

A engenharia didática em pesquisas publicadas nos últimos dez anos da revista *educação matemática pesquisa*

Didactic engineering in research published in the last ten years of the journal *mathematics education research*

BARBARA LUTAIF BIANCHINI¹
SILVIA D.A. MACHADO²

Resumo

Este artigo apresenta parte da pesquisa “A influência da Didática da Matemática nas pesquisas publicadas na revista Educação Matemática Pesquisa (EMP)”. O objetivo específico dessa parte é investigar como os artigos publicados de 2009 a 2018, que se referem à Engenharia Didática (ED), a empregam. Utilizamos a metodologia qualitativa de cunho documental. Analisamos 94 artigos dos 32 volumes desses 10 anos, dez deles referenciam a ED. Após análise “mais fina” verificamos que 7 artigos atendiam aos critérios de seleção. Nesses 7 trabalhos, a ED é empregada: como metodologia de pesquisa em cinco; para a formação de alunos em 2, para a formação de professores em 3; 2 deles para avaliar o conhecimento: 1 de alunos e 1 de professores e um artigo utiliza a ED como tema da pesquisa e outro utiliza uma ED construída por Michèle Artigue.

Palavras-chave: Educação Matemática Pesquisa (EMP). Didática da matemática. Engenharia Didática (ED).

Abstract

This paper presents part of the research “The influence of Didactics of Mathematics in published researches in the journal Educação Matemática Pesquisa (EMP)”. The specific objective of the presented part is to investigate how the articles, published from 2009 to 2018, that refer to Didactic Engineering references, use it; and, to do so, we use the qualitative documentary methodology. In 94 analysed papers (32 books), 10 of them show Didactic Engineering references, in these papers, didactic Engineering is used: as methodology research in 5 of them; for the students education in 2, for the teachers qualification in 3; 2 of them to evaluate the knowledge: 1 of students and 1 of teachers, one as research subject and another one where the authors use didactic engineering constructed by Michèle Artigue.

Keywords: Revista Educação Matemática Pesquisa. Didactics of Mathematics. Didactic Engineering.

Resumen

Este artículo presenta parte de una investigación “La influencia de la didáctica de la Matemática en las investigaciones publicadas en la revista “Educação Matemática Pesquisa (EMP)”. El objetivo específico de la parte presentada es investigar como los artículos, publicados del 2009 al 2018, que se refieren a la Ingeniería Didáctica, la emplean. Por tanto, utilizamos la metodología cualitativa de naturaleza documental. De los 32 volúmenes, que comprenden 94 artículos analizados, 10 traen artículos con referencia la Ingeniería Didáctica, en esos trabajos,

¹ PUC-SP, Brasil, barbara@pucsp.br

² silvia.puc.dam@gmail.com

la Ingeniería Didáctica es empleada: como metodología de investigación en cinco; para la formación de estudiantes en 2, para la formación de profesores en 3; 2 de ellos para evaluar el conocimiento: 1 de los estudiantes y 1 de los profesores, uno como tema de investigación y otro en que los autores utilizan una ingeniería didáctica construida por Michèle Artigue.

Palabras clave: *Educação Matemática Pesquisa. Didáctica de la Matemática; Ingeniería Didáctica.*

Resumo

Cet article présente part de la recherche “L’influence de la Didactique des Mathématiques dans les recherches publiées a la revue *Educação Matemática Pesquisa (EMP)* “. L’objectif spécifique de cette part est d’investiguer comme les articles publiés de 2009 a 2018, qui font référence a *Ingénierie Didactique*, l’emploient. La méthodologie utilisée est qualitative, type documentaire. On a fait l’analyse 94 articles des 32 volumes des 10 ans, dix font référence a l’ID. Après une analyse « plus méticuleuse » nous avons sélectionné 7 articles. Des 7 articles, l’*Ingénierie Didactique* est employée : comme méthodologie de recherche en cinq , pour la formation des élèves en deux, pour la formation des professeurs en trois , deux pour évaluer la connaissance : 1 des élèves et 1 des professeurs et, un article utilise la ID comme thème de recherche et autre utilise une ID construite par Mechèle Artigue.

Mots-clé: *Revista Educação Matemática Pesquisa (EMP). Didactique des mathématiques. Ingénierie Didactique (ID).*

Problemática

A participação do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática (PEPGEM) da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUCSP), em conjunto com outros programas de pós-graduação de universidades brasileiras como: Universidade Federal do Rio de Janeiro e Universidade Federal de Pernambuco na cooperação entre a CAPES³ e COFECUB⁴ (França), nos anos 90, provocou um fomento de projetos conjuntos de pesquisa e missões de trabalho, tanto de pesquisadores brasileiros como de franceses. Em decorrência disso pudemos conviver com expoentes da Didática da Matemática francesa (DDM), como Régine Douady, Michèle Artigue, Guy Brousseau, Jean-Luc Dorier, Marc Rogalsky, Nicolas Balacheff, Vergnaud dentre outros.

O lançamento da revista *Educação Matemática Pesquisa* (EMP) do PEPGEM, em 1999, é um dos frutos dessa cooperação, pois estimulou os componentes do corpo docente a criar uma revista científica, que não “discriminasse” pesquisas baseadas na DDM. Durante os primeiros 10 anos, a EMP publicou dois exemplares por ano. Em 2009, a EMP passou a ser editada três vezes por ano. Desde 2013 a revista, além de dois exemplares regulares, conta com mais dois números: um temático e um especial. Em 2018 a EMP comemora **vinte anos** de existência!

