da Engenharia Didática, especialmente suas quatro fases e o princípio de confronto entre análise a priori e análise a posteriori. Segundo, sistematizaram-se características da Modelagem Matemática relacionadas à problematização, investigação, coleta e seleção de dados, matematização, construção de modelos, resolução, interpretação e validação. Terceiro, foram comparadas as funções pedagógicas das duas perspectivas, buscando identificar convergências e diferenças. Quarto, os elementos convergentes foram organizados em uma proposta de situação didático-modeladora.

A análise não pretende produzir generalizações estatísticas. Seu resultado é uma síntese conceitual que procura transformar elementos teóricos em uma estrutura de planejamento utilizável pelo professor. A proposta didático-modeladora apresentada na seção seguinte é, portanto, uma construção teórica. Ela não deve ser interpretada como intervenção empiricamente validada. Sua validação educacional dependeria de experimentação em contexto escolar, registro das produções dos estudantes, análise a posteriori e novas aplicações.

Como critérios de análise, foram considerados: a coerência entre problema e objetivos de aprendizagem; a possibilidade de investigação pelos estudantes; a presença de variáveis didáticas explicitáveis; a produção e interpretação de dados; a possibilidade de construção de modelos; o papel mediador do professor; e a existência de evidências que permitam confrontar previsões e resultados. Esses critérios orientam tanto a discussão teórica quanto a elaboração da situação proposta.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise bibliográfica permite sustentar que a articulação entre Engenharia Didática e Modelagem Matemática pode ser organizada como uma relação de complementaridade metodológica. O principal resultado teórico desta revisão é a identificação de uma divisão funcional que não separa as perspectivas, mas esclarece suas contribuições: a Engenharia Didática oferece ao professor uma estrutura de concepção, previsão, experimentação e análise; a Modelagem Matemática oferece aos estudantes um ambiente de investigação no qual a Matemática é mobilizada para compreender e representar situações. Essa divisão funcional reduz o risco de confundir as duas perspectivas e favorece um planejamento mais explícito.



4.1 DA SITUAÇÃO REAL À SITUAÇÃO DIDÁTICO-MODELADORA

Uma situação real não se transforma automaticamente em situação didática. Para que isso ocorra, o professor precisa selecionar um fenômeno, identificar conhecimentos matemáticos relacionados, delimitar objetivos, prever recursos, analisar conhecimentos prévios e estabelecer condições para que os estudantes possam investigar. A Modelagem contribui com a abertura investigativa; a Engenharia Didática contribui com a intencionalidade e a análise das condições que sustentam essa abertura.

A situação didático-modeladora pode ser representada por um percurso integrado: situação da realidade → questão investigável → análise preliminar → concepção da tarefa → investigação e produção de dados → matematização e construção do modelo → experimentação → interpretação e validação → análise a posteriori → revisão da proposta. O esquema evidencia que a investigação do estudante e a investigação do professor ocorrem em níveis diferentes, porém conectados.

No primeiro nível, o estudante investiga o fenômeno e constrói conhecimentos matemáticos. No segundo, o professor investiga o funcionamento da própria situação didática. A produção do estudante torna-se, simultaneamente, resultado da atividade e evidência para a análise docente. Essa dupla dimensão constitui uma das principais contribuições da articulação.

A proposta também permite superar uma compreensão limitada da contextualização. Contextualizar não significa apenas colocar um conteúdo conhecido dentro de uma história cotidiana. Uma situação didático-modeladora precisa permitir que o contexto interfira nas decisões matemáticas. Se o estudante precisa selecionar dados, justificar uma variável, comparar modelos ou avaliar a coerência de um resultado, o contexto deixa de ser decorativo e passa a desempenhar função epistemológica na atividade.

4.2 AS QUATRO FASES DA ENGENHARIA DIDÁTICA APLICADAS À MODELAGEM

Na primeira fase, análises preliminares, o professor investiga o fenômeno e o conhecimento matemático que deseja mobilizar. Também analisa conhecimentos prévios, possíveis erros, recursos disponíveis, tempo, linguagem e condições institucionais. Em uma situação sobre consumo de energia elétrica, por exemplo, podem ser considerados leitura de tabelas, unidades de medida, proporcionalidade, porcentagens, funções, estatística ou educação financeira, conforme o nível escolar. A escolha do conteúdo deve decorrer da situação e dos objetivos, e não apenas da possibilidade de inserir uma fórmula.

