



## A Engenharia Didática como metodologia em pesquisas desenvolvidas no âmbito do Grupo Currículo e Tecnologias Digitais em Educação Matemática

Didactic Engineering as a methodology in research developed within the scope of the Curriculum and Digital Technologies in Mathematics Education Group

Marcelo de Oliveira Dias<sup>1</sup>

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

### RESUMO

O presente artigo visa analisar pesquisas produzidas no âmbito do Grupo de Pesquisa “Currículo e Tecnologias Digitais em Educação Matemática” que vem realizando estudos e produções científicas adotando Teorias da Didática da Matemática Francesa, especialmente a Engenharia Didática (Artigue 1988), que vem sendo utilizada como metodologia de ensino e pesquisa por professores em formação inicial e continuada em diferentes âmbitos e contextos. Dessa forma, por meio da metanálise qualitativa, tornou-se possível evidenciar que as pesquisas desenvolvidas trouxeram contribuições e tendências que potencializaram as análises dos dados realizadas em diferentes níveis e processos formativos, proporcionando a imersão dos integrantes do grupo em variados contextos de práticas profissionais no *locus* dessas pesquisas. Foram geradas reflexões para o planejamento de ações das situações didáticas a partir dos cenários que a Engenharia Didática permitiu elucidar em suas diferentes fases e repercussões sobre a análise do currículo prescrito, que tornaram possível problematizar e discutir processos de reformas e confirmar as variadas hipóteses levantadas na fase de análise *a priori* dessas pesquisas. Como tendências, os resultados apontam o ensino com recursos em ambientes digitais por meio de atividades plugadas e desplugadas; a demanda de estudos no intuito de mitigar demandas de pesquisas sobre o Pensamento Computacional e Matemática; pesquisas nos Anos Iniciais e Finais do Ensino Fundamental e nos cursos de formação inicial e continuada de professores, que vem suscitando e ainda podem gerar experimentações e práticas profissionais exitosas no Ensino de Matemática.

**Palavras-chave:** Didática da Matemática Francesa; Engenharia Didática; Pesquisas; Grupo de Pesquisa Currículo e Tecnologias Digitais em Educação Matemática; Levantamento.

### ABSTRACT

This article intended to analyze research conducted within the framework of the Research Group "Curriculum and Digital Technologies in Mathematics Education," which has been carrying out studies and scientific productions adopting based on French Didactics of Mathematics theories, particularly Didactic Engineering (Artigue, 1988). This methodology has been used for teaching and research by teachers in both initial and continuing education across various settings and contexts. Through qualitative meta-analysis, it was possible to demonstrate that the research developed by the group contributed to and highlighted trends that enhanced data analysis at different levels and formative processes. These contributions enabled group members to immerse themselves in various professional practice contexts within the locus of these studies. Reflections were generated for the planning didactic actions based on the scenarios elucidated by Didactic Engineering in its different phases and implications for analyzing the prescribed curriculum. These reflections allowed for problematizing and

---

<sup>1</sup> Doutor em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Professor Associado do Departamento de Educação e Sociedade (DES) do Instituto Multidisciplinar (IM) e Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGEduCIMAT) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Endereço para correspondência: Av. Gov. Roberto Silveira, s/n - Moquetá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Brasil, CEP: 26020-740. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-3469-0041>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0560856679400781>. E-mail: [marcelo\\_dias@ufrj.br](mailto:marcelo_dias@ufrj.br)

discussing reform processes and confirmed various hypotheses proposed during the a priori analysis phase of these studies. As trends, the results indicate the teaching of mathematics with resources in digital environments through plugged and unplugged activities; the need for studies to address gaps in research on Computational Thinking and Mathematics; and investigations into both early and later years of elementary education, as well as in initial and continuing teacher training programs. These studies have inspired and may continue to foster experimentation and successful professional practices in Mathematics Education.

**Keywords:** French Mathematics Didactics; Didactic Engineering; Researches; Curriculum and Digital Technologies in Mathematics Education Research Group; Survey.

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Grupo de Pesquisa —Currículo e Tecnologias em Educação Matemática (CTDEM), configurou-se inicialmente como um espaço de reflexão, discussão junto aos alunos dos cursos de Licenciatura em Matemática e do Programa de Pós Graduação em Ensino (PPGEn) do Instituto do Noroeste Fluminense de Educação Superior (INFES) da Universidade Federal Fluminense (UFF), no período de 2015 a 2020. Desde o ano de 2020, o CTDEM deu continuidade às suas ações e projetos no contexto do Instituto Multidisciplinar (IM) e do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGEduCIMAT) na da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

O grupo considera a problemática do distanciamento entre as disciplinas escolares e as teorias mais atuais do currículo, principalmente porque as discussões no campo do currículo passam a ser mais teóricas, sobretudo, por ser um campo de estudo ainda em fase de consolidação no Brasil, por outro, as discussões, envolvendo a organização e o desenvolvimento curricular da Matemática escolar marcadas, fortemente, pela preocupação em articular os diferentes elementos que constituem a dimensão normativa do currículo, quais sejam o objetivo, o conteúdo matemático, os recursos digitais de ensino, a avaliação, a metodologia, dentre outros. A Engenharia Didática (Artigue, 1998) e suas fases têm ganhado destaque enquanto metodologia de pesquisa nos estudos realizados no âmbito do Grupo CTDEM que abordam essas dimensões do currículo e do desenvolvimento curricular.