Durante esses vinte anos, houve mudança no corpo docente do PEPGEM, e embora os novos integrantes tenham trazido em sua “bagagem” teórica recursos advindos de outros campos, esse fato não diminuiu a influência da DDM no ensino e nas orientações dos trabalhos acadêmicos do programa, pelo contrário, a enriqueceu na medida que incrementou pesquisas que procuram articular, a metodologia de pesquisa da ED com outras, como por exemplo, com a da Investigação Matemática (PONTE *et al*, 2016).

Esses fatos nos inspiraram a investigar como a Engenharia Didática, tanto como metodologia de pesquisa da Educação Matemática, quanto na construção de situações de formação, é utilizada na produção de pesquisas aceitas para a publicação na revista EMP.

A engenharia didática

A Engenharia Didática se constituiu com a finalidade de analisar as situações didáticas, objeto de estudo da Didática da Matemática. O termo Engenharia Didática é empregado nas pesquisas da Didática da Matemática que incluem uma parte

³ Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

⁴ Comité Français d'Évaluation de la Coopération Universitaire et Scientifique avec le Brésil

experimental, desde a década de 1980. Segundo Machado (1999) o termo Engenharia Didática é empregado tanto como uma metodologia de pesquisa específica, quanto o que Douady (1993) tão bem explicitou como sendo:

[...] uma sequência de aula(s) concebida(s), organizada(s) e articuladas 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 (p.2).

De fato, a noção de Engenharia Didática foi sendo construída na Didática da Matemática com essa dupla função, na qual ela é compreendida tanto como um produto resultante de uma análise *a priori*, caso da metodologia de pesquisa, quanto como uma produção para o ensino chamada de “engenharia de formação”.

Metodologia, coleta e análise de dados

O objetivo da pesquisa pretendida requer uma análise de cunho documental, caracterizada como pesquisa qualitativa.

Estipulamos o período dos 10 últimos anos, de 2009 a 2018, para a seleção dos volumes da Revista EMP. Seleccionamos de cada volume os artigos que referenciam obras de autores que tratam de Engenharia Didática. A fim de identificarmos se a Engenharia Didática é citada e como é utilizada, nos baseamos nos resumos dos artigos, caso o resumo não identificasse o uso da ED, recorreremos à leitura integral do artigo, sendo que algumas vezes tivemos que acessar a dissertação ou a tese da qual o artigo se originou. Criamos então, quadros para cada um dos volumes da EMP, com os artigos que indicavam ter utilizado na pesquisa relatada tópicos da ED, conforme o Quadro 1.

Quadro 1: Modelo do quadro construído para a seleção dos artigos

Autoria e título do artigo	EMP	Obra e autoria citada
ROSSINI, R. <i>Evolução das organizações matemáticas e didáticas construídas em torno do conceito de função em uma Formação de Professores.</i>	v.9 n.2	Almouloud, S. Ag 2000: caderno: <i>Fundamentos da Didática da Matemática</i>
	2007	Artigue, M 1989 <i>Epistemologia e Didática</i>

Fonte: autores da pesquisa

Descrição e análise dos artigos da EMP que referenciam a Engenharia Didática

Quadro 2: Pesquisas que referenciam a Engenharia Didática

Autoria e título do artigo	EMP	Obra e autoria citada
----------------------------	-----	-----------------------

