



Recebido: 05/08/2024 | Revisado: 12/09/2024 | Aceito: 12/01/2025 | Publicado: 12/04/2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 Unported License.

DOI: 10.31416/rsdv.v13i2.1125

## O saber Função Afim e as Teorias da Didática da matemática: uma revisão sistemática da literatura

*A systematic literature review of knowledge of affine function and theories of mathematics education*

### ELOI, Quércia Carvalho. Mestre em Ensino das Ciências

Universidade Federal Rural de Pernambuco - Sede. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmão - Recife - Pernambuco - Brasil. CEP: 52.171-900 / Telefone: (81) 3320. 6590 / E-mail: [quercia.eloi@ufrpe.br](mailto:quercia.eloi@ufrpe.br) / Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2596-7870>

### ANDRADE, Vladimir Lira Veras Xavier de. Doutor em Ensino das Ciências

Universidade Federal Rural de Pernambuco - Sede. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmão - Recife - Pernambuco - Brasil. CEP: 52.171-900 / Telefone: (81) 3320. 6590 / E-mail: [vladimir.andrade@ufrpe.br](mailto:vladimir.andrade@ufrpe.br) / Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2679-2187>

### RÉGNIER, Jean-Claude. Doutor em Matemática e Didática da Matemática

Laboratoire UMR 5191 ICAR, Université Lyon 2, Labex ASLAN. 15 parvis René Descartes, BP 7000, 69342 Lyon Cedex 07, FRANCE/ E-mail: [jean-claude.regnier@univ-lyon2.fr](mailto:jean-claude.regnier@univ-lyon2.fr) / Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6992-9027>

## RESUMO

O presente estudo tem como objetivo analisar o panorama das produções nacionais que tecem investigações a respeito do saber função afim, no segmento de ensino da educação básica, utilizando teorias da Didática da Matemática em um recorte temporal de 10 anos (2014-2023). Considerou-se para a busca dos trabalhos, a Teoria dos Registros de Representação Semiótica, a Teoria dos Campos Conceituais, a Teoria Antropológica do Didático, a Teoria das Situações Didáticas e o conceito da Engenharia Didática. Os trabalhos foram mapeados considerando a revisão sistemática da literatura. Após o mapeamento, foram classificados com base em uma série de categorias definidas e analisados à luz da Análise Estatística Implicativa, com o intuito de detectarmos possíveis tendências e apontamentos nas produções consideradas. As principais teorias adotadas pelos trabalhos foram: a Teoria dos Registros de Representação Semiótica e a Teoria dos Campos Conceituais. Sinalizamos que o uso da primeira teoria parece constituir-se como uma constante nas produções analisadas, tendo em vista que essas se distribuem linearmente ao longo do recorte temporal, em contrapartida, as produções que fazem o uso da Teoria dos Campos Conceituais estabelecem-se como tendência somente a partir de 2019, devido à presença de um grupo de estudo situado na Região Sul do país. Os trabalhos que adotam a Teoria das Situações didáticas e a Engenharia Didática investigam, sobretudo, a concepção e/a análise de sequências didáticas. A respeito dos trabalhos relacionados à Teoria Antropológica do Didático, não observamos aproximações ou implicações.

Palavras-chave: Função Afim, Didática da Matemática, Revisão Sistemática da Literatura, Análise Estatística Implicativa.

## ABSTRACT



The aim of this study is to analyse the panorama of national productions that investigate the knowledge of affine unions, in the teaching segment of basic education, using theories of Mathematics Didactics in a time frame of 10 years (2014-2023). The search for works considered the Theory of Semiotic Representation Registers, the Theory of Conceptual Fields, the Anthropological Theory of the Didactic, the Theory of Didactic Situations and the concept of Didactic Engineering. The works were mapped considering the systematic literature review. After mapping, they were classified based on a series of defined categories and analysed in the light of Implicative Statistical Analysis, to detect possible trends and notes in the productions considered. The main theories adopted by the works were: the Theory of Semiotic Representation Registers and the Theory of Conceptual Fields. Theory. We note that the use of the first theory seems to be a constant in the productions analysed, given that they are distributed linearly throughout the time frame; on the other hand, the productions that make use of the Conceptual Fields Theory establish themselves as a trend only from 2019 onwards, due to the presence of a study group located in the southern region of the country. The works that adopt the Theory of Didactic Situations and Didactic Engineering mainly investigate the design and/or analysis of didactic sequences. We did not observe any similarities or implications in the work related to the Anthropological Theory of the Didactic.

**Keywords:** Related Function, Mathematics Didactics, Systematic Literature Review, Implicative Statistical Analysis

## Introdução

Os primeiros registros que abordam a noção de função remontam por volta de 2000 a.C, e trazem em seu bojo, ainda que primitivamente, noções fundamentais para o desenvolvimento desse saber, tais como correspondência, dependência de variável e regularidade. Ressalta-se, ainda, que a evolução do referido saber aconteceu de maneira lenta ao longo dos séculos, adquirindo um status formal somente no século XVII, por meio do desenvolvimento da ideia de generalização das leis quantitativas em termos matemáticos, simbólicos e algébricos (Calado; Rezende, 2023).

O conceito de função surgiu a partir da necessidade de explicar, entender e prever fenômenos naturais, nessa perspectiva, Eves (2011) destaca que a importância das ideias subjacentes ao conceito de função reside não apenas na matemática, mas nas demais áreas do saber nas quais o quantitativo e as medidas são fundamentais, tais como as ciências da natureza.

Nesse íterim, consideramos a função como um saber de extrema relevância para o currículo da educação básica, uma vez que está estritamente relacionado à explicação de fenômenos cotidianos que expressam relações de dependência entre variáveis, tais como determinar o valor de uma corrida de táxi considerando o total de quilômetros percorridos, ao mesmo tempo em que permite a articulação com diversas outras disciplinas como a Física, a Química, a Biologia e a Geografia.

De acordo com as orientações curriculares vigentes, o conceito de função permeia todo o percurso da educação básica, desde os anos iniciais do ensino fundamental, por meio do desenvolvimento de noções intuitivas relacionadas ao mesmo, até as etapas dos anos finais do ensino fundamental e ensino médio, nas quais as noções citadas são retomadas, aprofundadas e formalizadas (Brasil, 2018; Pernambuco, 2019; 2021).

Referindo-se especificamente à função afim (FA), diversos estudos ao longo das décadas, bem como Ferreira dos Santos (2000), Santos (2002), Dornelas (2007), Delgado (2010), Cardoso *et al* (2013), Toso (2016), Miranda (2019), e Calado (2020), vêm sinalizando as inúmeras dificuldades enfrentadas nos diferentes níveis de escolaridade, no processo de aprendizagem desse saber.



Considerando o panorama expresso nas linhas anteriores a respeito da FA, isto é, sua relevância no currículo da educação básica e, em contraponto, às deficiências em sua aprendizagem apontadas pelas pesquisas acadêmicas torna-se necessário a investigação, a partir das diferentes vertentes teóricas, das nuances que compõem o processo de ensino e de aprendizagem da FA. O presente estudo encontra-se atrelado a uma tese de doutorado em andamento que investiga o saber FA sob os arcabouços teóricos e metodológicos da Didática da Matemática. Para Almeida (2016), este campo de investigação surgiu na França, entre os anos de 1960 e 1970, através da criação dos Institutos de Pesquisa no Ensino de Matemática (IREM), as discussões balizadas por esses institutos disseminaram-se, inicialmente, em países francófonos, expandindo-se posteriormente para outros países como o Brasil.

De acordo com Brousseau (1996), a Didática da Matemática centra-se em investigar as atividades didáticas que têm como objetivo o ensino especificamente de saberes matemáticos. Na perspectiva de Pais (2014), a Didática da Matemática constitui-se como uma das grandes tendências na educação matemática, na qual seu objetivo de estudo é a elaboração de teorias e conceitos que sejam adequadas às particularidades do saber matemático, mantendo-se fortemente vinculada com a formação de conceitos matemáticos, tanto em nível experimental da prática pedagógica, como âmbito teórico das pesquisas acadêmicas.

Silva e Nogueira (2021) realizaram uma análise das dissertações brasileiras, disponibilizadas pelo Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que abordam o saber FA sob a perspectiva de teorias da Didática da Matemática. Os resultados desse estudo indicam que as teorias mais utilizadas nesses trabalhos são: a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS), Teoria dos Campos Conceituais (TCC), Teoria Antropológica do Didático (TAD), Teoria das Situações Didáticas (TSD) e Engenharia Didática (ED).

Isto posto, temos como objetivo analisar o panorama das produções nacionais que investigam a função afim, no segmento da educação básica, por meio de um aporte teórico/metodológico das teorias da Didática da Matemática, bem como refletir quais são os principais apontamentos dessas produções e suas possíveis tendências, para isso consideraremos, em nossa análise, o conjunto de teorias indicados por Silva e Nogueira (2021).

Para realizarmos o levantamento dos trabalhos, utilizaremos como método a Revisão Sistemática da Literatura (RSL). De acordo com Litel (2008), a RSL caracteriza-se como um método que localiza e sintetiza os estudos relacionados a questões específicas, organiza achados e analisa evidências, por meio de procedimentos estruturados, com critérios explícitos e replicáveis.

Com o intuito de sinalizarmos possíveis tendências nas produções investigadas, utilizaremos a Análise Estatística Implicativa (ASI) a qual de acordo com Gras e Régnier (2009, 2013, 2017) compreende um modelo teórico inspirado no conceito de implicação estatística e, de modo mais restrito, no conceito de implicação, o que culmina no estudo das relações de causa e efeito. Nesse contexto, os trabalhos mapeados serão analisados a partir de um conjunto de categorias as quais serão minunciosamente descritas na seção seguinte, onde buscaremos estabelecer relações de implicação entre elas, revelando assim, possíveis tendências na produção.

