

Estado do conhecimento do ensino-aprendizagem das funções no Ensino Fundamental Anos Finais¹

RESUMO

Este artigo apresenta o de estado do conhecimento de pesquisas que tratam do estudo das funções nos anos finais do Ensino Fundamental. Os procedimentos metodológicos são de natureza bibliográfica, envolvendo um levantamento de Teses e Dissertações nas bases de dados da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e no Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Após a seleção, oito dissertações foram incluídas no corpus de análise, organizadas em duas categorias: (i) Generalização de padrões e construção do conceito de função; e (ii) Utilização de recursos tecnológicos no estudo das funções. Os resultados evidenciam semelhanças entre as pesquisas, com destaque para o uso de recursos tecnológicos para o ensino-aprendizagem das funções, da aplicação de problemas e atividades contextualizadas, assim como da generalização de padrões para a construção do conceito de funções. Esses elementos possibilitam aos estudantes perceber a aplicabilidade dos conhecimentos matemáticos em situações vivenciadas.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos tecnológicos. Atividades contextualizadas. Conhecimento matemático. Generalização de padrões.

Mariane Isabele Possidonio da Silva

3100121014026@uepg.br
[0000-0001-5886-5531](tel:0000-0001-5886-5531)

Universidade Estadual de Ponta Grossa,
Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

Elizabete Gomes de Oliveira

abetegomes@gmail.com
[0000-0003-0806-2559](tel:0000-0003-0806-2559)

Universidade Estadual de Ponta Grossa,
Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

Angelina Antônio Mhalo Mavundza

3100121003026@uepg.br
[0000-0001-6003-3208](tel:0000-0001-6003-3208)

Universidade Estadual de Ponta Grossa,
Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

Celia Finck Brandt

brandt@bighost.com.br
[0000-0002-1620-3633](tel:0000-0002-1620-3633)

Universidade Estadual de Ponta Grossa,
Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Os processos de ensino-aprendizagem são inúmeros, contínuos, formais e informais, ocorrem em ambientes escolares e fora deles. Diante da complexidade desses processos, se faz necessário um ensino flexível e diversificado, que incorpore diversas possibilidades e formas de ensinar e aprender.

O ensino de matemática, por sua vez, carrega uma visão de ciência de difícil compreensão. Assim, possibilitar a construção do conhecimento matemático exige frequentemente empregar novas estratégias e adotar diferentes práticas pedagógicas. Isso porque, conforme definido na Base Nacional Comum Curricular,

[...] o conhecimento matemático é necessário para todos os alunos da Educação Básica, seja por sua grande aplicação na sociedade contemporânea, seja pelas suas potencialidades na formação de cidadãos críticos, cientes de suas responsabilidades sociais (BRASIL, 2018, p. 265).

O letramento matemático começa a ser desenvolvido desde a Educação Infantil, proporcionando aos estudantes o desenvolvimento do seu raciocínio lógico e crítico necessários para sua atuação na sociedade. É nesse nível de ensino que os estudantes desenvolvem habilidades importantes, tais como comunicação, raciocínio e argumentação.

Dentre os conteúdos trabalhados no Ensino Fundamental está o estudo das funções, um tema que começa a ser abordado a partir de noções intuitivas. Essas ideias são ampliadas nos anos finais do Ensino Fundamental e em estudos posteriores, a partir de suas diferentes representações. Durante os anos finais do Ensino Fundamental, os alunos estabelecem as generalizações e as conexões entre as variáveis, as funções e as equações, desenvolvendo técnicas para resolução de problemas relacionados a esse conteúdo (BRASIL, 2018).

Com relação à construção do conceito de função pelo aluno, Brito e Almeida (2005) consideram relevante explorar a percepção intuitiva, de modo a descrever uma conjuntura, destacando assim seu aspecto variacional. De acordo com Sierpiska (1992 apud Trindade, Moretti, 2000), existem empecilhos epistemológicos que se apresentam ao aluno durante os estudos de funções, entre eles que a função tenha, necessariamente, uma descrição analítica, o que evidencia o uso de representação algébrica para o ensino da função. Duval (2012) destaca a importância da noção de representação para a apreensão das diferentes formas de representação de um mesmo objeto, ressaltando a importância da coordenação entre os registros de representação para a compreensão do objeto representado. Trindade e Moretti (2000) consideram importante que seja abordada a representação verbal no estudo de funções.

Diante da relevância do estudo das funções na Matemática e da importância de compreender como esse tema tem sido abordado e disseminado nas produções científicas brasileiras, torna-se fundamental a realização de uma revisão sistemática. Conforme Vosgerau e Romanowski (2014, p. 184) ressaltam: “[...] os estudos de revisão são necessários e fundamentais para sintetizar, avaliar e apontar tendências, mas, principalmente, para indicar os pontos de fragilidade de modo a favorecer a análise crítica sobre o acumulado da área”.

