

Geometria dos Fractais e Criatividade Matemática para Aprendizagem Significativa: uma revisão de literatura

Solange Almeida Santos¹, Kátia Maria de Medeiros²

Resumo

O artigo aborda uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), com foco na Geometria dos Fractais na Criatividade em Matemática para Aprendizagem Significativa de uma pesquisa desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (REAMEC), da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Com objetivo de identificar Teses, Dissertações e artigos publicados em revistas Eletrônicas de Educação Matemática e Ensino de Matemática no Brasil, que abordem os temas da Resolução de Problemas, Criatividade em Matemática, Licenciatura em Matemática e Aprendizagem Significativa. Reconhece-se que a elaboração da RSL é uma tarefa fundamental antes da realização de quaisquer pesquisas, pois visa considerar os trabalhos já desenvolvidos com a dada temática, como forma de trazer as evidências, as memórias documentais e demonstração de respeito aos trabalhos dos pesquisadores antecedentes, como aporte para uma pesquisa futura. A abordagem desta revisão fundamentou-se na RSL, analisar as publicações no intervalo de 2013 a 2022, relacionadas com o objetivo ou que se aproximem da proposta de tese “o ensino da Geometria dos Fractais por meio de uma estratégia metodológica de resolução de problemas associado a Teoria da Aprendizagem de Ausubel contribui com o desenvolvimento da Criatividade em Matemática dos(as) futuros(as) professores(as) de Matemática”.

Palavras-chave: Geometria, Criatividade em Matemática, Aprendizagem Significativa.

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v7i1.15371>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

ISSN: 2595-7376

¹ Licenciada em Matemática (UERR), Mestre em Ensino de Ciências (UERR), Doutoranda da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima (IFRR), e-mail: solange.almeida@ifrr.edu.br.

² Licenciada em Matemática (UFRPE), Doutora em Educação, na Especialidade Didática da Matemática, na Universidade de Lisboa (2010), Professora de Educação Matemática da UEPB desde 2004. Atua como colaboradora no Programa de Pós-Graduação Doutorado em Educação em Ciências e Matemática Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC) e como professora permanente no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica – PPGEduamatec (UFPE). E-mail: katiamedeiros@servidor.uepb.edu.br.



Introdução

A abordagem desta Revisão Sistemática da Literatura (RSL) fundamentou-se na metodologia de pesquisa, utilizada nos procedimentos que tem por finalidade realizar levantamentos de dados, classificar, selecionar e analisar publicações de trabalhos acadêmicos com a mesma temática ou que se aproxime da proposta da tese em investigação sobre o desenvolvimento da Criatividade em Matemática e a Aprendizagem Significativa.

As pesquisas qualitativas segundo Yin (2016, p.55) são consideradas inéditas se “um novo estudo afirma ser inteiramente exclusivo, uma boa revisão da literatura também pode mostrar o domínio do pesquisador sobre a literatura, além de apresentar o argumento para a lacuna”. O autor demonstra a necessidade de desenvolver a prática da RSL para fortalecer e validar a investigação. Yin (2016, p.55) argumenta que “o principal propósito da revisão seletiva é aguçar suas considerações preliminares sobre o seu tema de estudo, método e fonte de dados”.

Sampieri (2013, p.73) corrobora afirmando que por meio da RSL o pesquisador deverá “detectar, obter e consultar a literatura apropriada ao problema de pesquisa, extrair e recompilar a informação de interesse e construir o marco teórico”. A RSL pode contribuir na elaboração de marco teórico; estado da arte do conhecimento entre outras do meio acadêmico. Para Sampieri (2013), a RSL traz o aspecto de “desenvolvimento da perspectiva teórica”.

Seguindo as orientações da metodologia da RSL, foram utilizados modelos para a estratégia de busca, com a composição de perguntas, tendo como fundamento os critérios e as perguntas da pesquisa. Bem como os elementos de derivação das perguntas até o desenvolvimento dos descritores. Então, aqui inicia-se a estratégia de busca, na formulação dos

“descritores”, “palavras-chave”, “marcadores” ou “termos de busca”.

Os termos foram pensados com palavras chaves do problema interligadas por conectivos, para que não ocorresse de serem selecionados milhares de trabalhos com enfoques sem sentido para o problema da pesquisa.

A formulação dos descritores foi uma das tarefas mais desafiadoras da elaboração deste trabalho, visto que foram testadas em várias combinações de buscas até que estes pudessem trazer trabalhos com foco na temática. Utilizou-se palavras-chave associadas aos operadores do sistema booleano: and (e), or (ou), e not (não).

Apesar de saber da existência de *softwares* capazes de realizar buscas para facilitar o trabalho da RSL, toda a parte inicial deste trabalho foi desenvolvida de forma convencional, utilizando buscas manuais nos portais dos periódicos e uso de planilha eletrônica para classificar, com o intuito de compreender o método, porém, diretamente na aplicação do problema real de uma tese.

Cenário de Investigação

Delineou-se as pesquisas em busca da temática da Resolução de Problemas, da Geometria dos Fractais e da Criatividade para Aprendizagem Significativa, consideradas aqui, como temas relevantes no cotidiano a título de compreender a Matemática e suas aplicações, na ciência e nas tecnologias, na arte e no cosmo.

A resolução de problemas faz parte da composição das normativas curriculares nacionais: Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (Brasil, 1997; Brasil, 1998), nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCN+ (Brasil, 2002), a Base Nacional Comum Curricular BNCC (Brasil, 2018).

Os termos “imaginação e criatividade” estão compostos em uma das

dez competências da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2017), e no Documento Curricular de Roraima - DCRR (Roraima, 2018) tanto do ensino fundamental como no documento do ensino médio, consta respectivamente como habilidade a ser desenvolvida. Sendo no DCRR Ensino Fundamental no eixo: Processos Criativos, Mediação e Intervenção Sociocultural, Empreendedorismo. E nas competências gerais do DCRR Ensino Médio: Pensamento científico, crítico e criativo.