Na segunda fase, concepção e análise a priori, o professor formula a questão de investigação e define variáveis didáticas. Pode decidir, por exemplo, se os estudantes receberão uma conta de energia completa ou um conjunto parcial de dados; se deverão coletar informações próprias; se trabalharão individualmente ou em grupos; e que recursos tecnológicos estarão disponíveis. Também antecipa estratégias plausíveis, dificuldades e intervenções. A análise a priori permite transformar uma atividade aparentemente aberta em uma situação planejada.



Na terceira fase, experimentação, a proposta é desenvolvida com os estudantes. A Modelagem assume maior visibilidade, pois os alunos formulam perguntas, selecionam dados, estabelecem hipóteses, constroem representações e produzem modelos. O professor observa, questiona e intervém sem substituir a atividade intelectual dos estudantes. Registros escritos, tabelas, gráficos, produções digitais, falas e decisões tomadas podem constituir evidências para a etapa seguinte.

Na quarta fase, análise a posteriori e validação, confrontam-se as previsões da análise a priori com o funcionamento efetivo da situação. O professor examina quais estratégias surgiram, quais obstáculos apareceram, quais intervenções foram necessárias e que conhecimentos foram mobilizados. Paralelamente, os estudantes avaliam a adequação dos modelos produzidos. A articulação é especialmente produtiva nesse ponto, porque a validação do modelo matemático e a validação didática podem ser colocadas em diálogo.

Esse percurso transforma a sequência didática em objeto de investigação. Em vez de perguntar somente se os estudantes chegaram ao resultado esperado, o professor pode investigar como construíram o resultado, que representações utilizaram, que hipóteses formularam, que dados consideraram relevantes e como justificaram suas escolhas. A análise torna-se, assim, mais próxima da natureza investigativa da própria Modelagem.

4.3 O PAPEL DO PROFESSOR E DO ESTUDANTE

Na articulação proposta, o professor não desaparece quando a tarefa se torna aberta. Sua função muda de uma centralidade baseada na apresentação contínua de procedimentos para uma atuação de planejamento, mediação, observação, questionamento e institucionalização. A abertura da atividade exige maior preparação, e não menor. O professor precisa conhecer o conteúdo, prever variáveis, acompanhar as estratégias e decidir quando uma intervenção é necessária.

O estudante, por sua vez, amplia sua responsabilidade intelectual. Em uma atividade convencional, frequentemente recebe problema, dados, representação e procedimento de resolução. Na Modelagem, pode participar da definição da pergunta, selecionar informações, construir tabelas, elaborar gráficos, escolher variáveis, testar hipóteses e discutir a adequação do modelo. Essa participação está alinhada à concepção de Matemática presente na BNCC, que valoriza investigação, argumentação, resolução de problemas, modelagem e uso de ferramentas matemáticas para compreender situações (Brasil, 2018).

A autonomia, contudo, não deve ser confundida com ausência de orientação. O professor define limites, objetivos e condições. Também realiza intervenções graduadas: pode pedir esclarecimentos, questionar uma hipótese, solicitar justificativas, sugerir comparação entre representações ou provocar a revisão de um resultado. A intervenção pedagógica procura manter a responsabilidade intelectual do estudante sobre a investigação.



Essa configuração modifica também a avaliação. Em vez de considerar apenas a resposta final, podem ser analisados o modo de formular a pergunta, a qualidade dos dados selecionados, a coerência das hipóteses, a representação matemática escolhida, a justificativa do modelo, a interpretação dos resultados e a capacidade de revisão. O erro passa a ser uma evidência relevante para compreender o raciocínio e planejar intervenções.

4.4 PROPOSTA DE SITUAÇÃO DIDÁTICO-MODELADORA: CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Para materializar a articulação discutida, apresenta-se uma situação sobre consumo de energia elétrica. A escolha do tema decorre de sua potencialidade para integrar Matemática e uma prática social mensurável. A proposta é adequada a diferentes níveis de escolaridade, desde que o professor ajuste a complexidade matemática. O objetivo não é oferecer uma atividade pronta e universal, mas demonstrar como os princípios podem ser organizados.

A situação inicial pode ser apresentada pela seguinte questão: “Como podemos analisar o consumo de energia elétrica de uma residência e construir um modelo que permita estimar o consumo futuro e discutir estratégias de redução?” A pergunta desloca o foco de um cálculo isolado para uma investigação. Os estudantes podem trabalhar com contas de energia reais, dados simulados ou informações coletadas em suas residências, respeitando questões de privacidade e disponibilidade.

Na análise preliminar, o professor identifica conhecimentos prévios sobre unidades de energia, leitura de tabelas, operações com números decimais, porcentagem e proporcionalidade. Conforme o nível de ensino, podem ser incorporadas funções, estatística, médias, gráficos, sistemas de equações ou análise de variação. Também são examinados possíveis obstáculos: confusão entre potência e consumo, interpretação inadequada de unidades, dificuldade de leitura de gráficos e uso acrítico de dados.