## Abordagem Metodológica



Descrevemos, nesse tópico, a metodologia adotada para a execução do presente estudo. Inicialmente, apresentamos nossos protocolos de revisão sistemática para a construção da nossa amostra e, posteriormente, discorremos a respeito dos parâmetros adotados para o tratamento dos dados com a ASI.

### A Construção da amostra

Conforme citado anteriormente, para atingirmos o objetivo proposto, adotamos como método para o levantamento dos trabalhos a Revisão Sistemática da Literatura, de acordo com Sampaio e Mancini (2006). A qual é uma forma de pesquisa que possui como fonte de dados a literatura sobre uma temática específica e tem como objetivo a disponibilização de uma síntese dos trabalhos encontrados por meio da aplicação de métodos explícitos e sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese da informação.

A adoção específica por esse método justifica-se pelo fato de pretendermos termos um panorama sobre as produções que investigam a FA, por meio de teorias da Didática da Matemática. Nesse sentido, concordamos com Tractenberg (2021), ao refletir que a RSL proporciona uma visão holística sobre determinada área de pesquisa, contribuindo, dessa maneira, para o avanço das pesquisas científicas, tendo em vista que descreve o nível de aprofundamento e as limitações dos estudos já realizados.

Para o levantamento dos estudos, consideramos um recorte temporal de 10 anos (2014 - 2023) e o dividimos em três etapas: levantamento de teses e dissertações (Etapa I), levantamento de artigos científicos publicados em periódicos (Etapa II) e levantamento de artigos publicados em anais de eventos (Etapa III). Os procedimentos adotados para a realização de cada uma das etapas, bem como os bancos de dados considerados, serão descritos nos parágrafos seguintes.

Na Etapa I, tivemos como objetivo mapear as teses e dissertações produzidas com a temática adotada, para isso, consideramos dois bancos de dados distintos: Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

Na Etapa II, foram levantados os artigos publicados em periódicos nacionais com Qualis de A1 a A4, na área de ensino que fossem acesso aberto e disponíveis on-line. Essa etapa foi dividida em duas partes, na primeira foram realizadas buscas no Portal de Periódicos da CAPES e na segunda foram realizadas buscas diretamente na página dos periódicos. A escolha dos periódicos contemplados na segunda parte deu-se por meio da seleção na página da Plataforma Sucupira dos periódicos da área de ensino com Qualis de A1 a A4. Na etapa final, selecionamos os periódicos nacionais que continham em seu título a palavra matemática, além desses periódicos, consideramos também outros dois (Zetetiké e Vydia) que embora não apresentem a palavra matemática em seu título, possuem expressividade na publicação de pesquisas ligadas à educação matemática. No quadro abaixo apresentamos os periódicos considerados na busca:

**Quadro 1** - Periódicos considerados na RSL

Nome do periódico	Qualis
Amazônia - revista de educação em ciências e matemáticas (on-line)	A2
Bolema: boletim de educação matemática (on-line)	A1
Caminhos da educação matemática em revista (on-line)	A4



Educação matemática em revista	A2
Educação matemática em revista (São Paulo)	A2
Educação matemática pesquisa (on-line)	A1
Ensino da matemática em debate	A4
Jornal internacional de estudos em educação matemática	A3
Perspectivas da educação matemática	A2
Rematec. Revista de matemática, ensino e cultura (UFRN)	A4
Revemat: revista eletrônica de educação matemática	A3
Revista brasileira de história da matemática	A3
Revista de educação matemática	A3
Revista de educação, ciências e matemática	A4
Revista de história da educação matemática	A3
Revista de produção discente em educação matemática	A4
Revista internacional de pesquisa em educação matemática (RIPEM)	A1
Revista paranaense de educação matemática	A3
Revista sergipana de matemática e educação matemática	A4
Tangram - revista de educação matemática	A3
Vydia	A2
Zetetiké	A2

Fonte: Elaborada pelos autores.

E, por fim, a Etapa III, que compreende o levantamento de artigos publicados (na modalidade de comunicação científica) em anais de eventos. Consideramos como banco de dados os anais do Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM), do Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM) e do Simpósio Latino-Americano de Didática da Matemática (LADIMA). A escolha dos dois primeiros eventos justifica-se pelo fato de serem de grande expressão, a nível nacional, e o último evento, por abordar temáticas específicas da Didática da Matemática. Considerou-se os anais dos eventos realizados no recorte temporal contido no presente trabalho: ENEM (2016, 2019 e 2022), SIPEM (2015, 2018 e 2021) e LADIMA (2016 e 2018).

Para realização das buscas nos bancos de dados, foram utilizados os seguintes termos de busca: função afim ou função polinomial do primeiro grau. As buscas por esses termos foram efetuadas de maneira separada. Ressalta-se que as buscas nas Etapas I e II foram realizadas diretamente nos sistemas de pesquisa dos respectivos bancos de dados, entretanto na Etapa III nem todos os anais possuíam esses sistemas, nesses casos, utilizamos o comando Ctrl+F nos sumários dos anais, nos quais são apresentados os títulos de todos os trabalhos.

Os critérios de inclusão adotados foram: (I) Fazer menção em seu título ou resumo das palavras 'função afim' ou 'função polinomial do 1º grau'; (II) Fazer menção em seu título ou resumo de teorias da Didática da Matemática ou de termos que as remetam. Destacamos que para atender ao critério de inclusão (II) consideramos no nosso levantamento, conforme já sinalizado na introdução, apenas as seguintes teorias: TRRS, TCC, TAD, TSD e ED.

Em contrapartida, foram adotados os seguintes critérios de exclusão: (I) trabalhos fora do recorte temporal considerado; (II) trabalhos que não estejam em português (III) trabalhos que não se refiram à educação básica; (IV) trabalhos



publicados em periódicos com Qualis B ou C; (V) trabalhos duplicados; (VI) trabalhos teóricos ou de revisão da literatura. Após a aplicação dos critérios de inclusão/exclusão, foi efetuada a leitura de cada um dos resumos dos trabalhos para que pudéssemos classificá-los de acordo com as categorias a seguir: ano de publicação, aporte teórico/metodológico, objeto de investigação, segmento de ensino sob o qual a pesquisa foi realizada e região em que o trabalho foi produzido. Destacamos que em alguns dos trabalhos não conseguimos mapear no resumo todas essas categorias, sendo necessária a análise de outros tópicos do trabalho, tais como introdução e considerações finais.

A categoria objeto de investigação foi construída à medida que analisávamos as produções mapeadas, e diz respeito ao objeto sob o qual o trabalho teceu suas análises. Atribuímos a essa categoria as seguintes variáveis: sequências didáticas (trabalhos que se debruçaram em analisar a concepção e/ou aplicação de sequências didáticas), respostas/representações mobilizadas por estudantes (trabalhos que analisaram as respostas/representações mobilizadas por estudantes diante da aplicação de um conjunto de atividades), tecnologias digitais (trabalhos que analisaram atividades mediadas pelo uso de alguma tecnologia digital), livro didático (trabalhos que tiveram como objetivo a análise de livros didáticos) e aula do professor (trabalhos que focaram na análise das relações e interações estabelecidas em aulas de professores de matemática).

Após essa categorização, os dados serão tratados mediante à Análise Estatística Implicativa.

### O quadro teórico da Análise Estatística Implicativa (ASI)

Análise Estatística Implicativa (ASI), de acordo com Gras, Régnier e Guillet (2009) e Gras, Régnier *et al.* (2013, 2017) constitui-se como um quadro teórico constituído por uma ferramenta teórica e prática, que permite o estudo de dados multidimensionais qualitativos e quantitativos, alicerçando-se no conceito de quase-implicação, o qual difere do conceito de implicação nos campos da matemática e da lógica. As aplicações do conceito de quase-implicação consistem em dimensionar um índice de intensidade de implicação, o qual mede o grau de probabilidade de ocorrer uma dependência e/ou inferência entre variáveis ou classes de variáveis. Nesse ínterim, analisaremos a construção das relações de causa e efeito entre as variáveis, mensuradas por meio do índice de intensidade de implicação estatística.

As relações de implicação foram exploradas por meio do software de Classificação Hierárquica Implicativa e Coesiva (CHIC) na sua versão 7.0 (2014). De acordo com Couturier *et al.* (2004), essa ferramenta extrai de um conjunto de dados, mediante o entrelaçamento entre sujeitos e variáveis, regras de associação entre essas variáveis, fornecendo um índice que representa um gradiente da qualidade dessas associações. Constituindo uma organização das variáveis obtidas por meio das regras.

Para o tratamento dos dados por meio do programa CHIC, modalizamos as categorias adotadas na análise dos trabalhos em variáveis binárias, isto é, a presença será representada por 1 e ausência por 0, ressaltamos que, além das categorias citadas anteriormente, foram adicionadas variáveis referentes ao tipo de documento (dissertação, tese ou artigo publicado em periódico e artigo publicado em anais de evento). O quadro a seguir representa a relação entre categorias, variáveis e seus respectivos códigos.

**Quadro 2 - Síntese das variáveis adotadas**

<b>Categoria</b>	<b>Variável</b>	<b>Código da variável</b>
<b>Tipo de documento</b>	Dissertação	TD_DT
	Tese	TD_TE
	Artigo em anais de eventos	TD_A_Ev
	Artigo em periódico	TD_A_Per
<b>Ano de publicação</b>	2014	A_2014
<b>Ano</b>	2015	A_2015
	2016	A_2016
	2017	A_2017
	2018	A_2018
	2019	A_2019
	2020	A_2020
	2021	A_2021
	2022	A_2022
	2023	A_2023
<b>Aporte teórico</b>	Teoria dos Registros e Representações Semióticas	AT_TRRS
	Teoria dos Campos Conceituais	AT_TCC
	Teoria Antropológica do didático	AT_TAD
	Teoria das Situações Didáticas	AT_TSD
	Engenharia Didática	AT_ED
<b>Objeto da investigação</b>	Sequência didática	OI_SD
	Representações/repostas mobilizadas por estudantes	OI_Rp_Es
	Tecnologias digitais	OI_TD
	Livro Didático	OI_LD
	Aula do professor	OI_AP
<b>Segmento da educação básica</b>	Ensino Fundamental	SE_EF
	Ensino Médio	SE_EM
<b>Região em que o trabalho foi produzido</b>	Norte	R_NO
	Nordeste	R_NE
	Sul	R_SU
	Sudeste	R_SE

Fonte: Elaborado pelos autores.