Ressalta-se a resolução de problemas no currículo escolar e como afirma Onuchic (2014, p.17) a resolução de problemas nas aulas de Matemática “está para além de apenas uma prática, mas pressupõe aulas com o envolvimento de professores e estudantes integrados em comunidades de aprendizagem, desempenhando diferentes papéis e responsabilidades”.

Quanto a criatividade, segundo Gontijo *et. al* (2019, p.31) “não é algo inativo puro”, e não foram encontradas em suas pesquisas, leituras com uma definição geral para a criatividade. No entanto, sua convicção é que a criatividade pode ser desenvolvida na sala de aula.

Neste trabalho, desenvolveu-se uma pesquisa de levantamento de dados, com o estudo das contribuições da estratégia da resolução de problemas, da Geometria dos Fractais, da Criatividade em Matemática e da Teoria da Aprendizagem Significativa na formação inicial de professores de matemática.

Procedimentos Metodológicos

Diante de tantos trabalhos localizados em uma primeira busca nos portais dos periódicos com apenas dois descritores, observou-se a necessidade de elaborar uma estratégia, para levantar dados que pudessem refletir o cenário das pesquisas direcionadas para Criatividade em Matemática e para a Aprendizagem Significativa.

Desse modo, foram definidos os critérios, a criação de descritores, a elaboração de um formulário para coleta dos dados, a elaboração de uma lista de periódicos de acordo com o *Qualis* mais recente publicado pela Capes, a elaboração de estratégia de exclusão e o recorte temporal. As buscas foram realizadas em duas frentes, definidas como fase 1: Banco de Teses e Dissertações e fase 2: artigos de revistas eletrônicas.

O plano estratégico de coleta de dados, iniciou-se com a definição dos critérios norteadores das buscas, para elaborar também, as principais perguntas para mapear a RSL. Neste sentido, considerou-se o universo da formação inicial de professores de Matemática no território nacional, como um campo macro de investigação.

Quanto aos conceitos do currículo, os critérios foram elaborados visando buscas de trabalhos que compunham o ensino de Geometria dos Fractais e a Resolução de Problemas como estratégia didática ou metodológica.

A delimitação para o mapeamento das buscas, foram elaborados com a finalidade de localizar resultados que corroborassem com um projeto de tese, que tem como proposta de pesquisa a Criatividade em Matemática e Aprendizagem Significativa de licenciandos de Matemática. Assim, foram definidos no (Quadro 1) os critérios da pesquisa com os seguintes elementos: população, intervenção, controle, resultado e contexto de aplicação.

No (Quadro 1) o critério “população” nesta pesquisa se refere ao conjunto de trabalhos para serem selecionados de acordo com os descritores, já a “intervenção” está voltada para a forma da seleção dos trabalhos aplicando os critérios de exclusão. O “controle” segue com as palavras-chaves dos descritores a fim de localizar trabalhos com estas principais temáticas. O “resultado” prevê localizar teses e dissertações no recorte temporal de 10 anos e artigos dentro dos critérios de *Qualis* das

revistas.

Quadro 1 - Descrição dos Critérios da Pesquisa

Critérios	Descrição
População	Produções científicas como: Teses de Doutorado, Dissertação de Mestrado e artigos publicados em revistas, com a temática, sobre Educação Matemática, Ensino de Matemática, Criatividade e Licenciatura em Matemática e Aprendizagem Significativa.
Intervenção	Análise e separação das dissertações, teses e artigos com o tema: resolução de problemas e criatividade matemática no ensino superior de Licenciatura em Matemática, no recorte temporal de 10 anos.
Controle	Dissertações, teses e artigos que abordam a formação inicial de professores de matemática. Palavras-chave: “Licenciatura em Matemática”, “Criatividade”, “Resolução de Problemas” e “Aprendizagem Significativa”.
Resultado	Dissertações, teses e artigos catalogados no período do levantamento dos estudos: 2013 a 2022. Extrato dos periódicos: A1, A2, A3 e B1.
Contexto de Aplicação	Ensino superior de um Curso de Licenciatura em Matemática para aprender aprendizagem significativa a partir da resolução de problemas com o conceito da Geometria dos Fractais.

No (Quadro 2), compõem-se as perguntas da pesquisa.

Quadro 2 - Quadro de perguntas da Pesquisa

Pergunta	Descrição da Pergunta
P1	Qual o cenário das pesquisas voltadas para a Criatividade em Matemática no ensino superior do Curso de Licenciatura em Matemática?
P2	Em quais periódicos do Brasil têm sido publicados?
P3	Em quais níveis educacionais os estudos sobre essa temática têm sido desenvolvidos?
P4	Qual a frequência de trabalhos envolvendo a resolução de problemas e a criatividade em matemática com as contribuições da Aprendizagem Significativa, nos estudos desenvolvidos nesse período na sala de aula do ensino superior de Licenciatura em Matemática?
P5	Quais os principais objetivos dos autores na abordagem da Criatividade em Matemática para Aprendizagem Significativa?

Esse ensaio foi desenvolvido com o objetivo de responder cinco perguntas qualitativas (Quadro 2) para sustentar a tese “o ensino da Geometria dos Fractais por meio de uma estratégia metodológica de resolução de problemas associado a Teoria da Aprendizagem de Ausubel contribui com o desenvolvimento da Criatividade em Matemática dos(as) futuros(as) professores(as) de Matemática”.

