



A Engenharia Didática como Teoria de Pesquisa e Processo Metodológico: Perspectivas e Práticas no GEPDIM.

Raphael Ferreira Bortolassi

Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF – raphael.bortolassi@estudante.ufff.br –

 <https://orcid.org/0009-0008-1514-6690>

Cristimara Rodrigues de Castilho

Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF – cristimaracastilho@hotmail.com –

 <https://orcid.org/0000-0002-7703-7675>

Chang Kuo Rodrigues

Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF – changkuockr@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8716-6078>



GD5 – Desenvolvimento da pesquisa na formação de professores e formadores de professores de e que ensinam Matemática: contribuições e impactos

Resumo: A Engenharia Didática é apresentada como uma metodologia de pesquisa e teoria educacional que articula investigação científica e prática pedagógica no ensino de Matemática. Inspirada na ideia do professor-engenheiro, essa metodologia permite ao docente planejar, desenvolver e analisar situações didáticas de forma sistemática, utilizando conhecimentos científicos para intervir em objetos de ensino complexos. A Engenharia Didática organiza-se em quatro fases interdependentes: análises preliminares, concepção e análise *a priori*, experimentação, e análise *a posteriori* e validação. Seu principal diferencial é a validação interna, realizada pela comparação entre as hipóteses formuladas antes da aplicação e os resultados observados durante a prática pedagógica. Esse processo garante rigor científico à pesquisa, permitindo compreender os comportamentos e aprendizagens dos estudantes. Conclui-se que a Engenharia Didática fortalece a relação entre teoria acadêmica e prática escolar, contribuindo para um ensino mais dinâmico e produtivo.

Palavras-chave: Didática da Matemática. Metodologia de pesquisa. Procedimento metodológico. Situações didáticas. Educação Matemática.

1 Introdução

A Engenharia Didática, enquanto metodologia de pesquisa e teoria educacional, foi consolidada na França a partir da década de 1980 e fundamenta-se na analogia entre o trabalho do pesquisador e o de um engenheiro. Sob essa ótica, o educador concebe um projeto de ensino sustentado por conhecimentos científicos, atuando como um arquiteto de realizações didáticas em sala de aula. Essa analogia é profunda: tal como o engenheiro, o professor-pesquisador deve aceitar um controle de caráter científico sobre sua ação, reconhecendo que, na prática escolar, irá deparar-se com objetos e situações de complexidade superior aos modelos depurados da teoria, o que exige escolhas deliberadas e tomadas de decisão dinâmicas para adaptar o projeto às contingências reais do contexto educativo.

A metodologia é caracterizada por Artigue (1988; 1995) como um esquema experimental cujas realizações englobam a concepção, a realização, a observação e a análise sistemática de sequências de ensino. Conforme defende Artigue (1988), o cerne desta abordagem reside na capacidade do pesquisador mobilizar saberes científicos de seu domínio para intervir sobre o sistema de ensino, submetendo tal intervenção a um rigoroso exame racional. Esta pesquisa, imersa nas discussões promovidas pelo grupo GEPDIM (Grupo de Estudos e Pesquisas em Didática da Matemática), busca compreender a Engenharia Didática em sua dupla função: como motor de investigação científica e como processo metodológico para a produção de sequências de aula coerentes e articuladas no tempo.

Para fundamentar esse entendimento, foram analisadas as contribuições de pesquisas de mestrado que materializam esses pressupostos: Castilho (2020), que utiliza a Engenharia Didática como dispositivo metodológico no ensino de probabilidade; Bortolassi (2024), que integra a metodologia ao estudo praxeológico da potenciação em ambientes digitais; e Neto (2025), que explora a vertente da Engenharia Didática de Formação para o desenvolvimento de competências *makers* em professores.

A partir da busca, foram condensados os resultados que são expostos e discutidos na seção a seguir.

2 Engenharia Didática como Metodologia de Pesquisa

Nascida na França pelas mãos de pesquisadores franceses, a Engenharia Didática, tem sido uma base teórica e metodológica para a Didática da Matemática, sendo considerada um esquema experimental que se concentra nas realizações didáticas dentro da sala de aula Artigue (1995), comparada até mesmo com o trabalho de um engenheiro, pois requer conhecimento científico sólido em seu campo e aceitação de um rigoroso controle científico para alcançar

seus objetivos (Artigue, 1988). Desta forma, a Engenharia Didática é estruturada em quatro fases, sendo elas Análises Preliminares, Construções e Análises *a Priori*, Experimentação e Análises *a Posteriori* e Validação.

Para a construção das Análises Prévias (ou Preliminares), o pesquisador deve compreender que esta fase inicial é o alicerce da investigação, quando se realizam estudos sobre o quadro teórico didático geral e o saber específico. Nela, abordam-se as dimensões epistemológica (origem e evolução do conteúdo), didática (análise do ensino habitual e suas restrições) e cognitiva (as concepções e dificuldades dos alunos). O objetivo é determinar as condições de existência de um funcionamento satisfatório para o sistema didático em estudo, conforme delineado por Artigue (1988; 1996).