Nesse sentido, o presente artigo tem como objetivo analisar contribuições desses estudos, bem como destacar as produções científicas publicizadas, que trazem destaque da ênfase teórica-metodológica da Engenharia Didática (Artigue, 1988) por meio da metanálise das pesquisas desenvolvidas por integrantes do CTDEM.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A Engenharia Didática, utilizada como metodologia de pesquisa qualitativa, foi apresentada como estratégia de ensino aos professores, a partir de sua organização e estruturação que surgiu da Didática da Matemática (enfoque da Didática Francesa) no início dos anos 80, no IREM (Instituto de Investigação do Ensino de Matemática). Caracteriza-se por um esquema experimental baseado em realizações didáticas, compreendendo as fases: Análises preliminares, Concepção e análise *a priori* das situações didáticas, Experimentação e análise *a posteriori* e Validação. Segundo Artigue (1996 *apud* Pommer, 2013, p. 20):

a Engenharia Didática é um processo empírico que objetiva conceber, realizar, observar e analisar as situações didáticas. A autora pondera que a Engenharia Didática possui dupla função, a qual pode ser compreendida como uma produção para o ensino tanto como uma metodologia de pesquisa qualitativa.

Como metodologia, a Engenharia Didática representa um meio adequado para se alcançar um objetivo, com a pretensão de auxiliar o professor/pesquisador a refletir sua prática sob um olhar que seja organizador, dedutivo, curioso, indagador e criativo. Como estratégia de ensino possibilita uma organização por etapas, uma sequência de aulas estruturadas.

Caracteriza-se pelo registro dos estudos e pela validação da pesquisa, feita internamente, baseada na confrontação entre a análise *a priori* e a análise *a posteriori*. Pode ser compreendida como um produto resultante de uma análise *a priori*, quando vista como metodologia de pesquisa e, como uma produção para o ensino, segundo Douady (1993 *apud* Machado, 2015, p. 234), é:

[...] uma sequência de aula(s) concebida(s), organizada(s) e articula(s) no tempo, de forma coerente, por um professor-engenheiro para realizar um projeto de aprendizagem para uma certa população de alunos. No decurso das trocas entre professor e alunos, o projeto evolui sob as reações dos alunos e em função das escolhas e decisões do professor.

Dois níveis de Engenharia Didática são observados, o da microengenharia e o da macroengenharia, distinguindo-se pelo objeto de estudo e pela complexidade dos fenômenos estudados. Neste trabalho, por priorizar como objeto de estudo um determinado assunto, emprega-se o nível da microengenharia, enquanto a macroengenharia origina-se da composição da microengenharia com os fenômenos relacionados ao processo de ensino e aprendizagem.

O presente estudo utilizou essa metodologia, no intuito de mostrar, a partir das sequências, suas contribuições para a formação do professor e para a construção de

conhecimentos a partir da reflexão e do enfrentamento das dificuldades e impasses vivenciados na prática.

## **METODOLOGIA**

Como metodologia do levantamento realizado das pesquisas desenvolvidas no contexto do grupo CTDEM que adotaram a Engenharia Didática (Artigue, 1988), foi adotada a pesquisa qualitativa do tipo metanálise, que preserva os aspectos gerais das pesquisas na nova análise, sem modificar a essência das pesquisas analisadas (Alencar; Almouloud, 2017 *apud* Kiefer; Mariani, 2021, p. 410). Nesse sentido,

[...] a metanálise qualitativa surge como modalidade de revisão sistemática de estudos de natureza qualitativa, podendo ser um estudo profundo, envolvendo um número reduzido de trabalhos investigativos. Os resultados desses estudos podem ser integrativos, cruzados ou contrastados com o intuito de produzir resultados mais amplos ou gerais. [...] (Fiorentini, 2014, p. 78).

Tendo em vista a importância dos estudos de revisão, além da finalidade de compreender aspectos relativos das pesquisas, este artigo possui como objetivo analisar estudos subsidiados na perspectiva teórico-metodológica da Engenharia Didática (Artigue, 1988) por meio da metanálise das pesquisas realizadas no contexto do Grupo CTDEM que se apropriaram dessa lente teórica, com ênfase em aspectos institucionais, procedimentais e temáticos, as produções decorrentes, bem como em analisar perspectivas para investigações em andamento no grupo e pesquisas futuras.

