

CONVERSÕES ENTRE OS REGISTROS ALGÉBRICO E GRÁFICO EM LIVROS DE MATEMÁTICA DO 1ºANO DO ENSINO MÉDIO: uma análise do capítulo de função afim

CONVERSIONS BETWEEN ALGEBRAIC AND GRAPHICAL REGISTERS IN 1st-YEAR HIGH SCHOOL MATHEMATICS BOOKS: an analysis of the chapter on affine functions

José Valmir Angelo da Silva Melo

jvasm@discente.ifpe.edu.br

José Edivam Braz Santana

edivam.santana@pesqueira.ifpe.edu.br

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa que teve como objetivo analisar, à luz da Teoria dos Registros de Representação Semiótica, as conversões entre os registros algébrico e gráfico, sobretudo no sentido gráfico-algébrico no conteúdo de função afim em três livros didáticos de Matemática do 1º ano do Ensino Médio. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, desenvolvida por meio da Análise de Conteúdo, na qual foram definidas categorias relacionadas às abordagens de construção do traçado do gráfico (ponto a ponto, extensão do traçado e interpretação global das propriedades figurais) e às transformações entre esses registros (tratamentos e conversões). Os resultados evidenciaram a predominância do registro algébrico em detrimento do gráfico, bem como a baixa incidência de atividades que envolvem a conversão entre esses registros, especialmente no sentido gráfico-algébrico. A conversão do registro algébrico para o gráfico ocorre predominantemente por meio das abordagens ponto a ponto e de extensão do traçado, enquanto a conversão no sentido gráfico-algébrico se mostra limitada e pouco explorada. Conclui-se que as abordagens adotadas nos livros analisados podem comprometer a compreensão conceitual da função afim, no que se refere às conversões entre os registros algébrico e gráfico (nos dois sentidos), ao não favorecerem a articulação entre esses dois registros de representação, indicando a necessidade de práticas que priorizem a interpretação global das propriedades figurais.

Palavras-chave: Função afim. Registros de representação semiótica. Livro didático.

ABSTRACT

This article presents the results of a study that aimed to analyze, in light of the Theory of Semiotic Representational Registers, the conversions between algebraic and graphical registers—particularly in the graphical-algebraic direction—within the content on linear functions in three high school freshman-level mathematics textbooks. This is a qualitative study conducted using content analysis, in which categories were defined related to approaches to constructing the graph's plot (point-by-point, plot extension, and overall interpretation of figurative properties) and to the transformations between these records (treatments and conversions). The results showed a predominance of the algebraic representation over the graphical one, as well as a low incidence of activities involving conversion between these representations, especially from graphical to algebraic. The conversion from algebraic to graphical notation occurs predominantly through point-by-point and line extension approaches, while conversion in the graphical-to-algebraic direction is limited and rarely used. It can be concluded that the approaches adopted in the analyzed textbooks may hinder conceptual understanding of the linear function, particularly with regard to conversions between algebraic and graphical representations (in both directions), as they do not promote the integration of these two modes of representation, indicating the need for practices that prioritize the holistic interpretation of graphical properties.

Keywords: Affine function. Registers of semiotic representation. Textbook.

1 INTRODUÇÃO

A Matemática foi desenvolvida pelas civilizações ao longo da história (Sumérios e Babilônios, Egípcios, Chineses, Gregos, Hindus, Árabes/Islâmicos, entre outros), e tem sido apontada por estudos como uma das disciplinas mais complexas da educação básica. Para Santana (2022, p. 21), “Parte desses obstáculos e desafios, de acordo com a perspectiva histórica do ensino da Matemática no Brasil, advêm dos métodos tradicionais de ensino.” Sob essa ótica, embora haja avanços nas pesquisas da área, ainda se observam óbices significativos nos processos de ensino e aprendizagem, especialmente na apreensão de conceitos abstratos, como os relacionados às funções.