Na construção dos descritores ou *string* de busca, utilizou-se de operadores booleanos OR e AND. No primeiro ensaio nas buscas realizadas no repositório da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES), abordaram apenas teses e dissertações, (Quadro 3):

Quadro 3 - Descritores definidos para localizar Teses e Dissertações

Descritores Definidos

1. Matemática AND criatividade
2. Licenciatura em Matemática AND criatividade
3. Educação Matemática AND resolução de problemas AND criatividade
4. Educação Matemática AND resolução de problemas AND professor AND aluno
5. Educação Matemática AND resolução de problemas AND professor AND estudante
6. Resolução de Problemas AND Criatividade AND estudante
7. Licenciatura em Matemática AND professor AND Criatividade
8. Criatividade AND Aprendizagem Significativa AND formação de professor de matemática
9. Resolução de Problemas AND Criatividade matemática AND geometria

O primeiro exemplo “Educação Matemática” OR “Resolução de problemas”, o descritor apresentou amplo resultado no repositório da Capes no recorte temporal, trazendo o total de 13.511 trabalhos de dissertações e teses, considerando-se inviável de forma convencional a análise para seleção dos trabalhos nesta categoria, o que levou a eliminação do descritor e a criação de novos. No entanto, quando associados os descritores “resolução de problemas” e “criatividade

matemática” e “geometria dos fractais”, não foi encontrado nenhum trabalho com esta temática no Portal, levando a pesquisadora a eliminar a palavra “fractais” e criar outro descritor.

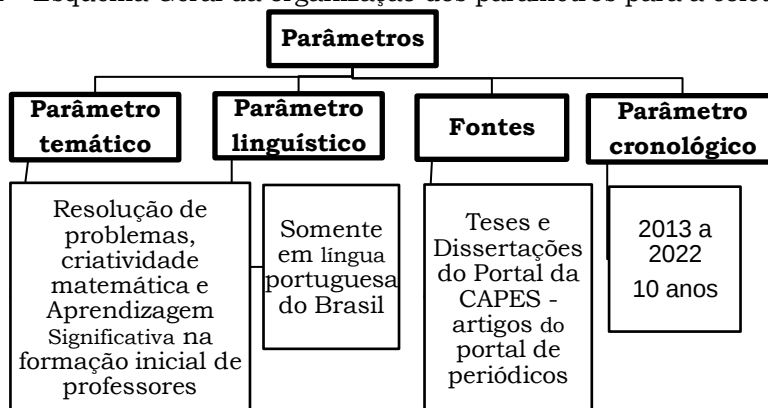
Definidos os descritores, seguiu-se para elaboração dos critérios de exclusão, para que os resultados da busca tivessem um direcionamento mais objetivo na hora de classificar os trabalhos, o (Quadro 4):

Quadro 4 - Critérios de exclusão das publicações levantadas no Portal Capes e Periódicos

Critérios de exclusão dos artigos	
1-	(Duplicação): repetição de tese, dissertação ou artigos com mesma expressão de busca distinta.
2-	(Temática e/ou área): tese, dissertação ou artigos que não tem como objetivo da Resolução de Problemas e a Criatividade Matemática.
3-	(Data de publicação): tese, dissertação ou artigos que não foram publicados entre 2013 e 2022.
4-	(Idioma): somente trabalhos em língua portuguesa do Brasil.
5-	(Tipo de publicação): outros que não estejam dentro do nível de <i>qualis</i> do recorte.
6-	(Nível Educacional): tese, dissertação ou artigos que não abordam o contexto do Ensino Superior em Licenciatura de Matemática.

Foram definidos também os parâmetros temáticos, linguístico, as fontes de buscas e o parâmetro cronológico, conforme Figura 1:

Figura 1 - Esquema Geral da organização dos parâmetros para a coleta dos dados



Fonte: adaptação, Costa Jr. (2019, p.68)

Fase 1 - Realização das buscas no Catálogo de Dissertações e Teses da CAPES

Para facilitar a análise dos trabalhos localizados de acordo com os critérios de busca, a coleta foi organizada em uma planilha eletrônica extraída de um formulário criado no *Google Forms*, com os seguintes campos para preenchimento: Descritores; Tipo do Trabalho; Título; Autor; Referência; Tema de estudo; Resumo; Palavras-chaves; Problema e questões norteadoras; Objetivo; Método de Coleta de dados/tempo de coleta; Amostra/sujeitos; Principais resultados; As principais conclusões do estudo; Comentários sobre as virtudes e fraquezas do estudo; Detalhes bibliográficos completos para citar o estudo.

Esses dados foram coletados acessando cada trabalho e realizando a coleta conforme os campos do formulário, e logo detectando-se um trabalho com potencial para ser selecionados, o arquivo era baixado para melhor composição do banco de teses e dissertações do estudo. O período de catalogação dos dados foi de 30 de junho de 2022 a 07 de agosto de 2022 e fevereiro e março de 2023, no entanto em dias alternados, levando aproximadamente 60 horas de trabalho.

A planilha constituiu-se de nove tabelas com a relação dos trabalhos por descritor e uma tabela geral para a contagem dos trabalhos selecionados e excluídos por cada descritor. O tratamento dos dados na planilha levou um pouco mais de tempo, cerca de 80 horas de estudo.

A seleção inicial deu-se pela leitura do título, resumo e palavras-chave, de cada trabalho para identificar a composição do descritor nestes elementos analisados. Utilizou-se identificação por cores sendo as cores “vermelho” para excluídos, “amarela” para pré-selecionados e “verde” para selecionado.

O (Quadro 5) compõe a classificação dos critérios de análises por descritor na planilha eletrônica dos trabalhos selecionados do Portal dos periódicos da Capes para classificação.