Na fase da Concepção e Análise *a Priori*, Artigue (1996) define que o pesquisador toma decisões sobre as variáveis de comando que presume serem importantes para o problema de pesquisa. As variáveis macrodidáticas ou globais dizem respeito à organização geral da engenharia; já as variáveis microdidáticas ou locais referem-se à organização de uma sessão específica, como, por exemplo, a elaboração das atividades da sequência didática. A análise *a priori* possui uma parte descritiva e outra preditiva, funcionando como um controle do sentido ao prever os comportamentos possíveis dos alunos e como o dispositivo permitirá controlar o sentido desses comportamentos.

Já a fase da Experimentação, segundo Artigue (1988; 1996), coloca-se em funcionamento o dispositivo construído, iniciando-se pelo contato direto com os alunos. Baseia-se na execução da sequência didática e no estabelecimento do contrato didático, definido por Brousseau (1986), que permite observar as interações entre professor, aluno e o saber. Durante a experimentação, o pesquisador deve realizar um registro minucioso de dados, como observações de campo, gravações e produções construídas pelos alunos na sala de aula ou em outros ambientes.

Por fim, as Análises *a Posteriori* e Validação, apoia-se no conjunto de dados coletados para extrair os resultados da investigação. Sua singularidade reside na validação interna, que ocorre por meio do confronto sistemático entre a análise *a priori* (previsões e hipóteses) e a análise *a posteriori* (dados colhidos na prática). Esse confronto permite validar ou invalidar as hipóteses da pesquisa, favorecendo a melhoria dos conhecimentos sobre as condições de transmissão e apropriação do saber em jogo. Sob a ótica da Engenharia Didática, a metodologia define-se por um esquema experimental fundamentado em realizações didáticas no contexto da sala de aula (Artigue, 1995), o que a situa em um registro metodológico distinto das pesquisas experimentais tradicionais. Enquanto estas últimas, frequentemente adotam abordagens

comparativas entre grupos experimentais e de controle, visando uma validação externa e estatística. Assim, a Engenharia Didática rompe com esse paradigma ao situar-se no registro dos estudos de caso. Sua singularidade reside na validação interna, que é estritamente assegurada pelo confronto sistemático entre a análise *a priori* e a análise *a posteriori*, que emana dos dados e das observações colhidos durante a experimentação efetiva.

3 Engenharia Didática como Processo Metodológico

Conforme aponta Machado (1999), com suporte nos estudos de Artigue (1988) e Douady (1990), a Engenharia Didática consolidou-se na Didática da Matemática com uma dupla função: ela atua tanto como uma metodologia de pesquisa (focada na análise de fenômenos didáticos) quanto como um recurso para a produção de sequências de ensino. Nesta última vertente, manifesta-se como uma série de aulas articuladas, concebidas e organizadas de maneira coerente no tempo, em que o professor assume o papel de arquiteto do processo de aprendizagem.

Na pesquisa de Castilho (2020), a Engenharia Didática como metodologia foi usada por servir a dois propósitos da investigação: o primeiro por estruturar a pesquisa, ou seja, o modo como foi possível gerir cada fase da mesma; e o segundo por servir como procedimento metodológico durante a fase da experimentação. Ao fim, foi validado que o trabalho com a Engenharia Didática enquanto procedimento metodológico foi um ponto importante para que os alunos exercessem elementos que caracterizassem a literacia probabilística, ponto base da pesquisa analisada.

Essa pesquisa conversa com a definição da Engenharia Didática dada por Artigue (1995), que a caracteriza por um esquema experimental baseado em realizações didáticas no contexto da sala de aula. Esse método permite ao pesquisador, ou professor-pesquisador, realizar um controle científico sobre objetos complexos da prática educativa, abrangendo desde a concepção e implementação até a observação e análise minuciosa das sequências de ensino.

Ao utilizar a Engenharia Didática enquanto metodologia de pesquisa, Neto (2025) aponta ter podido identificar conceitos que representam obstáculos cognitivos e elaborar situações-problema que desafiam o aluno a construir o saber de forma autônoma. A autora aponta que toda a pesquisa foi estruturada seguindo os pressupostos metodológicos da Engenharia Didática, o que auxiliou em sua execução, visto que esta metodologia segue quatro fases que permitem delinear os passos a serem seguidos no desenvolvimento da pesquisa. Dessa forma, diferente de Castilho (2020) que trabalhou com o ensino de probabilidade, Neto (2025)

usou a Engenharia Didática enquanto dispositivo metodológico em uma atividade com uso da tecnologia, que buscou avaliar e desenvolver a educação financeira e autonomia dos estudantes.

Desse modo, entende-se que a Engenharia Didática, enquanto procedimento metodológico para a sala de aula, configura um processo que não é rígido, pois ele permite um ciclo contínuo de revisão, quando o professor atua sobre as variáveis de comando (micro ou macrodidáticas) para ajustar a atividade, conforme as necessidades que emergem durante a experimentação.