No Ensino Médio, os dados elencados pelas avaliações em larga escala, como as do Sistema de Avaliação Educacional de Pernambuco (SAEPE), na edição de 2022, evidenciam uma expressiva defasagem dos discentes no estudo de Função Afim, sobretudo nos descritores D22¹ e D23². Conforme resultados da avaliação, apenas 9% dos estudantes reconhecem o gráfico da Função Afim por meio de seus coeficientes, enquanto 47% reconhecem sua expressão algébrica a partir do gráfico, ou vice-versa. Esses percentuais indicam que uma parcela significativa dos estudantes apresenta dificuldades em estabelecer relações entre a lei de formação da função e sua representação no plano cartesiano, aspecto fundamental para a compreensão desse objeto matemático. Nesse ponto, é importante ressaltar que esses dados dialogam com as pesquisas de Araújo (2021) e de Santana (2022), ao

¹ Reconhecer o gráfico de uma função polinomial de 1º grau por meio de seus coeficientes.

² Reconhecer a representação algébrica de uma função do 1º grau dado o seu gráfico ou vice-versa.

destacarem que a maior dificuldade dos estudantes com o conceito de Função Afim encontra-se nas representações gráfica e algébrica, especialmente quando se busca a conversão entre esses registros semióticos. Além disso, no ensino de Função Afim, os docentes tendem a privilegiar a conversão no sentido algébrico-gráfico por meio da abordagem ponto a ponto, limitando, portanto, a compreensão do conceito e contribuindo de modo significativo para os obstáculos cognitivos evidenciados ao longo do tempo quando se propõem a conversão no sentido gráfico-algébrico. Nesse sentido, pesquisas como as de Silva e Teles (2026), defendem que alguns livros didáticos (LD) utilizados pelos docentes de matemática tendem a privilegiar alguns registros e sentidos de conversão, o que pode ter influenciado a prática docente ao longo do tempo.

Para Duval (2012), o ensino-aprendizagem de matemática deve levar em consideração a mobilização de vários registros de representação semiótica de modo a favorecer a semiose³. Assim, a noesis⁴ não se limita à execução de procedimentos, mas envolve a capacidade de transitar entre diferentes formas de representação semiótica e de estabelecer relações entre elas, especialmente por meio de processos cognitivos como formação, tratamento e conversão. Nesse sentido, a presente pesquisa surge do seguinte questionamento: De que modo os livros didáticos de Matemática (LDs) do 1º ano do Ensino Médio apresentam as conversões entre os registros algébrico e gráfico, sobretudo no sentido gráfico-algébrico no conteúdo de Função Afim?

Compreender a forma como os LDs abordam as conversões entre os registros algébrico e gráfico, sobretudo no sentido gráfico-algébrico, é de grande relevância para a educação matemática, uma vez que o LD, em particular na escola pública, na qual é recebido gratuitamente, costuma desempenhar papel fundamental nos processos de ensino e aprendizagem, influenciando diretamente as práticas pedagógicas adotadas pelos docentes, pois geralmente é a principal ferramenta do professor e muitas vezes o único recurso do aluno.

Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa é analisar como os livros didáticos de Matemática do 1º ano do EM abordam as conversões entre os registros algébrico e gráfico, sobretudo no sentido gráfico-algébrico. Para tanto, selecionamos três livros recomendados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) adotados por escolas estaduais do município de Pesqueira-PE em 2021.

Diante disso, a pesquisa propôs-se a seguir o método de análise de conteúdo embasado em Bardin (2016) para analisar o capítulo de Função Afim e identificar as atividades que contemplavam a conversão no sentido gráfico-algébrico ou algébrico-gráfico, além de analisar se as abordagens propostas nessas atividades favorecem a conversão conforme a teoria de registros de representação semiótica (TRRS) proposta por Duval.