Quadro 5 - Modelo da coleta da primeira análise por descritor

Descritor:			
	TESE	DISSERTAÇÃO	TOTAL
0 - Excluído	0-T	0-D	=“0-T”+“0-D”
1 - Selecionado	1-T	1-D	=“1-T”+“1-D”
2 - Pré-selecionado	2-T	2-D	=“2-T”+“2-D”
3 - Arquivo não disponível	3-T	3-D	=“3-T”+“3-D”
	Total		Σ

Legenda: **0-T**, para teses excluídas, **1-T** para teses selecionadas, **2-T** para teses pré-selecionadas e **3-T** para teses excluídas por motivo de indisponibilidade de arquivo na Plataforma Sucupira; **0-D**, para dissertações excluídas, **1-D** para dissertações selecionadas, **2-D** para dissertações pré-selecionadas e **3-D** para dissertações excluídas por motivo de indisponibilidade de arquivo na Plataforma Sucupira.

Em uma análise preliminar, destaca-se que a opção por localizar Teses e Dissertações do Repositório da CAPES dentro do recorte temporal de dez anos, deu-se ao fato da maioria dos trabalhos desenvolvidos em período anterior, não se encontrar disponível na Plataforma Sucupira, inviabilizando, portanto, um dos elementos essenciais da análise: os resumos.

Mesmo no recorte temporal da busca, trabalhos com arquivos indisponíveis, foram excluídos, exceto os que contemplaram pelo menos um dos descritores no título, esses foram pré-selecionados para realização de novas buscas em repositórios das instituições de ensino de origem a fim de obter mais dados para seleção ou exclusão.

No resultado da fase 1, obteve-se vinte e sete teses e cento e duas dissertações excluídas, sendo selecionados, apenas oito trabalhos, conforme (Quadro 6):

Quadro 6 –Resultado das buscas de Teses e Dissertações

N.º	Descritores	Excluído		Selecionado		Arquivo não-disponível		Total Geral
		T	D	T	D	T	D	
01	Matemática AND Criatividade	20	61	4	4	10	99	198
02	Licenciatura em Matemática AND criatividade	2	1	0	0	0	5	8
03	Educação Matemática AND resolução de problemas AND Criatividade	0	9	0	0	0	12	21
04	Educação Matemática AND resolução de problemas AND professor AND Aluno	1	15	0	0	3	46	65
05	Educação Matemática AND resolução de problemas AND professor AND Estudante	0	0	0	0	0	5	5
06	Resolução de Problemas AND Criatividade AND Estudante	0	0	0	0	2	7	9
07	Licenciatura em Matemática AND Professor AND Criatividade	1	12	0	0	1	29	43
08	Resolução de Problemas OR Criatividade AND Contrato Didático	2	4	0	0	0	0	6
09	Resolução de Problemas AND Criatividade Matemática AND Geometria	1	0	0	0	1	1	3
TOTAIS:		27	102	4	4	17	204	358

Legenda: Tese (T), Dissertação (D). Data da seleção fase 1, amostra, 03 de nov 2022.

Sendo assim, obteve-se oito produções selecionadas, para leitura de completa. Sendo, quatro dissertações desenvolvidas e quatro teses desenvolvidas no ensino superior de cursos de Licenciatura em Matemática. Duas produções contemplaram o estudo de Geometria dos Fractais, porém, essas não abordam no mesmo trabalho a Resolução de Problemas e a Criatividade em Matemática.

Fase 2 - Busca de artigos realizada nos periódicos

Nesta fase 2, buscou-se trabalhar com apenas um descritor contemplando os principais elementos dos problemas da pesquisa (Quadro 2) e assim como na fase 1, a tese “o ensino da Geometria dos Fractais por meio de uma estratégia metodológica de resolução de problemas associado a Teoria da Aprendizagem de Ausubel contribui com o desenvolvimento da Criatividade em Matemática dos(as) futuros(as) professores(as) de Matemática”.

O descritor foi composto pelas palavras-chave: “resolução de problemas”, “educação matemática”, “aprendizagem significativa”, “geometria dos fractais”. Obtemos, resolução de problemas AND criatividade matemática AND aprendizagem significativa AND geometria OR fractais NOT fundamental NOT ensino médio.

No entanto, utilizando os buscadores nos sítios das revistas, observou-se que o termo AND já estava implícito na combinação das palavras chaves dos descritores no campo busca, além disso o uso do sinal (-) para indicar texto com a supressão de palavras específicas. Neste sentido o descritor foi alterado para a seguinte definição: resolução de problemas OR criatividade matemática OR aprendizagem significativa OR geometria OR fractais. Usando o mesmo recorte temporal de 10 anos no período de 2013 a 2022 e qualis de B1 até A1.

As buscas foram realizadas diretamente nos sítios dos periódicos com os referidos qualis. Foram selecionadas quinze revistas da tabela de Qualis de julho de 2019, das publicações dos Periódicos da Capes. Todas as revistas selecionadas são voltadas para a Educação Matemática ou o Ensino de Matemática com qualis de B1 até A1. A forma de busca foi acessando diretamente os campos de entrada de dados dos buscadores de cada revista e os filtros avançados para a definição do marco temporal.

Quadro 7 - Resultados das buscas dos periódicos com *Qualis* de B1 até A1

ISSN	TÍTULO	Localizados	Selecionado
2317-5125	Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas	12	0
1980-4415	Bolema: Boletim de Educação Matemática (<i>on-line</i>)	70	1
1517-3941	Educação Matemática em Revista (São Paulo)	0	0
1983-3156	Educação Matemática Pesquisa (<i>on-line</i>)	57	2
2177-9309	Em Teia - Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana	16	0
2358-4122	Ensino da Matemática em Debate	15	1
2359-2842	Perspectivas da Educação Matemática	2	0
2178-7727	Revista de Ensino de Ciências e Matemática – ACTA SCIENTIA	26	3
2447-2689	Remat: Revista Eletrônica da Matemática	23	1
1981-1322	Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática	40	1
2595-7376	Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática	8	0
1676-8868 2526-9062	Remat: Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática – Regional São Paulo	3	0
2238-2380	Revista de Educação, Ciências e Matemática	0	0
2238-5800	Revista Paranaense de Educação Matemática	37	2
2525-5444	Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática	4	0
	TOTAL	313	11