No contexto da pesquisa de Bortolassi (2024), a Engenharia Didática, fundamentada nos pressupostos teóricos de Artigue (1988), traduz-se em um conjunto de ações sucessivas, distintas e interdependentes, realizadas de forma sistemática com o objetivo de obter informações válidas sobre fenômenos observáveis da prática educativa, possibilitando sua explicação e compreensão. O autor ressalta ainda que essa metodologia, ao permitir a elaboração de tarefas pautadas em realizações didáticas, volta-se para a concepção, realização, observação e análise das atividades propostas, configurando-se como um importante instrumento para a investigação e para a prática pedagógica em sala de aula. Desse modo, a Engenharia Didática favorece a articulação entre teoria e prática, permitindo ao professor-pesquisador acompanhar, analisar e reorganizar continuamente o processo de ensino e de aprendizagem conforme as necessidades que emergem durante a experimentação.

A aplicação dessa metodologia gera impactos positivos e significativos, pois permite ao professor monitorar o sentido dos comportamentos dos estudantes por meio do contrato didático (Brousseau, 1986). Dessa forma, a Engenharia Didática sustenta a união entre a racionalização teórica e a verificação experimental defendido por Artigue (1996), que diz que toda teoria deve ser apreciada por meio da prática em sala de aula, e toda experiência prática deve ser submetida a um exame racional rigoroso. Portanto, Neto (2025) afirma que é imperativo que o professor se aprofunde no domínio dessa metodologia antes da execução, assegurando uma prática docente segura e resultados exitosos na construção do conhecimento matemático.

4 Conclusão

Ao sintetizarmos as reflexões aqui apresentadas, torna-se evidente que a Engenharia Didática se consolida como um pilar que sustenta a dupla função de metodologia de investigação científica e de ferramenta estratégica para a produção de sequências de ensino articuladas. As pesquisas de mestrado desenvolvidas no âmbito do GEPDIM (Grupo de Estudos e Pesquisas em Didática da Matemática) demonstram que essa abordagem não se limita ao plano teórico, mas se materializa em realizações didáticas que enfrentam a complexidade

inerente ao sistema didático da sala de aula (Artigue, 1995).

Ademais, a estrutura oferecida pela Engenharia Didática não apenas integra teoria e prática, mas também fortalece a aplicação prática do conhecimento acadêmico, enriquecendo o processo educativo e promovendo uma abordagem mais eficaz e reflexiva no ensino. Portanto, a estrutura proposta pela Engenharia Didática estabelece uma conexão entre esses dois tipos de conhecimento, integrando o ambiente acadêmico com as práticas escolares.

A singularidade desta metodologia reside na sua validação interna que, ao confrontar sistematicamente as previsões e hipóteses da análise *a priori* com os dados colhidos na análise *a posteriori*, assegura o rigor científico dentro do próprio contexto da pesquisa, dispensando a necessidade de grupos de controle externos. Assim, o pesquisador ou o professor-pesquisador assume a postura de um engenheiro, que utiliza os conhecimentos científicos de seu domínio para intervir e transformar objetos complexos da prática educativa.

Referências

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

ARTIGUE, M. Ingeniería Didáctica. In: ARTIGUE, M.; DOUADY, R.; MORENO, L.; GOMEZ, P. **Ingeniería Didáctica em Educación Matemática**. [S.l.: s.n.], 1995. p. 61-97.

ARTIGUE, M. Engenharia didáctica. In: BRUN, J. (org.). **Didáctica das matemáticas**. Trad. Maria José Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. p. 193-217.

BORTOLASSI, R. F. **Um Estudo Praxeológico sobre Potenciação no Ensino Fundamental (Anos Finais) em uma Plataforma Digital**. 2024. 101 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2024.

BROUSSEAU, G. Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, Grenoble, v. 7, n. 2, p. 33-115, 1986.

CASTILHO, C. R. **O ensino de probabilidade baseado em uma sequência didática para o exercício de literacia probabilística**. 2020. 128 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2020.

DOUADY, R. **Ingénierie Didactique et une Expérience de Classe**. Cahiers de DIDIREM, Paris, n. 4, 1990.

DOUADY, R. **L'ingénierie didactique**: un moyen pour l'enseignant d'organiser les rapports entre l'enseignement et l'apprentissage. Paris: Irem de Paris, v. 19, 1993. Disponível em: <http://numerisation.irem.univ-mrs.fr/PS/IPS93010/IPS93010.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2026. (Collection: Cahier de Didirem).

FREITAS, J. L. M. de. Situações Didáticas. In: MACHADO, S. (org.). **Educação Matemática: uma introdução**. São Paulo: EDUC, 1999.

NETO, M. I. M. **A educação financeira escolar: tomada de decisão e consumo na percepção de estudantes do ensino fundamental**. 2025. 141 f. Dissertação (Mestrado Profissional em

Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora,
Juiz de Fora, 2025.