

<http://www.fisem.org/www/index.php>
<https://union.fespm.es/index.php/UNION>

O percurso investigativo acerca da Engenharia Didática de Desenvolvimento no cenário educacional Brasileiro

Georgyana Gomes Cidrão
 Francisco Régis Vieira Alves

Fecha de recepción: 15/04/2020
 Fecha de aceptación: 01/12/2020

<p>Resumen</p>	<p>La Ingeniería del Desarrollo Didáctico es una metodología orientada a la formación del profesorado, originada en la Ingeniería Didáctica clásica surgida en la década de 1980. En este artículo presentamos los datos de una investigación bibliográfica con el objetivo de presentar cómo la Ingeniería del Desarrollo Didáctico produce recursos educativos. para el profesor de matemáticas en Brasil. Así, analizamos artículos de revistas brasileñas en la plataforma Google Scholar. Al principio, tenemos en cuenta los resúmenes y las palabras clave. Por ello, destacamos algunos datos como objetivos, metodología y resultados. En general, los artículos señalan que los recursos producidos por la Ingeniería del Desarrollo Didáctico, en la formación del docente de matemáticas, permite ayudar a la práctica docente.</p> <p>Palabras clave: Desarrollo de Ingeniería Didáctica, Formación de profesores, Docencia brasileña, Didáctica de las Matemáticas.</p>
<p>Abstract</p>	<p>Didactic Development Engineering is a methodology aimed at teacher training, originating from classical Didactic Engineering that emerged from the 1980s. In this article, we present the data of a bibliographic research with the objective of presenting how Didactic Development Engineering produces educational resources for the math teacher in Brazil. Thus, we analyzed articles in Brazilian journals on the Google Scholar platform. At first, we take into account summaries and keywords. Therefore, we highlight some data such as objectives, methodology and results. In general, the articles point out that the resources produced by Didactic Development Engineering in the formation of the mathematics teacher allows to assist the teaching practice.</p> <p>Keywords: Development Didactic Engineering. Teacher training. Brazilian teaching. Didactics of Mathematics.</p>
<p>Resumo</p>	<p>A Engenharia Didática de Desenvolvimento é uma metodologia voltada para a formação de professores, oriunda da Engenharia Didática clássica emergida da década de 80. Neste artigo, apresentamos os dados de uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de apresentar como a Engenharia Didática de Desenvolvimento produz recursos educacionais para o professor de Matemática no Brasil. Dessa forma, analisamos artigos em periódicos brasileiros na plataforma Google Acadêmico. De início, levamos em consideração os resumos e as</p>

palavras-chaves. Por conseguinte, destacamos alguns dados como objetivos, metodologia e os resultados. De modo geral, os artigos apontam que os recursos produzidos pela Engenharia Didática de Desenvolvimento na formação do professor de Matemática permite auxiliar a prática docente.

Palavras-chave: Engenharia Didática de Desenvolvimento. Ensino brasileiro. Didática da Matemática. Formação de professores.

1. Introdução

No paradigma da pesquisa Educacional da França, a Engenharia Didática é uma metodologia de pesquisa desenvolvida a partir da reprodução de seções didáticas em sala de aula. Outrossim, “[...] na concepção, realização, observação e análise de sequências de ensino cuja [...] validação é essencialmente interna, baseado no confronto entre uma análise a priori e uma posteriori” (Artigue, 1990, p. 286).

Entretanto, a Engenharia Didática criada sob moldes neopiagetianos da década de 80, não sustentava o campo investigativo acerca da formação do professor. Margolinas et al (2011) adverte que a Engenharia oriunda das pesquisas de Brousseau não é transponível, e nem destinada ao professor. O objetivo da Engenharia Didática está na compreensão da existência de situações didáticas entre o professor-estudante-saber (Alves & Catarino, 2017).

No entanto, em 2009 Perrin-Glorian propõem uma evolução no campo da Engenharia Didática, emergindo no campo da educação francesa a Engenharia Didática de Desenvolvimento - EDD (do francês, “*Ingénierie de Développement Didactique*”) visando o processo formativo do professor.

Assim, de modo inequívoco, atualmente, ainda após uma década de desenvolvimento acerca da evolução da Engenharia Didática, observamos que no Brasil carece uma atenção a respeito do percurso investigativo de pesquisas relacionadas à Engenharia Didática de Desenvolvimento. A partir disso, nesse trabalho foi feito uma revisão bibliográfica de artigos que abordam o contributo da Engenharia Didática de Desenvolvimento em pesquisas brasileiras sobre o Ensino de Matemática e Educação Matemática.

Foram escolhidos periódicos¹ (A2) nacionais a partir da classificação da CAPES em Educação e Ensino de acordo com a área Ensino de Matemática/ Ensino de Ciências e Matemática/Educação Matemática. A pesquisa foi realizada no

¹ Após a nova avaliação da Capes 2019, alguns periódicos esperam pela resposta da avaliação em 2021, tais como: REVMAT e REBECM. A plataforma Sucupira não se atualizou, entretanto, disponibilizamos um link para consulta: <<https://portal.ifba.edu.br/eunapolis/textos-fixos-campus-eunapolis/documentos-materias/qualis-novos-julho-de-2019.pdf/view>>. Recuperado em: 07 de julho de 2020.

Google Acadêmico, sendo feito uma delimitação no que se concerne ao período (2010-2019), nos seguintes periódicos:

- Educação Matemática Pesquisa- EMP
- Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática- REBECM
- Revista Eletrônica em Educação Matemática- REVEMAT

Portanto, a Engenharia Didática de Desenvolvimento usa as fases de forma genérica da Engenharia Didática Clássica, com o intuito de produzir recursos para os professores utilizarem em suas aulas de Matemática. Com isso, analisamos os artigos supracitados nos periódicos brasileiros, com a intenção de mostrar que os recursos produzidos por essa metodologia auxilia a prática do professor de Matemática em formação (inicial ou continuada).