## **ANÁLISES E RESULTADOS**

Nessa sessão, pretende-se trazer elementos e resultados das pesquisas desenvolvidas no âmbito do grupo CTDEM que se apropriaram dos princípios teórico-metodológicos da Engenharia Didática (Artigue, 1988), que apresentam diferentes objetivos, naturezas e foram realizadas em diferentes instituições e contextos educativos conforme o quadro 1 apresentado a seguir:

**Quadro 1** – Pesquisas desenvolvidas no âmbito do CTDEM utilizando a metodologia da Engenharia Didática

<b>Autores das pesquisas</b>	<b>Natureza</b>	<b>Formato</b>	<b>Curso/Programas</b>	<b>IES</b>
Souza (2017)	Trabalho de Conclusão de Curso	Monográfico	Curso de Licenciatura em Matemática	UFF
Cruz (2016)	Dissertação de Mestrado Acadêmico		Programa de Pós-Graduação em Ensino	
Tostes (2017)				
Brasil (2024)	Dissertação de Mestrado Profissional	<i>Multipaper</i>	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática	UFRRJ

**Fonte:** Elaboração pelo autor

Cruz (2016), em sua dissertação de Mestrado, apresentou uma discussão acerca do ensino de Geometria com a utilização de recursos tecnológicos como instrumentos didáticos, fundamentada em orientações curriculares e adotando o *software* Uma Pletora de Poliedros<sup>2</sup>, visando contribuições para a construção de conceitos sobre Poliedros Regulares. A experimentação da pesquisa foi realizada no Instituto Federal Fluminense Campus Santo Antônio de Pádua, com os alunos da 1. série do Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio, utilizando a metodologia da Engenharia Didática, para a descrição das reflexões da pesquisadora nas fases propostas para a experimentação. Foram relatadas as atividades desenvolvidas em uma sessão de ensino e a pesquisa evidenciou que a visualização espacial, a exploração do *software*, as operações disponíveis nele e a dinamicidade do processo de ensino contribuíram para a compreensão e construção dos conceitos abordados.

Essa pesquisa, desenvolvida no contexto do grupo CTDEM, aprofundou discussões a respeito da presença ou ausência de inovações curriculares nos documentos oficiais propostos para o ensino de Geometria, inclusive no que se refere a sua abordagem, utilizando os mais variados recursos tecnológicos. Na proposta de ensino do conteúdo abordado nesta pesquisa, foram atendidas as recomendações curriculares quanto à abordagem de Geometria com a utilização de recursos digitais. O *software* Uma Pletora de Poliedros se configurou como uma

<sup>2</sup> BORTOLOSSI, H. J. Uma Pletora de Poliedros. 2009. Disponível em: <http://www.cdme.im-uff.mat.br/html5/pdp/pdp-html/pdp-br.html>

ferramenta para o estudo de Poliedros Regulares, tendo em vista que proporciona a visualização espacial dos objetos de estudo, permitindo ao aluno interagir e movimentar poliedros.

A organização, experimentação e análise da sessão de ensino proposta por Cruz (2016) foram embasadas na metodologia da Engenharia Didática. O desenvolvimento da aprendizagem também foi registrado por meio da metodologia de pesquisa, que permitiu a análise dos dados colhidos, além da reflexão da professora/pesquisadora. A primeira fase da Engenharia permitiu verificar o ensino usual e, a partir dele e de estudos preliminares acerca dos Poliedros Regulares, conceber, na segunda fase, uma sessão de ensino com o uso da Pletora de Poliedros, levantando hipóteses em torno do planejamento sobre as ações em sala de aula. Na terceira fase da Engenharia Didática, foi realizada a experimentação da sessão de ensino planejada. Já na quarta fase, foi executada não apenas a análise dessa experimentação frente aos estudos preliminares, como também a análise do ensino usual, além da validação da Engenharia Didática a partir das hipóteses levantadas em sua concepção. Com a experimentação da sequência de ensino, verificou-se a compreensão dos conceitos geométricos ensinados aos alunos da escola participante, quando se puderam observar, na atividade realizada, marcas da utilização do *software* nas resoluções das questões, expondo a contribuição deste instrumento para o processo de aprendizagem.

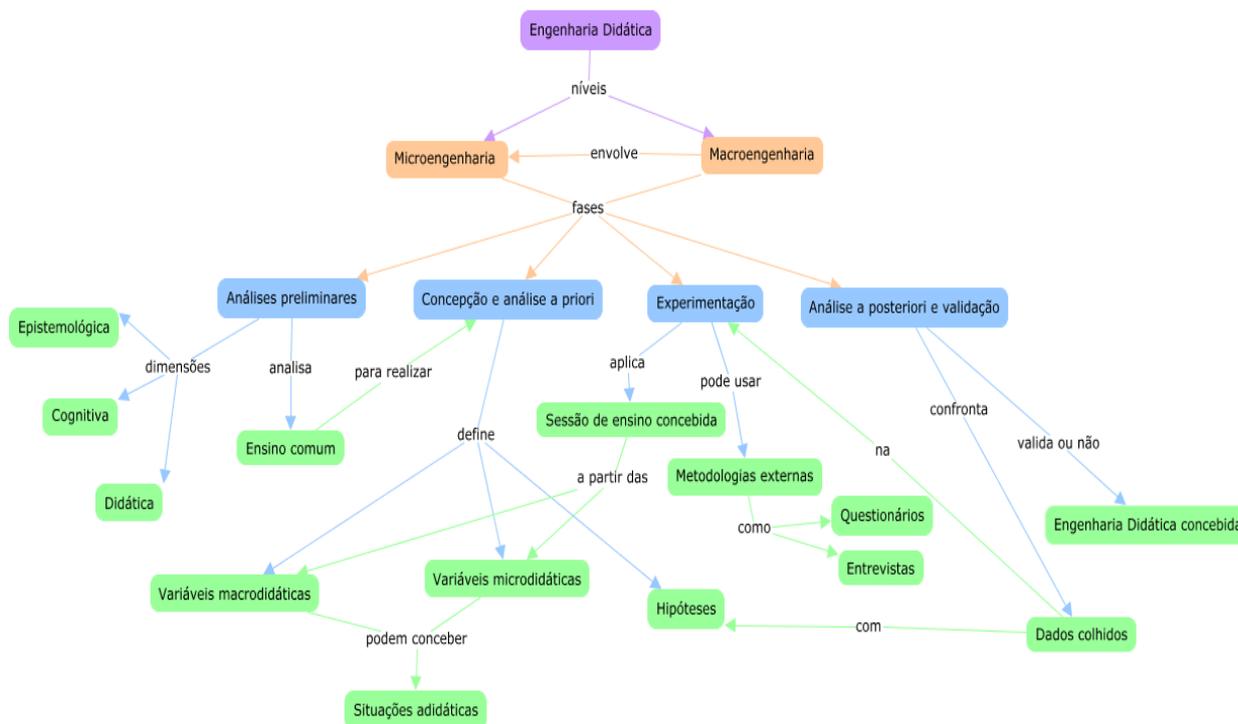
Na figura 1, apresenta-se o Mapa Conceitual<sup>3</sup> estruturado pela autora com o *software* Cmap Tools<sup>4</sup>, apresentando uma organização visual integrativa das fases da Engenharia Didática em que estão relacionados os conceitos envolvidos nesta metodologia:

---

<sup>3</sup> Com sua origem em estudos de David Ausubel sobre a aprendizagem significativa, os mapas conceituais são elaborados a partir dos conhecimentos dos educandos sobre uma determinada ação, de modo que os conceitos conhecidos são relacionados de forma autônoma, como descreve Menegolla (2006).

<sup>4</sup> *Software* gratuito próprio para confecção de mapas conceituais. O *download* do Cmap Tools em português pode ser feito pelo endereço eletrônico <http://cmaptools.softonic.com.br/>.

**Figura 1** –Mapa Conceitual da Engenharia Didática.



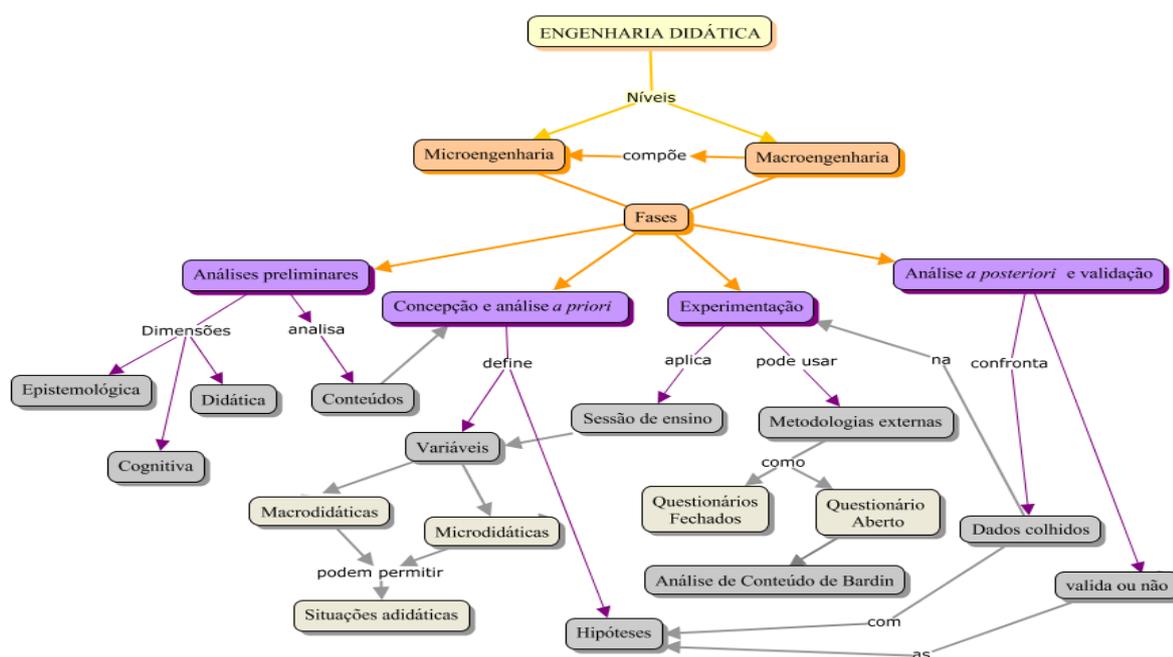
**Fonte:** Cruz (2016).

Tostes (2017) realizou um estudo com professores de Matemática do Ensino Médio e de Curso Normal de uma escola pública da cidade de Itaperuna/RJ, com o intuito de incentivar o uso de tecnologias digitais e analisar as contribuições do Complemento *Flubaroo*, com suas ferramentas e potencialidades, para a prática de avaliação de Geometria Analítica, visando o desenvolvimento profissional na discussão das atividades. A escolha dos conteúdos de Geometria Analítica foi vinculada a existência de situações envolvendo medidas, distâncias que permitem contextualizar conceitos presentes no currículo de Matemática, os quais foram abordados por meio do software *Graphing Calculator*, que permite representações numéricas, algébricas e geométricas de um mesmo objeto matemático.