Moro, M. L. F. <i>Construtivismo e Educação Matemática</i>	v.11 n.1 2009	ARTIGUE, M.; GRAS, R; LABORDE, C.; TAVIGNOT, P. (eds.) (1994). Vingt ans de didactique des mathématiques em France. Grenoble, La Pensée Sauvage.
Silva, B.A.; Penteadó, C. <i>Fundam. n° Reais: Concepções de de Profs. e a viabilidade de início do estudo da Densidade no no Ensino Médio</i>	v.11 n.2 2009	ARTIGUE, M. et alli. (1995) Ingeniería Didáctica en Educación matemática. Bogotá: Grupo Editorial Iberoamérica, pp. 33-59; 97-137.
Guimarães, S; Freitas, J. L. <i>Contribuições de uma prática regular de cálculo mental para a aprendizagem de conceitos matemáticos nos Anos Iniciais</i>	v. 12 n.2 2010	ARTIGUE, M. Ingénierie Didactique. Recherches en Didactique des Mathémaques, vol. 9, no 3, pp. 281-308, Grenoble : La pensée sauvage, 1988.
Moretti, M.; Santos, L. S. <i>O procedimento informático de Interpretação global de curvas no ensino univers</i>	v. 12 n.3 2010	ARTIGUE, M. <i>et al.</i> Un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. In: <i>Educación Matemática</i> . México: Grupo editorial Iberoamérica, 1996.
Alves, F.R.V; Borges, H. <i>Uma sequência didática para explorar a regra de L'Hospital com uso da tecnologia</i>	v. 14 n.2 2012	ARTIGUE, M. Ingénierie didactique. In: BRUN, J <i>Didactiques des Mathématiques</i> . Paris: Délauchaux et Niestle. Ingeniería Didáctica. In: ARTIGUE, M. <i>et al Ingeniería Didáctica en Educación Mat.</i> Bogotá: Grupo Editorial Iberoamericano p. 33-61, 1995 _____. La enseñanza de los principios del Cálculo: problemas epistemológicos, cognitivos y didácticos. In: ARTIGUE, <i>et al.(org.) Ingeniería Didáctica em Educación Mat.</i> Bogotá: Grupo Ed. Iberoamericano, p. 97-140, 1995. _____. Le logiciel DERIVE comme révélateur des phénomènes didactiques liés a l'utilisation d'environnement informatiques pour l'apprentissage. In: <i>Educational Studies in Mathematics</i> , 33, p. 133-169, 1997. _____. Analysis. In: Tall, D. <i>Advanced Mathematical Thinking</i> . Kluwer Academic Publishers, p. 167-196, 2002. _____. Digital Technologies: a window on theoretical issues in Math. education. In: <i>CERME 5</i> , Grécia plenary, p. 68-82 _____. Didactical design in Math. Education. In: WINSLON, Cl. (ed.) <i>Nordic Research in Mathematics Education</i> . NORMA08, 2008.
Farras, B. B.; Bosh, M.; Gascon, J. <i>Las três dimensiones del problema didáctico de la modelización matemática</i>	v. 15 n.1 2013	ARTIGUE, M., BOSCH, M. & GASCÓN, J. (2011). Research praxeologies and networking theories. In: M. Pytlak, T. Rowland, E. Swoboda (Eds.) <i>Proceedings of the Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education CERME7</i> (pp.2381-2390). Rzeszów, Polonia: University of Rzeszów.
Zang, C. M.; Metzen, G.; León, M. <i>Um estudo de erros de Estudantes de engenharia em equações diferenciais</i>		ARTIGUE, M. (1995). Ingeniería Didáctica. In Artigue M. <i>et al Ingeniería Didáctica para la Educación Matemática. Un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas</i> . México. Grupo Ed. Iberoamérica. _____. La enseñanza de los principios del cálculo In Artigue <i>et al Ingeniería Didáctica para la Educación Mat.</i> Un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas. Mexico Grupo Editorial Iberoamérica.

<p>Alves, F.R.V. <i>Engenharia Didática para a generalização da sequência de Fibonacci: uma experiência num curso de licenciatura</i></p>	<p>v.18 n.1 2016</p>	<p>ARTIGUE, M. Ingénierie didactique. In: Brun J. <i>Didactiques des Mathématiques</i>. Paris: Déléachaux et Niestle, 243-263, 1995.</p> <p>_____. Engenharia Didáctica. In: ARTIGUE, M. <i>et al Ingeniería Did. en Educación Matemática</i>. Bogotá: Grupo Editorial Iberoamericano p.33-61, 1995.</p> <p>ARTIGUE, M. Didactical design in Mathematics Education. In: WINSLOW, Cl. (ed.) <i>Nordic Research in Math. Education</i>. NORMA08, 2008, p.7-17.</p> <p>LAGUERRE, E. <i>Une ingenierie didactique pour l'apprentissage du theoreme de Talle au Collège</i>. (thèse en didactique des mathématique). Paris: Université Denis Diderot, 2005, 706p</p>
<p>Silva, R. S.; Barone, D.A.C.; Basso, M.V.A. <i>Modelagem matemática e tecnologias digitais: uma aprendizagem baseada na ação</i>.</p>		<p>ARTIGUE, M. (1996) Engenharia Didática. In: <i>Didáctica das Matemáticas</i> (Dir, Jean Brun). Trad. M J.F. Lisboa: Inst. Piaget, Horizontes Pedagógicos.</p>
<p>Lopes, T. B.; Palma, R.C.D.; Sá, P.: <i>Engenharia Didática como metodologia de pesquisa nos projetos publicados no EBRAPEM (2014-2016)</i></p>	<p>v.20 n.1 2018</p>	<p>ALMOULOU, S. Ag. <i>Fundamentos da didática da matemática</i>. Curitiba: UFPR, 2007.</p> <p>ALMOULOU, S. Ag; COUTINHO, C. Q. S. <i>Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19 / ANPEd</i>. Revemat, Florianópolis, v. 3, n. 1, p. 62-77, 2008.</p> <p>ARTIGUE, M. Engenharia didáctica. In: BRUN, J. (Org.). <i>Didáctica das matemáticas</i>. Trad. de M. J. F. Lisboa: Instituto Piaget, 1996 p.193-217</p>

Fonte: dados da pesquisa

Após a leitura dos artigos, nos aprofundamos nas análises para compreender o uso feito pelo(s) autor(es) da Engenharia Didática. Essa análise nos indicou que alguns dos artigos selecionados, que referenciam obras de Artigue, não utilizam a Engenharia Didática. Por essa razão, a seguir, apresentamos a descrição e análise de sete das dez obras que atendem ao nosso objetivo de pesquisa.

Discorrendo sobre os artigos selecionados

A seguir apresentamos as características da pesquisa que originou cada um dos 7 artigos, na sequência cronológica da publicação, evidenciando aquelas que dizem respeito a nosso objetivo.