Este estudo se orientou a partir das seguintes questões de pesquisa: O que as pesquisas científicas sobre o estudo das funções no Ensino Fundamental Anos

Finais têm em comum? Em quais aspectos se diferenciam? Como as funções vêm sendo abordadas no Ensino Fundamental Anos Finais? Dado o exposto, o objetivo delineado foi analisar as convergências e divergências entre as pesquisas científicas sobre o estudo das funções no Ensino Fundamental Anos Finais, identificando tanto os pontos em comum quanto os aspectos distintivos desses estudos.

Apresentam-se nas seções seguintes algumas discussões referentes ao processo de ensino-aprendizagem das funções. Em seguida, são detalhados os procedimentos metodológicos, elencando os processos de coleta e análise das informações obtidas referentes ao escopo desta revisão. Por fim, são apresentadas as considerações finais e as inquietações que emergiram deste estudo que poderão ser investigadas em trabalhos futuros.

2 O ENSINO-APRENDIZAGEM DAS FUNÇÕES

A função relaciona os elementos de dois conjuntos, fazendo a associação entre os elementos dos conjuntos. Segundo Ponte (1990, p. 03), tem-se o conceito de função como um dos mais relevantes na matemática, “[...] mas o seu surgimento como conceito claramente individualizado e como objeto de estudo corrente em Matemática remonta apenas aos finais do Século XVII”.

Nesta seção, se exploram algumas considerações sobre o ensino-aprendizagem das funções, essenciais para a construção do conhecimento matemático nesse campo. Conforme observado por Silva (2017, p. 32), “o conteúdo matemático função é muito importante para a compreensão de generalizações e, em alguns casos, nas relações entre duas ou mais grandezas”. Esse conhecimento tem aplicações significativas em várias atividades do dia a dia, no entanto, sua aplicação em sala de aula, por vezes, carece de uma conexão explícita com a realidade cotidiana dos estudantes. O conteúdo de função está inserido no processo histórico de evolução da álgebra. No Brasil, sofreu grandes mudanças ao longo dos últimos anos. De acordo com Miguel, Fiorentini e Miorim (1992), desde 1799 a álgebra faz parte do currículo brasileiro, mas foi somente no início dos anos 1960 que se apresentou como um ensino ativo. Segundo esses autores, a álgebra se fazia necessária na resolução de equações e problemas.

Segundo Moraes, Souza e Bezerra (1959, p. 54), os objetivos iniciais da álgebra na 2ª série ginasial eram voltados para a resolução de problemas de 1º grau, delineando um foco específico na aplicação prática desse ramo matemático, com ênfase na resolução de problemas e na manipulação simbólica como componentes centrais do ensino de álgebra na época.

Por meio de uma investigação em livros-texto anteriores à década de 1960, Miguel, Fiorentini e Miorim (1992) concluíram que o ensino da álgebra estava centralizado nas transformações das expressões algébricas e nos conteúdos que conduziam a uma aprendizagem mecânica. Corroborando com as ideias desses autores, Silva (2021), aponta que na prática em sala de aula, os professores ainda realizam atividades tradicionais que seguem precisamente a sequência do livro didático, abordando esse conteúdo sem relacioná-lo com outras áreas do conhecimento ou com o cotidiano dos estudantes.

O estudo das funções começa a ser introduzido desde os anos iniciais do Ensino Fundamental, por meio de ideias intuitivas, e vai sendo aprofundado nos

anos seguintes e em outros níveis e modalidades de ensino. Nos anos finais do Ensino Fundamental os estudantes devem compreender os significados das diferentes variáveis numéricas de uma expressão, além de estabelecer conexões entre variável/função e incógnita/equação. Essa compreensão é essencial para que a aprendizagem da álgebra contribua para transformar uma situação dada em outras representações, como uma situação-problema apresentada em língua materna, expressos por meio de fórmulas, tabelas e gráficos (BRASIL, 2018). Uma das habilidades essenciais para o ensino das funções nos anos finais do Ensino Fundamental é:

[...] compreender as funções como relações de dependência unívoca entre duas variáveis e suas representações numéricas, algébrica e gráfica e utilizar esse conceito para analisar situações que envolvam relações funcionais entre duas variáveis” (BRASIL, 2018, p. 317).

Para atingir esse objetivo, as atividades em sala de aula devem buscar estimular a curiosidade dos estudantes, recorrendo à investigação, reflexão, análise crítica, imaginação e criatividade. Nesse sentido, o professor deve buscar desenvolver nos estudantes a capacidade investigativa e a produção de argumentos convincentes, dispondo para isso dos conhecimentos das funções para compreender e atuar na sociedade em que vivem.

3 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa de caráter bibliográfico e do tipo Estado do Conhecimento, que busca mapear as produções acadêmicas referentes ao estudo das funções no Ensino Fundamental, em seus anos finais, com o intuito de responder às questões de revisão: O que as pesquisas científicas sobre o estudo das funções no Ensino Fundamental Anos Finais têm em comum? Em quais aspectos se diferenciam? Como as funções vêm sendo abordadas no Ensino Fundamental Anos Finais? Conforme Vosgerau e Romanowski (2014, p. 167):

[...] os estudos de revisão consistem em organizar, esclarecer e resumir as principais obras existentes, [...] as revisões de literatura podem apresentar uma revisão para fornecer um panorama histórico sobre um tema ou assunto considerando as publicações em um campo.