A pesquisa de Tostes (2017) embasou a sua pesquisa com a metodologia da Engenharia, em suas fases de organização, experimentação, análise dos dados colhidos e desenvolvimento das sessões de ensino. Foi possível evidenciar, que enquanto metodologia, representou potencialidades para a avaliação ao se configurar como um instrumento auxiliador no planejamento da prática docente e na construção das propostas contidas nas sessões de ensino.

Na fase de experimentação, a partir de material complementar estruturado pela autora em forma de tutorial de instalação<sup>5</sup>, desenvolveu-se a organização da avaliação *online* com a contribuição do Complemento *Flubaroo*, para correção automática. Registrou-se na análise desta fase que a utilização do complemento de correção, como ferramenta pedagógica, dinamizou o processo de avaliação e potencializou o trabalho docente possibilitando discussão e análise dos resultados por meio das planilhas de respostas e dos gráficos gerados. Dessa forma, a pesquisa apresentou uma alternativa ao processo de avaliação, às formas de se avaliar, apontando possíveis contribuições do Complemento *Flubaroo* para a prática de avaliações. Foram apresentados resultados que permitem análise das respostas e discussão crítica do desempenho obtido, possibilitando alternativas para amenizar os erros, entendendo que a avaliação pode ser proporcionada de forma que cada aluno tenha confiança em sua capacidade para aprender e desenvolver suas habilidades matemáticas de modo mais dinâmico e mais crítico. Na figura 2, temos o Mapa Conceitual da Engenharia Didática estruturado por Tostes (2017):

**Figura 2** – Mapa Conceitual da Engenharia Didática.

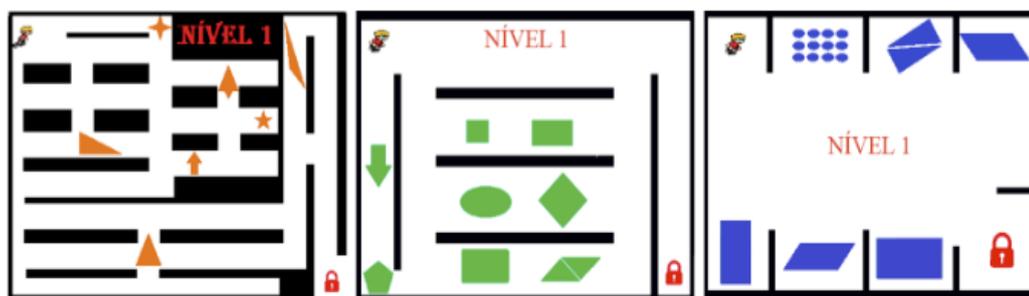


Fonte: Tostes (2017).

<sup>5</sup> Disponível em: <https://shre.ink/cNVv>

Em mais uma pesquisa desenvolvida no contexto do Grupo CTDEM, Souza (2017) abordou em seu trabalho de conclusão de curso, conteúdos de Geometria Plana por meio da Teoria de Van Hiele e elaborou uma Engenharia Didática no intuito de reconhecimento e evolução de conceitos geométricos. Foram abordadas discussões sobre documentos curriculares como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a BNCC ainda em fase de versões preliminares e idealizado um *software* desenvolvido no *Scratch* 1.4, em que foram adaptadas atividades do modelo, conforme mostra alguns cenários do Nível 1 do modelo presentes na figura 3 a seguir:

**Figura 3** – Jogo computacional desenvolvido no *Scratch* para a abordagem dos níveis de visualização de Van Hiele com a metodologia da Engenharia Didática.



Fonte: Souza (2017)

A amostra foi composta por estudantes de Matemática do Instituto do Noroeste Fluminense de Educação Superior (INFES) da Universidade Federal Fluminense (UFF). O *software* foi desenvolvido para identificar o perfil dos participantes e, a partir de então, planejada uma sessão de ensino utilizando o *GeoGebra*, tornando a aula mais dinâmica e contribuindo para construção do conhecimento geométrico dos alunos. A comparação dos resultados da análise *a priori* e *a posteriori* evidenciou a evolução de conhecimentos dos participantes após a intervenção realizada. Nesta pesquisa, com o auxílio da Engenharia Didática, foram analisadas a versão preliminar da BNCC (Brasil, 2016), da qual foi realizada uma abordagem dos conteúdos sobre a unidade temática Geometria. Na primeira sessão, a amostra apresentou um resultado insatisfatório, por mais da metade da turma não ter conseguido alcançar ao menos o nível de visualização. Ao finalizar a sessão foi possível identificar o nível de cada participante. A. Com a utilização do *GeoGebra* foi possível verificar, por meio das

respostas, o aumento do grau de compreensão da turma referente ao assunto tratado. A abordagem realizada foi de apenas uma sessão/aula e foi possível evidenciar a evolução nesse reestudo dos conceitos das figuras geométricas, o que confirmou a hipótese levantada na fase de análise *a priori*.