SILVA, B. A. e PENTEADO, C. B. Fundamentos dos números reais: concepções de professores e viabilidade de início do estudo da densidade no ensino médio

Resumo refeito com base na leitura e análise do artigo

O artigo apresenta, num primeiro momento, uma discussão sobre os saberes mobilizados por professores do ensino médio, ao desenvolverem atividades sobre os números reais e, posteriormente, aborda a viabilidade de se introduzir o estudo da propriedade da

densidade na Educação Básica. Para esta abordagem propõem-se aos professores questões numa sequência que permite utilizar dois procedimentos: ao iniciar a discussão da densidade dos números racionais, o processo se baseia no cálculo da média aritmética, o que permite encontrar infinitos números racionais entre dois números dados. Já no caso de um dos números ser irracional, sugere-se a mudança de algarismos em sua representação decimal infinita. Os sujeitos da pesquisa, no final do curso, expressaram que a sequência didática vivenciada durante o curso, é exequível com alunos do ensino médio pois possibilita um primeiro passo no sentido da compreensão da densidade dos números reais.

Palavras-chave: números racionais e irracionais; densidade dos números reais; representação decimal infinita; reta real.

Objetivo declarado pelos autores:

[...] investigar quais os saberes mobilizados por professores do ensino médio, ao analisarem questões envolvendo a categorização dos números reais em racionais e irracionais.

Sujeitos da pesquisa

Grupo de professores do ensino médio participantes do PEC – Projeto de Educação Continuada, que visa capacitar professores da rede pública por meio de palestras, aulas e oficinas totalizando 80 horas, portanto um curso de Formação Contínua.

Metodologia da pesquisa

Consta na dissertação de Penteado, referenciada no próprio artigo, como Penteado, C. P. (2004), que a sequência de ensino se baseou em princípios da Engenharia Didática de Michèle Artigue.

A pesquisa teve dois momentos: inicialmente foi feita uma avaliação sobre os saberes que os professores (grifo das autoras) mobilizavam relativamente à caracterização dos números racionais e irracionais, com questões respaldadas em resultados de pesquisas referenciadas e, em elementos da epistemologia histórica e nos registros de representação semiótica. Na fase seguinte foram discutidos dois procedimentos visando a introdução ao estudo da densidade dos números reais.

Considerações finais

A discussão foi muito produtiva no sentido de que os professores concluíram que, na verdade o procedimento inspirado no método de Cantor é geral e, portanto, poderia ser o único utilizado, mas que sob o ponto de vista didático, para trabalhar com seus alunos, parece ser mais produtiva começar mesmo com os números racionais e ir

calculando um número entre dois dados, pelo processo da média aritmética, por estar este muito mais próximo da realidade dos alunos. Esta conclusão mostra que os professores perceberam qual é a finalidade da educação continuada (grifo das autoras), uma vez que não a desvincularam da sua atuação em sala de aula no momento em que desenvolviam as atividades propostas.

Nossa conclusão:

Como o texto não explicita como foi utilizada a Engenharia Didática, e verificamos que os autores são respectivamente uma mestrande e seu orientador, recorremos à dissertação de Penteadó (2004), e constatamos que: a Engenharia didática foi utilizada tanto como metodologia de pesquisa quanto para avaliar saberes dos professores em formação continuada.

Obra sobre a Engenharia Didática referenciada: ARTIGUE, M. *et alli*. (1995) *Ingeniería Didáctica en Educación Matemática*. Bogotá: Grupo Editorial Iberoamérica, pp. 33-59; 97-137.

GUIMARÃES, S. D. e FREITAS J. L. M. *Contribuições de uma Prática Regular de Cálculo Mental para a Aprendizagem de Conceitos Matemáticos nos Anos Iniciais*

Resumo do artigo

O artigo apresenta os resultados de uma pesquisa que objetivou investigar o efeito de uma prática regular de cálculo mental promovida pelo professor-pesquisador com um aluno do 5º Ano do Ensino Fundamental em relação à aprendizagem do sistema de numeração decimal e das operações aritméticas, por meio de “situações didáticas vivenciadas de forma dialógica”. Os resultados indicam que: 1) os teoremas mobilizados foram adicionados gradativamente ao repertório do sujeito à medida que os mesmos eram introduzidos nas discussões; 2) as atividades permitiram ao sujeito envolvido perceber regularidades existentes em alguns cálculos, abandonando, em muitos casos, os algoritmos operatórios padronizados que conduzem a resultados corretos e a utilizar estratégias reveladoras de concepções ligadas à numeração decimal e às propriedades das operações.

A Engenharia Didática consta entre as 5 palavras-chave.

Objetivo declarado pelos autores

Revelar contribuições de uma prática regular de cálculo mental para um aluno dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental no que se refere à aprendizagem do sistema de numeração decimal e das operações aritméticas, em situações didáticas vivenciadas de forma dialógica.

Sujeitos da pesquisa

Um aluno do Ensino Fundamental de uma escola particular de ensino de Campo Grande/ MS que cursou o 4º ano do Ensino Fundamental no segundo semestre de 2007 e o 5º ano em 2008. A escolha da escola teve como critério o fato de Guimarães, um dos pesquisadores, ter sido professora dos Anos Iniciais durante o período de seu ingresso no doutorado. A opção pela turma na qual estudava o sujeito da pesquisa ocorreu por sugestão da professora regente, que atuou como observadora das sessões promovidas pelos autores da pesquisa.