Na análise a priori, podem ser antecipadas estratégias distintas. Um grupo pode comparar consumos mensais por meio de média aritmética; outro pode relacionar consumo e número de moradores; outro pode construir um modelo linear simples; outro pode estimar o impacto de determinados equipamentos. O professor define quais variáveis serão disponibilizadas e quais poderão ser escolhidas pelos estudantes. A diversidade de estratégias é desejável porque permite comparar representações e discutir as condições de validade de cada modelo.

Durante a experimentação, os estudantes organizam os dados, constroem tabelas e gráficos, formulam hipóteses e procuram relações. Um grupo pode propor uma função do tipo $C(t)=at+b$ para representar uma tendência temporal, enquanto outro pode utilizar uma relação baseada em potência e tempo de uso. O objetivo não é determinar previamente qual modelo será “o correto”, mas analisar a coerência de cada proposta em relação aos dados e à finalidade da investigação.



A interpretação exige retorno à situação original. Se um modelo estima que o consumo crescerá continuamente, os estudantes precisam discutir se essa hipótese é plausível. Se a residência muda seus hábitos, se um equipamento é substituído ou se o número de moradores varia, o modelo pode deixar de representar adequadamente a situação. A validação matemática, portanto, está associada à interpretação contextual.

Na análise a posteriori, o professor compara o que havia previsto com o que efetivamente ocorreu. Pode verificar, por exemplo, se os estudantes conseguiram compreender as unidades, se selecionaram variáveis pertinentes, se interpretaram corretamente os gráficos e se justificaram as hipóteses. Também pode identificar momentos em que a abertura da tarefa produziu dificuldades superiores às previstas. Essas informações orientam a revisão da sequência.

4.5 MATRIZ DE ARTICULAÇÃO METODOLÓGICA

A proposta pode ser sintetizada em uma matriz que relaciona as fases da Engenharia Didática às ações de Modelagem Matemática e às evidências que o professor pode observar.

Tabela 1. Matriz de articulação metodológica.

Fase da Engenharia Didática	Ações de Modelagem	Evidências a observar
Análises preliminares	Escolha do fenômeno; levantamento de conhecimentos prévios; identificação de dados possíveis.	Conhecimentos prévios; dificuldades; pertinência do fenômeno; condições de ensino.
Concepção e análise a priori	Formulação da questão; definição de variáveis; antecipação de hipóteses e modelos possíveis.	Estratégias previstas; obstáculos; representações; intervenções planejadas.
Experimentação	Coleta/seleção de dados; matematização; construção e exploração de modelos.	Produções; argumentos; decisões; interações; erros; revisões.
Análise a posteriori e validação	Interpretação e validação do modelo; comparação com a realidade; reformulação.	Confronto entre previsto e observado; aprendizagem evidenciada; limites do modelo; ajustes didáticos.

Fonte: elaboração própria, com base na literatura analisada.

4.6 IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS E LIMITES DA PROPOSTA

A primeira implicação pedagógica da articulação é a possibilidade de aproximar o planejamento da realidade efetiva da sala de aula. O professor não precisa escolher entre uma metodologia rigorosamente planejada e uma atividade investigativa aberta. A Engenharia Didática pode criar condições para que a abertura investigativa seja planejada e analisada, enquanto a Modelagem pode fornecer problemas que exigem participação intelectual dos estudantes.



A segunda implicação diz respeito à formação docente. Para utilizar a articulação, o professor precisa desenvolver competências de planejamento, leitura de produções, formulação de perguntas, análise de variáveis didáticas e domínio dos conteúdos matemáticos envolvidos. Não basta conhecer superficialmente as etapas das metodologias. É necessário compreender por que determinada decisão é tomada e que evidências poderão indicar se a situação funcionou como esperado.

A terceira implicação está relacionada à avaliação. A articulação favorece uma avaliação processual, na qual o professor acompanha diferentes dimensões da atividade matemática. Isso pode ampliar a compreensão sobre aprendizagem porque permite observar não apenas respostas, mas decisões, argumentos, representações, hipóteses e revisões.

Entretanto, existem limites. Situações de modelagem demandam tempo, e a organização curricular pode dificultar sequências investigativas longas. Turmas numerosas, recursos limitados e diferentes níveis de conhecimento também podem exigir adaptações. Outro limite é o risco de transformar a modelagem em uma atividade excessivamente dirigida, retirando dos estudantes a possibilidade de tomar decisões. Da mesma forma, há risco inverso de criar uma tarefa tão aberta que os objetivos matemáticos se tornem pouco definidos.