2 O ENSINO DE MATEMÁTICA A LUZ DA TRRS

Ao longo do tempo, a Educação Matemática tem sido objeto de inúmeras pesquisas que buscam compreender como as pessoas pensam e aprendem

³ Produção e interpretação de símbolos e signos

⁴ Aprecensão conceitual do objeto matemático

matemática. Para o psicólogo e filósofo francês Raymond Duval, o ensino-aprendizagem de matemática está intimamente ligado a questões cognitivas. Por se tratar de uma ciência abstrata que se diferencia das demais por sua natureza baseada na lógica e no raciocínio puro, ela necessita constantemente de várias representações semióticas do objeto matemático em questão (Número, figuras geométricas, conjuntos, funções, etc.). Afinal, “o funcionamento cognitivo do pensamento humano se revela inseparável da existência de uma diversidade de registros semióticos de representação” (Duval, 2012, p.270). Em outras palavras, compreender um conceito matemático exige que o sujeito seja capaz de mobilizar diferentes sistemas de representação — gráficos, algébricos, geométricos ou verbais — e de estabelecer relações entre eles. Desse modo, o objetivo é tornar o objeto abstrato mais acessível e inteligível para sua compreensão profunda.

De fato, “a atividade sobre os objetos matemáticos somente se torna possível por meio de representações semióticas, isso pode se constituir num grande impasse para a aprendizagem” (Santana, 2022, p. 51). Ora, se a assimilação profunda do conceito estudado e sua consolidação ocorre por meio dessas diferentes representações semióticas, a falta delas pode resultar na baixa percepção dos conteúdos. Como observado por Duval (2012, p. 270) “o recurso a muitos registros parece mesmo uma condição necessária para que os objetos matemáticos não sejam confundidos com suas representações e que possam também ser reconhecidos em cada uma de suas representações.”

Diante disso, a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) proposta por Duval, “a partir dos estudos sobre semiótica desenvolvidos por Charles Sanders Peirce, Gottlob Frege e Ferdinand de Saussure” (Santana, 2022, p. 50), busca colocar o aluno em contato direto com funcionamento cognitivo, por meio da utilização de diferentes formas de representação. Nesse contexto, os registros de representação semiótica se referem aos diferentes modos de representar objetos matemáticos, como “uma figura geométrica, um enunciado em língua natural, uma fórmula algébrica, um gráfico são representações semióticas que exibem sistemas semióticos diferentes” (Duval, 2023, p. 4).

Assim sendo, os registros de representação semiótica são fundamentais para transformar ideias, conceitos e pensamentos mentais em formas externas e tangíveis, o que é essencial para facilitar a comunicação e permitir a reflexão. É possível identificar quatro tipos de registros de representação semiótica fundamentais para o ensino de matemática, que são: “a língua natural, os sistemas de escrita numérica, algébrica e simbólica, os gráficos cartesianos e as figuras geométricas” (Araújo, 2021, p. 12). Por sua vez, estes podem ser divididos em dois grupos, os registros monofuncionais e os registros multifuncionais que de acordo com Santana (2022, p. 52)

Os primeiros, compreendidos como aqueles que possuem algoritmos próprios em sua estrutura, tendo como representação discursiva os sistemas de escritas numéricas, algébricas e simbólicas, bem como o cálculo; e como representação não-discursiva: os gráficos cartesianos com as mudanças de sistemas de coordenadas, interpolação, extrapolação.

Os segundos são aqueles não algoritmizáveis, tendo como representação discursiva a língua natural, a qual se manifesta por meio de associações verbais entre conceitos; pelas formas de raciocínio argumentativo, baseado em observações, crenças, entre outros; e dedutivo, que se baseia em definições, propriedades, teoremas etc. Estes últimos tipos de representação semiótica se

apresentam, ainda, na forma não-discursiva, como as figuras geométricas planas e espaciais.

É importante ressaltar que de acordo com Duval (2012) para que um sistema semiótico seja considerado um registro de representação é necessário que se alcance três atividades cognitivas essenciais: **a formação de uma representação identificável, o tratamento e a conversão**. Elas estão ligadas à semiose, que é compreendida como o processo de criação e interpretação de signos e símbolos.