Nesse sentido, foi realizado um levantamento das produções nas seguintes bases de dados: Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD e Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. Optou-se por essas bases de dados por apresentarem as produções de Teses e Dissertações de todos os programas *stricto sensu* brasileiros, e por serem produções de interesse dessa pesquisa. Assim, para a especificação geral das buscas e coleta dos dados, foram utilizadas as seguintes palavras-chave: “funções” e “ensino fundamental”, por serem pertinentes com o objeto de estudo da revisão.

Para a seleção das pesquisas foram utilizados os seguintes critérios:

- Critérios de inclusão: pesquisas desenvolvidas com alunos e/ou professores dos anos finais do Ensino Fundamental, que abordam o ensino-aprendizagem das funções e estão disponíveis na íntegra na internet.

- Critérios de exclusão: estudos não relacionados ao ensino-aprendizagem das funções nos anos finais do Ensino Fundamental, voltados para os anos iniciais do Ensino Fundamental, Ensino Médio, Ensino Superior e duplicados.

Nas buscas nas bases de dados foram obtidos os seguintes resultados referentes ao estudo das funções nos anos finais do Ensino Fundamental:

- Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD): utilizando os termos “funções” AND “ensino fundamental” foram encontrados 664 resultados. Delimitando as buscas para a partir de 2013, apareceram 426 resultados. Destes, dois estudos atenderam aos critérios de seleção e foram incluídos no corpus de análise. Optou-se por uma revisão dos últimos dez anos de pesquisas sobre a temática.
- Catálogo de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes): Da mesma forma, utilizando os termos “funções” AND “ensino fundamental” se obteve 480 resultados. Delimitando as buscas para a partir de 2013, apareceram 69 resultados. Destes, sete estudos atenderam aos critérios de seleção e passaram a integrar o corpus de análise.

Em ambas as bases de dados, foram excluídos os trabalhos que não atenderam aos critérios de inclusão descritos anteriormente.

De acordo com Vosgerau e Romanowski (2014, p. 182), “a descrição minuciosa do processo de organização da seleção, validação e análise e valoração das pesquisas utilizadas é essencial, complexa e desafiadora, mas profundamente necessária” para a interpretação e tratamento das informações de forma qualitativa, possibilitando a produção de conhecimentos sobre a temática abordada.

Para a análise e discussão dos resultados, adotou-se a categorização da Análise de Conteúdo de Bardin (2021), seguindo as três etapas principais: pré-análise, descrição analítica e interpretação inferencial. Na fase de pré-análise, realizou-se a leitura dos resumos, palavras-chave e procedimentos metodológicos das nove produções selecionadas, a fim de sistematizar as ideias iniciais e organizar o material a ser investigado. Na exploração do material, as informações foram agrupadas em unidades de registros para a definição das categorias de análise (descritas na subseção 4.2). Na última etapa realizou-se o tratamento dos resultados, inferências e interpretações.

4 ANÁLISE DOS DADOS

Nas bases de dados foram selecionados nove trabalhos para a análise, desses após a leitura dos resumos, títulos e das palavras-chave, oito produções passaram a integrar o corpus de análise final dessa revisão. Em alguns casos, foi necessário realizar uma leitura mais abrangente dos capítulos de introdução e metodologia, uma vez que o objetivo geral não estava claramente evidenciado nos resumos.

Para a inclusão dessas produções foram consideradas as pesquisas que apresentaram de forma clara a temática investigada, o problema de pesquisa e os objetivos. Desse modo, dos nove trabalhos selecionados inicialmente nas bases de

dados um foi excluído por não apresentar de forma explícita os objetivos de pesquisa.

No Quadro 1 são apresentadas as pesquisas identificadas em ambas as bases de dados. Essas pesquisas foram organizadas por ano, autor, título e objetivo geral.

Quadro 1 – Produções selecionadas nas bases de dados² (2013-2022)