Isso, seguindo a concordância na definição de Perrin-Glorian (2009), ao relatar que a Engenharia Didática de Desenvolvimento tem o objetivo de desenvolver meios (objetos de aprendizagem) para o uso no ensino regular, ou para a formação de professores e treinamento em professores de Matemática. A partir disso, surge um interesse em expor como a Engenharia Didática de Desenvolvimento está sendo imposta no cenário formativo e investigativo das pesquisas brasileiras.

Nesta investigação, nossos objetivos se encontram na observação de como a Engenharia Didática de Desenvolvimento caminha para desenvolver o percurso formativo do professor de Matemática no Brasil, observando o compartilhamento em relação aos recursos produzidos por essa metodologia.

Logo, é necessária à compreensão que o professor é a peça principal em sala de aula, nele é depositado as teorias e ações pretendidas. Com isso, o principal agente investigativo em uma sala de aula não é exclusivamente o aluno. Porém, se o modelo clássico tomar conta do processo investigativo científico das pesquisas em torno da sala de aula, existirá entraves no aperfeiçoamento profissional do professor de Matemática.

2. Pressupostos iniciais da Engenharia Didática e seu desenvolvimento no quadro atual de pesquisas

Por volta dos anos 80 na França, foram criados centros universitários espalhados pelo o país a fim de propor mudanças no sistema de ensino causado pela reforma do Movimento da Matemática Moderna. Os então chamados de Institutos de Pesquisa sobre o ensino de Matemática (do francês, "*Institut Universitaire de Recherche sur L'Enseignement des Mathématiques*") criados em virtude do desenvolvimento de pesquisas acerca dos fenômenos encontrados no

sistema de ensino. Douady (1986) acrescenta que as pesquisas beneficiaram os três polos: professor, alunos e sistema de ensino.

Dessa forma, alguns estudiosos se juntaram para atuar de forma pioneira na então chamada de Didática da Matemática², seus fundamentos se encontram na relação entre a Matemática, Pedagogia e Psicologia no que se concerne ao ensino e aprendizagem de Matemática (Brousseau, 1986; Artigue, 1988; Almouloud, 2019). Acrescentamos ainda, o pensamento de Brousseau (1989, p.86) “[...] a didática não consiste em fornecer um modelo para o ensino, mas produzir um campo de conhecimentos e de questões que permitem colocar em prova qualquer situação de ensino e que permita corrigi-la e melhorá-la [...]”.

Assim, a partir do contexto anterior, destacaremos a Engenharia Didática (ED) nos estudos da Didática da Matemática, desenvolvida como uma metodologia de pesquisa advinda inicialmente das pesquisas de Chevallard e Brousseau em 1982 (Junior; Carvalho & Farias, 2019), contudo, postulada por Artigue em 1989 como uma metodologia experimental, baseada no desenvolvimento de seções didáticas em sala de aula, como define Artigue (1988, p. 3) “classificada primeiramente como um esquema experimental que funciona como base para as realizações didáticas em sala de aula, ou seja, como a concepção, realização, observação e análise de sequências de ensino”.

Artigue (1988) relaciona o termo Engenharia Didática comparável ao trabalho de um engenheiro, no que se concerne a elaboração de um projeto visto que nesse percurso o engenheiro deve se apropriar da parte científica, no entanto, na realidade vai encontrar mais vetores complexos que o mesmo havia previsto na elaboração. Essa é a ideia que a autora propõe a relação do professor engenheiro.

Assim, Artigue (1996) chama atenção para a realização de uma Engenharia Didática, devendo atender a quatro fases, tidas como:

1. Análise prévia: A análise é feita para esclarecer os efeitos do quadro atual de ensino, voltado ao saber epistêmico, como também a compreensão dos obstáculos e dificuldades em relação à aprendizagem dos alunos.
2. Concepção e análise a priori das situações didáticas: O pesquisador orientado pelas análises preliminares delimita certo número de variáveis pertinentes ao sistema sobre os quais o ensino pode atuar nas chamadas variáveis de comando: *microdidáticas* ou *macrodidáticas*. Consideremos alguns pontos na análise a priori, sendo como:

² Conjunto de teorias inseridos na década de 70 na Educação Matemática da França, tidos como: Engenharia Didática, Teoria das Situações Didáticas, Transposição Didática, Obstáculos epistemológicos, Teoria dos Campos Conceituais.

- Descrever as escolhas feitas no nível local (relacionando-as eventualmente com as seleções globais) e as características da situação didática desenvolvida;
- Analisar o que poderia estar em jogo nesta situação para o aluno, em função das possibilidades de ação, seleção, decisão, controle e validação que o aluno terá durante a experimentação.
- Prever campos de comportamentos possíveis e tentar demonstrar como a análise permite controlar seus significados e assegurar, particularmente, que se tais comportamentos esperados ocorreram, é por consequência do desenvolvimento visado pela aprendizagem (Almouloud & Silva, 2012, p. 27).

3. Experimentação: Nessa etapa o pesquisador deve aplicar a sequência didática elaborada, como também apresentar os objetivos e condições para a realização da pesquisa, estabelecendo o contrato didático com os alunos. Na experimentação também se deve registrar as observações colhidas através de: registro de imagem, registro de áudio, registro de vídeo, produção escrita dos alunos, entrevistas e etc.

4. Análise a posteriori e validação: Na presente etapa, consiste em analisar os dados colhidos durante a experimentação. Durante a realização dessa fase, é necessário existir o confronto entre a análise a priori e na análise a posteriori, para assim, realizar a validação das hipóteses formuladas durante a pesquisa. Ainda lembrando que a validação pode ser interna ou externa.