No tocante à Região Centro-Oeste, destacamos que não mapeamos trabalhos produzidos nessa região, nesse contexto, não a categorizamos como variável.

Para efeitos de cálculos, considerou-se a implicação, segundo a teoria clássica, por meio da lei binomial. A partir do estabelecimento das relações de quase-implicação, o programa CHIC gerou um grafo implicativo, o qual é uma representação gráfica que indica os caminhos implicativos mais significativos no sentido do critério baseado no valor do índice de intensidade de implicação. Consideraremos para nossa análise, um índice de intensidade de implicação igual ou superior a 0,70. No grafo implicativo, os intervalos de intensidade de implicação são



representados por cores distintas. Consideramos os seguintes valores para os intervalos:

$$0.70 \leq \text{Cinza} < 0.80$$

$$0.80 \leq \text{Azul} < 0.90$$

$$0.90 \leq \text{Verde} < 0.95$$

$$\text{Vermelho} \geq 0.95$$

Para a apresentação dos dados, utilizamos a opção disponibilizada no programa CHIC ‘seleção de variável (modo cone)’, na qual podemos analisar os caminhos de implicação relacionados a uma variável em específico, considerando nossos objetivos, aplicamos essa opção nas variáveis referentes ao aporte teórico (AT\_TRRS, AT\_TCC, AT\_TAD, AT\_TSD e AT\_ED), dessa forma, conseguimos visualizar as variáveis diretamente relacionadas a cada uma das teorias analisadas no presente estudo.

### Análise dos dados

Nesse tópico, apresentamos a análise dos dados. Em um primeiro momento, fizemos uma breve descrição dos trabalhos levantados, considerando as categorias descritas anteriormente. No segundo momento, analisamos os trabalhos considerando cada uma das teorias da Didática da Matemática, a partir da utilização do quadro teórico da ASI.

### Considerações sobre o *corpus* da pesquisa

Após as buscas em cada um dos bancos de dados, por meio dos termos de busca considerados, e aplicando os respectivos critérios de inclusão e exclusão, resultou-se em um quantitativo final de 39 trabalhos, entre dissertações, teses, artigos publicados em periódicos e artigos publicado em anais de evento. A síntese do mapeamento dos trabalhos encontra-se apresentada no quadro abaixo.

**Quadro 3** - Sistematização dos trabalhos levantados

Tipo do documento	Quantidade de trabalhos pelos termos de busca		Quantidade de trabalhos selecionados
	Dissertações e teses	Catálogo de t. e d. da Capes	
BDTD		151	
Artigos em revista	Periódicos Capes	77	11
	Periódicos em ed. matemática	37	
Artigo em anais de eventos	ENEM	15	3
	SIPEM	2	
	LADIMA	1	
<b>Total</b>	<b>466</b>		<b>39</b>

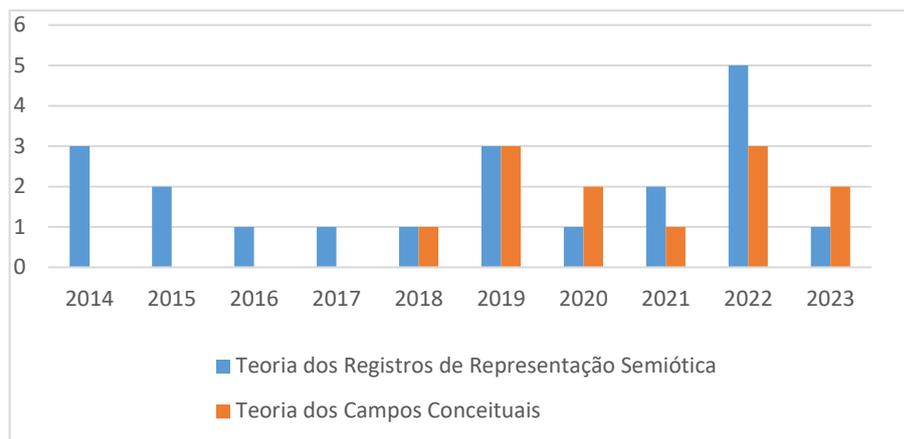
Fonte: Elaborado pelos autores.



Com relação ao ano de publicação desses trabalhos, observamos que existe um aumento significativo na produção, a partir do ano de 2019. Dividindo o recorte temporal em duas metades, temos que a primeira metade, isto é, de 2014 a 2018, concentra um total de 11 trabalhos, enquanto há, na outra metade: um total de 28 trabalhos, o que corresponde a 71,7% dos trabalhos.

A respeito do aporte teórico, observamos que a teoria mais utilizada foi a Teoria de Registros e Representação Semiótica, seguida da Teoria dos Campos Conceituais com, respectivamente, 20 e 12 trabalhos que as utilizaram. Dentre os demais trabalhos, 8 respaldaram-se na Teoria das Situações Didáticas, 6 na Engenharia Didática e 3 na Teoria Antropológica do Didático. Destacamos que houve trabalhos que utilizaram mais de uma teoria. O gráfico abaixo representa a produção de trabalhos com as duas teorias mais usadas, ou seja, Teoria dos Registros e Representação Semiótica e a Teoria dos Campos Conceituais, ao longo do recorte temporal observado.

**Gráfico 1** - Relação entre as produções das teorias de Registro de Representação Semiótica e dos Campos Conceituais *versus* o recorte temporal (2014 - 2023).



Fonte: Elaborado pelos autores

Ao analisarmos o gráfico, observamos que as produções que utilizaram a Teoria das Representações de Registros Semióticos distribuem-se de uma maneira constante ao longo dos anos, há, por outro lado, uma concentração nas produções que utilizaram a Teoria dos Campos Conceituais entre os anos de 2018 e 2023.

No que se refere ao segmento da educação básica, em que as pesquisas foram realizadas, constatamos que uma parcela bastante significativa, 28 trabalhos, situa-se no Ensino Médio, em contrapartida, há 9 trabalhos que se centraram em análise no Ensino Fundamental e dois trabalhos que tecem investigações sobre os dois segmentos simultaneamente.

A respeito dos objetos de investigação, os mais investigados foram: sequência didática (12 trabalhos), representações e/ou respostas mobilizadas por estudantes (11 trabalhos), e livro didático (11 trabalhos). As variáveis tecnologia digital e aula do professor tiveram, respectivamente, 8 e 4 trabalhos. Salientamos, mais uma vez, que mapeamos trabalhos que investigaram mais de um objeto simultaneamente.

Constatamos, também, que a maioria desses trabalhos foram produzidos nas regiões Nordeste (17 trabalhos) e Sul (15 trabalhos), observamos também 4 trabalhos da Região Sudeste e 3 trabalhos da Região Norte.



Após essa análise inicial do corpus que compõe nossa pesquisa, faremos o estudo individualmente dos trabalhos que compõem cada um dos aportes teóricos e, para isso, nos valeremos da ASI.

## **Teoria dos Registros de Representações Semióticas**

A Teoria dos Registros de Representações Semióticas (TRRS) foi proposta pelo filósofo e psicólogo francês Raymond Duval, este autor defende que a aprendizagem em matemática difere das demais ciências, nas quais os fenômenos podem ser fisicamente observados, uma vez que, na matemática, não se pode ter acesso aos objetos, mas sim somente às suas representações, nesse íterim, Duval (2003) defende que a compreensão dos objetos matemáticos só será possível quando ocorrer articulações entre suas diversas representações.

As representações, mencionadas anteriormente, referem-se especificamente às representações semióticas, as quais constituem-se como elementos essenciais para a comunicação no âmbito da matemática. Nesse contexto, as representações semióticas são como produtos do emprego de signos pertencentes a determinado sistema de representação, o qual resguarda suas próprias especificidades de significação e funcionamento (Duval, 2012).

Diante a multiplicidade de representações que existem na matemática, Duval (2003) classifica os registros de representação em quatro tipos: Linguagem Natural, Sistemas de Escritas - Simbólico, Figuras Geométricas, planas ou em perspectivas e Gráficos Cartesianos. Isto posto, o autor supracitado entende que as representações semióticas exercem um papel relevante na construção de representações mentais, na realização de diferentes atividades cognitivas e na geração de conhecimento (Duval, 2012).

Conforme mencionado anteriormente, há 20 trabalhos que abordam a FA por meio da TRRS, que correspondem a 13 dissertações, 1 tese, 4 artigos em periódico e 2 artigos em anais de eventos.

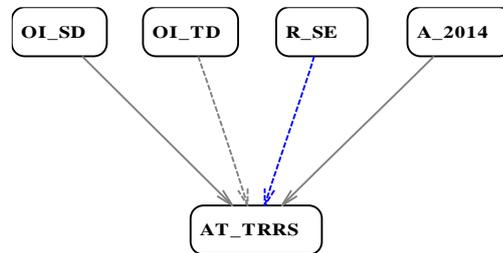
A respeito do ano em que os trabalhos foram publicados, constatamos que há uma linearidade nas publicações, na qual existe pelo menos um trabalho publicado em cada um dos anos do recorte considerado. Isso nos faz refletir que parece haver uma tendência nas publicações de trabalhos que articulam a FA com as teorias da Didática da Matemática em utilizar a TRRS como aporte teórico e/ou metodológico. Referindo-se às regiões de publicação, notamos que a Região Nordeste concentra 10 dos trabalhos, seguida da Região Sul com 5 trabalhos, e as regiões norte e sudeste possuem um total de 1 e 4 trabalhos respectivamente.