Autor/Ano	Título	Objetivo Geral
Sérgio Renato Barcelos (2017)	<i>Software Modellus</i> e Modelagem Matemática: relacionando conceitos matemáticos com fenômenos da física	Aplicar e analisar o <i>Software Modellus</i> no ensino de funções na nona série do Ensino Fundamental.
Sandra Mara Oselame Riboldi (2019)	A linguagem de Programação <i>Scratch</i> e o ensino de funções: uma possibilidade	Investigar as possíveis contribuições que a linguagem de programação <i>Scratch</i> pode trazer na introdução do conceito de funções, em uma turma de 9º ano de uma escola pública estadual de Santa Catarina.
Moises de Oliveira Moura (2019)	A criptografia motivando o estudo das funções no 9º ano do Ensino Fundamental	Apresentar a criptografia como uma ferramenta para contextualizar o conteúdo de funções, em particular, funções afins.
Ana Carolina da Silva Gonçalves (2020)	Utilizando o Geogebra no processo de aprendizagem de conceitos e propriedades de funções	Mostrar que é possível integrar o estudo de funções em sala de aula com atividades utilizando o <i>software</i> de geometria dinâmica Geogebra em Laboratório de Informática, trabalhando problemas previamente elaborados com itens seguindo uma sequência didática em ordem crescente de dificuldade e, em sua maioria, com respostas objetivas, a fim de facilitar o aprendizado e fixar melhor o conteúdo.
Paulo Roberto Figueiredo Pamphylio (2017)	A abordagem da modelagem matemática em situações-problema envolvendo funções afins e quadráticas no Ensino Fundamental II	Aplicar Modelagem Matemática em funções, com o objetivo de aproximar a Matemática formal da Matemática cotidiana e, com isso, aproximar o aluno da sua realidade.
Carlos Augusto Messias de Campos (2020)	Raciocínio Algébrico: análise do desempenho e das competências apresentadas por estudantes de 8º e 9º ano do ensino fundamental	Identificar e analisar o desempenho e o desenvolvimento das competências apresentadas por estudantes do 8º e 9º anos do Ensino Fundamental ao resolverem situações problemas que envolvem relação funcional.
Cláudia Brasil Coimbra Nascimento (2019)	A metodologia ativa de instrução pelos colegas associada à videoanálise de experimentos: um ensaio na introdução de funções em turmas de 9º ano do Ensino Fundamental	Investigar como a Metodologia Ativa IpC ³ , associada à videoanálise de experimentos, pode contribuir para a aprendizagem de alunos do 9º ano do EF acerca de funções.

4.1 Apresentação dos dados da revisão de literatura

Essa etapa consiste na apresentação dos estudos, por meio da realização do tratamento dos dados para destacar as principais informações e características dos trabalhos. No Quadro 2, descreve-se a origem das produções selecionadas, detalhando a instituição de origem, o programa e o tipo de programa (acadêmico ou profissional).

Quadro 2 – Origem das produções selecionadas

Nº	Dissertação	Programa	Instituição
1	Barcelos (2017)	Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional	UFFS
2	Pamphilio (2017)	Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional	UNIPAF
3	Riboldi (2019)	Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional	UFFS
4	Moura (2019)	Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional	UFT
5	Nascimento (2019)	Mestrado Profissional em Ensino de Ciências	IFRJ
6	Marques (2019)	Mestrado Profissional em Educação e Docência	UFMG
7	Campos (2020)	Mestrado Acadêmico em Educação Matemática	UESC
8	Gonçalves (2020)	Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional	UFRJ

Legenda: IFRJ – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia; UFT – Universidade Federal de Tocantins; UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro; UFFS – Universidade Federal de Fronteira do Sul; UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais; UESC – Universidade Estadual de Santa Cruz.

Fonte: Dados da Pesquisa (2022).

Conforme o Quadro 2, todas as pesquisas selecionadas foram realizadas em universidades públicas. Destas, sete estão vinculadas a Programas de Mestrado Profissional, com destaque para o Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT. Em relação ao tipo programa, apenas uma pesquisa, a de Campos (2020), foi desenvolvida em um Programa de Mestrado Acadêmico. Este estudo, de natureza qualitativa-quantitativa, envolveu estudantes do 8º e 9º anos, abordando funções afim e quadrática, com a intenção de generalizar conceitos algébricos.

No Quadro 3 serão apresentados os instrumentos de coleta de dados utilizados nas produções que compõem o corpus de análise.

Quadro 3 – Instrumentos de coleta de dados utilizados nas pesquisas

Instrumentos de coleta de dados	Autor/ano
Observação direta, Aplicação de atividades de pré-teste e pós-teste	Moura (2019); Riboldi (2019) e Barcelos (2017)
Aplicação de um Protocolo com 11 questões	Campos (2020)
Aplicação de problemas/atividades usando Geogebra	Gonçalves (2020)

Atividades escritas, gravação de áudio e vídeo, diário de campo entrevistas	Marques (2019)
Análise de atividades de resolução de problemas a partir de uma proposta de ensino usando modelagem	Pamphylio (2017)
Sequência Didática	Nascimento (2019)

Fonte: Dados da Pesquisa (2022).

A partir dos dados do Quadro 3, observa-se que para o desenvolvimento das pesquisas foram utilizados diferentes instrumentos de coletas de dados. Dentre as produções selecionadas, a maioria fez uso da abordagem qualitativa para a coleta e análise dos dados.