Metodologia de pesquisa: Engenharia didática

A metodologia da pesquisa é embasada na Engenharia Didática, caracterizada como “[...] um esquema experimental baseado sobre realizações didáticas ‘em classe, quer dizer, sobre a concepção, a realização, a observação e a análise de sequências de ensino’” (ARTIGUE, 1988, p. 3).

Considerações finais

Os resultados alcançados decorrem das realizações didáticas direcionadas pela Engenharia Didática, as quais possibilitaram a validação da hipótese da pesquisa: uma prática regular de cálculo mental contribui para ampliação e construção de novas estratégias de cálculo.

As sessões de cálculo mental fizeram com que o sujeito da pesquisa analisasse, reorganizasse e ampliasse o seu repertório numérico, bem como fizesse conjecturas sobre quais conhecimentos poderiam ajudá-lo a obter os resultados esperados. A sequência didática, proposta pela experimentação, foi consistente e coerente, pois permitiu estabelecer ao longo da experimentação as fases *adidáticas* de ação, formulação e validação segundo Brousseau (1986).

Obra sobre a Engenharia Didática referenciada

Dentre as referências consta o artigo de Michèle Artigue: Ingénierie Didactique. In: *Recherches en Didactique des Mathématiques, RDM*, vol. 9, no 3, pp. 281-308. Grenoble: La pensée sauvage, 1988.

Nossa conclusão

A pesquisa utilizou a Engenharia Didática: como metodologia da pesquisa realizada (declarada no texto) e pelas considerações finais a pesquisa foi validada, como também para ensinar um aluno do 5º ano do Ensino Fundamental (expresso, mas “não declarado” como tal no texto) assim, foi criada e validada a sequência didática, via engenharia didática, desta forma está intrínseco que foi feita avaliação dos conhecimentos do sujeito.

ALVES, F.R.V.; BORGES, H. *Uma Sequência Didática para explorar a regra de L'Hospital com o uso da Tecnologia*

Resumo refeito com base na leitura e análise do artigo

É comum encontrar estudantes de Cálculo Diferencial e Integral, que aplicam a regra de L'Hospital de forma irrefletida, quando o ensino se limita ao quadro algébrico. Este artigo apresenta uma pesquisa que teve o objetivo de investigar o efeito da aplicação de uma Engenharia Didática envolvendo situações de ensino, no contexto de uso regra de L'Hospital no curso de licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará - IFCE. A fase da experimentação e validação da Engenharia Didática se apoiou na metodologia de ensino denominada Sequência Fedathi, com a utilização do Geogebra. Participaram oito sujeitos, que trabalharam em duplas. O uso do Geogebra se mostrou essencial pois com a exploração do software, os estudantes puderam comparar os dados de natureza geométrica com os de natureza analítico-algébrica o que possibilitou um entendimento, mediante a natureza da mediação didática, da manifestação de indeterminações de natureza geométrica, o que evitou a aplicação irrefletida da regra.

A Engenharia Didática consta entre as 3 palavras-chave.

Objetivo declarado pelos autores

Investigar o efeito da aplicação de uma Engenharia Didática envolvendo situações de ensino, no contexto de uso da regra de L'Hospital no curso de licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará - IFCE.

Sujeitos da pesquisa

Oito alunos de CDI, licenciandos em matemática, organizados em duplas.

Metodologia de pesquisa

Engenharia didática articulada com metodologia de ensino denominada Sequência Fedathi.

Considerações finais

O uso do Geogebra se mostrou essencial pois com a exploração do software, os estudantes puderam comparar os dados de natureza geométrica com os de natureza analítico-algébrica, o que possibilitou um entendimento, mediante a natureza da mediação didática, da manifestação de indeterminações de natureza geométrica, evitando a aplicação irrefletida da regra.

Obras sobre a Engenharia Didática referenciadas

ARTIGUE, M Ingénierie Didactique. In: *Recherches en Didactique des Mathémasques*, RDM,

vol. 9, no 3, pp. 281-308. Grenoble: La pensée sauvage, 1988.

____ Ingénierie didactique. In: BRUN, J. *Didactiques des Mathématiques*. Paris: Délachaux et Niestle, p. 243-263, 1995a.

____ Ingenieria Didáctica. In: ARTIGUE, M *et al Ingeniería Didáctica en Educación Mat.*

Bogotá: Grupo Editorial Iberoamericano, p. 33-61, 1995b.

____ La enseñanza de los principios del Cálculo: problemas epistemológicos, cognitivos y

didácticos. In: ARTIGUE, M *et al Ingeniería Didáctica en Educación Matemática*.

Bogotá: Grupo Editorial Iberoamericano, p. 97-140, 1995c.

Além de mais 4 obras de Artigue não diretamente relacionadas ao artigo.

Nossa conclusão:

A investigação utilizou a Engenharia Didática como: metodologia da pesquisa realizada (declarada no texto) e segundo a análise do artigo a pesquisa foi validada.