Resultados e Discussões

Quanto à abordagem dos dezenove trabalhos selecionados entre teses, dissertações e artigos, realizou-se análise sucinta. Segue o

conforme a identificação dos autores, ano de publicação, o título completo e revista onde foi publicado, (Quadros 8 e 9):

Quadro 8 - Lista artigos selecionados nos periódicos

Autor(es)	Título	Revista
BROLEZZI, Antônio Carmos (2015).	Criatividade, empatia e imaginação em vigotski e a resolução de problemas em matemática.	Educação Matemática Pesquisa
ONUCHIC, Lourdes de La Rosa; MORAIS, Rosilda dos Santos (2013).	Resolução de problemas na formação inicial de professores de Matemática.	Educação Matemática Pesquisa
MENDES, Luiz Otavio Rodrigues; PEREIRA, Ana Lucia; PROENÇA, Marcelo Carlos de (2020).	O que dizem as pesquisas sobre a resolução de problemas na formação inicial de professores de matemática: um olhar sobre as fragilidades metodológicas	Educação Matemática Pesquisa
MENDES, Luiz Otavio Rodrigues; PROENÇA, Marcelo Carlos de; MOREIRA, Marco Antonio (2022).	Ensino-Aprendizagem de Matemática via Resolução de Problemas: reflexões sob o enfoque da aprendizagem significativa crítica	Ensino da Matemática em Debate
NUNES, Célia Barros; SANTANA, Eurivalda Ribeiro dos Santos (2017).	Resolução de problemas: um caminho para fazer e aprender matemática.	Acta Scientiae Canoas
KRIPKA, Rosana Maria; et. al. (2017)	Aprendizagem de Álgebra Linear: explorando recursos do GeoGebra no cálculo de esforços em estruturas.	Acta Scientiae Canoas
PEREIRA, Tiago; BORGES, Fábio Alexandre (2017)	A geometria dos fractais no ensino de Matemática: uma revisão bibliográfica categorizada das pesquisas brasileiras dos últimos dez anos.	Acta Scientiae Canoas
CARPES, P; CARPES, C. (2020).	Criar e resolver problemas: habilidades para serem mobilizadas com licenciandos em Matemática.	REMAT
REIS FILHO, Mário Willian; MARIN, Douglas (2022).	Trabalhando a Formulação de Problemas na Forma/Ação Inicial do Professor de Matemática.	REVEMAT
ZANELLA, Delmar; FRANCO, André Valdeni Soliani; CANAVARRO, Ana Paula (2018).	Realizar Construções Geométricas com o Geogebra: A Contribuição do Ambiente de Geometria Dinâmica para o Futuro Professor de Matemática.	RPEM

COSTA, André Pereira (2020).	Pensamento Geométrico: em busca de uma caracterização à luz de Fischbein, Duval e Pais.	RPEM
------------------------------	---	------

Quadro 9 - Lista dos trabalhos selecionados do banco de Teses e Dissertações

Autor	Título	Tipo
Araújo Neto, (2015), UnB	Concepções e Práticas Acerca da Criatividade em Matemática: Movimentos na Formação de um Grupo de Estudantes de Licenciatura em Matemática.	Tese
Pinho, (2021), UFSC	Aprender a formular para aprender a resolver: registros de representação semiótica e a criatividade na aprendizagem da geometria	Tese
Lutz, (2020), Universidade Franciscana de Santa Maria.	Possibilidade de Inserção da Geometria Fractal na Licenciatura em Matemática do IFFAR	Tese
Junior, (2019) Universidade Estadual do Oeste do Paraná.	Criatividade e Geração de Ideias em Atividades de Modelagem Matemática	Dissertação
Silva, (2018), UFPA	Condições favorecedoras da criatividade no ensino e aprendizagem de professores estagiários no Clube de Ciências da UFPA	Dissertação
Batista, (2017), Universidade Franciscana	Sequências numéricas a partir da geometria fractal para licenciados em Matemática	Dissertação
Lopes, (2017), UFRN	A Criatividade Matemática de John Wallis na Obra <i>Arithmetica Infinitorum</i> : contribuições para o ensino de Cálculo Diferencial e Integral na Licenciatura em Matemática	Tese
Ramos, (2016), UEL	O raciocínio abduutivo em atividades de Modelagem Matemática	Dissertação

A pesquisa de Araújo Neto (2022), traz um cenário do estado da arte voltado para investigação da Criatividade em Matemática. O autor faz um estudo profundo sobre o ensino de matemática no Brasil e o desempenho dos estudantes em avaliações de larga escala, na qual fundamenta suas ideias para melhorar o desenvolvimento da prática dos professores de matemática para o desenvolvimento de uma prática criativa.

A pesquisa explora de maneira abrangente os instrumentos normativos e regulamentações brasileiras que regem a educação básica. Quanto a criatividade suas abordagens teóricas se fundamentam nos estudos dos autores (Csikszentmihalyi, 1988a, 1988b, 1996, 1999; Amabile, 1983, 1989, 1996, 2012; Alencar, 2001; Alencar; Fleith, 2009).

E para a Criatividade em Matemática, traz os fundamentos nos autores (Hadamard, 1945; Krutetskii, 1976; Polya, 2006; Gontijo, 2007b; Sak; Ayvaz; Bal-Sezerel; Özdemir, 2017; Gontijo; Fonseca; Carvalho; Bezerra, 2021).

Pinho (2021) faz sua abordagem com foco específico na formação de professores de Matemática para o desenvolvimento do pensamento matemático criativo e a densa experiência do autor no estudo das Geometrias e *Softwares* dinâmicos para explorar seus estudos. Apresenta um refinado texto sobre a criatividade em geometria, além da abordagem da Resolução de Problemas com a proposta para aprender a formular e resolver. Destaca-se as principais referências que fundamentam suas ideias (Poincaré, 1908; Hadamard, 1944, Wallas, 2014).