Outrossim, Margolinas et al (2011) explica que a Engenharia Didática construída na década de 1980, não incluía o desenvolvimento do professor de Matemática. Seu principal objetivo estava na existência das condições de construção acerca das situações didáticas. Com base nisso, na década de 90, o professor passou a ser o objeto investigativo pelos didatas franceses.

Porém, somente em Agosto de 2009, na XV Escola de Verão de Didática da Matemática (do francês, *L'école d'été de Didactique des Mathématiques*) aconteceu em Clermont-Ferrand na França discussões acerca da Engenharia Didática, desse modo, Perrin-Glorian propôs mudanças na ED incluindo a formação do professor de matemática, passando a definir como uma Engenharia Didática de Desenvolvimento – EDD³ (Perrin-Glorian & Bellemain, 2019).

Diante do parágrafo anterior, constatamos que a discussão acerca do desenvolvimento da Engenharia Didática passou a ser desenvolvido por Perrin-Glorian, desde a construção de sua tese⁴ na década de 90. Assim, alguns

³ Também definida por Perrin-Glorian como Engenharia Didática de segunda geração ou engenharia didática de formação (Alves, 2018).

⁴Dica de leitura: PERRIN-GLORIAN, M. J. (1992). Aires de surfaces planes et nombres décimaux. Questions didactiques liées aux élèves en difficulté aux niveaux CM-6 ème. Thèse de doctorat. Paris VII.

especialistas em Didática da Matemática perceberam que havia dois pólos na engenharia, Tempier (2016. p. 187, tradução nossa) retrata na sua tese o seguinte esquema dos dois pólos: (pesquisa → engenharia → desenvolvimento → educação).

Partindo dessa esquematização construída, temos que o i) pólo está na pesquisa/engenharia e ii) pólo está no desenvolvimento/ensino. De modo mais esclarecedor, no i) tem-se a compreensão dos fenômenos e no ii) está a ação. A Engenharia Didática possui algumas características da pesquisa ação, pois, as situações são desenvolvidas em sala de aula e o pesquisador descreve e analisa os resultados da sua aplicação.

Contudo, entendemos que a Engenharia Didática em um determinado momento foi avaliada como incompleta e tomou um curso investigativo incluindo o processo formativo do professor de Matemática, conforme Perrin-Glorian (2011. p. 57),

O problema não é mais apenas o de monitorar e implementar os princípios que orientam a engenharia didática. É também sobre possibilidades de adaptação situações de professores nas condições normais de operação de ensino com a dupla perspectiva de estudar a robustez de uma série de situações e formação de professores.

Partindo disso, Perrin-Glorian (2011) propôs a Engenharia Didática de Desenvolvimento e treinamento, pautada na produção de recursos para o ensino regular, e que esses recursos possam ser reutilizados pelos professores de Matemática. A autora ainda pondera que no início da Engenharia Didática o objeto de pesquisa estava pautado somente nos fenômenos didáticos encontrados em sala de aula, e sendo altamente influenciado pelos estudos de Chevallard, no que se concerne à transposição didática visando os alunos, ou seja, a investigação acerca das situações que não englobavam por parte o professor, apesar de que na dialética da institucionalização existe a inserção do professor. No entanto, na gênese da ED propriamente dita, não existia uma preocupação com o papel do professor, principalmente o dotado de experiência (Perrin-Glorian & Bellemain, 2019).

Contudo, notamos que o itinerário desenvolvimentista da Engenharia Didática no decorrer de quase cinquenta anos na educação francesa e em outros países que aderiram à metodologia. Dessa forma, quando a ED emergiu nos anos 80, a investigação passava a ser acerca das realizações didáticas destinada aos alunos, e que, de forma gradativa foi percebível uma lacuna para a formação do professor de Matemática.

Por ora, a ED muitas das vezes serviu como um meio para construir situações, e com isso, contribuiu para o treinamento do professor de Matemática. E este uso no treinamento para os professores, muitas das vezes suscitavam novas questões a respeito das situações necessárias para ensinar matemática. Além do mais, a ED foi construída sob um viés de treinamento visando às situações

processada pelos professores ou professores em formação a fim de lhes ensinar Matemática.

Perrin-Glorian e Bellemain (2019) afirmam que em pesquisa, a ED é usada tanto para treinamento quanto para estudar questões de treinamento, exemplificando a Engenharia Didática clássica tem características fenomenotécnicas, mas, no caso da Engenharia Didática de Desenvolvimento, o treinamento recai para os estudantes previamente adultos, e esses já devem conhecer a Matemática. Assim, a Engenharia Didática tomou dois pólos de investigação, cabendo o investigador decidir qual a ED ele vai tomar como metodologia experimental.

Desse modo, em um dos pólos tem-se a Engenharia Didática clássica transformada em Engenharia Didática para a Investigação, e no outro pólo tem-se a Engenharia Didática de Desenvolvimento. Outrossim, Chevillard (2009) distingue ambas como: Engenharia Didática para o uso, e Engenharia Didática para o conhecimento. Apresentaremos de uma forma mais clara na Figura 1, a diferenciação de ambas.

Engenharias Didáticas de 1ª e 2ª geração	
IDR	IDD
<ul style="list-style-type: none">• Faz emergir fenômenos didáticos para estudá-los;• Visa um avanço no resultado de investigação, fazendo uso de experimentações montadas em função da questão de pesquisa;• Não há a preocupação imediata em divulgar as situações utilizadas.	<ul style="list-style-type: none">• Produzir recurso (s) para professores ou para a formação de professores.• Liberdade de ação para o professor• A investigação continua a ser essencial, mas, as questões de investigação não são motivadas, em primeiro lugar, pela ampliação dos quadros teóricos;• Baseia-se na engenharia de 1ª geração.