A respeito dos objetos de investigação considerados na pesquisa, identificamos que 7 desses trabalhos centraram-se na análise de respostas e/ou representações mobilizadas por estudantes a um conjunto de atividades, havendo um que articulou este objeto de investigação com o uso de uma tecnologia digital. Há, também, 8 estudos que se debruçaram em analisar a concepção e/ou aplicação de uma sequência didática, sendo que destes 5, consideraram o uso de alguma tecnologia digital. Constatamos em nossas análises: 4 estudos que tiveram como objeto de investigação o livro didático e 1 que focou na análise da aula do professor. Com relação ao segmento de ensino analisado, a grande maioria dos trabalhos concentram-se no ensino médio, isto é, 17 trabalhos, enquanto apenas 3 fazem suas análises no ensino fundamental.

Após essa breve análise quantitativa das pesquisas que analisam a FA por meio

da TRRS, exploraremos as relações de implicações observadas, apresentando abaixo o grafo implicativo:

Figura 1 - Grafo implicativo centrado na variável no modo cone *AT\_TRRS*



Fonte: Tratamento dos dados pelos autores com o uso do software CHIC v. 7.0 (2014)

Conforme observa-se no grafo, as variáveis referentes aos objetos de investigação: Sequência Didática (*OI\_SD*) e Tecnologias Digitais (*OI\_TD*) implicam na variável referente ao aporte teórico Teoria dos registros de representação semiótica (*AT\_TRRS*)

*OI\_SD* → *AT\_TRRS*: Essa implicação nos revela que os trabalhos que possuem como objeto de investigação a concepção e/ou análise de sequências didáticas, tendem a usar como aporte teórico/metodológico a TRRS. Ao analisarmos os trabalhos, constatamos que dos 12 trabalhos que têm como objeto de investigação sequências didáticas, evidenciamos que 8 respaldam-se na TRRS.

Os trabalhos que analisam a FA, por meio da TRRS e tomam como objeto de investigação a concepção e/ou análise de uma sequência didática, podem ser divididos em dois grupos: aqueles que articularam a sequência didática com alguma tecnologia digital (5 trabalhos) e os que não o fizeram (3 trabalhos), ou seja, os trabalhos do incluídos no primeiro grupo além de considerarem como objeto de investigação a sequência didática, consideraram também o uso de alguma tecnologia digital.

No tocante aos trabalhos que exploram uma sequência didática, por meio de alguma tecnologia digital, observamos que eles têm como objetivo analisar a contribuição da articulação dos diferentes registros de representação da FA, fazendo o uso de alguma tecnologia digital para a aprendizagem deste saber (Oliveira, 2015; Muniz, 2019; Amptalz, 2020; Oliveira dos Santos, 2022; Oliveira dos Santos; Fassarella, 2023), os resultados de todos esses estudos sinalizam implicações positivas na aprendizagem da FA a partir da articulação dos diferentes registros da FA, aliada a alguma tecnologia digital, destaca-se, também, que estes recursos digitais favorecem a compreensão de aspectos relacionados ao registro gráfico. Dentre esses estudos, salientamos que apenas Oliveira (2015) realiza análises referentes ao ensino fundamental, os demais focam no ensino médio.

Observamos que os demais estudos, que têm como objeto de investigação a sequência didática, possuem objetivos distintos (Batista, 2015; Lago, 2018; Lorencini, 2019). Batista (2015) buscou analisar as estratégias e dificuldades de estudantes de uma turma do 1º ano do ensino médio, no que se refere à mobilização e interpretação dos diferentes registros relacionados à FA, considerando atividades que articulem matemática e física. Os resultados desse estudo demonstram as dificuldades dos estudantes com relação ao registro algébrico.

O estudo de Lago (2018) tem como objetivo analisar a contribuição das



articulações entre os diferentes registros de representação da FA, para a aprendizagem desse saber, considerando uma turma do 1º ano do ensino médio. As análises desse estudo indicam que a articulação mencionada proporciona contribuições significativas para a compreensão da FA. Refletimos que, tanto o estudo em questão, quanto os trabalhos de Oliveira (2015), Muniz (2019), Amptalz (2020), Oliveira dos Santos (2022) e Oliveira dos Santos e Fassarella (2023), descritos anteriormente, sinalizam as implicações positivas que a articulação dos diferentes registros da FA pode gerar em sua aprendizagem.

O trabalho de Lorencini (2019) promove uma articulação entre a TRRS e a Teoria dos Campos Conceituais e, por esse motivo, o descrevemos na seção reservada a esta última teoria.

*OI\_TD* → *AT\_TRRS*: Ter como objeto de investigação, atividades mediadas por uma tecnologia digital, implica em utilizar como aporte teórico a Teoria dos Registros de Representação Semiótica. Dos 8 trabalhos do nosso corpus de pesquisa, que tiveram como objeto de investigação o uso de alguma tecnologia digital, 6 utilizaram como aporte teórico a TRRS.

Dentre os 6 trabalhos que utilizam a TRRS para investigar problemáticas referentes à FA, e possuem como objeto de investigação alguma tecnologia digital, constatamos, conforme explícito nas linhas anteriores, que 5 possuem, também, como objeto de investigação, uma sequência didática. O sexto trabalho, revelado nessa implicação, é o trabalho de Ramos (2014), o qual têm como objetivo avaliar em que medida a articulação entre diferentes registros em ambientes computacionais favorece o ensino e a aprendizagem da função linear (caso especial da função afim). O autor considera que o ambiente computacional não parece ser fundamental na abordagem do saber em questão, entretanto o autor salienta que tal ambiente favorece o trabalho com as representações gráficas.

Sintetizando as implicações aqui expostas, temos que as pesquisas que possuem como objeto de investigação sequências didáticas e/ou tecnologias digitais, tendem a usar como aporte teórico/metodológico a TRRS. Com relação aos objetivos do estudo, destacamos que 7, dentre as 9 pesquisas que se enquadram nas implicações, têm como objetivo a investigação das contribuições da articulação dos diferentes registros da FA, com ou sem o uso de tecnologias digitais.

As duas últimas implicações expressas no grafo indicam que a variável, referente à região do país em que o trabalho foi produzido, *R\_SE* (Sudeste) e variável referente ao ano *A\_2014* (2014), implicam na variável *AT\_TRRS*.

*R\_SE* → *AT\_TRRS*: Um trabalho produzido na Região Sudeste do país implica em ter usado como aporte teórico/metodológico a TRRS. Analisando os 4 trabalhos produzidos na Região Sudeste, observamos que todos eles utilizaram como aporte teórico/metodológico a TRRS.

Ao percebermos a proximidade entre os trabalhos produzidos na Região Sudeste e a TRRS, buscamos analisar tais estudos de maneira minuciosa, a fim de encontrarmos a existência de possíveis grupos de estudo. Observamos que esses trabalhos possuem objetivos similares, isto é, investigação das contribuições da articulação entre os diferentes registros da FA para a sua aprendizagem, utilizando alguma tecnologia digital (Ramos, 2014; Oliveira, 2015; Muniz, 2019; Oliveira Santos, 2022), entretanto, apesar da similaridade do objetivo, não encontramos evidências que há uma concentração de produções devido à existência de algum grupo de pesquisa.

*A\_2014* → *AT\_TRRS*: Os trabalhos publicados no ano de 2014 tendem a usar como aporte teórico/metodológico a TRRS. Constatamos na análise dos nossos dados,



que os 3 trabalhos que foram publicados no ano de 2014, utilizaram como aporte teórico/metodológico a TRRS (Machado Menezes, 2014; Ramos, 2014; Menezes; Mariani, 2014).

As pesquisas publicadas no ano de 2014 possuem objetivos distintos, temos a pesquisa de Ramos (2014), cuja descrição já foi efetuada nas linhas anteriores e o estudo de Menezes (2014), que investiga especificamente a mobilização dos diferentes registros de representação semiótica da FA, por parte dos estudantes do 1º ano do ensino médio. Seus resultados sinalizam uma larga mobilização do registro gráfico e dificuldades quanto ao trabalho com o registro gráfico.

O estudo de Menezes e Mariani (2014) investiga a mobilização de registros de representação nas atividades relativas à FA em um livro didático do 1º ano do ensino médio. Os resultados desse estudo indicam que a conversão é a transformação semiótica mais adotada, havendo uma mobilização em larga escala do registro gráfico, em detrimento de uma baixa mobilização do registro gráfico. Destacamos alguns aspectos presentes nos estudos de Menezes (2014) e Menezes e Mariani (2014), a respeito do registro gráfico: enquanto o primeiro estudo aponta as dificuldades dos estudantes no trabalho com esse registro, o segundo estudo destaca que ele foi negligenciado nas atividades propostas no livro didático.

Essas duas últimas implicações nos revelam que os trabalhos produzidos na Região Sudeste, ou que tenham sido publicados no ano de 2014, utilizam como aporte teórico a TRRS.

Notamos que as implicações envolvendo as variáveis  $OI_{TD}$  e  $R_{SE}$  são representadas por meio de uma seta tracejada, essa representação indica a opção 'fazer transitividade' do software CHIC, a qual faz alusão à propriedade transitividade na implicação matemática (Se  $A \rightarrow B$  e  $B \rightarrow C$ , então  $A \rightarrow C$ ), ou seja, quando tivermos no grafo implicativo a uma implicação desse tipo  $A \rightarrow B \rightarrow C$ , a seta tracejada aparecerá ligando  $A$  e  $C$ , quando  $A \Rightarrow C$ .