Pasquale Junior (2019), apresenta uma pesquisa desenvolvida com estudantes da Licenciatura em Matemática, envolvendo o tema da Criatividade em Matemática, com foco na modelagem de problemas na perspectiva de desenvolver o pensamento criativo.

Ramos (2016), também abordou o tema Modelagem Matemática, com foco na resolução de problemas para desenvolver a Criatividade em Matemática e no sentido inverso, a criatividade para resolver problemas e desenvolver habilidades criativas mediadas pelo raciocínio abduutivo em atividades de Modelagem Matemática. Os participantes da pesquisa foram estudantes de Licenciatura em Matemática integrantes do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica à Docência (PIBID).

Pereira e Borges (2017) desenvolveram uma pesquisa bibliográfica

com abordagem em Geometria dos Fractais no ensino de Matemática no recorte temporal de 2006 a 2015, esse trabalho abordou discussões acerca da formação de professores e os conteúdos da Geometria não Euclidiana e a exploração da Geometria dos Fractais no ensino de Matemática.

No mesmo ano, Batista (2017), apresenta a Geometria dos Fractais, abordando os conceitos e desenvolvendo estratégias para o ensino deste conteúdo para professores em formação. Os conteúdos iniciais incluem as sequências numéricas, porém, não traz vinculação com a criatividade e nem com a aprendizagem significativa.

Lopes (2017) compôs um estado da arte, por uma ideia diferenciada para o ensino de Cálculo Diferencial sob a investigação da Criatividade em Matemática e apresentação da fundamentação teórica pautada nos livros de Csikszentmihalyi, no contexto da sala de aula para a formação de professores de matemática.

E, Silva (2018), investigou as condições da preparação do espaço “sala de aula” para promover a criatividade no ensino de estudantes da formação inicial de cursos de licenciatura. A pesquisa chamou atenção por trazer uma abordagem sobre a criatividade do professor no processo de aprendizagem no período do estágio supervisionado, com referências fundamentadas nos trabalhos de Martínez (2003, 2004, 2012, 2014, 2017).

Nunes e Santana (2017) descreveram a resolução de problemas como uma das principais estratégias para o ensino de Matemática, de forma que o estudante possa aprender por meio da compreensão dos significados e dos conceitos, para aguçar a mente a criar. Suas concepções estão fundamentadas nos trabalhos dos autores: Val de Walle (2001; 2009); Onuchic (2014); Nacarato (2009) e Nunes (2010; 2011). Onuchic e Moraes (2013) abordam a resolução de problemas na formação inicial de professores de Matemática, com foco no desenvolvimento de uma formação

com possibilidade de aplicação na prática docente.

O estudo de Brolezzi (2015) objetivou enriquecer a relação entre criatividade e resolução de problemas em educação matemática, referenciado por uma pesquisa bibliográfica sobre os temas da empatia e da imaginação de Vygotsky. A composição metodológica de resolução de problemas para trabalhar com a criatividade nas aulas de matemática do autor, visou a construção do conhecimento matemático a partir da proposição e da resolução de problemas.

Já Mendes, Pereira e Proença (2020) realizaram uma pesquisa bibliográfica com a temática da resolução de problemas de trabalhos desenvolvido ensino superior, com apontamento sobre as possíveis fragilidades. O trabalho busca desvelar as fragilidades que se evidenciam a partir do desenvolvimento da “abordagem de resolução de problemas, em que se tem o problema como ponto de partida na formação inicial de professores de Matemática, apresentadas em teses e dissertações” (Mendes, Pereira e Proença, 2020, p.1).

Kripka *et. al.* (2017) trabalharam na identificação e análise das influências do uso de tecnologias digitais interativas em sala de aula, na aprendizagem significativa de conceitos de Álgebra Linear por meio de atividades potencialmente significativas para estudantes do ensino superior. A pesquisa utilizou como estratégia metodológica a resolução de problema e o *software* de matemática dinâmica GeoGebra para propiciar a (re)significação de conceitos e a resolução de Sistemas Lineares.

E quanto a Zanella, Franco, Canavarro (2018) identificaram as contribuições do GeoGebra numa intervenção com futuros professores de Matemática a partir da resolução de uma tarefa centrada na realização de construções geométricas. Este trabalho vem para contribuir com a temática do uso o *software* de geometria dinâmica para o ensino de geometria.

Lutz (2020), trabalhou a Geometria dos Fractais com uso de *Softwares* dinâmicos como proposta para compor o currículo de cursos de Licenciatura em Matemática. Mas sua abordagem não tem foco na criatividade, no entanto, aborda o tema no âmbito das competências do papel do educador na educação básica, como relevante na formação inicial.

Reis Filho e Marin (2022) desenvolveram uma proposta de articulação entre a teoria e a prática por meio da formulação de problemas na formação inicial de futuros professores de Matemática. O diferencial deste trabalho para os outros com a mesma temática é o tipo de atividade, que aborda um projeto integrado de prática educativa, onde os autores desenvolveram tanto a resolução de problemas, quanto a formulação de problemas.

No mesmo foco da resolução de problemas Carpes e Carpes (2020) trazem as habilidades de criação e resolução de problemas com licenciandos em Matemática, com resultados do desenvolvimento de algumas habilidades, em sala de aula. Esta pesquisa, compõe-se de relatos com a possibilidade de desenvolver a fluência, flexibilidade e a originalidade no processo de criação de problemas.

Costa (2020) desenvolveu um trabalho com o intuito de construir uma caracterização de pensamento geométrico com uma caracterização elaborada tendo por base as discussões teóricas de Efraim Fischbein, Raymond Duval e Luiz Carlos Pais, autores que realizaram as principais pesquisas deste campo de estudo. Esta pesquisa aborda o pensamento geométrico e a capacidade mental de construir conhecimentos geométricos por meio da resolução de problemas.