A primeira, denominada **formação da representação**, se embasa na apreciação do objeto pelo sujeito que necessita constantemente de várias representações, as quais só são possíveis por meio de uma seleção de relações de dados dos conteúdos de forma clara e concisa. “Esta seleção se faz em função de unidades e de regras de formação que são próprias do registro cognitivo no qual a representação é produto” (Duval, 2023, p. 6-7). Portanto, essa representação deve ser identificável de modo a ser reconhecida e compreendida como representante do objeto matemático em questão, além de ser também utilizável para realizar operações e tratamentos. Como afirma Duval,

Esta formação deve respeitar regras (gramaticais para as línguas naturais, regras de formação num sistema formal, entraves de construção para as figuras...). A função destas regras é de assegurar, em primeiro lugar, as condições de identificação e de reconhecimento da representação e, em segundo lugar, a possibilidade de sua utilização para tratamentos (Duval, 2023, p. 7).

No que concerne à atividade posterior, os tratamentos, “é a transformação desta representação em outra de mesma natureza, uma transformação interna a um registro de representação” (Santana, 2022, p. 53). Indubitavelmente, o **tratamento** é fundamental em matemática, pois permite que os estudantes e matemáticos manipulem representações de objetos para resolver problemas, demonstrar teoremas e entender melhor as propriedades desses. A exemplo, de acordo com Santana (2022), quando é necessário encontrar o zero da função $f(x) = ax + b$ onde a e $b \in \mathbb{R}$; $a \neq 0$, busca-se aplicar o conceito de polinômio e transformá-la em uma equação do tipo $ax + b = 0 \Rightarrow x = -b/a$, o que é tido como tratamento.

A **conversão**, por sua vez, “é a transformação desta representação em uma representação em outro registro, conservando a totalidade ou uma parte somente do conteúdo da representação inicial” (Duval, 2023, p. 7). Nesta perspectiva, de acordo com Duval (2012), a conversão é uma atividade cognitiva que muitas vezes é confundida com a atividade de codificação e de interpretação, diferindo-se por não estabelecer analogia e por não existir regras de conversão, como as regras de conformidade e de tratamento.

No ensino de matemática, conforme Araújo (2021), ao analisar uma atividade devemos estar atentos aos processos de conversão, pois são os elementos pertinentes de cada registro de partida e de chegada que dão origem a dois fenômenos denominados por Duval de “variações de congruência e não congruência semântica e a heterogeneidade dos sentidos de conversão” (Araújo, 2021, p. 26). Esta última refere-se ao fato de que uma mesma conversão pode mobilizar significações distintas, uma vez que os registros semióticos não são semanticamente homogêneos, não havendo uma correspondência única e estável entre os sentidos produzidos no registro de partida e no registro de chegada.

Por exemplo, considerando o seguinte problema, cujo registro de partida está em língua natural (LN): “(UPE 2016) Na fabricação de 25 mesas, um empresário verificou que o custo total de material foi obtido por meio de uma taxa fixa de R\$ 2.000,00, adicionada ao custo de produção que é de R\$ 60,00 por unidade. Qual é o custo para fabricação dessas mesas?”

Nesse problema, o objetivo é que se realize uma conversão LN→RA transformando a questão proposta em uma expressão algébrica do tipo $C(x) = 60X + 2000$, onde X representa a quantidade de peças produzidas. Assim, o custo fixo de R\$ 2.000,00 associa-se ao termo linear da função afim, enquanto o custo de R\$ 60,00 por unidade corresponde ao coeficiente multiplicador da variável x , que representa a quantidade de mesas produzidas. Portanto, é importante salientar que, nas conversões, “os registros de chegada (língua natural, figural, simbólico-algébrico, tabular e gráfico), correspondem a uma representação modificada do registro de partida” (Santana, 2022, p. 54). Desse modo, compreende-se essa transformação como externa ao registro de partida.