Embora a opção 'variável modo cone' indique as implicações diretas com a variável selecionada, não havendo, portanto, a representação das transitividades, observamos nas linhas tracejadas essa indicação. Não encontramos nos textos bases justificativas para tal comportamento, entretanto, ao observarmos o grafo implicativo de maneira completa, notamos as implicações  $R_{SE} \rightarrow OI_{TD} \rightarrow OI_{SE} \rightarrow AT_{TRRS}$ , e quando clicamos na opção 'fazer transitivo' observamos a implicação por meio das linhas tracejadas revelando a transitividade ( $RE_{SE} \rightarrow AT_{TRRS}$  e  $OI_{TD} \rightarrow AT_{TRRS}$ ). Logo, a linha tracejada no modo cone indica, nesse caso, que há entre as duas variáveis outras implicações que são reveladas no modo transitivo.

## Teoria dos Campos Conceituais

A Teoria dos Campos Conceituais (TCC) é uma teoria cognitivista, com raízes nas ideias de Vygotsky e Piaget, que foi idealizada pelo francês Gérard Vergnaud, tendo como foco o processo de conceitualização por parte dos sujeitos, considerando o status central dos conceitos matemáticos. Sob a ótica dessa teoria, um conceito pode ser compreendido por meio de um tríptico conjunto de elementos distintos e dependentes: situações (que dão significado ao conceito), invariantes (invariantes operacionais que constituem o conceito e as formas de organização do pensamento) e as representações simbólicas (utilizadas para representar o conceito) (Vergnaud, 1986).

Para Vergnaud (1996), a mais elementar das situações envolve um

emaranhado de conceitos, e, nesse ínterim, o autor estabelece a definição de Campo Conceitual, a qual compreende um conjunto composto de pôr situações, conceitos, relações, classes de problemas, esquemas de tratamento, representações linguísticas e simbólicas e operações de pensamento que se articulam.

Dentre os estudos analisados neste trabalho, identificamos que 12 utilizam o aporte teórico/metodológico da TCC, os quais compreendem: 5 dissertações, 1 tese, 5 artigos em periódicos e 1 artigo em evento. A respeito do ano de publicação dessas pesquisas, observamos que elas se concentram na segunda metade do recorte temporal observado (2019 - 2023). Entendemos que essa concentração de estudos reflete no considerável aumento nas produções, na metade mencionada, quando consideramos estudos que investigam a FA à luz de teorias da Didática da Matemática. Além da concentração quanto ao período temporal, observamos que estes estudos são produzidos de maneira centralizada na Região Sul (11 trabalhos), havendo apenas 1 trabalho produzido na Região Nordeste.

Quanto ao objeto de investigação, 2 dessas pesquisas centraram-se na concepção e/ou análise de uma sequência didática, 4 investigaram as respostas e/ou representações mobilizadas pelos estudantes a um conjunto de atividades, 3 analisaram o livro didático, 1 centrou-se na análise de atividades mediadas por tecnologias digitais e 1 investigou a aula do professor. Destacamos que houve uma pesquisa que teve como objeto de investigação o Exame de Nacional do Ensino Médio (ENEM), entretanto não consideramos esse objeto como uma das variáveis para tratamento no programa CHIC, pois este foi o único trabalho que se centrou nesse objeto de investigação.

A maioria dessas pesquisas centraram-se no ensino médio, um total de 7 trabalhos,: 2 conduziram investigações no ensino fundamental, e 3 estudos realizaram análises nos dois segmentos de ensino simultaneamente. A partir das variáveis e categorias adotadas, apresentamos a seguir as relações de implicação que envolvem a TCC.

**Figura 2** - Grafo implicativo centrado na variável no modo cone AT\_TCC



Fonte: Tratamento dos dados pelos autores com o uso do software CHIC v. 7.0 (2014)

Conforme expresso no grafo, existe uma implicação entre a variável AT\_TCC, referente ao aporte teórico da TCC, e a variável referente à região de produção do trabalho R\_SU (Região Sul).

$AT\_TCC \rightarrow RE\_SU$ : Essa implicação nos revela que pesquisas que têm como aporte teórico a TCC, tendem a terem sido produzidas na Região Sul. Conforme discutido no início dessa seção, das 12 pesquisas que investigam o saber FA, sob a perspectiva da TCC, 11 foram produzidas na Região Sul, as quais dividem-se em 5 dissertações, 1 tese e 5 artigos em periódicos. Observamos que, desses 11 trabalhos, 1 foi produzido no Rio Grande do Sul (Lessa, 2018) e os demais foram produzidos no Paraná (Almeida Miranda, 2019; Siqueira, 2023; Tieppo et al, 2023; Almeida Miranda;



Rezende; Nogueira, 2021; Miranda, 2022; Miranda; Garcia; Rezende, 2019, Krung; Nogueira, 2022; Rezende; Nogueira; Calado, 2020; Calado, 2020; Lorencini, 2021).

O estudo de Lessa (2018) investigou a manifestação dos processos de representação e de compreensão de invariantes operatórios, pertencentes ao campo conceitual da função afim, por parte dos estudantes, considerando a execução de uma estratégia didática, mediada pela programação de computadores. Participaram dessa pesquisa estudantes do 2º ano do ensino médio na modalidade integrado com o curso técnico em informática. Os resultados desse estudo sinalizam que os estudantes demonstraram uma expansão no conceito de variável, explorando processos de generalização mais sofisticados, o que possibilitou a concretização e dinamização do conceito de taxa de variação constante.

Diante de todos os dados aqui discutidos, isto é, os trabalhos que analisam a FA, pela perspectiva da TCC, concentrarem-se na segunda metade do recorte temporal considerado, e estão expressivamente situadas no Sul, nos fazendo ter um olhar cuidadoso com eles. Conforme mencionado anteriormente, dentre os 11 trabalhos produzidos na Região Sul 10 localizam-se no Paraná. Dessa forma, constatamos que esses últimos trabalhos estão vinculados a um mesmo grupo de pesquisa, o Grupo de Estudos e Pesquisa em Didática da Matemática (Gepedima), o qual é composto por pesquisadores vinculados a universidades estaduais do Paraná e busca realizar estudos e investigações sobre as diferentes teorias da Didática da Matemática. De acordo com Nogueira e Rezende (2021), um dos objetivos desse grupo é mapear o campo conceitual das funções, por meio do aporte teórico da Teoria dos Campos Conceituais.

Observamos que há pesquisas que se centram em analisar as situações que envolvem a função afim como, por exemplo, Almeida Miranda (2019), Siqueira (2023) e Tieppo et al (2023). Em seu estudo, Almeida Miranda (2019) têm como objetivo categorizar as situações que envolvem a função afim à luz da TCC, de acordo com a autora, tais situações podem ser classificadas em puramente aditivas, puramente multiplicativas ou mistas. Este estudo tem como objeto de investigação livros didáticos de matemática do ensino fundamental e ensino médio, e seus resultados sinalizam o mapeamento de 9 tipos de situações, as quais dividem-se em 15 subclasses de situações.

Tratando-se especificamente das situações tipo misto, temos o estudo de Siqueira (2023) que investigou a complexidade das subclasses do tipo comparação multiplicativa e transformação de medidas a partir das estratégias de resolução a essas situações mobilizadas por estudantes do ensino médio. Os resultados desse estudo indicam que a situação - comparação multiplicativa - relação desconhecida - impõe um nível de complexidade maior para os estudantes quando se tem o referente e o referido desconhecido. Tieppo *et al* (2023) que identificou e classificou a presença de situações tipo misto associadas à função afim no exame nacional do ensino médio (ENEM). Os resultados desse trabalho sinalizam que a classe mais frequente foi a dupla proporção simples e composição de medidas com três situações.

Há também pesquisas que buscam analisar os problemas relacionados à função afim como, por exemplo, Almeida Miranda, Rezende e Nogueira (2021) e Miranda (2022). O primeiro trabalho citado tem como objetivo realizar um estudo com o foco na análise da estrutura dos problemas relacionados à FA, tendo como objeto de investigação um livro didático do ensino médio. Os resultados desse estudo sinalizam que há no objeto de investigação 2 problemas do campo multiplicativo, 3 problemas mistos. Miranda (2022), por sua vez, analisou se as variações na classe de problema



tipo misto, relacionados à FA, influenciam na resolução mobilizada por estudantes do ensino médio. Os resultados desse estudo indicam que variação nas subclasses dos problemas reflete em dificuldades por parte dos estudantes na resolução deles.

Outro segmento de pesquisa são aquelas relacionadas à análise de ideias base de função, a pesquisa de Miranda, Garcia e Rezende (2019), Krung e Nogueira (2022) e Rezende, Nogueira e Calado (2020). Os trabalhos de Miranda, Garcia e Rezende (2019) e Rezende, Nogueira e Calado (2020) analisaram as ideias base, relacionadas a função, mobilizadas por estudantes do ensino fundamental e do ensino médio, a partir de um conjunto de tarefas matemáticas que envolviam o conceito de função afim. O primeiro estudo sinaliza que os estudantes mobilizam as ideias base em questão de maneira parcial, e ambos os estudos destacam as dificuldades demonstradas pelos estudantes no tocante à noção de generalização.

Krug e Nogueira (2022) investigaram as ideias base de função presente na apresentação do conteúdo de função afim em uma coleção de livros do ensino médio. Os resultados desse estudo sinalizam que, tanto na abordagem teórica, quanto nos exercícios as ideias base de função não são contempladas em sua totalidade.

A pesquisa de Calado (2020), por sua vez, investigou os invariantes operatórios relacionados à generalização, mobilizados por estudantes do ensino fundamental, quando resolvem situações que envolvem a função afim. Os resultados da pesquisa evidenciam a presença de 12 teoremas em ação, presentes nas respostas mobilizadas pelos estudantes, onde 7 correspondem a conhecimentos verdadeiros, e 5 a conhecimentos equivocados. A autora evidencia que dentre os conhecimentos equivocados, 3 referem-se diretamente à noção de generalização.