Em andamento na atual sede do grupo CTDEM na UFRRJ e no contexto do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGEduCIMAT) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), modalidade Mestrado Profissional, está sendo desenvolvida a pesquisa Brasil (2024), que pretende investigar o processo de significação do pensamento computacional nos problemas de matemática por meio das resoluções de problemas dos estudantes de Licenciatura em Matemática da UFRRJ, integrantes do Programa Institucional de Iniciação à Docência (PIBID), a partir da aplicação de uma sequência didática. No que tange relação ao tipo de tratamento e realização da coleta de dados dos discentes participantes, será adotada a Engenharia Didática, escolhida pela dinamicidade de realizar avaliações e intervenções ao longo da coleta de dados.

Na figura 4 a seguir, desenvolvida pelos próprios autores, apresenta-se uma organização visual das fases da Engenharia Didática.

**Figura 4-** Infográfico fases da Engenharia Didática.



**Fonte:** Brasil (2024).

Na primeira fase, as análises prévias da Engenharia Didática, será considerado o seguinte problema de pesquisa: “a inclusão de linguagem de programação na formação dos professores de matemática os auxilia na inclusão da linguagem de máquina nas aulas de matemática?”. A partir deste problema, foi formulada a seguinte hipótese: “Haverá indícios de contribuições no processo formativo dos discentes no que tange o incentivo à abordagem de resolução de problemas em que exijam escrita algorítmica antes e depois da apresentação.”

Após a definição da hipótese, serão consideradas as dimensões *Epistemológica*, em que serão utilizados problemas matemáticos da área da Geometria para que os alunos reproduzam a resolução destes problemas em um pseudocódigo; *Cognitiva*, considerando as possíveis dificuldades que os professores em formação poderão apresentar, como por exemplo, compreensão da lógica contida à resolução dos problemas; conhecimento das estruturas básicas dos algoritmos; por não estarem familiarizados, podem resultar inconsistências na escrita de um pseudocódigo; ultrapassar etapas importantes na tentativa de redigir o pseudocódigo. *Didática* - As estratégias pedagógicas escolhidas para a aplicação serão: Uso de slides com a apresentação das estruturas básicas de um algoritmo; Problemas com referência à matemática e depois com referência ao cenário semi-realidade no paradigma da investigação proposto por Skovsmose (2000).

Na Segunda Fase, Construção e análise *a priori*, para a escolha das variáveis didáticas, e visando alcançar os objetivos propostos a sequência de atividades, pretende-se realizar uma análise microdidática das variáveis que influenciam o ensino e a aprendizagem em sala de aula. As atividades serão separadas em dois principais momentos, os questionários antes do momento didático e as atividades após o momento didático. Este momento será destinado para a introdução dos discentes com a temática, será introduzido os fundamentos básicos da programação, explicando o que é um algoritmo e sua aproximação quando possível com a resolução matemática. Como instrumento de coleta, será estruturado um questionário com perguntas sobre o acesso e o conhecimento com elementos da programação e no final será solicitado um pseudocódigo do algoritmo do café.

1. *Algoritmo do café* - Neste momento os alunos são convidados a montar um algoritmo do ato de fazer um café, em que será solicitado que escrevam em uma folha os passos necessários para a execução. Neste momento, será enfatizada a importância da ordem dos passos e se não tem nada faltando para a realização da ação;
2. *Cálculo de área de polígonos regulares* - Neste momento os pibidianos terão a oportunidade de estruturar um algoritmo que resolva o problema de área de polígonos regulares. Será perguntado ao longo do desenvolvimento, sobre as características de um pseudocódigo, o que deve ser a variável, o que deve ser a instrução e etc.;

3. *Cálculo de área de um polígono qualquer com o Teorema de Pick* - Por último, os estudantes montarão um algoritmo que resolva o problema de área de polígonos quaisquer, usando o Teorema de Pick.

Na terceira Fase, ocorrerá a Experimentação e na quarta Fase a análise *a posteriori* e validação da hipótese levantada, gerando uma sequência didática como produto/processo educacional, exigência dos programas profissionais, como é o caso do PPGEduCIMAT/UFRRJ.

### Metanálise e repercussões das pesquisas desenvolvidas

Nesta sessão será realizada uma caracterização, trazendo a metanálise (Alencar; Almouloud, 2017 *apud* Kiefer; Mariani, 2021) dos resultados trabalhos apresentados, de forma a obter uma visão mais geral de como a Engenharia Didática (Artigue, 1988) foi concebida nas pesquisas realizadas pelo CTDEM conforme o quadro 2 a seguir:

**Quadro 2** – Metanálise das Pesquisas desenvolvidas no âmbito do CTDEM utilizando a metodologia da Engenharia Didática.