ZANG, C.M.; METZEN, G. F.; LEÓN, M. N. Un estudio de los errores de alumnos de ingeniería sobre ecuaciones diferenciales

Resumo feito com base na leitura e análise do artigo

Neste artigo analisamos as respostas dadas por estudantes de engenharia ao resolver equações diferenciais no contexto de um campo de direção, a fim de avaliar os conhecimentos que manifestados indiretamente em suas produções. Partimos do princípio de que para o professor é importante a análise de erros, como um mecanismo provedor de informação sobre como os alunos interpretam e usam diferentes procedimentos de resolução, para que o professor reformule suas práticas pedagógicas. Concluímos que os sujeitos apresentam dificuldades decorrentes do fato de não dominarem a abordagem qualitativa (gráfico), bem como mostram preferência pelos métodos analíticos de resolução.

A Engenharia didática não consta dentre as três palavras-chave.

Objetivo da pesquisa

A pesquisa relatada visou caracterizar os conhecimentos prévios que estudantes mobilizam ao resolver problemas de equações diferenciais, para identificar e descrever os erros habituais que ocorrem.

Sujeitos da pesquisa

Cinquenta e quatro estudantes de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos do ciclo letivo de 2011.

Metodologia da pesquisa

Dentre as referências citadas no artigo, constam os capítulos 4º: Ingeniería Didáctica e 6º: La enseñanza de los principios del cálculo, do livro organizado por Artigue M. et al *Ingeniería Didáctica para la Educación Matemática. Un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas*. México. Grupo Editorial Iberoamérica. 1995; A análise do artigo revela somente o uso do sexto capítulo, isto é, não se constata o uso feito da Engenharia Didática.

Obras sobre a Engenharia Didática referenciadas

Dois capítulos do mesmo livro de ARTIGUE: *Un esquema para la investigación y la Innovación En la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas*. México. Grupo Ed. Iberoamérica, 1995: Cap 4 *Ingeniería Didáctica para la Educación Matemática* e Cap.6. *La Enseñanza de los principios del cálculo*.

Nossa conclusão

Apesar das observações acima, inferimos que a Engenharia Didática citada se refere ao uso da Engenharia Didática feita por Artigue na pesquisa referida no capítulo 6 de sua obra, pois, conforme o texto, a questão proposta na pesquisa em análise, se baseou em questão construída por Artigue na pesquisa que deu origem ao capítulo 6.

ALVES, F. R.V. Engenharia Didática para a generalização da sequência de Fibonacci: uma experiência num curso de licenciatura

Resumo refeito com base na leitura e análise do artigo

Neste artigo apresentamos uma pesquisa que objetivou investigar a implementação de uma engenharia didática, como metodologia de pesquisa, envolvendo a História da Matemática para o desenvolvimento da existência e das propriedades da Sequência de Fibonacci estendida ao campo dos inteiros. Para tanto utilizamos a Engenharia Didática como metodologia da pesquisa. Os sujeitos da pesquisa são oito estudantes de licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará – IFCE no ano de 2015. Os dados obtidos indicam que os alunos se surpreendem ao perceber a possibilidade de descrição dos demais termos de índices inteiros; manifestam dificuldades em sistematizar e formalizar suas conjecturas e argumentos e percebem as relações intrínsecas entre as sequências descritas nos números naturais e inteiros.

A engenharia didática consta entre as 3 palavras-chave.

Objetivo

Investigar a implementação de uma engenharia didática, como metodologia de pesquisa, envolvendo a História da Matemática para o desenvolvimento da existência e das propriedades da Sequência de Fibonacci estendida ao campo dos inteiros.

Sujeitos da pesquisa

Os sujeitos da pesquisa foram estudantes (quatro duplas) de um curso de licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará – IFCE, em de 2015.

Obras sobre a Engenharia Didática referenciadas

ARTIGUE, M. Ingénierie didactique. In: Brun J. *Didactiques des Mathématiques*. Paris: Délaux et Niestle, 243-263, 1995.

_____. Ingeniería Didáctica. In: ARTIGUE, M. et al *Ingeniería Did. en Educación Matemática*. Bogotá: Grupo Editorial Iberoamericano p.33-61, 1995.

ARTIGUE. Didactical design in Mathematics Education. In: WINSLOW, Cl. (ed.) *Nordic Research in Math. Education*. NORMA08, 2008, p.7-17.

LAGUERRE, E. *Une ingénierie didactique pour l'apprentissage du theoreme de Talle au Collège*. (thèse en didactique des mathématique). Paris: Université Denis Diderot, 2005, 706p

Metodologia da pesquisa: Engenharia Didática

Instrumentos de coleta de dados: entrevistas semiestruturadas, protocolos obtidos em sala de aula, e registros de áudio e imagens ao decorrer da aplicação das situações-problema.

Considerações Finais

O autor afirma que de forma semelhante ao destacado por Artigue (2008, p. 4-5), o uso da Engenharia Didática e da Teoria das Situações Didática, na fase de experimentação, proporcionou uma prática controlada na intervenção em sala de aula e, sobretudo, pode auxiliar na compreensão da prática do professor atuante no contexto de ensino da História da Matemática em cursos de formação inicial.

Nossa conclusão: A engenharia didática foi utilizada como metodologia de pesquisa.

SILVA, R.S.; BARONE, A.C.; BASSO, M.V. *A Modelagem matemática e tecnologias digitais: uma aprendizagem baseada na ação*

Resumo refeito com base na leitura e análise do artigo

Este artigo expõe o recorte de uma pesquisa de doutorado que investiga a construção de conceitos matemáticos por estudantes do ensino médio em uma escola técnica federal. A metodologia adotada é a Engenharia Didática na condução e realização das atividades. A produção dos estudantes foi analisada à luz da teoria da abstração reflexionante de J. Piaget.