Figura 1. Diferença entre as duas (EDI) e (EDD).

Fonte: Almouloud e Silva (2012, p. 46).

Conforme a tabela acima descreve, Perrin-Glorian (2011) definiu a Engenharia Didática de Desenvolvimento como uma metodologia que visa reproduzir recursos didáticos, visando o treinamento de professores para dar suporte aos professores em sala de aula. A autora ainda pondera que a EDD poderá ser definida também como uma Engenharia Didática de segunda geração ao utilizar as mesmas fases da Engenharia Didática clássica de forma “genérica”, para continuar o questionamento acerca da estrutura adidática.

Por fim, Perrin-Glorian (2009) exhibe três fatores para a realização de uma EDD:

I. O professor deve ter uma determinada liberdade para a ação, ou seja, o pesquisador deve definir a sequência de situações com os professores escolhidos, observando como os professores adaptam o documento;

II. A partir dos documentos produzidos, os professores não devem reproduzir a história;

III. É preciso seguir as fases da Engenharia Didática clássica para construir a situação.

Além disso, Perrin-Glorian (2009) define a própria engenharia didática para o desenvolvimento de recursos e também para a formação de professores. Almouloud & Silva (2012) concordam nesse quesito, tratando a engenharia de desenvolvimento como uma base construtiva para a formação do professor de Matemática.

3. Elementos empíricos da Pesquisa

Este artigo possui uma metodologia de cunho qualitativo, constituente a partir de uma revisão bibliográfica realizada no Google Acadêmico a respeito da Engenharia Didática de Desenvolvimento na Educação no Ensino brasileiro. Foram selecionados quatro artigos de periódicos de Qualis (A2), sendo feito uma delimitação no que se concerne ao período, foi escolhido a partir de 2010 a 2019, obtivemos um resultado de 124 artigos, utilizando a Engenharia Didática desenvolvida por Perrin-Glorian, conforme mostra o Gráfico 1. Entretanto, a Engenharia Didática Clássica no Brasil mostra um resultado superior, com 14.800 artigos publicados em igual período (2010-2019).

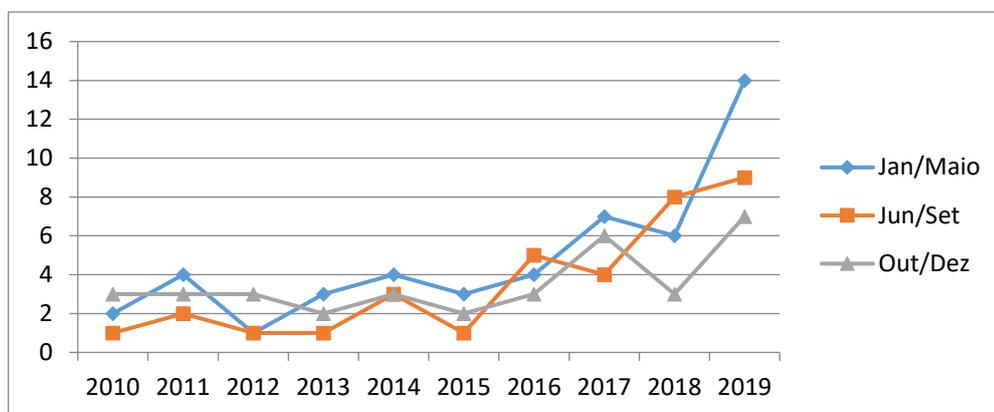


Gráfico 1. Busca no Google Acadêmico pela Engenharia Didática de Desenvolvimento durante 2010 a 2019 no Brasil.

Fonte: os autores

A decisão de limitar a pesquisa nos periódicos mencionados está relacionado à produção de recursos ou formação de professores no que se concerne a Engenharia Didática de Desenvolvimento. A escolha dos artigos ocorreu a partir da leitura dos resumos e palavras-chaves. Em seguida, coletamos mais dados, como: autoria, título, ano, objetivos, metodologia e resultados.

4. Análise nos periódicos

Os artigos selecionados para o uso da EDD na prática está acerca dos números generalizados de Catalan, no ensino de Probabilidade e a importância da EDD na formação do professor de Matemática. Conforme exposto no Quadro 1, estará o periódico, autores, ano título e um breve resumo dos artigos.

Periódico	Autores	Ano	Título	Síntese do artigo
Revmat	Almouloud e Silva	2012	Engenharia Didática: evolução e diversidade	O artigo apresenta a engenharia didática e sua evolução recaído na engenharia didática de desenvolvimento, e engenharia didática de formação, oriundo da conferência internacional: XV Escola de Verão de Didática da Matemática na França.
Revmat	Alves e Dias	2017	Formação de professores de matemática: um contributo da engenharia didática	O artigo aponta o direcionamento da engenharia didática e como ocorreu seu desenvolvimento para a formação do professor de Matemática, levando em consideração os conceitos construídos na didática da matemática como: transposição didática.
EMP	Alves	2018	Engenharia Didática de Formação (EDF): sobre o ensino dos Números (Generalizados) de	O artigo retém uma atenção aos números de Catalan, balizada metodologicamente pela Engenharia

			Catalan (NGC)	Didática de Formação usando as fases da Engenharia Didática de Desenvolvimento. Foram criadas situações de ensino e tarefas aplicadas na formação inicial de professores de Matemática.
Rebecem	Almeida e Farias	2019	Observações acerca de uma Engenharia Didática de formação para o ensino de probabilidade	O artigo aborda um modelo didático epistemológico construído a partir da engenharia didática de formação usando os pressupostos da engenharia didática na formação continuada de professores usando o conceito de probabilidade.

Quadro 1. Seleção dos artigos na revisão bibliográfica.