Moura (2019), Riboldi (2019) e Barcelos (2017), utilizaram como instrumento de coleta de dados a aplicação de atividades, as quais nomearam de pré-teste e pós-teste. No pré-teste investigaram os conhecimentos prévios dos estudantes e, com base nas informações obtidas conduziram encontros para o estudo das funções. Posteriormente, os estudantes utilizaram os conhecimentos adquiridos no decorrer dos encontros para responder às atividades do pós-teste. As três pesquisas tiveram como participantes estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental. Segundo os autores, essas atividades desenvolvidas com o uso de tecnologias despertam nos estudantes a curiosidade e a vontade de aprender.

Campos (2020) desenvolveu um protocolo de coleta de dados sob a forma de um caderno contendo 11 questões, sendo 7 sobre funções e 4 referentes a equações. O autor apresentou uma análise prévia das possíveis respostas que poderiam ser obtidas a partir da resolução de cada questão. Esse protocolo foi aplicado a 58 estudantes do 8º e 9º anos. A partir dos dados obtidos, o autor concluiu que os estudantes compreenderam as situações abordadas e conseguiram fazer generalizações algébricas de situações descritas na linguagem natural.

A dissertação de Gonçalves (2020), optou por uma sequência de atividades sobre funções afins e quadráticas, utilizando o Geogebra. Os resultados apontam que o uso do Geogebra contribuiu para a compreensão significativa desse objeto matemático.

Marques (2019) desenvolveu duas atividades para coletar dados em turmas do 9º ano do Ensino Fundamental. Durante a aplicação das atividades, as aulas foram gravadas em áudio e vídeo, o que contribuiu significativamente para a produção dos dados da pesquisa. A pesquisadora optou por utilizar um diário de campo descrevendo as observações realizadas durante as atividades para garantir o registro de situações relevantes. Os resultados apontaram que os estudantes tiveram pouco ou nenhum contato com sequências, generalizações e padrões. No entanto, as atividades possibilitaram o desenvolvimento de ideias relacionadas a esses conceitos.

Pamphylio (2017) desenvolveu uma proposta de ensino envolvendo modelagem para o estudo das funções afins e quadráticas em sala de aula. Segundo o autor, a aproximação do conhecimento matemático com situações do cotidiano torna as aulas mais atrativas e proporciona o desenvolvimento do ensino-aprendizagem, contribuindo também para a formação cidadã.

Nascimento (2019) desenvolveu uma sequência didática utilizando a metodologia ativa IpC (Instrução pelos colegas), aplicada em uma turma do 9º ano

do Ensino Fundamental para investigar os conhecimentos referentes às funções afins e quadráticas. Adquiridos por meio dos testes conceituais formulados e do tratamento em videoanálise dos experimentos, com a utilização do *software* livre Tracker. Conforme a autora, essa prática contribuiu de forma satisfatória e promissora para um ensino diferenciado da matemática.

Na próxima seção serão apresentadas as pesquisas organizadas em categorias de análise.

4.2 Categorias de análise das pesquisas

Para a análise e discussão dos resultados, as pesquisas foram organizadas em categorias, seguindo as etapas da Análise da Conteúdo de Bardin (2021). Conforme a autora, esse é um processo que se organiza em torno de três etapas:

- I. Pré-análise: com a organização do corpus da pesquisa a ser investigado;
- II. Exploração do material: consiste no processo de codificação e categorização, seguido de descrição analítica;
- III. Tratamento das informações a partir das inferências e interpretações.

O Quadro 4, apresenta as categorias de análise e as pesquisas correspondentes. As categorias de análise emergiram a posteriori, após a construção da nuvem de palavras, apresentada na Figura 1, e da análise das produções selecionadas.

Quadro 4 – Distribuição das pesquisas de acordo com as categorias

Nº	Categorias	Pesquisas	Quantidade
I	Generalização de padrões e a construção do conceito de função	Marques (2019), Campos (2020) e Pamphilio (2017)	3
II	O uso de recursos tecnológicos no estudo das funções	Moura (2019), Barcelos (2017), Nascimento (2019), Gonçalves (2020), Riboldi (2019)	5
Total			8

Fonte: Dados da Pesquisa (2022).

A partir da categorização, observa-se uma predominância de pesquisas relacionadas ao uso de recursos tecnológicos no ensino-aprendizagem das funções. Seis das produções selecionadas investigaram a utilização de um recurso tecnológico no estudo das funções.

Categoria I - Generalização de padrões e a construção do conceito de função

A Categoria I abrange as produções que investigaram a construção do conceito de função. Elas se concentraram na generalização de padrões a partir de situações contextualizadas, relacionando os conteúdos algébricos (funções) com outros conhecimentos matemáticos e situações do mundo real. Esse enfoque permitiu a

compreensão do conceito de função e a construção do conhecimento desse objeto matemático.

Pamphylio (2017) traz uma discussão acerca de como a modelagem matemática pode contribuir para o estudo das funções afins e quadráticas nos anos finais do Ensino Fundamental. Essa abordagem não apenas possibilita o desenvolvimento de habilidades para a generalização de conceitos, abstração e raciocínio lógico matemático, mas também promove uma aproximação entre a matemática formal e as situações do cotidiano.