As análises evidenciam que o uso do Geogebra *oportunizou aos sujeitos envolvidos o desenvolvimento e manutenção de formas de pensamento que possibilitaram que cada um construísse e desenvolvesse seus próprios significados para os conceitos matemáticos abordados (ipsis litteris).*

A Engenharia Didática consta dentre as cinco palavras-chave

Objetivo

Investigar a construção de conceitos matemáticos por estudantes do ensino médio, quando expostos a situações-problema envolvendo modelagem matemática por meio das Cadeias de Markov, com o emprego do Geogebra.

Sujeitos da pesquisa

Uma turma regular de estudantes do ensino médio de uma escola técnica federal.

Metodologia da pesquisa

Articulação entre as metodologias de pesquisa da Engenharia didática e Modelagem matemática.

Considerações finais

As análises evidenciam que o uso do Geogebra *oportunizou aos sujeitos envolvidos o desenvolvimento e manutenção de formas de pensamento que possibilitaram que cada um construísse e desenvolvesse seus próprios significados para os conceitos matemáticos abordados (ipsis litteris)*

Conclusão

A engenharia didática foi empregada na construção e avaliação da sequência didática como metodologia de pesquisa.

Obra sobre a Engenharia Didática referenciada

ARTIGUE, M. (1996) Engenharia Didática. In: *Didáctica das Matemáticas* (Dir, Jean Brun)

Trad. M J. F. Lisboa: Inst. Piaget, Horizontes Pedagógicos.

LOPES, T. B.; PALMA, R. C. D.; SÁ, P. *Engenharia Didática como metodologia de pesquisa*

nos projetos publicados no EBRAPEM (2014-2016). Educação Matemática Pesquisa

Resumo refeito com base na leitura e análise do artigo

Com o passar do tempo e aprofundamento em várias áreas de estudo, há a constante evolução no modo de se realizar pesquisa, surgindo assim novas metodologias que possibilitam perspectivas não proporcionadas por metodologias já conhecidas. É nesse contexto que é situada a Engenharia Didática. Os princípios desta metodologia de pesquisa propiciaram a questão da investigação realizada: Quais as características das

pesquisas apresentadas no Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática (EBRAPEM) do período de 2014 a 2016, que fazem utilização da Engenharia Didática como metodologia? Neste artigo apresentamos os resultados dessa pesquisa levando em consideração os objetivos das pesquisas que fazem seu uso e classificando-as em: Dificuldades de aprendizagem e Propostas didáticas, esta última foi dividida em: com utilização de instrumento auxiliar e sem utilização destes. *A análise dos dados indicou um panorama quantitativo sobre a utilização da Engenharia Didática como metodologia e qualitativo sobre com quais finalidades se estuda fazendo o uso dessa metodologia. (ipsis litteris)*

A Engenharia Didática é uma das três palavras-chave.

Objetivo da pesquisa

A pesquisa pretendeu investigar as características dos projetos de pesquisas de mestrado e doutorado apresentadas no EBRAPEM (2014-2016), que tiveram explicitamente a Engenharia Didática como metodologia de pesquisa.

Corpus da pesquisa

Novocentos e sete projetos de pesquisas de mestrado e doutorado apresentadas no EBRAPEM (2014-2016), que tiveram explicitamente a Engenharia Didática como metodologia de pesquisa.

Metodologia

Nada consta.

Considerações finais

Ao todo os autores encontraram 32 trabalhos, de um total de 907, os quais declararam utilizar a Engenharia didática. As pesquisas analisadas foram classificadas em duas categorias a saber: Dificuldades de aprendizagem e Propostas didáticas.

Na categoria “dificuldades de aprendizagem”, *foram incluídas as pesquisas que tem seus fins voltados para a geração de um diagnóstico sobre qualquer entrave ou obstáculo na aprendizagem dos estudantes* (p. 167)

Na categoria “propostas didáticas”, foram elencadas *as pesquisas que propõem um método com o intuito de superar algum tipo de dificuldade na aprendizagem já diagnosticado* (167). Nessa categoria foram criadas duas subcategorias, segundo a utilização feita de instrumento auxiliar ou não, *como materiais digitais ou concretos.*