<b>Autor</b>	<b>Amostras</b>	<b>Instrumentos de coleta</b>	<b>Objetos de conhecimento</b>	<b>Recursos educacionais</b>	<b>Produtos Educacionais</b>
Cruz (2016)	Discentes do Curso Técnico do IFF/Pádua	Questionário e Entrevistas	Geometria Espacial	Pletora de Poliedros ( <i>online</i> )	Sequência Didática
Tostes (2017)	Docentes da rede pública estadual da cidade de Miracema-RJ	Questionário fechado e Questionário aberto.	Geometria Analítica	<i>Graphing Calculator</i> (Geogebra)/ Complemento <i>Flubaroo</i> ( <i>online</i> )	Tutorial do Complemento <i>Flubaroo</i>
Souza (2017)	Discentes do curso de Licenciatura em Matemática da UFF/INFES	Questionários	Geometria Plana	Geogebra ( <i>online</i> ) e <i>Scratch</i> ( <i>offline</i> )	Jogo Computacional
Brasil (2024)	Discentes do PIBID/Matemática/IM/UFRRJ	Questionários	Geometria, Álgebra e Lógica	Atividades desplugadas sobre lógica de programação	Sequência Didática para abordagem do Pensamento Computacional no Ensino Médio

Fonte: Elaboração pelo autor

Os resultados elencados no quadro 2, mostram que os estudos Souza (2017) adotou e Brasil (2024) pretende adotar questionários para coleta dos dados antes e após o momento didático; que as pesquisas de Cruz (2016) e Tostes (2021) analisaram os dados obtidos com a elaboração de categorias na perspectiva da análise de conteúdo de Bardin (2016); as pesquisas evidenciam ênfase maior sobre ensino, aprendizagem e avaliação na unidade temática Geometria e lacunas de pesquisas desenvolvidas no âmbito do Grupo CTDEM que se apropriem da Engenharia Didática nos Anos Iniciais e Finais do Ensino Fundamental. No quadro 3 a seguir, são apresentadas as principais publicações decorrentes das pesquisas que adotaram a Engenharia Didática (Artigue, 1988):

**Quadro 3** – Produções científicas provenientes de pesquisas realizadas no âmbito do CTDEM utilizando a metodologia da Engenharia Didática.

<b>Autores</b>	<b>Natureza</b>	<b>Revista/Editora</b>	<b>Título</b>
Souza e Dias <sup>6</sup> (2019)	Artigo Científico	Educação Matemática Debate	Um <i>software</i> para a análise do desenvolvimento do pensamento geométrico segundo o modelo de Van Hiele
Cruz e Dias <sup>7</sup> (2017)	Artigo Científico	Boletim do GEPEM	Uma Pletora de Poliedros e a Metodologia da Engenharia Didática: potencializando o ensino de Poliedros Regulares
Cruz e Dias <sup>8</sup> (2020)	<i>E-book</i> Gratuito	Editora Fi	Geometria espacial com o <i>software</i> gratuito “Uma pletora de poliedros”: cortes, planificações, elementos e operações
Tostes e Dias <sup>9</sup> (2017)	Artigo Científico	Boletim do GEPEM	Potencialidades da Tecnologia <i>Touchscreen</i> para o Ensino de Matemática
Tostes e Dias <sup>10</sup> (2023)	Artigo Científico	Revista Paradigma	O Complemento <i>Flubaroo</i> do <i>Google</i> como Proposta de

<sup>6</sup> Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/emd/article/view/84>

<sup>7</sup> Disponível em: <https://periodicos.ufrj.br/index.php/gepem/article/view/120>

<sup>8</sup> Disponível em: <https://www.editorafi.org/16poliedros>

<sup>9</sup> Disponível em: <https://periodicos.ufrj.br/index.php/gepem/article/view/122>

<sup>10</sup> Disponível em: <https://revistaparadigma.com.br/index.php/paradigma/article/view/1482>

			Ferramenta Avaliativa em Geometria Analítica
Tostes e Dias <sup>11</sup> (2023)	Livro	Editora Multifoco	Avaliação em Matemática por meio do dispositivo <i>Flubaroo</i>

Fonte: Elaboração pelo autor

As pesquisas realizadas geraram publicações em Revistas nacionais e internacionais com revisão por pares e a socialização em formato de livro, principalmente *e-book* gratuito, amplificam o alcance, o acesso e conseqüentemente maior divulgação da Engenharia Didática (Artigue, 1988). A pesquisa de Brasil (2024) está sendo desenvolvida no formato *multipaper*, escolhido por possibilitar a otimização dos processos de publicação que fortalecem a divulgação das produções do Grupo CTDEM, impactando em novas pesquisas, pleitos e ações futuras.

## REFLEXÕES FINAIS

Em vias de finalização, tornou-se possível evidenciar que as pesquisas desenvolvidas no âmbito do Grupo CTDEM trouxeram contribuições e tendências importantes sobre a Engenharia Didática enquanto metodologia de pesquisa e ensino, que potencializaram as análises dos dados realizadas em diferentes níveis de processo formativo, proporcionando a imersão das pesquisadoras e pesquisadores do grupo CTDEM em variados contextos de práticas profissionais, gerando reflexões que contribuíram para o planejamento/ações das situações didáticas planejadas e os cenários que a Engenharia permite elucidar em suas diferentes fases.