Fonte: Elaboração dos autores.

Nos periódicos encontramos os seguintes trabalhos:

- Revemat (2 artigos) que discutem a EDD na formação do professor;
- EMP (1 artigo) que discute a EDD, contendo o objeto matemático: número de Catalan e suas aplicações;
- REBECM (1 artigo) que discute a EDF, contendo o objeto matemático: Probabilidade.

No Gráfico 2 destacamos como os trabalhos estão organizados.

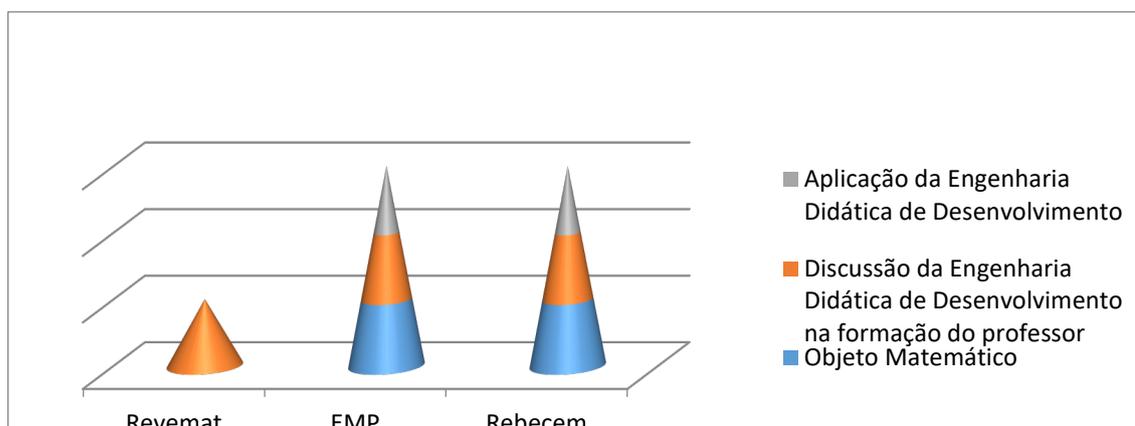


Gráfico 2. Amostra dos periódicos que enfatizam a EDD no percurso investigativo da formação de professores de matemática no cenário educacional brasileiro.

Fonte: os autores

4.1 Uma análise específica

Ao analisarmos os artigos selecionados nessa pesquisa, identificamos nos respectivos artigos mencionados os seguintes elementos: objetivos, metodologia, resultados ou análises e conclusão. Para uma melhor compreensão dos artigos, fizemos uma breve análise estando dividida por periódico.

✓ REVEMAT

Almouloud e Silva (2012) de forma geral abordam o percurso e evolução da Engenharia Didática, até chegar na Engenharia Didática de Desenvolvimento e Engenharia Didática de Formação levando em consideração o XV encontro na França na Escola de Verão em Didática da Matemática. Os autores destacam que a Engenharia Didática de 1ª geração não satisfaz a formação do professor. Para isso, a Engenharia Didática de Desenvolvimento foi desenvolvida nesse viés de formação docente, como também a Engenharia Didática de Formação está presente no cenário da formação do professor de Matemática, tendo uma atenção maior destinada a formação profissional, uma informação mais detalhada se encontra no Quadro 2.

Objetivo	Metodologia	O que se encontra no trabalho
Discutir a evolução da Engenharia Didática Clássica, mostrando a Engenharia de Formação e Engenharia Didática de Desenvolvimento.	Pesquisa bibliográfica, pelos trabalhos de Brousseau, Artigue, Perrin-Glorian, Chevallard e Boero.	No trabalho os autores abordam os pressupostos da Engenharia Didática de Desenvolvimento balizada pelo processo de mudança da Engenharia Didática

		Clássica. Além disso, no trabalho é possível observar uma relação entre a Engenharia Didática e as algumas teorias advindas da Didática da Matemática, como: teoria de estudos e pesquisa, domínios de experiência.
--	--	---

Quadro 2. Síntese do trabalho de Almouloud e Silva (2012).

Como a proposta inicial de Almouloud e Silva (2012) é apresentar a evolução da Engenharia didática, sobretudo os autores mostram que devido o seu desenvolvimento atualmente ela é uma metodologia pautada para a formação de professores, a Figura 2 apresenta a diferença entre a Engenharia Didática clássica e a Engenharia Didática de Desenvolvimento.

	Objetivo(s)	Aspectos centrais
ED 1ª geração	Elaborar e estudar propostas de transposição didática para o ensino.	Metodologia de pesquisa e produto
ED 2ª geração	Determinar os princípios que comandam a engenharia que se quer transformar em recurso para o ensino regular, e estudar as condições de sua divulgação.	Três funções não independentes: a investigação, o desenvolvimento e a formação de professores por meio da análise. Necessita de vários níveis de construção.

Figura 2. Diferença entre a engenharia didática clássica e a engenharia didática de Desenvolvimento.

Fonte: Almouloud e Silva (2012, p. 46)

Portanto, mais adiante os mesmos autores completam que “a engenharia de desenvolvimento está fortemente ligada às investigações nos saberes matemáticos necessários aos professores para ensinar a matemática. É neste sentido que ela está ligada à formação” (Almouloud & Silva, 2012, p.32).

Contudo, os autores fizeram uma discussão brevemente sobre os pressupostos da Engenharia Didática levando para à formação do professor balizada pela Engenharia Didática de Desenvolvimento na produção e reprodução de recursos didáticos destino ao professor de Matemática.