Marques (2019) investigou a construção do conceito de funções a partir da generalização de padrões, para isso a autora aplicou tarefas envolvendo sequências e problemas contextualizados, a fim de observar o desenvolvimento do pensamento algébrico e apreensão do conceito de função.

Campos (2020) buscou analisar o desempenho e competências dos estudantes do 8º e 9º ano na resolução de problemas e generalização de conhecimentos algébricos. Os resultados indicaram um desempenho satisfatório dos estudantes nas questões envolvendo as funções afins e quadráticas.

Os resultados obtidos nas pesquisas de Marques (2019), Campos (2020) e Pamphylio (2017), revelam as dificuldades dos estudantes na construção de generalizações do conceito de funções. Foi observado que alguns estudantes utilizam a linguagem natural, outros se apoiam em tentativas e erros, enquanto poucos conseguem perceber as regularidades existentes e expressá-las por meio da linguagem matemática. Isso demonstra a importância de abordar as generalizações de conceitos matemáticos, especialmente o conceito de funções, para promover efetivamente a construção do conhecimento.

Entretanto, as pesquisas apontam que a aplicação de atividades investigativas oferece aos estudantes a oportunidade de desenvolver habilidades necessárias para a construção do pensamento algébrico. Isso inclui a compreensão e a internalização do conceito de funções, estimulando-os a fazer generalizações. Além disso, essa abordagem promove o desenvolvimento da abstração e do raciocínio lógico matemático.

As pesquisas examinadas nesta categoria compartilham semelhanças no uso da generalização de padrões para a construção do conceito de funções. No entanto, diferem com relação à abordagem adotada. Especificamente, a pesquisa de Pamphylio (2017) destaca-se ao explorar generalizações matemáticas por meio da Modelagem Matemática.

Categoria II - O uso de recursos tecnológicos no estudo das funções

Nesta categoria, reuniram-se as pesquisas relacionadas ao uso de recursos tecnológicos no estudo das funções. Esses estudos analisaram as contribuições da utilização de recursos tecnológicos no ensino-aprendizagem das funções nos anos finais do Ensino Fundamental, com uma predominância de pesquisas realizadas com estudantes do 9º ano. Dentre os recursos tecnológicos investigados, estão incluídos: o *software* de geometria dinâmica Geogebra, *Software* Modellus, a programação *Scratch* e o *software* livre *Tracker*.

Moura (2019) buscou estabelecer uma conexão entre a aprendizagem das funções e a criptografia⁵, um meio tecnológico e de comunicação que faz parte da

realidade dos estudantes, embora seja pouco conhecido por eles. O autor associou o ensino das funções à criptografia para demonstrar aos estudantes que os conhecimentos matemáticos podem ser aplicáveis e úteis para o uso seguro da tecnologia. Ainda, para o autor, essa abordagem:

[...] mostrou-se potencialmente motivadora, despertando a curiosidade do aluno e instigando o desejo de aprender. As atividades desenvolvidas [...] podem ser utilizadas em sala de aula, que têm como objetivo exercitar, aprofundar e revisar o conteúdo de funções (MOURA, 2019, p. 64).

Gonçalves (2020) investigou o processo de ensino-aprendizagem das funções utilizando o *software* de geometria dinâmica Geogebra. Por meio desse recurso, foram aplicados problemas contextualizados para motivar os estudantes durante as aulas, visando uma aprendizagem significativa desse objeto matemático. Os resultados dessa pesquisa evidenciam a motivação e o interesse dos estudantes, que interagiram entre si, compartilharam conhecimentos e promoveram do processo de aprendizagem das funções.

Riboldi (2019) desenvolveu uma prática de ensino-aprendizagem das funções utilizando a linguagem de programação *Scratch*. Essa abordagem possibilitou a verificação dos conhecimentos prévios dos estudantes e o desenvolvimento da aprendizagem, estabelecendo conexões entre os conhecimentos tecnológicos e o conteúdo de funções. Para o autor, essa prática de ensino-aprendizagem usando um recurso tecnológico, despertou o interesse, a curiosidade e a motivação dos estudantes para a aprendizagem das funções, aspectos que puderam ser observados ao longo da aplicação das atividades.

Ambos os estudos de Barcelos (2017) e Nascimento (2019) ofereceram perspectivas interessantes ao vincular o estudo das funções com a disciplina de física. Os estudos exploraram o uso de recursos tecnológicos no estudo das funções, mas com uma abordagem interdisciplinar. Nascimento (2019) investigou os conhecimentos de funções afins e quadráticas por meio de videoanálise de experimentos de física realizados pelos estudantes. Essa abordagem incentivou o interesse e a participação dos estudantes, promovendo a construção de conceitos tanto em matemática quanto em física. Por sua vez, Barcelos (2017) investigou problemas da realidade dos estudantes relacionados à Cinemática, utilizando esses contextos para desenvolver modelos matemáticos a partir dos conhecimentos da física. Isso permitiu a construção de gráfico de funções e tabelas, resultando em um aprendizado diferenciado e na construção do conhecimento referente às funções.