E por fim, o trabalho de Mendes, Proença, Moreira (2022) trazem evidências dos princípios da Aprendizagem Significativa Crítica no Ensino-Aprendizagem de Matemática via Resolução de Problemas (EAMvRP) voltada à construção do conteúdo/conceito/assunto que se deseja ensinar

com fundamentação na Teoria da Aprendizagem Significativa para a sala de aula.

Neste sentido, compôs-se o cenário das principais pesquisas de teses, dissertações e artigos com temática da Resolução de Problemas, Criatividade em Matemática e formação inicial de Professores de Matemática realizadas no período de 2013 a 2022. Não foram localizados trabalhos que integrem nas pesquisas, as temáticas juntas criatividade relacionados com Aprendizagem Significativa no ensino superior de cursos de Licenciatura em Matemática.

Considerações Finais

Como resultado do estudo da Revisão Sistemática da Literatura, nas duas fases de busca, os trabalhos localizados e selecionados apresentam as mais recentes publicações em revistas bem qualificadas. O descritor “resolução de problemas” esteve presente em todos os trabalhos, seguido do descritor com as palavras chaves “criatividade matemática”; “geometria” e “aprendizagem significativa”.

Destaca-se que a criatividade em matemática, é temática que vem sendo estudada no Brasil com mais ênfase nos últimos 20 anos, devido ao crescimento do número de programas de pós-graduação no Século XXI, aos poucos vem ganhando espaço. Neste sentido, o volume de trabalhos localizados envolvendo a criatividade e a criatividade em matemática foi baixo em comparação a resolução de problemas, assim como os trabalhos com o descritor contendo as palavras chaves “aprendizagem significativa”.

Nos quinze periódicos selecionados para fazer as buscas foram localizados 313 artigos, dos quais foram selecionados onze. Do mesmo modo realizou-se a identificação das dissertações e teses localizadas no Portal da Capes. Os principais descritores localizados foram “resolução de problemas” ou “criatividade” ou “criatividade matemática”, poucos

trabalhos com os dois ou três temas relacionados.

O levantamento demonstrou que 11% dos trabalhos localizados foram desenvolvidos nos cursos de Licenciatura em Matemática. Esses estudos, em sua maioria, abordaram a temática da resolução de problemas, aplicando diversos conteúdos matemáticos com futuros professores. Além disso, 53% dos trabalhos foram realizados na educação básica, 10% no ensino superior em outras áreas, 9% na formação continuada de professores de matemática, 7% consistiram em pesquisas bibliográficas e 10% não foram identificados.

Portanto, as pesquisas envolvendo a problemática da pesquisa Resolução de Problemas e Criatividade Matemática são encontradas em maior número na Educação Básica. Dos trabalhos selecionados desenvolvidos no ensino superior dos cursos de Licenciatura em Matemática apontaram maior número associando na ordem: a resolução de problemas; a modelagem matemática; a criatividade em matemática; e a aprendizagem significativa.

Neste sentido, compôs-se o cenário das pesquisas de teses, dissertações e artigos com temática da Resolução de Problemas, Criatividade em Matemática e formação inicial de Professores de Matemática. Não foram localizados trabalhos que integram nas pesquisas as temáticas juntas criatividade relacionados com Aprendizagem Significativa no ensino superior de cursos de Licenciatura em Matemática.

Foram encontrados com mais intensidade trabalhos com temas da Criatividade em Matemática relacionados com a Resolução de Problemas, portanto, observa-se que existe ampla possibilidade de explorar pesquisas envolvendo a Aprendizagem Significativa.

Os principais objetivos compostos nos trabalhos com o descritor de Criatividade em Matemática foram analisar resultados das tarefas de estímulo ao pensamento divergente nas categorias fluência, flexibilidade e

originalidade, por meio da resolução de problemas ou atividades de testes, elaborados para desenvolver o pensamento criativo dos participantes.

Fractal Geometry and Mathematical Creativity from the Perspective of the Theory of Meaningful Learning: A Literature Review

Abstract

The article addresses a Systematic Literature Review (SLR), focusing on Fractal Geometry in Mathematical Creativity from the perspective of the Theory of Meaningful Learning, based on research developed within the scope of the Graduate Program in Science and Mathematics Education (REAMEC) at the Federal University of Mato Grosso (UFMT). The objective is to identify theses, dissertations, and articles published in electronic journals of Mathematics Education and Mathematics Teaching that address the themes of Creativity, Mathematics Teacher Education, and Meaningful Learning. It is recognized that the preparation of the SLR is a fundamental task before conducting any research, as it aims to consider the works already developed on the given theme, as a way to bring evidence, documentary memories, and demonstrate respect for the works of previous researchers, serving as a foundation for future research. The approach of this review was based on the SLR, a method widely used in research procedures, which aims to survey, classify, select, and analyze academic publications. In this context, the SLR was used to analyze publications from 2013 to 2022, related to Mathematical Creativity and Meaningful Learning among mathematics teacher candidates, or that are close to the proposal of the thesis under investigation.

Keywords: Geometry, Mathematical Creativity, Meaningful Learning.

Referências

ARAÚJO NETO, Lineu da Costa. **Concepções e práticas acerca da criatividade em matemática: movimentos na formação de um grupo de estudantes de licenciatura em matemática**. 202 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

BATISTA, Bárbara Regina da Silveira. **Sequências numéricas a partir da geometria fractal para licenciados em matemática**. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, 2017.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCN+**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BROLEZZI, Antonio Carlos. **Criatividade, empatia e imaginação em Vigotski e a resolução de problemas em matemática**. Educação Matemática Pesquisa, São Paulo, v. 17, n. 4, p. 791-815, 2015. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/20296/pdf>>. Acesso em: 01 maio 2023.