É importante ressaltar que segundo Duval (2012a, p. 276), “a conversão entre diferentes registros de representação semiótica é a primeira fonte de dificuldade à compreensão em matemática” especialmente pelo fato de os livros didáticos no caso de função afim, buscarem sempre abordar a representação tabular logo de início, fazendo com que os alunos atribuam valores aleatórios para localizar pontos no plano cartesiano, e pelo fato de vários docentes focarem somente na representação tabular e algébrica. Essas abordagens não favorecem a interpretação global do objeto matemático estudado nem a conversão entre as representações algébrica e gráfica, sobretudo no sentido “gráfica-algébrica”.

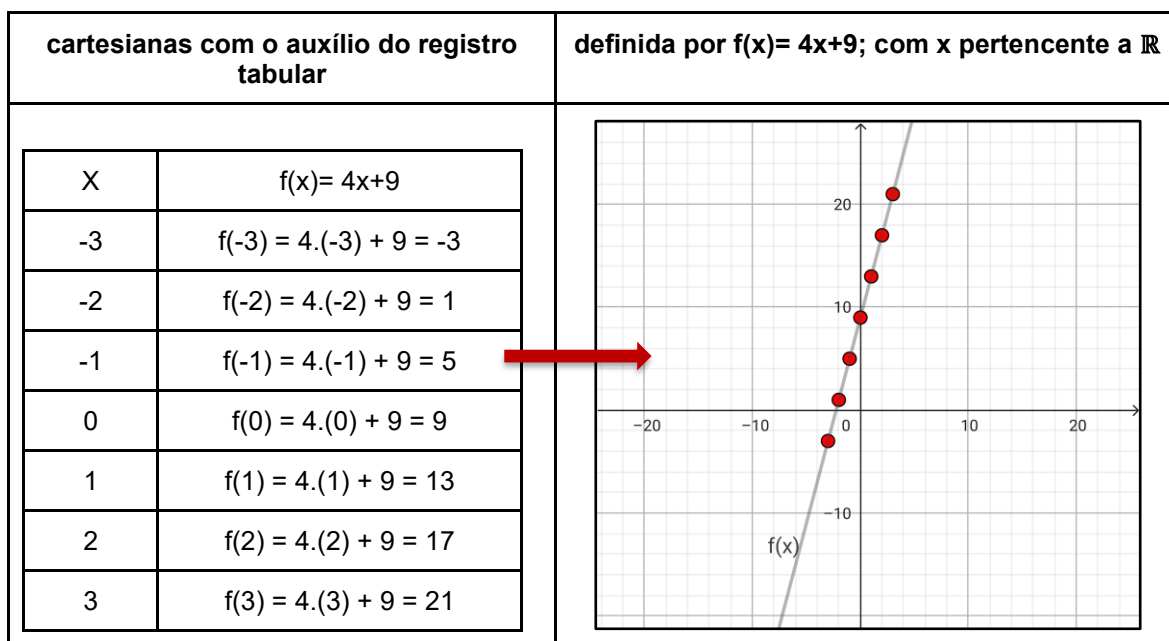
2.1 TRATAMENTO HETEROGÊNEO DAS REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS

2.1.1 Abordagem ponto a ponto

A abordagem ponto a ponto (APP), frequentemente utilizada no ensino de matemática para definir o conceito das representações gráficas, consiste em atribuir valores distintos a variável x da função, para se obter o valor da variável y correspondente, determinando coordenadas cartesianas. Assim, na APP, o gráfico não é visto como uma linha contínua, mas sim como um conjunto de pontos localizados no plano cartesiano. Nesse sentido, ao considerarmos a função $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, definida por $f(x) = ax + b$ (com $a \neq 0$), o conjunto formado pelos pares ordenados (x, y) , produzido pelo estudante, será delimitado pelo subconjunto do domínio, $P = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\} \subset \mathbb{R}$. A partir deste subconjunto, o discente representa graficamente o conjunto de pares ordenados $D = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid x \in P \text{ e } y = f(x)\}$. Nesse sentido, para o aluno, o esboço do gráfico não é percebido como uma linha contínua (reta) gerada a partir de infinitos pontos da função, mas sim como o resultado de uma ligação geométrica e mecânica efetuada estritamente sobre os elementos do conjunto D . Por exemplo, ao considerarmos a função $f(x) = 4x + 9$, por meio dessa abordagem de ensino, deve-se atribuir alguns valores arbitrários para a variável determinística x e realizar algumas operações de modo a se obter um $f(x)$ correspondente, conforme podemos observar no quadro 1.