Os resultados das pesquisas analisadas nessa categoria demonstram as similaridades existentes entre as pesquisas, como a incorporação de recursos tecnológicos para o ensino-aprendizagem das funções e a aplicação de problemas/atividades contextualizados. Essas abordagens permitiram aos estudantes a perceber a aplicabilidade dos conhecimentos matemáticos em situações vivenciadas na realidade.

De modo geral, as pesquisas destacam a importância dos recursos tecnológicos na aprendizagem das funções. Elas mostram como estratégias de ensino que envolvem os estudantes na construção do conhecimento e associam os conceitos de funções a outras áreas como a Física, são relevantes. Além disso, revelam que a utilização de tecnologias digitais dinamiza os espaços de

aprendizagem, contribuindo para o processo de ensino-aprendizagem das funções na Educação Básica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, buscou-se apresentar, por meio uma revisão de literatura, o que tem sido investigado por pesquisadores brasileiros sobre o estudo das funções nos anos finais do Ensino Fundamental. Indagou-se sobre o que as pesquisas científicas compartilham em comum nesse campo, em que aspectos elas se diferenciam e como as funções são abordadas nesse contexto escolar. Observou-se que esses estudos envolvem estudantes do 9º ano, partindo da aplicação de atividades, com ou sem o uso de tecnologias, para analisar o processo de aprendizagem das funções ou conceitos relacionados. Percebeu-se também, uma preocupação em relacionar os conhecimentos matemáticos à realidade dos estudantes, visando demonstrar a aplicabilidade dos conteúdos abordados em situações cotidianas.

Constatou-se que diferentes recursos tecnológicos foram utilizados nessas pesquisas, a saber, o *software* de geometria dinâmica Geogebra, o *software* Modellus, a programação *Scratch* e o *software* livre *Tracker*. Vale ressaltar a ênfase atribuída ao *software*/aplicativo Geogebra, que possibilitou explorar a construção e visualização dos gráficos das funções afins e quadráticas.

Apesar das semelhanças identificadas entre as produções, é importante ressaltar que cada estudo possui uma finalidade distinta e apresenta características singulares. Alguns estudos não se utilizam de recursos tecnológicos, enquanto outros têm como participantes alunos do 9º ano do Ensino Fundamental ou do 1º ano do Ensino Médio. Dois estudos fizeram uso de tecnologias, mas foram desenvolvidos a partir de uma proposta interdisciplinar relacionando os conhecimentos das funções aos conceitos da física. Ademais, foi observado o uso de diferentes instrumentos de coleta de dados. Essa variação decorre da natureza específica de cada pesquisa, que se dedica a investigar um objeto distinto e a responder a um problema específico.

Todos os estudos selecionados mostraram-se relevantes para a compreensão de práticas pedagógicas e metodologias de ensino-aprendizagem que estão sendo investigadas relacionadas às funções. Ademais, contribuíram para a análise das produções, identificando os aspectos comuns e distintivos entre elas. Esses resultados evidenciam a necessidade da ampliação e aprofundamento dessas informações.

Os resultados apontam lacunas na abordagem das representações algébricas e gráficas das funções afins e quadráticas. Notadamente, há uma carência de estudos que explorem as variáveis visuais e unidades simbólicas para uma interpretação global de propriedades figurais.

STATE OF KNOWLEDGE OF THE TEACHING LEARNING OF FUNCTIONS IN THE FINAL YEARS OF BASIC EDUCATION

ABSTRACT

This article presents the state of knowledge of research into the study of functions in the final years of primary school. The methodological procedures are bibliographical in nature, involving a survey of theses and dissertations in the databases of the Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD) and the Catalogue of Theses and Dissertations of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (Capes). After selection, eight dissertations were included in the corpus of analysis, organised into two categories: (i) Generalisation of patterns and construction of the concept of function; and (ii) Use of technological resources in the study of functions. The results show similarities between the studies, with emphasis on the use of technological resources for teaching and learning functions, the application of contextualised problems and activities, as well as the generalisation of patterns to build the concept of functions. These elements enable students to realise the applicability of mathematical knowledge in real-life situations.

KEYWORDS: Technological resources. Contextualised activities. Mathematical knowledge. Generalisation of patterns.

NOTAS

- 1 O artigo foi apresentado no Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia (SINECT)/ 2022.
- 2 Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD e Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.
- 3 Instrução pelos colegas.
- 4 Disponível em: <https://classic.wordclouds.com/>. Acesso em: 02 ago. 2022.
- 5 É uma área da criptologia que estuda princípios e técnicas seguros para a comunicação virtual, pois protege as informações a partir da codificação de dados.