Alves e Dias (2017) discutem em seu trabalho que a Educação Matemática no Brasil carrega uma relação com a Didática da Matemática francesa, passando a investigar o trinômio: professor-aluno-saber matemático recaindo subsequentemente no ensino e na aprendizagem matemática. Dessa forma, os autores trazem um recorte histórico da década de 1970, 1980 e 1990 acerca da

Engenharia Didática. Como já mencionamos, a Engenharia Didática no seu início tinha como foco o aluno e por conseguinte, a formação do professor passa a ser o novo cenário de investigação da Didática da Matemática, emergindo a Engenharia Didática de Desenvolvimento.

Os autores fazem sua pesquisa acerca de uma metodologia interpretativa, pela ótica de pesquisa de: Artigue, Pastré, Perrin-Glorian, e Chevallard. No momento em que a formação do professor passa a ser o novo objeto de pesquisa, a Engenharia Didática faz uma relação com a Engenharia de Formação, tendo como foco a formação (inicial ou continuada) profissional do professor de matemática. Entretanto, Alves e Dias (2017) observam que a transposição didática traga da Didática da Matemática deve ser revisada na formação do professor. Dessa forma, os autores apresentam os seguintes níveis:

- I) atende-se ao conhecimento acadêmico, advindo de uma instituição;
- II) transmissão do conhecimento contido no material para os alunos;
- III) conjunto de fenômenos e modificações encontrados em sala de aula.

Esses três níveis apresentam uma trajetória de transposição didática pautados para a formação de professores, que também dispomos na Figura 3.

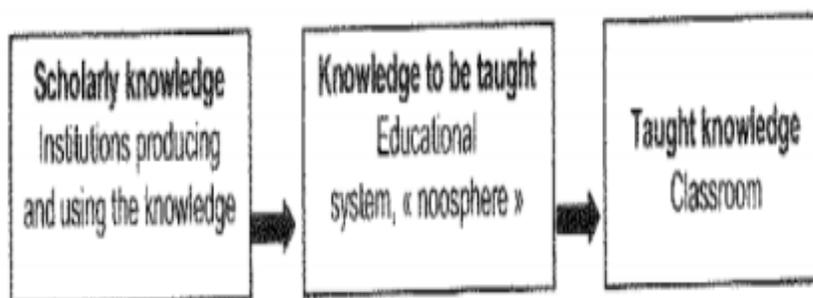


Figura 3. Conjunto de transformações de uma transposição didática na formação de professores.

Fonte: Boch e Gascon (2006, p. 61, apud, Alves & Dias, 2017, p. 205, adaptado)

Alves e Dias (2017) refletem que a Engenharia Didática não foi criada exatamente para a pesquisa, mas sim, para entender os fenômenos acerca do professor-aluno-saber, entretanto, a Engenharia Didática pode configurar-se para um meio de pesquisa.

✓ EMP

Alves (2018) de maneira sistemática reflete que na formação do professor de matemática a história da matemática deve ter um aspecto histórico fundamentado no cálculo. De modo particular, o artigo aborda uma investigação pautada no

sistema histórico dos números de Catalan, na formação inicial de professores de Matemática, balizada pelo conjunto metodológico entre: Engenharia Didática de Formação, Engenharia Didática de Desenvolvimento e Teoria das Situações Didáticas, mais informações no Quadro 3.

Objetivo	Público	O que se encontra no trabalho
Descrever uma Engenharia Didática de Formação relacionada a teoria das situações didáticas e aplicar um conjunto de tarefas e situações didáticas no objeto matemático: números de Catalan.	(5) Licenciandos em Matemática de uma Instituição Federal de Ensino Superior.	No trabalho encontra-se partes epistemológicas da matemática, levando em consideração os números de Catalan, por conseguinte é elaborado algumas situações didáticas advindas da metodologia de pesquisa: Engenharia Didática relacionada a teoria de ensino das situações didáticas moldada a partir da Engenharia Didática de Formação.

Quadro 3. Principais informações do artigo de Alves (2018).

Outrossim, Alves (2018) segue as quatro fases da Engenharia Didática clássica: análise prévia, análise *a priori* e concepção das situações, experimentação, análise *a posteriori* e realiza uma validação interna. Aplica em cinco professores em formação inicial a partir do campo epistêmico matemático a respeito dos números generalizados de Catalan acontecido em quatro encontros. O autor elabora cinco atividades e duas situações didáticas amparadas na Teoria das Situações Didáticas⁵. Além do mais, encontramos no artigo uma breve explanação dos pressupostos iniciais da EDD.

Por fim, no trabalho Alves (2018) conclui-se que a partir das duas situações didáticas foi possível observar uma modelação nos fenômenos do sistema: pesquisador-estudantes-saber matemático, onde os alunos descobriram uma fórmula de recorrência dos números de Catalan, sendo produto da metodologia da Engenharia Didática e Engenharia Didática de Formação.

✓ REBECEM

⁵ Teoria criada por Brousseau, definida como “[...] uma série de situações reprodutíveis, denominadas de situações didáticas, que estabelecem os fatores determinantes para a evolução do comportamento dos alunos” (Teixeira & Passos, 2013, p. 158).

Almeida e Farias (2019) abordam no artigo um estudo tomado pelo ensino da Probabilidade de acordo com os documentos educacionais brasileiros: Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+). No Quadro 4 expomos os principais objetivos do trabalho.

Objetivo	Público	O que se encontra no trabalho
Discutir um modelo desenvolvido através da Engenharia Didática de Formação usando as fases da Engenharia Didática.	(2) Professores em formação continuada que ensinam em uma Instituição de Ensino Pública de base Técnica e Superior.	No trabalho é possível compreender como ocorreu o modelo desenvolvido pelos pressupostos da EDF e da ED para o Ensino de Probabilidades, após seis encontros com os professores pesquisados.

Quadro 4. Resumo informativo do trabalho de Almeida e Farias (2019).