CARPES, Patrícia Pujol Goulart; CARPES, Charles Quevedo. **Criar e resolver problemas: habilidades para serem mobilizadas com licenciandos em matemática**. REMAT, Bento Gonçalves, RS, Brasil, v. 6, n. 2, p. e2008, 16 out. 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/REMAT>>. Acesso em: 19 mar. 2023.

COSTA, André Pereira da. **Pensamento geométrico: em busca de uma caracterização à luz de Fischbein, Duval e Pais**. Revista Paranaense de Educação Matemática, Campo Mourão, PR, v. 9, n. 18, p. 152-179, jan./jun. 2020. Disponível em: <<https://periodicos.unespar.edu.br/index.php/rpem>>. Acesso em: 19 mar. 2023.

COSTA Jr, José Roberto. **Compreensões de letramento estatístico entre licenciandos de matemática: explorando dimensões críticas em situação de formação**. 229 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

GONTIJO, Cleyton; CARVALHO, Alexandre; FONSECA, Mateus; FARIAS, Mateus. **Criatividade em matemática: conceitos, metodologias e avaliação**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2019.

KRIPKA, R. M. L. (Coord.). **Aprendizagem de álgebra linear: explorando recursos do GeoGebra no cálculo de esforços em estruturas**. Acta Scientiae, Canoas, RS, v. 19, n. 4, p. 544-562, 2017. Disponível em: <<http://posgrad.ulbra.br/periodicos/index.php/acta/article/view/129>>. Acesso em: 18 mar. 2023.

LOPES, Gabriela Lucheze de Oliveira. **A criatividade matemática de John Wallis na obra Arithmetica Infinitorum: contribuições para o ensino de cálculo diferencial e integral na licenciatura em matemática**. 198 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

LUTZ, Mauricio Ramos. **Possibilidade de inserção da geometria fractal na licenciatura em matemática do IFFAR**. 253 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Franciscana de Santa Maria, Santa Maria, 2020.

MENDES, L. O. R.; PEREIRA, A. L.; PROENÇA, M. C. **O que dizem as pesquisas sobre a resolução de problemas na formação inicial de professores de matemática: um olhar sobre as fragilidades metodológicas.** Educação Matemática Pesquisa, São Paulo, SP, v. 22, n. 2, p. 721-750, 2020. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/48679/pdf>>. Acesso em: 01 maio 2023.

MENDES, L.; PROENÇA, M.; MOREIRA, M. **Ensino-aprendizagem de matemática via resolução de problemas: reflexões sob o enfoque da aprendizagem significativa crítica.** Ensino da Matemática em Debate, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 17-36, 2022. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/emd/article/view/55547>>. Acesso em: 01 maio 2023.

NUNES, Célia Barros; SANTANA, Eurivalda Ribeiro dos Santos. **Resolução de problemas: um caminho para fazer e aprender matemática.** Acta Scientiae, Canoas, v. 19, n. 1, p. 2-19, 2017. Disponível em: <<http://posgrad.ulbra.br/periodicos/index.php/acta/article/view/129>>. Acesso em: 18 mar. 2023.

ONUCHIC, Lourdes de La Rosa; MORAIS, Rosilda dos Santos. **Resolução de problemas na formação inicial de professores de matemática.** Educação Matemática Pesquisa, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 671-691, 2013. Disponível em: <<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/index>>. Acesso em: 19 mar. 2023.

ONUCHIC, Lourdes; ALLEVATO, Norma; NOGUTI, Fabiane; JUSTULIN, Andressa. **Resolução de problemas: teoria e prática.** Jundiaí: Paco Editorial, 2014.

PASQUALE JUNIOR. **Criatividade e geração de ideias em atividades de modelagem matemática.** 195 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2019.

PEREIRA, Tiago; BORGES, Fábio Alexandre. **A geometria dos fractais no ensino de matemática: uma revisão bibliográfica categorizada das pesquisas brasileiras dos últimos dez anos.** Acta Scientiae, Canoas, RS, v. 19, n. 4, p. 563-581, 2017. Disponível em: <<http://posgrad.ulbra.br/periodicos/index.php/acta/article/view/129>>. Acesso em: 18 mar. 2023.

PINHO, José Luiz Rosas. **Aprender a formular para aprender a resolver: registros de representação semiótica e a criatividade na aprendizagem da geometria.** 179 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

QUEIROZ, Rafael Vitor Guerra. **Estudo sobre a criatividade em matemática.** 43 f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

RAMOS, Daiany Cristiny. **O raciocínio abdutivo em atividades de modelagem matemática.** 158 f. Dissertação (Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, 2016.

REIS FILHO, Márcio W.; MARIN, Douglas. **Trabalhando a formulação de**

problemas na forma/ação inicial do professor de matemática. Revista Eletrônica de Educação Matemática - REVEMAT, Florianópolis, v. 17, p. 01-20, jan./dez. 2022. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/index>>. Acesso em: 19 mar. 2023.

RORAIMA. **Documento Curricular de Roraima para o Ensino Médio.** Secretaria Estadual de Educação, Boa Vista, RR, 2018.

SAMPIERE, R.; COLLADO, C.; LUCIO, M. **Metodologia da pesquisa.** 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SILVA, Denise Souza da. **Condições favorecedoras da criatividade no ensino e aprendizagem de professores estagiários no Clube de Ciências da UFPA.** 136 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

YIN, Robert. **Pesquisa qualitativa: do início ao fim.** Porto Alegre: Penso, 2016.

ZANELLA, Idelmar André; FRANCO, Valdeni Soliani; CANAVARRO, Ana Paula. **Realizar construções geométricas com o GeoGebra: a contribuição do ambiente de geometria dinâmica para o futuro professor de matemática.** Revista Paranaense de Educação Matemática, Campo Mourão, PR, v. 7, n. 14, p. 179-207, jul./dez. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.unespar.edu.br/index.php/rpem>>. Acesso em: 19 mar. 2023.