Lorencini (2021) têm como objetivo analisar possibilidades inclusivas de uma sequência didática, em que os procedimentos de representação gráfica eram descritos por meio da escrita ou da oralidade, em uma turma do ensino médio, na qual uma das estudantes possuía baixa visão e, para isso, ancorou-se também na TRRS. A autora sinaliza a boa aceitação por parte dos alunos com relação às atividades desenvolvidas, reforçando as possibilidades inclusivas propostas no trabalho.

A análise dessa implicação sinalizou que a produção de trabalhos que investigam a FA, por meio da TCC, estão concentrados na Região Sul do país e, de maneira mais específica, no estado do Paraná. Essa conjuntura se deve ao fato de situar-se nessa região o Gepedima, cujo um dos objetivos é mapear o campo conceitual da FA.

## Teoria Antropológica do Didático

A Teoria Antropológica do Didático (TAD) foi proposta por Yves Chevallard e busca estudar o homem mediante o saber matemático. De forma mais restrita, de frente às situações matemáticas, uma vez que toda atividade matemática é reposta a algum tipo de tarefa (Chevallard, 1999). A TAD considera a atividade humana inerente às atividades sociais, considerando aspectos teóricos e práticos da ação humana, os quais podem ser descritos por meio de uma praxeologia.

De acordo com Bosch (2018), uma praxeologia é a união de dois blocos a *práxis* - o saber fazer ou formas de fazer - e o *logos* - que compreende um discurso científico sobre a *práxis*. O bloco da *práxis* é formado por dois elementos distintos: os tipos de tarefas (T) e as técnicas ( $\tau$ ), enquanto o bloco do *logos* compreende as tecnologias ( $\theta$ ) e teorias ( $\Theta$ ). Nesse contexto, entendemos que para resolver determinado tipo



de tarefa matemática é necessária a mobilização de uma técnica, a qual é justificada por meio de uma tecnologia a qual, por sua vez, respalda-se em uma teoria.

Analisando os 3 trabalhos do nosso corpus de pesquisa, que investigam a FA por meio da TAD, constatamos que estes correspondem a 2 dissertações e 1 tese. Não encontramos uma concentração de trabalhos sob essa perspectiva no nosso recorte temporal, considerando que estes distribuem-se de maneira pulverizada ao longo dos anos: 1 trabalho em 2016, 1 em 2017 e 1 em 2020. Com relação à região do país em que os trabalhos foram produzidos, observamos que 2 estudos foram produzidos na Região Nordeste e 1 na Região Norte.

Dentre as pesquisas descritas, identificamos que 2 delas têm como objeto de investigação o livro didático, sendo que uma delas articula esse objeto com a investigação da aula do professor, há também 1 pesquisa que tem como objeto de investigação uma atividade mediada por uma tecnologia digital. Com relação ao seguimento de ensino, 2 estudos situam-se no ensino fundamental, sendo que 1 deles analisa simultaneamente este segmento e o ensino médio, há ainda uma pesquisa que executa sua investigação na Educação de Jovens e Adultos (EJA). Destacamos que o segmento de ensino EJA não se constitui como uma variável para o tratamento com a ASI, tendo em vista que essa categoria contempla um único trabalho em todo o nosso corpus de análise.

Com relação ao grafo implicativo referente a variável AT\_TAD, não encontramos nenhuma relação de implicação dentro dos índices de intensidade de implicação considerados. Ao analisarmos especificamente os objetivos considerados em cada uma das pesquisas, não encontramos nenhuma confluência entre esses, isto é, cada um segue uma perspectiva distinta.

O trabalho de Santana (2016) tem como objetivo analisar a abordagem dada à FA em livros didáticos do ensino fundamental e ensino médio, respaldando-se nos pressupostos da TAD. O estudo de Pantoja (2017) analisou o processo de transposição didática interna do saber função afim em uma turma da EJA e, para isso, analisou comparativamente as praxeologias matemáticas e didáticas presentes no livro didático e na aula do professor. Há também o estudo de Souza (2020) que investigou as condições e restrições do uso de tecnologias digitais para o ensino da FA, sob a ótica da TAD, em uma turma do ensino fundamental.

Conforme citado, não foi possível sinalizar relações de implicações, considerando as pesquisas que envolvem a investigação da FA, sob a perspectiva da TAD, da mesma forma que não conseguimos observar similaridades quanto aos objetivos da pesquisa. Inferimos, nesse contexto, que devido ao baixo número de trabalhos que abordam a TAD, não conseguimos sinalizar tendências.

## Teoria das Situações Didáticas

A Teoria das Situações Didáticas (TSD) foi proposta pelo francês Guy Brousseau, para esse autor, uma relação didática pode ser compreendida como as relações estabelecidas - de modo explícito ou implícito - por estudantes em um determinado meio e em um sistema educativo (entendido como o professor), com o objetivo dos estudantes se apropriarem do saber (Brousseau, 1982). As relações mencionadas anteriormente são assimétricas e conflituosas, nesse contexto, são balizadas pelo contrato didático por meio de negociações estabelecidas entre professor e aluno diante o saber.

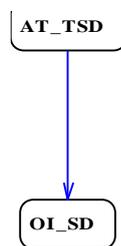
De acordo com Brousseau (1986), é importante que o professor modele as

situações de modo a aproximar o trabalho do estudante com o trabalho de um cientista, isto é, propor situações que contemplem testar conjecturas, formular hipóteses e construir modelos. Nesse contexto, o autor supracitado defende ainda que tão importante quanto as situações didáticas, são também as situações adidáticas. De acordo com Almouloud (2007), essas situações podem ser compreendidas quando a intenção de ensino não é revelada ao aprendiz, no entanto é planejada e construída pelo professor com a finalidade de criar condições favoráveis para o processo de apropriação do saber.

Após a análise do nosso corpus de pesquisa, identificamos 8 pesquisas que utilizam a TSD como aporte teórico/metodológico para investigar o saber FA, dentre elas, temos: 5 dissertações, 1 tese e 2 artigos em periódicos. Essas pesquisas foram publicadas nos anos de 2015 (1 trabalho), 2019 (2 trabalhos), 2020 (3 trabalhos) e 2022 (2 trabalhos), sendo produzidas na Região Nordeste (5 trabalhos) e na Região Sul (3 trabalhos).

A maioria desses trabalhos tiveram como objeto de investigação sequências didáticas (5 trabalhos), 1 estudo tomou como objeto a aula de um professor, 1 estudo o livro didático, e há ainda um trabalho que analisou simultaneamente a aula do professor e o livro didático. Ressaltamos que 4 desses estudos realizaram investigações no ensino médio, 2 no ensino fundamental e 2 estudos analisaram os dois segmentos de ensino ao mesmo tempo. Na sequência, analisaremos as implicações presentes no grafo implicativo:

**Figura 3** - Grafo implicativo centrado na variável no modo cone *AT\_TSD*



Fonte: Tratamento dos dados pelos autores com o uso do software CHIC v. 7.0 (2014)

O grafo implicativo revela que há apenas uma relação retida envolvendo a variável, referente ao aporte teórico *AT\_TSD*, e a articula com a variável *OI\_SD* referente ao objeto de investigação sequência didática.

$AT_TSD \rightarrow OI_SD$ : Os trabalhos que usam como aporte teórico/metodológico a TSD, para investigar aspectos relacionados à FA, tendem a ter como objeto de investigação analisar sequências didáticas. Constatamos, por meio da análise dos trabalhos, que das 8 produções que utilizam a TSD, 5 têm como objeto de investigação a sequência didática (Alves de Almeida, 2019; Calado, 2020; Amplatz, 2020; Batista, 2015; Alves de Almeida; Almeida, 2022).

Destacamos que os estudos de Calado (2020), Amplatz (2020) e Batista (2015) promovem articulações com outras teorias da Didática da Matemática, sendo o primeiro estudo articulado com a TCC e os dois últimos vinculados com a TRRS. Os objetivos e principais apontamentos destes estudos foram discutidos nas seções das respectivas teorias. Esses trabalhos ancoram-se nos pressupostos da TSD para construção das suas sequências didáticas. Sinalizamos que Calado (2020) e Amplatz (2020) além de considerarem além da TSD, a Engenharia Didática para elaboração das atividades da sequência didática.



O estudo de Alves de Almeida (2019) tem como objetivo investigar as relações estabelecidas entre professor, alunos e o saber matemático FA, em uma turma do ensino médio. Para isso, analisou-se, com base nos apontamentos teóricos da TSD, o planejamento e a aplicação de uma sequência didática construída pelo professor sujeito da pesquisa. As análises desse estudo apontam que a devolução ocorreu de forma diferenciada entre os alunos, e que não existe uma linearidade entre as situações adidáticas, isto é, a ação, formulação, validação e institucionalização. Alves de Almeida e Almeida (2022) constitui-se como um recorte do estudo descrito anteriormente, nesse sentido, seria redundante apresentar seus objetivos e principais resultados.

Um ponto que nos chamou atenção foi que os demais trabalhos, que investigam o saber FA, sob a perspectiva da TSD, isto é, que não tiveram como objeto de investigação a sequência didática, (Eloi, 2010; Eloi; Andrade, 2022; Braz Santana, 2022) ancoram-se na noção de Contrato Didático.

Nesse sentido, as produções que fazem o uso da TSD para investigar a FA, caracterizam-se, sobretudo, por investigar concepções e/ou análises de sequências didáticas, havendo também um segundo grupo de pesquisa que se debruça sobre a noção de Contrato Didático.