REFERÊNCIAS

- BARCELOS, S. R. **Software Modellus e Modelagem Matemática**: relacionando conceitos matemáticos com fenômenos da física. 2017. 122 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal da Fronteira Sul, 2017. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/1711>. Acesso em: 20 jul. 2022.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 10 fev. 2022.
- BRITO, D. S.; ALMEIDA, L. M. W. de. O conceito de função em situações de modelagem matemática. **Zetetike**, Campinas, SP, v. 13, n. 1, p. 63–86, 2005. DOI: 10.20396/zet.v13i23.8646980. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646980>. Acesso em: 5 jul. 2022.
- CAMPOS, C. A. M. **Raciocínio Algébrico**: análise do desempenho e das competências apresentadas por estudantes de 8º e 9º ano do Ensino Fundamental. 2020. 76 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2020. Disponível em: <http://www.biblioteca.uesc.br/biblioteca/bdtd/201910031D.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2022.
- DUVAL, R. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. Tradução - Méricles Trindade Moretti. **Revemat**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 266-297, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2012v7n2p266>. Acesso em: 10 jul. 2022.

GONÇALVES, A. C. S. **Utilizando o Geogebra no processo de aprendizagem de conceitos e propriedades de funções**. 2020. 80 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em:

https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=10482193. Acesso em: 20 jul. 2022.

MARQUES, A. P. **O ensino de funções no 9º ano: construindo significados para função a partir de generalizações**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Docência) – Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG, Minas Gerais, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/32191>. Acesso em: 20 jul. 2022.

MIGUEL, A.; FIORENTINI, D.; MIORIM, M. Ângela. Álgebra ou geometria: para onde pende o pêndulo?. **Pro-Posições**, Campinas, SP, v. 3, n. 1, p. 39–54, 1992. Disponível em:

<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/proposic/article/view/8644424>. Acesso em: 24 jun. 2022.

MORAES, C. M.; SOUZA, J. C.; BEZERRA, M. J. **Apostilas de didática especial de matemática**. Rio de Janeiro: Cades, 1959.

MOURA, M. O. **A criptografia motivando o estudo das funções no 9º ano do ensino fundamental**, 2019 62 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional). Fundação Universidade Federal do Tocantins. Biblioteca Depositária: Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11612/1373>. Acesso em: 20 jul. 2022.

NASCIMENTO, C. B. C. **A metodologia ativa de instrução pelos colegas associada à Videoanálise de experimentos: um ensaio na introdução de funções em turmas de 9º ano do Ensino Fundamental**. 2019. 112 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Nilópolis, 2019. Disponível em:

https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7791518. Acesso em: 20 jul. 2022.

PAMPHYLIO, P. R. F. **A abordagem da modelagem matemática em situações-problema envolvendo funções afins e quadráticas no Ensino Fundamental II**. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal do Amapá, 2017. Disponível em: https://sca.proformat-sbm.org.br/profmat_tcc.php?id1=3472&id2=95665. Acesso em: 20 jul. 2022.

PONTE, J. P. O conceito de função no currículo de Matemática. **Educação e Matemática**, [s. l.], n. 15, p. 3-9, 1990. Disponível em: <https://em.apm.pt/index.php/em/article/view/222/216>. Acesso em: 17 jun. 2022.

RIBOLDI, S. M. O. **A linguagem de Programação Scratch e o ensino de funções: uma possibilidade**. 2019. 108 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/3314>. Acesso em: 20 jul. 2022.

SILVA, B. G. da. **Gráficos de funções utilizando o GeoGebra em smartphones**. 2017. 120 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://www.btdt.uerj.br/handle/1/4882>. Acesso em: 12 ago. 2022.

SILVA, C. F. **Ensino aprendizagem de função afim via exploração, resolução e proposição de problemas com o uso do aplicativo Desmos em contexto remoto**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2021. Disponível em: <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/4217>. Acesso em: 12 ago. 2022.

TRINDADE, J. A. de O.; MORETTI, M. T. Uma relação entre a teoria histórico-cultural e a epistemologia histórico-crítica no ensino de funções: a mediação. **Zetetike**, Campinas, SP, v. 8, n. 1-2, p. 29–50, 2000. DOI: 10.20396/zet.v8i13-14.8646713. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646713>. Acesso em: 9 fev. 2022.

VOSGERAU, D. S'Á. R.; ROMANOWSKI, J. P. Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. **Revista diálogo educacional**, [s. l.], v. 14, n. 41, p. 165-189, 2014. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/2317/2233>. Acesso em: 20 de jul. 2022.

Recebido: 02 maio 2023.
Aprovado: 13 abr. 2024
DOI: 10.3895/rbect.v17n2.16891
Como citar: SILVA, M. I. P.; OLIVEIRA, E. G.; MAVUNDZA, A. A. M.; BRANDT, C. F. Estado do conhecimento do ensino-aprendizagem das funções no Ensino Fundamental Anos Finais. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 17, Edição Especial, p. 1-18, 2024. Disponível em: <<https://periodicos.utpr.edu.br/rbect/article/view/16891>>. Acesso em: XX.
Correspondência: Mariane Isabele Possidonio da Silva - 3100121014026@uepg.br
Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