Quadro 1 - Conversão do RA→RG pela construção ponto a ponto

Construção das coordenadas	Representação gráfica da função $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$,
----------------------------	--



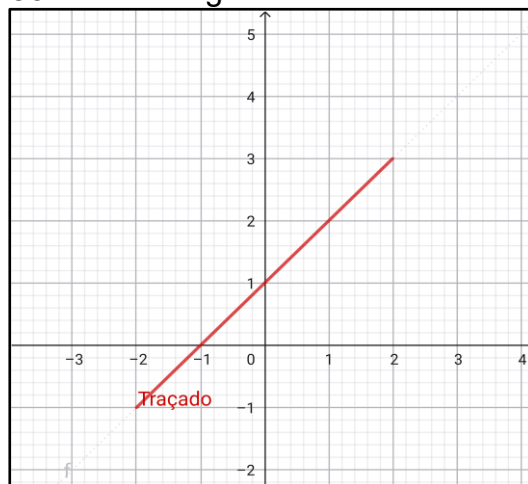
Fonte: Os autores (2026)

“No entanto, esta abordagem dificulta a percepção da articulação entre os registros, particularmente quando a representação gráfica é o registro de partida” (Santana, 2022, p. 76). De fato, essa abordagem de ensino, embora facilite a construção do gráfico, ao longo do tempo pode ter se constituído em um grande obstáculo cognitivo para os discentes, afinal, a mecanização embora um processo fácil, como já mencionado, não favorece a apreensão global do conceito.

2.1.2 Abordagem de extensão do traçado

A abordagem de extensão do traçado efetuado (AETE), à semelhança da anterior, não considera as variáveis visuais pertinentes do registro gráfico, sendo considerada uma atividade de interpolação e extrapolação por lidar com um conjunto contínuo de pontos contidos em um intervalo real fechado, denotado por $I = [a, b]$. Desse modo, o traçado passa a ser compreendido como um conjunto $F = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid x \in I, y = f(x)\}$, conforme ilustrado no gráfico 1.

Gráfico 1 - Abordagem de extensão do traçado



Fonte: Os autores (2026)

Contudo, essa forma de tratamento, não leva em consideração os elementos significantes da representação gráfica, nem mesmo a forma da expressão algébrica, limitando-se, portanto, à natureza geométrica do traçado em detrimento de suas propriedades analíticas. “De modo geral, esta abordagem de extensão se mantém puramente mental: ela não acarreta traços complementares e explicativos como uma mudança local na graduação dos eixos para ampliar uma parte do traçado” (Duval, 2011, p. 98). Desse modo, a conversão no sentido do RG $\rightarrow$ RA se constitui da mesma forma que a precedente, ou seja, em um obstáculo cognitivo para a aprendizagem global da função afim.