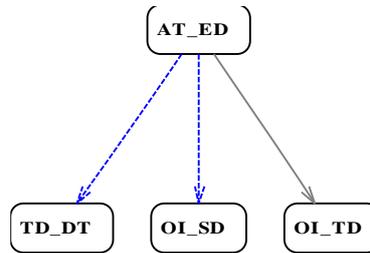
## Engenharia Didática

A engenharia didática foi proposta pela francesa Michèle Artigue, de acordo com essa autora, a ED compreende uma comparação entre o trabalho didático e o trabalho de um engenheiro, tendo em vista que este último utiliza conhecimentos científicos e submete-se à validação deles para a realização de projetos. De acordo com Artigue (1992), a ED pode ser adotada utilizando duas perspectivas: a investigação das relações entre pesquisa e ação no sistema de ensino, e o desenvolvimento de sequências didáticas em sala de aula, considerando metodologias de pesquisa em didática. O planejamento e execução de uma ED perpassa por quatro fases distintas: análises preliminares, concepção e análise a priori, experimentação e análise a posteriori e validação.

Considerando nosso universo de 39 pesquisas mapeadas, observamos que: 6 utilizam como aporte teórico/metodológico a ED, sendo todas dissertações (pulverizadas ao longo do recorte temporal, 1 em 2014, 1 em 2015, 1 em 2018 e 1 em 2019 e 2 em 2020), isto é, não detectamos a concentração dessas pesquisas em um recorte temporal em específico. Essas pesquisas foram produzidas na Região sul (2 pesquisas), Sudeste (2 pesquisas), Norte (1 pesquisa) e Nordeste (1 pesquisa).

Essas pesquisas debruçam-se em investigar, sobretudo a concepção e/ou aplicação de sequências didáticas (5 pesquisas) e, uma outra pesquisa debruça-se em investigar as respostas e/ou representações mobilizadas por estudantes em um conjunto de atividades. Dentre essas pesquisas, 4 teceram investigações no ensino médio e 2 no ensino fundamental.

A seguir, apresentamos o grafo implicativo das categorias analisadas:

**Figura 4** - Grafo implicativo centrado na variável no modo cone *AT\_ED*

Fonte: Tratamento dos dados pelos autores com o uso do software CHIC v. 7.0 (2014)

As relações de quase-implicação, representadas no grafo implicativo, revelam relações entre a variável referente ao aporte teórico/metodológico *AT\_ED* e as variáveis referentes ao tipo de documento *TD\_DT* (dissertação), e referentes aos objetos de investigação *OI\_SD* (sequência didática) e *OI\_TD* (tecnologia digital).

Assim como no grafo referente à variável *AT\_TRRS*, observamos a presença de seta tracejada nas implicações que envolvem as variáveis *TD\_DT* e *OI\_SD*, ao analisarmos o grafo implicativo completo, notamos a presença da seguinte implicação  $AT\_ED \Rightarrow OI\_TD \Rightarrow OI\_SD \Rightarrow TD\_DT$ , a implicação direta entre a variável *AT\_ED* e as variáveis *TD\_DT* e *OI\_TD* só são reveladas quando selecionamos o modo “fazer transitivo”.

*AT\_ED* → *TD\_DT*: Essa relação nos indica que as pesquisas que utilizaram como aporte teórico/metodológico a ED, para investigar a FA, tendem a ser dissertações.

*AT\_ED* → *OI\_SD*: Pesquisas que utilizam os estudos que se utilizaram do aporte teórico/metodológico a ED, para investigar a FA, tendem a ter como objeto de investigação a sequência didática.

A indicação das duas relações apresentadas justifica-se a partir da breve discussão apresentada anteriormente, na qual evidencia que todas as pesquisas, que fazem o uso da ED, são dissertações, e 5 dessas investigam concepção e/ou análise de sequências didáticas. A respeito da última relação, entendemos que ela se explica no seio da própria teoria, uma vez que, de acordo com Artigue (1992), uma das principais características da ED é ser um esquema experimental baseado em sequências didáticas, compreendendo o desenho, produção, observação e análise de sequências de ensino.

*AT\_ED* → *OI\_TD*: Essa relação nos revela que as pesquisas, as quais utilizam a ED como aporte teórico/metodológico, tendem a ter como objeto de investigação uma atividade mediada por uma tecnologia digital. Das 6 pesquisas que usam a ED, 3 possuem, como objeto de investigação, uma atividade mediada por uma tecnologia digital (Ramos, 2014, Oliveira, 2015 e Amplatz, 2022).

Um fato que nos chamou atenção é que das 6 pesquisas em questão, 4 fazem uma articulação direta com a TRRS (Ramos, 2014; Oliveira, 2015; Lago, 2018; Amplatz, 2022), e uma destas articula-se também com a TSD (Amplatz, 2022), há também uma quinta pesquisa que articula a ED com a TCC e a TSD (Calado, 2020). As pesquisas descritas nesse parágrafo já foram discutidas em nível de objetivos e apontamentos nas seções anteriores, dessa forma, nos centraremos na análise da utilização na ED na execução da pesquisa, destacamos que todas essas pesquisas se respaldam nos pressupostos da ED para execução das suas sequências didáticas e atividades.

O sexto trabalho que faz o uso da ED é Macedo (2019), o qual toma a ED como



aporte teórico para a elaboração da sua sequência de didática, destacamos que esse trabalho analisa seus resultados tomando como base teorias que não estão pautadas na Didática da Matemática, dessa forma, não teceremos considerações acerca dos seus objetivos e principais apontamentos. Logo, consideramos nosso corpus de pesquisa e as implicações reveladas a partir da variável AT\_ED, observamos que pesquisas que tomam como aporte teórico/metodológico a ED, tendem a constituir-se a partir de dissertações e possuem como objeto de investigação tecnologias digitais e sequências didáticas.

### Algumas considerações

O presente trabalho teve como objetivo analisar o panorama das produções nacionais que investigam a Função Afim, no segmento da educação básica, por meio de um aporte teórico/metodológico das teorias da didática da matemática, bem como refletir quais são os principais apontamentos dessas produções e suas possíveis tendências. Os estudos foram mapeados em um recorte temporal de 10 anos a partir do método da Revisão Sistemática da Literatura (RLS) e a análise se deu por meio do quadro teórico da ASI.

As teorias mais utilizadas pelas pesquisas foram a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) e Teoria dos Campos Conceituais (TCC). Observamos que os trabalhos mapeados foram produzidos sobretudo nas Regiões Sul e Nordeste do país, e que a partir de 2019 identifica-se um aumento considerável nessas produções. Atribuímos esse aumento ao grande volume de trabalhos realizados a partir da TCC identificados no recorte temporal citado.

Inferimos que a utilização da TRRS nas pesquisas que se debruçam em analisar a Função Afim (FA) parece constituir-se como uma constante, tendo em vista que em todos os anos observamos ao menos um trabalho relacionado com essa teoria. Em contrapartida, conforme já sinalizado anteriormente, identificamos uma tendência relacionada ao uso da TCC nos estudos iniciada no ano de 2019 e concentrada na Região Sul do país. Essa tendência justifica-se por haver no estado do Paraná um grupo de pesquisa (Gepedima) direcionado ao estudo das teorias da didática da matemática, cujo um dos principais objetivos é mapear o campo conceitual das funções. No tocante às investigações relacionadas a esse grupo de pesquisa, observamos que elas possuem objetivos diversos, tais como, a investigação de situações e problemas, a análise das ideias-base e invariantes operatórios associados à FA.

Constatamos no nosso corpus que as pesquisas que possuem como objeto de investigação tecnologias digitais e sequências didáticas tendem a usar como aporte teórico a TRRS. Destacamos que uma parte significativa das pesquisas reveladas por essa implicação buscam investigar as contribuições da articulação dos diferentes registros da FA para a sua aprendizagem.

As pesquisas que utilizam como aporte teórico a Teoria das Situações Didáticas (TSD) tendem a ter como objeto de investigação sequências didáticas. Nesse ponto, destacamos que uma parte considerável dessas pesquisas fazem uma articulação teórica com outras teorias, tais como TRRS, TCC e ED. Dentre as pesquisas que adotam a TSD, identificamos, também, que aquelas que não tomam como objeto de investigação sequências didáticas, tecem suas investigações ancorando-se na noção de contrato didático.

Os estudos relacionados à Engenharia Didática (ED) são dissertações que



possuem como objeto de investigação as tecnologias digitais e/ou sequências didáticas. Assim como nas pesquisas que utilizam a TSS, identificamos nesses outros trabalhos a presença da articulação com outras teorias da didática da matemática. De modo geral, os estudos que têm como objeto de investigação sequências didáticas e utilizam como aporte teórico a TSD e a ED valem-se dos pressupostos dessas teorias para nortear a concepção das suas respectivas sequências didáticas.

No tocante à Teoria Antropológica do Didático (TAD), não conseguimos estabelecer aproximações entre as pesquisas dado o baixo número de pesquisas mapeadas e a diversidade dos seus objetivos.

## Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelo financiamento da pesquisa de doutorado a qual esse artigo está vinculado.

## Referências

ALMEIDA MIRANDA, C. de; REZENDE, V.; NOGUEIRA, C. M. I. Uma Análise de Problemas de Função Afim Fundamentada na Teoria dos Campos Conceituais. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*, v. 14, n. 4, p. 485-495, 2021.

ALMEIDA MIRANDA, C. de. **Situações-problema que envolvem o conceito de função afim: uma análise à luz da Teoria dos Campos Conceituais**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2019.

ALMEIDA, F. E. **O contrato didático e as organizações matemáticas e didáticas: analisando suas relações no ensino da equação do segundo grau a uma incógnita**. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.

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

ALVES DE ALMEIDA, F. **Sequência didática da proposição a aplicação: uma análise das interações em sala de aula sob o ponto de vista das situações adidáticas**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2019.

ALVES DE ALMEIDA, F.; DE ALMEIDA, F. E. L. Teoria das Situações Didáticas: Uma análise do planejamento do professor até as interações em sala de aula. *Revista Paranaense de Educação Matemática*, v. 11, n. 25, p. 238-260, 2022.