Dessa forma, a metodologia acerca da engenharia didática é apoiada na Teoria Antropológica do Didático⁶, auxiliando a formação continuada do professor de Matemática. Além do mais, os autores explicam a aplicação das fases da Engenharia Didática clássica em professores já experientes em seis encontros e no final expõem detalhadamente o resultado entre e análise *a priori* e análise *a posteriori* a partir de uma série de entrevistas.

Portanto, Almeida e Farias (2019) asseguram que a partir de um modelo formativo criado por Bailleu (2015) de uma Engenharia de Formação (Figura 4), juntamente com a Engenharia Didática concebeu os objetivos esperados da pesquisa.

⁶ Teoria apresentada por Yves Chevallard (1998, p. 92) como um “desenvolvimento e articulação de noções cuja elaboração visa permitir pensar de maneira unificada em um grande número de fenômenos didáticos”.

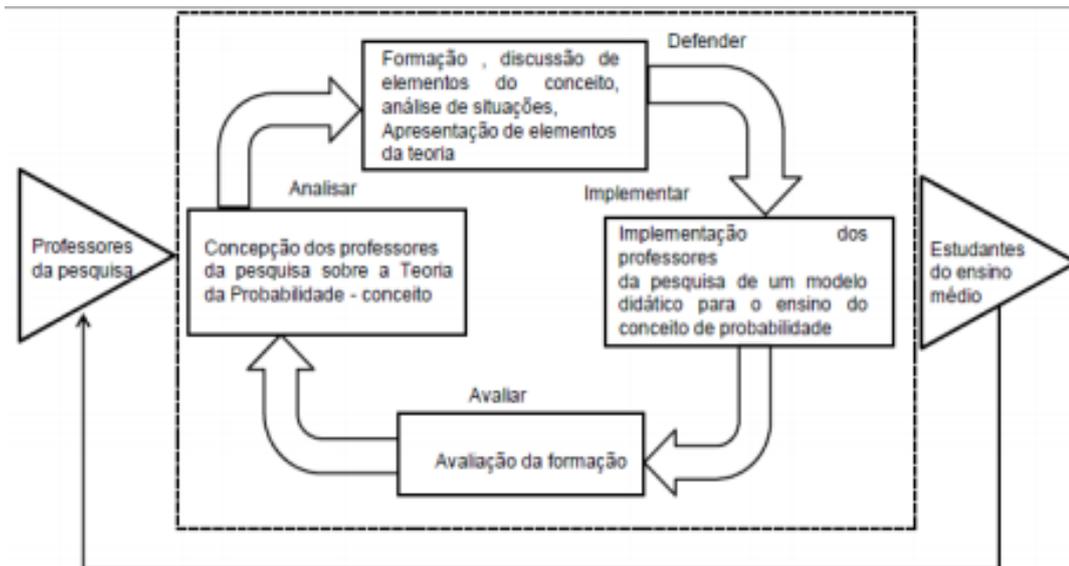


Figura 4. Modelo criado a partir da Engenharia de Formação.

Fonte: Almeida e Farias (2019, p. 575).

Os autores, concluem que as investigações que adotam metodologicamente a engenharia didática na formação (inicial ou continuada) de professores tendem a ter uma melhor práticas de ensino voltada para esses professores a fim de estabelecer contribuições no sistema didático.

5. Considerações Finais

A Didática da Matemática teve um grande desenvolvimento na França no que se concerne a relações de ensino e aprendizagem, passando a ter relações entre a psicologia, pedagogia e a matemática, norteadas pelo desenvolvimento de muitas pesquisas acerca do ensino de Matemática impulsionada por muitos pesquisadores como Brousseau, Artigue, Vergnaud, Chevallard dentre outros. Dessa maneira, a Engenharia Didática emergiu na década de 80, em colaboração com o Instituto de Grenoble de Pesquisa em Educação Matemática (do francês, *institut de recherche sur l'enseignement des mathématiques de grenoble* – IREM), com o objetivo de investigar os fenômenos acerca do ensino e aprendizagem no sistema didático.

Por ora, sabemos que Engenharia Didática trouxe muitos benefícios para a Educação e Ensino na França, se estendendo até para outros países. Entretanto, a Engenharia Didática clássica se mostrou ineficiente para tratar todos os fenômenos encontrados em sala de aula. Principalmente no que se concerne a formação do professor de Matemática. Assim, ao longo de décadas puderam corrigir a parte do professor, com o desenvolvimento acerca das pesquisas de Perrin-Glorian em 2009, retratando a Engenharia Didática de Desenvolvimento e treinamento para o uso e reprodução de recursos para professores.

Dessa forma, é inegável percebermos como a Engenharia Didática desenvolvida na década de 80 ajudou a diversos professores a compreenderem o ensino-aprendizagem nos alunos, todavia, careceu de ajustes desenvolvidos posteriormente. E que mesmo após os ajustes, poucas pesquisas são realizadas acerca da Engenharia Didática de Desenvolvimento no Brasil, e que a Engenharia Didática clássica permanece enraizada no processo epistemológico investigativo acerca do ensino de Matemática.

Assim, foi analisado os artigos dos periódicos após uma escolha minuciosa de trabalhos envolvendo a EDD em pesquisas nacionais. Após as análises, constatamos que é necessário repensar a formação dos professores de Matemática para utilizarem recursos reproduzidos pela Engenharia Didática.

Contudo, no que se concerne ao desenvolvimento da Engenharia Didática de Desenvolvimento no Brasil ainda se mostra como desafiante num percurso investigativo. Sendo necessário os pesquisadores repensarem na formação inicial ou continuada do professor de Matemática para o uso dos recursos didáticos, promovendo o favorecimento do processo formativo do professor e auxiliando sua prática no ensino de Matemática.