A Engenharia Didática também trouxe repercussões sobre a análise do currículo prescrito, a análise da versão preliminar da BNCC (Brasil, 2016) e o documento homologado (Brasil, 2018), permitindo problematizar e discutir competências, habilidades e objetos de conhecimentos das unidades temáticas; sendo possível também evidenciar processos de melhorias na aprendizagem e reestudo dos conceitos, tornando possível confirmar as variadas hipóteses levantadas na fase de análise *a priori* dessas pesquisas.

Como contribuições da Engenharia Didática (Artigue, 1988) em pesquisas futuras a serem desenvolvidas no contexto do Grupo CTDEM, vislumbra-se o Ensino por meio de

<sup>11</sup> Disponível em: <https://www.editoramultifoco.com.br/shop/avaliacao-em-matematica-por-meio-do-dispositivo-flubaroo-1845>

tecnologias digitais por meio de atividades plugadas e desplugadas; novas análises de documentos curriculares nacionais e transnacionais prescritos e materiais do currículo apresentado (como o livro didático) sob diferentes lentes teóricas em variados momentos históricos (transição de reformas curriculares, versões preliminares, consultas públicas e implementações incipientes). Destaca-se também a tendência de adoção do formato *multipaper* nas pesquisas, a tentativa de mitigar a demanda de pesquisas sobre o Pensamento Computacional, a estruturação de *softwares* (conceito de autoria); abordagens e pesquisas nos Anos Iniciais e Finais do Ensino Fundamental e nos cursos de formação inicial e continuada de professores de Matemática, que podem suscitar experimentações e práticas profissionais exitosas e inovadoras para o Ensino de Matemática na Educação Básica.

## AGRADECIMENTOS

Aos integrantes do Grupo “Currículo e Tecnologias Digitais em Educação Matemática (CTDEM)” - que desenvolveram ou desenvolvem suas pesquisas sob as várias lentes teóricas da Didática da Matemática Francesa, especialmente a Engenharia Didática.

## REFERÊNCIAS

ARTIGUE, M. Ingénierie Didactique. **Recherches em Didactique des Mathématiques**.

Grenoble: La Pensée Sauvage-Éditions, v. 9.3, p. 281-3008, 1988. Disponível em:

<https://revue-rdm.com/1988/ingenierie-didactique-2/> Acesso em 23 jun. 2024.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Trad. de Luíz Antero Reto e Augusto Pinheiro. 3. reimp. 1. ed. rev. e aum. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRASIL, L. S. **Criatividade e Resolução De Problemas**: O Ensino Da Matemática por meio da Lógica Programacional. Dissertação em desenvolvimento (Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática) – Instituto de Educação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2024. *No prelo*.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular** (versão preliminar). Brasília: MEC/SEB, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/SEB, 2018. Disponível em:

<http://download.basenacionalcomum.mec.gov.br/> . Acesso em: 25 jul. 2024.

CRUZ, R. M. **Uma pletora de poliedros**: explorando poliedros regulares com a metodologia

da engenharia didática. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense/ Instituto Noroeste Fluminense de Educação Superior (UFF/Infes). Santo Antônio de Pádua, 2016.

FIORENTINI, D. A Investigação em Educação Matemática desde a perspectiva acadêmica e profissional: desafios e possibilidades de aproximação. **Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática**, v.8, 11. ed., 2014. p. 61-82. Disponível em: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/14711>. Acesso em 28 jun. 2024.

KIEFER, J. G.; MARIANI, R. C. P. Mapeamento de pesquisas em Educação Matemática na perspectiva da metanálise a partir da BDTD (2008 - 2019): considerações sobre conceitos de área e perímetro. **Educação Matemática Pesquisa -Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 399–428, 2021. DOI: 10.23925/1983-3156.2020v22i3p399-428. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/50486> . Acesso em: 23 jul. 2024.

MACHADO, S. D. A. Engenharia Didática. In: MACHADO, Silvia Dias Alcântara. (Org.) **Educação Matemática: uma (nova) introdução**. São Paulo. EDUC, 2016, p. 233-247.

POMMER, W. M. **A Engenharia Didática em sala de aula: Elementos básicos e uma ilustração envolvendo as Equações Diofantinas Lineares**. São Paulo: [s.n.], 2013. Disponível em: <https://silo.tips/download/wagner-marcelo-pommer-a-engenharia-didatica-em-sala-de-aula-elementos-basicos-e>. Acesso em: 27 jun. 2024.

SKOVSMOSE, O. Cenários de investigação. **Bolema - Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro (SP) n.14, p. 66-91, 2000. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/10635> . Acesso em: 20 jul. 2024.

SOUZA, M. S. **Jogo Computacional Georun via Scratch para análise do desenvolvimento Geométrico: Um Estudo De Caso Por Meio Da Engenharia Didática**. Monografia de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) – Instituto do Noroeste Fluminense de Educação Superior, Universidade Federal Fluminense, Santo Antônio de Pádua, 2017.

TOSTES, D. V. F. **Proposta de utilização do complemento Flubaroo para avaliação em Geometria Analítica: um estudo de caso**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Instituto do Noroeste Fluminense de Educação Superior, Universidade Federal Fluminense, Santo Antônio de Pádua, 2017.

## HISTÓRICO

**Submetido:** 25 de julho de 2024.

**Aprovado:** 5 de dezembro de 2024.

**Publicado:** 13 de dezembro de 2024.