Outro limite importante é metodológico: a proposta apresentada neste artigo é teórica e propositiva. Não foram coletados dados empíricos para afirmar que a situação sobre consumo de energia produz determinado ganho de aprendizagem. Para avançar nessa direção, seriam necessários estudos de intervenção com diferentes turmas, registros das interações, análise das produções e comparação sistemática entre previsões e resultados. A Engenharia Didática, justamente, oferece um caminho para que essa etapa futura seja realizada.

A articulação, portanto, deve ser entendida como um programa de investigação e desenvolvimento didático, e não como uma receita. Sua contribuição está em oferecer uma lógica para pensar conjuntamente o problema de aprendizagem, o fenômeno a ser investigado, as escolhas do professor, as decisões dos estudantes e as evidências produzidas durante a atividade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo analisou a articulação entre Engenharia Didática e Modelagem Matemática no ensino de Matemática, buscando compreender de que maneira as duas perspectivas podem contribuir conjuntamente para a organização de situações de aprendizagem investigativas. A revisão teórica permite sustentar que ambas possuem identidades próprias, mas apresentam possibilidades concretas de complementaridade.

A Engenharia Didática contribui para estruturar o olhar do professor sobre o processo de ensino, especialmente por meio das análises preliminares, da análise a priori, da experimentação e da análise a posteriori com validação. A Modelagem Matemática amplia o espaço de investigação do estudante ao



favorecer problematização, seleção de dados, formulação de hipóteses, matematização, construção de modelos, interpretação e validação. A articulação entre essas dimensões permite organizar situações em que a investigação do estudante e a investigação docente se relacionam.

A proposta de situação didático-modeladora sobre consumo de energia elétrica demonstrou, em nível teórico, como um fenômeno da realidade pode ser transformado em objeto de investigação matemática e, simultaneamente, em objeto de análise didática. A matriz apresentada evidencia que cada fase da Engenharia Didática pode acolher ações específicas da Modelagem sem eliminar a identidade de nenhuma das duas perspectivas.

A principal contribuição do estudo está na sistematização da ideia de situação didático-modeladora como unidade de planejamento e investigação. Nessa unidade, o contexto não funciona apenas como ilustração; ele participa da construção do problema, dos dados, das hipóteses e da interpretação do modelo. O professor, por sua vez, não abandona a intencionalidade pedagógica, mas a exerce por meio de planejamento, mediação, observação e análise.

Conclui-se que a articulação entre Engenharia Didática e Modelagem Matemática apresenta potencial para aproximar conhecimento matemático, realidade e investigação, especialmente quando o professor explicita objetivos, variáveis, hipóteses e critérios de análise. Entretanto, esse potencial não deve ser confundido com comprovação empírica de eficácia. A continuidade da pesquisa requer experimentações em contextos escolares, análise a posteriori das produções dos estudantes e revisão das situações desenvolvidas.

Assim, a articulação proposta pode constituir uma agenda de pesquisa e formação docente voltada à construção de práticas de ensino matemático mais investigativas, planejadas e sensíveis às evidências produzidas em sala de aula.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTIGUE, Michèle. Ingénierie didactique. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, Grenoble, v. 9, n. 3, p. 281-308, 1988.

ARTIGUE, Michèle. Didactic engineering in mathematics education. In: LERMAN, Stephen (ed.). **Encyclopedia of Mathematics Education**. Dordrecht: Springer, 2014. p. 159-162. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-4978-8_44.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem Matemática: o que é? por quê? como? **Veritati**, Salvador, n. 4, p. 73-80, 2004.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**: uma nova estratégia. São Paulo: Contexto, 2002.



BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem matemática no ensino**. São Paulo: Contexto, 2000.

BLUM, Werner; NISS, Mogens. Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects: state, trends and issues in mathematics instruction. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 22, n. 1, p. 37-68, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00302716>.

BORGES, Pedro Augusto Pereira; NEHRING, Cátia Maria. Modelagem Matemática e seqüências didáticas: uma relação de complementaridade. **Bolema**, Rio Claro, v. 21, n. 30, p. 131-147, 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2912/291221878008.pdf>. Acesso em: 16 set. 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 16 set. 2026.

SOUSA, Valdivino Alves de. **Engenharia Didática e Modelagem Matemática**: um caminho para ensinar Matemática a partir da realidade. 1. ed. São Paulo: Clube de Autores, 2026. 505 p. ISBN 9786502368350.