Obras sobre a Engenharia Didática referenciadas

Quadro 3: artigos que referenciam a Engenharia Didática e seu uso

Autores e objetivo da pesquisa	Uso da Eng. Didática			
	Met de Pesq.	Formação de		outra
		alunos	profs	
SILVA, B. A.; PENTEADO, C. Investigar os saberes mobilizados por professores do Ensino Médio ao analisarem questões envolvendo a categorização dos números reais em racionais e irracionais.	X		X	avaliar
GUIMARÃES, S.; FREITAS, J.L.M. Investigar as consequências de uma prática regular de cálculo mental para um aluno, dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental (4º e 5º ano), em situações didáticas.	X	X		avaliar
ALVES, F.R.V.; BORGES, H. Implementar uma engenharia didática, ED, como metodologia de pesquisa, que envolve a exploração de situações didáticas relacionadas à regra de L'Hospital e uso do Geogebra na licenciatura de Matemática da IFCE.	X		X	
ZANG, C.M.; METZEN, G. F.; LEÓN, M. N. Avaliar os conhecimentos de estudantes de engenharia sobre equações diferenciais				*
ALVES, F.R.V. Aplicação de uma Engenharia Didática - curso de lic. em Mat. IFCE, a ED com amparo em TSD na fase da experimentação	X		X	
SILVA, R.S.; BARONE, A. C; BASSO, M.V.A Investigar a construção de conceitos matemáticos. formação do aluno do EM.	X	X		
LOPES, T.B.; PALMA, R.C.D.; SÁ, P. Investigar as características das pesquisas apresentadas no EBRAPEM (2014-2016) que utilizam da Engenharia Didática como metodologia de pesquisa.				Como tema
Total	5	2	3	4

Fonte: dados da pesquisa

ALMOULOU, S. Ag. *Fundamentos da didática da matemática*. Curitiba: UFPR, 2007.

ALMOULOU, S. Ag; COUTINHO, C. Q. S. Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19 / ANPEd In: *Revemat*, Florianópolis, v. 3, n. 1, p. 62-77,

2008.

ARTIGUE, M. Engenharia didáctica. In: BRUN, J. (Org.). *Didáctica das matemáticas*. Trad. de M. J. F. Lisboa: Instituto Piaget, 1996 p.193-217.

Nossa conclusão

A Engenharia didáctica foi utilizada tão somente como tema da pesquisa documental. Com base nas análises anteriores construímos o Quadro 3.

*Os autores utilizaram uma engenharia didáctica exposta no capítulo 6 de Artigue, referenciado no livro organizado por Artigue M., Douady; R., Moreno L, Gómez P.: *Ingeniería Didáctica para la Educación Matemática. Un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas*. México. Grupo Editorial Iberoamérica. 1995.

Considerações Finais

Neste artigo nos propusemos a investigar como a Engenharia Didáctica, ED, tanto como metodologia de pesquisa da Educação Matemática quanto na construção de situações de formação é utilizada na produção de pesquisas aceitas para a publicação na revista EMP no período de dez anos, de 2009 a 2018.

Com o objetivo de identificarmos se a Engenharia Didáctica é citada e como é utilizada, nos baseamos primeiramente nos resumos, palavras-chave e referências de cada artigo. Caso esses tópicos do artigo não identificasse o uso da ED, recorreremos a leitura integral do artigo, sendo que algumas vezes tivemos que acessar a dissertação ou a tese da qual o artigo se originou.

Criamos então, quadros para cada um dos volumes da EMP com os artigos que indicavam ter utilizado a ED na pesquisa relatada. A partir desta etapa, nos aprofundamos nas análises para compreender o uso feito pelo (s) autor (res) da Engenharia Didáctica. Essa análise nos indica que alguns dos artigos selecionados, que referenciam obras de Artigue, não utilizam a Engenharia Didáctica. Selecionamos dez dentre os 94 artigos dos 8 volumes da revista EMP, publicados de 2009 a 2018, que compuseram o Corpus da pesquisa, e, após uma análise mais minuciosa identificamos 7 que atendiam aos nossos requisitos para a pesquisa. Destacamos para cada um dos artigos: autor(es), o título, o resumo (original ou refeito com base na leitura e análise do artigo), se dentre as palavras-chave consta Engenharia Didáctica, o objetivo declarado pelos autores, os sujeitos da pesquisa, a metodologia da pesquisa, as obras relativas a Engenharia Didáctica referenciadas e a síntese das considerações finais. Não podemos deixar de observar que: dos 7 artigos cinco citam obras de Artigue em espanhol “Ingeniería Didáctica en

Educación Matemática” editada pelo Grupo Editorial Iberoamericano de Bogotá e do México , três citam o capítulo “Engenharia Didática” do livro em português “Didáctica das Matemáticas” de Brun, dois citam “Didactical design in Mathematics Education” em inglês, da Nordic Research in Mathematics Education e um dos artigos cita um livro em português de Almouloud e um artigo em português, de Almouloud e Coutinho. Tal fato nos sugere algumas questões: embora qualquer obra sobre ED deve partir da fonte sobre o assunto, e as duas obras em português tenham se embasado em respeitados franceses, como Artigue, Douady e Perrin, poucos referem essas obras?

REFERÊNCIAS

- ALMOULOU, S. Ag. **Fundamentos da didática da matemática**. Curitiba: UFPR, 2007
- ARTIGUE, M. Ingénierie Didactique. **Recherches en Didactique des Mathémathiques**, vol.9, n.3, pp. 281-308, Grenoble: La Pensée Sauvage 1988.
- _____. Engenharia didáctica. In: BRUN, J. (Org.). **Didáctica das matemáticas**. Trad. de MJF Lisboa: Instituto Piaget, p.193-217. 1996.
- DOUADY, R.L’ Ingénierie Didactique: un moyen pour l’enseignant d’organizer les rapports entre l’enseignement et l’apprentissage. **Cahier de DIDIREM**, n.19,1/01.1993.
- MACHADO, S.D.A. Engenharia Didática, In: MACHADO, S.D.A. (org.) **Educação matemática Uma (nova) introdução**. SP: EDUC 2008.