Por fim, apresentamos uma metodologia descrita para a formação do professor de Matemática, balizada nos pressupostos do ensino e da educação matemática, para corroborar com roteiros elaborados por professores para professores que buscam um melhor ensino de Matemática para o Brasil, a partir de pesquisas promissoras francófona.

6. Bibliografia

Almeida, C.M.C., & Farias, L.M.S. (2019). Observações acerca de uma engenharia didática de formação para o ensino de probabilidade. *REBECM*. 3(2). 566-594.

Almouloud, S.A., & Silva. M.J.F. (2012). Engenharia Didática: evolução e diversidade. *REVEMAT*. 7(2), 22-52.

Almouloud, S. A. (2019). Diálogos da Didática da Matemática com outras tendências da Educação Matemática. *Caminhos da Educação em Revista*. 9(1), 145-178. <file:///C:/Users/Windows%2010/Downloads/301-Texto%20do%20artigo-697-1-10-20181203.pdf>

Alves, F. R. V., & Catarino, M. P. (2017). Engenharia didática de Formação (EDF): repercussões para a formação do Professor de Matemática no Brasil. *Educação Matemática em Revista – RS*. 2(18), 121 – 137.

Alves, F.R.V., & Dias, M.A. (2018). Formação de professores de Matemática: um contributo da Engenharia Didática. *REVEMAT*. (12)2, 192-209.

-
- Alves, F.R.V. (2018). Engenharia Didática de Formação (EDF): sobre o ensino de números (Generalizados) de Catalan (NGC). *Educação Matemática Pesquisa*. 20(2), 47-83. <https://revistas.pucsp.br/emp/article/view/36808/pdf>
- Artigue, M. (1988). Ingénierie Didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. Grenoble. 9(13), 281-308.
- Artigue, M. (1990). Épistémologie et didactique. In: *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Grenoble: La pensée Sauvage. 10(23), 241-286.
- Artigue, M. (1996). *Engenharia Didática*. In: BRUN, Jean. Didáctica das Matemáticas. Lisboa: Instituto Piaget. Horizontes Pedagógicos.
- Brousseau, G. (1986). Fondements et Méthodes de la Didactique des Mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Grenoble, 7 (2), 33-116
- Brousseau, G. Les obstacles épistémologiques et la didactique des mathématiques. In: BEDNARZ, N., GARNIER, C. (Ed.) *Constructions des savoirs, obstacles et conflits*. Montreal: Agence d'Arc, 1989, 41-64.
- Chevallard, Y. (2009). *La TAD face au professeur de mathématiques*. UMR ADEF. Toulouse – França.
- Douady, R. (1984). Jeux de cadre et dialectique outil objet dans l'enseignement des mathématiques. Thèse de Doctorat. Université de Paris VII. França.
- Lomasso, E.B., & Iglioni, S.B.C. (2018). Uma Engenharia Didática para a formação continuada de professores polivalentes: o conceito de número. *Rev. Prod. Disc. Educ. Matem.* 7(1), 120-132. <https://revistas.pucsp.br/pdemat/article/view/37066/25293>
- Junior, J.V.N., & Carvalho, E.F. Farias, L.M.S. (2019). As três dimensões do Percurso de Estudo e Pesquisa: teórica, metodológica de pesquisa e dispositivo didático. *Educação Matemática Revista*. 21(5), 362-373. https://revistas.pucsp.br/emp/article/view/45501/pdf_1
- Margolinas, C., Abboud-Blanchard, M., Bueno-Ravel, L., Douek, N., Fluckiger, A., Gibel, P., et al. (Eds.). (2011). *En amont et en aval des ingénieries didactiques*. Grenoble: La pensée sauvage.
- Perrin-Glorian, M. J. (2009). L'ingénierie didactique a l'interface de la recherche avec l'enseignement. Développement des ressources et formação des enseignants. in Margolinas et al.(org.): *En amont et en aval des ingénieries didactiques*, XV^a École d'Été de Didactique des Mathématiques – Clermont-Ferrand (PUY-de-Dôme). *Recherches en Didactique des Mathématiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage, 1, 57-78.

Perrin-Glorian, M. J. (2011). L'ingenierie didactique a l'interface de la recherche avec l'enseignement. Developpement de ressources et formation des enseignants. In: MARGOLINAS C. et al. (eds.) *En amont et en aval des ingénieries didactiques*. Grenoble: La Pensee Sauvage, 57-78.

Perrin-Glorian, M-J., & Bellemain, P. M. B. (2019). L'ingenierie didactique entre recherche et ressource pour l'enseignement et la formation des maitres. *Caminhos da Educação Matemática em Revista*. 9(1), 45-82.

Texeira, P. J. M., & Passos, C. C. M. (2013). Um pouco da Teoria das Situações Didáticas (tsd) de Guy Brousseau. *Zetetiké*. 21(39), 155-68.

Tempier, F. (2016). New perspectives for didactical engineering: an example for the development of a resource for teaching decimal number system. *Journal of Mathematical Teacher Education*. 19 (1), 261 – 276.

Autores

Georgyana Gomes Cidrão: professora de Matemática e mestra em ensino de Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). E-mail: georgyanacidrao28@gmail.com [0000-0002-4401-5904](tel:0000-0002-4401-5904)

Francisco Régis Vieira Alves: professor titular do departamento de matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *campus* Fortaleza. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPQ-PQ2. Docente permanente do mestrado acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática PGECE/IFCE. Docente permanente do mestrado profissional em Educação Profissional Tecnológica (PROEPT/IFCE). Docente permanente do programa de doutorado acadêmico em REDE-RENOEN (Rede Nacional de Ensino). E-mail: fregis@ifce.edu.br. [0000-0003-3710-1561](tel:0000-0003-3710-1561)