AMPLATZ, L. C. **O estudo da função afim a partir da interpretação global de propriedades figurais: uma investigação com estudantes do ensino médio**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2020.



ARTIGUE, M. **Didactic engineering**. In: DOUADY, R.; MERCIER, A. (Org.) *Research in didactique of Mathematics: Selected papers*. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1992. p. 41-65.

ASI - Análise Estatística Implicativa **Références bibliographiques sur l'Analyse Statistique Implicative** <https://sites.univ-lyon2.fr/asi/ref/refasi> 2024.

BOSH, M. **Study and research paths: a model for inquiry**. *International Congress Of Mathematics*, 4, 4033-4054, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

BRAZ SANTANA, J. E. **Contrato didático e registros de representação semiótica: inter-relações no ensino da função afim no 1º ano do ensino médio**. 2022. Tese (Programa de pós-graduação em educação matemática e tecnológica) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022.

BROUSSEAU, G. **Fondements et Méthodes de la Didactique des Mathématiques**. In: *Théorisation des Phénomènes D'enseignement des Mathématiques*. Tese (Doutorado em mathématiques) Université Sciences et Technologies - Bordeaux I, 1986. p. 281-362.

BROUSSEAU, G. **Ingénierie Didactique: d'un problème à l'étude à priori d'une situation didactique**. *Deuxième École d'Été de Didactique des mathématiques*, Olivet, 1982.

CALADO, T. V. **Invariantes operatórios relacionados à generalização: uma investigação com estudantes do 9º ano a partir de situações que envolvem função afim**. 197f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Educação Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Cascavel, 2020.

CALADO, T. V.; REZENDE, V. Aspectos históricos e epistemológicos do conceito de função: um estudo sobre as ideias-base. *Revista Eletrônica de Educação*, v. 17, p. 1-22, 2023.

CARDOSO, M. B. et al. Função Afim: uma análise dos procedimentos de conversão de alunos do 2º ano do ensino médio. 2013. **Anais do XI Encontro Nacional de Educação Matemática**, Salvador, 2013.

CHEVALLARD, Y. L'analyse des pratiques enseignantes en Théorie Anthropologie Didactique. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, p. 221-266, 1999.

COUTURIER, R., BODIN, A., GRAS, R. **A classificação hierárquica implicativa e coesiva**. *Manual Curso CHIC versão, 2*, 2004.

DELGADO, C. J. B. **O Ensino da Função Afim a partir dos Registros de Representação Semiótica**. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências na



Educação Básica) - Universidade do Grande Rio, Duque de Caxias, 2010.

DORNELAS, J. J. B. **Análise de uma sequência didática para a aprendizagem do conceito de função afim.** 2007.. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007.

DUVAL, R. Registros de Representação Semiótica e Funcionamento Cognitivo do Pensamento. Tradução: Méricles Thadeu Moretti. **REVEMAT (Revista Eletrônica de Educação Matemática)**. Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 266-297, 2012.

DUVAL, R. Registros de Representação Semióticas e Funcionamento Cognitivo da Compreensão em Matemática. In: MACHADO, S. D. A. **Aprendizagem em Matemática: Registros de representação semiótica.** Campinas: Papyrus, 2003. p. 11-33.

EVES, Howard. **Introdução à história da matemática.** Tradução de Hygino H. Domingues. 5ª ed. - Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2011.

FERREIRA DOS SANTOS, R. **Representações mediadas por computador no processo da construção do conhecimento da função afim.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Santa Úrsula, Niterói, 2000.

GRAS, R.; RÉGNIER, J.-C.; GUILLET, F. **Analyse statistique implicative: une méthode d'analyse de données pour la recherche de causalités.** Toulouse: Éditions Cépaduès, 2009.

GRAS, R., RÉGNIER, J.-C., LAHANIER-REUTER, D., MARINICA, C., GUILLET, F. **Analyse Statistique Implicative. Des Sciences dures aux sciences humaines et sociales.** Toulouse : Éditions Cépaduès, 2017.

GRAS, R., RÉGNIER, J.-C., MARINICA, C., GUILLET, F. **Analyse Statistique Implicative. Méthode exploratoire et confirmatoire à la recherche de causalités.** Toulouse : Éditions Cépaduès, 2013.

KRUG, C. B. S.; NOGUEIRA, C. M. I. Ideias base de função e função afim: analisando o livro didático do Ensino Médio. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 13, n. 1, p. 1-18, 2022.

LAGO, W. J. S. **As contribuições dos registros de representação semiótica no processo de ensino e aprendizagem da função afim: um experimento com estudantes do 1º ano do Ensino Médio do Instituto Federal do Maranhão/IFMA - Campus Avançado Rosário.** Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2018.

LESSA, V. E. **A programação de computadores e a função afim: um estudo sobre a representação e a compreensão de invariantes operatórios.** Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2018.

LORENCINI, P. B. M. **Possibilidades inclusivas do diálogo entre videntes e alunos**



**com deficiência visual em uma sequência didática sobre Função Afim.** Mestrado em Educação em Ciências e Educação Matemática - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2019.

**MENESES, L. R. M. Representações mobilizadas nas turmas de 1º ano do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe no ensino de função afim e quadrática.** Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014.

**MENESES, L. R. M.; MARIANI, R. de C. P. Função Afim e Quadrática: Representações mobilizadas nas atividades propostas no livro didático Matemática: Contexto e aplicações.** *Caminhos da Educação Matemática em Revista (Online)*, v. 2, n. 1, 2014.

**MIRANDA, F. B.; GARCIA, W. F. D. G.; REZENDE, V. Ideias base do conceito de função mobilizadas por estudantes do ensino fundamental e ensino médio.** *ACTIO: Docência em Ciências*, v. 4, n. 2, p. 127-147, 2019.

**MUNIZ, R. dos S. O ensino de função pela perspectiva da teoria dos registros de representação semiótica apoiado por tecnologias digitais.** Dissertação (Mestrado em Matemática em rede Nacional) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciência e Tecnologia, 2019.

**NOGUEIRA, C. M. I.; REZENDE, V. Mapeando o Campo Conceitual da função afim: primeiros passos.** *Educação Matemática Pesquisa*, v. 21, n. 5, 2019.

**OLIVEIRA SANTOS, M. R. de. Programação aplicada no ensino-aprendizagem de função afim: investigação baseada na teoria dos registros de representação semiótica.** Dissertação (mestrado em ensino na educação básica) - Universidade Federal do Espírito Santo. Centro universitário norte do espírito santo, 2022.

**OLIVEIRA SANTOS, M. R. de; FASSARELLA, L. S. Programação aplicada ao ensino de matemática sob a perspectiva da teoria dos registros de representação semiótica: uma experiência didática com as noções de variáveis dependente e independente na função afim.** *Revista Paranaense de Educação Matemática*, v. 12, n. 28, p. 287-310, 2023.

**OLIVEIRA, C. A. M. Um experimento apoiado na teoria dos registros de representações semióticas sobre o ensino de função linear afim em um ambiente computacional.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Centro Universitário Anhanguera de São Paulo, Pirituba, 2015.

**PAIS, L. C. Didática da Matemática: Uma análise da influência francesa.** Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

**PANTOJA, L. F. L. Transposição Didática Interna: As transformações adaptativas realizadas sobre o saber matemático função afim para o ensino na Educação de Jovens e Adultos.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGCEM) UFMT/UFPA/UEA, 2017.

**PERNAMBUCO, Governo do Estado de. Secretaria de Educação e Esportes. Currículo**



**de Pernambuco Ensino Fundamental, 2019.**

PERNAMBUCO, Governo do Estado de. Secretaria de Educação e Esportes. **Currículo de Pernambuco Ensino Médio, 2021.**

RAMOS, C. S. **Um experimento apoiado na teoria dos registros de representações semióticas sobre o ensino de função linear afim em um ambiente computacional.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2015.

RÉGNIER, J-C; ANDRADE, V. L. V. X. de. **Análise Estatística Implicativa e Análise de Similaridade no Quadro Teórico e Metodológico das Pesquisas em Ensino de Ciências e Matemática.** Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2023.

REZENDE, V.; NOGUEIRA, C. M. I.; CALADO, T. V. Função afim na educação básica: estratégias e ideias base mobilizadas por estudantes mediante a resolução de tarefas matemáticas. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 13, n. 2, p. 25-50, 2020.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C.. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica [Systematic review studies: a guide for careful synthesis of the scientific evidence]. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 11(1), 83-89, 2007.

SANTANA, A. J. de. **Análise das praxeologias matemáticas em livros didáticos dos ensinos fundamental e médio: o caso da função afim.** Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências). Recife: UFRPE, 2016.

SANTOS, E. P. dos. **Função afim: a articulação entre registros gráficos e algébricos com auxílio de um software educativo.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2002.

SILVA, S. D. da; NOGUEIRA, C. M. I. Dissertações brasileiras relacionadas ao ensino de função afim sob a perspectiva das teorias da didática da matemática. *Educação Matemática Pesquisa*, v. 23, n. 1, 2021.

SOUSA, D. C. de. **Tecnologias digitais no ensino de Função Afim: Estudo de caso a partir da Teoria Antropológica do Didático.** Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática - PPGECEM) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2022.

TIEPPO, S. M. et al. Um panorama de situações do tipo misto em provas do Exame Nacional do Ensino Médio. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 29, p. e23009, 2023.

VERGNAUD, G. **A Teoria dos Campos Conceituais.** In: BRUN, Jean (Org.). *Didáctica das Matemáticas.* (Trad.) Lisboa: Instituto Piaget, 1996, p.155 - 191.

VERGNAUD, G. **Psicologia do desenvolvimento cognitivo e didática das matemáticas. Um exemplo: as estruturas aditivas.** In: *Análise Psicológica*, v. 1, p.75-90, 1986.