2.1.3 Abordagem global das propriedades figurais

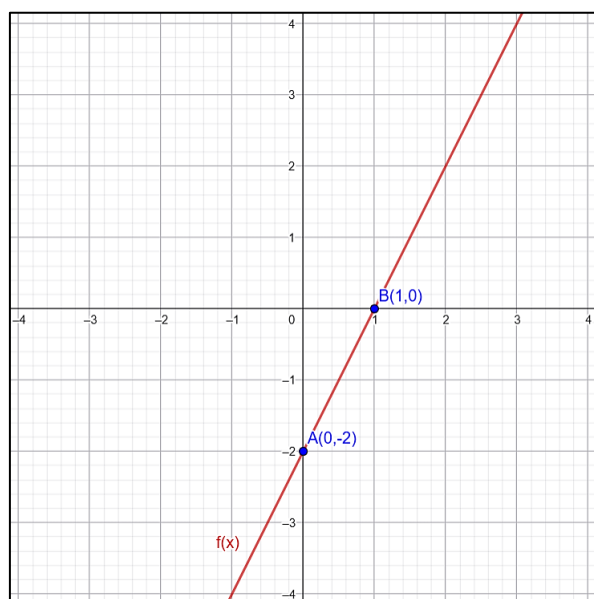
A abordagem global das propriedades figurais (AGPF), embora pouco explorada no ensino de matemática, é considerada a melhor abordagem de ensino por permitir identificar no gráfico o sentido da inclinação (coeficiente da taxa de variação), a intersecção com os eixos coordenados (coeficiente linear), além de permitir articulação entre os registros, embora valha frisar que o processo de conversão nesse sentido (RG $\rightarrow$ RA) demanda um maior custo cognitivo.

Por meio da AGPF, o processo de conversão entre esses registros se torna mais acessível ao estudante, uma vez que, a partir do registro algébrico, o aluno deve ser capaz de relacionar as variáveis simbólicas (coeficientes) com as variáveis visuais (o traçado) do registro gráfico. Por exemplo, se considerarmos a função, $f(x)=ax+b$, pertencente aos reais com “ a ” $\neq 0$, por meio da análise dos coeficientes, pode-se determinar se o traçado é ascendente ou descendente, a inclinação do traçado em relação aos eixos coordenados, o ponto de intersecção com os eixos cartesianos. Nesse sentido, de acordo com Duval (2011, p. 111, **grifo do autor**),

A interpretação das representações gráficas cartesianas **depende de uma identificação precisa de todos os valores das variáveis visuais pertinentes e do reconhecimento qualitativo das unidades da expressão simbólica correspondente.**

Por outro lado, quando se propõe a conversão no sentido oposto, isto é, do RG $\rightarrow$ RA, o aluno deve estar atento às variáveis visuais pertinentes do RG, pois elas são menos evidentes, como o ponto de intersecção com as retas, a inclinação do traçado, aos ângulos formados pelo traçado com os eixos, e ao local de intersecção com o eixo das ordenadas y do plano cartesiano. Por exemplo, a partir do gráfico 2 abaixo, podemos chegar à expressão algébrica da função, ou seja, realizar uma conversão no sentido gráfico-algébrico, por meio das variáveis visuais pertinentes do RG, as relacionando às variáveis simbólicas do RA.

Gráfico 2 – Reta no plano cartesiano



Fonte: Os autores (2026)

A partir da observação do gráfico 2, e considerando as variáveis visuais da reta f , definiremos a sua representação algébrica. Para isso, sabemos que o modelo algébrico da função afim é $f(x) = ax + b$, observa-se que a reta f , intercepta o eixo das ordenadas no ponto $A(0, -2)$, logo, o coeficiente linear da função é menos dois. Para o coeficiente a , observa-se que a reta é ascendente, ou seja, o coeficiente “ a ” é positivo, além disso, nota-se que a cada uma unidade avançada na Abcissa x , é o equivalente a duas unidades na ordenada y ; assim, $a=2$, resultando na lei da função, $f(x) = 2x - 2$. Portanto a AGPF, se demonstra conforme já mencionado, mais eficaz ao ensino de matemática por favorecer a conversão em ambos os sentidos, nos registros algébrico e gráfico.

3 METODOLOGIA

Para atingir o objetivo desta pesquisa, optamos por uma pesquisa qualitativa desenvolvida a partir da análise de três livros didáticos (quadro 2) recomendados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático - PNLD (Brasil, 2021) escolhidos como opção 1 por escolas da rede estadual do município de Pesqueira-PE.

Quadro 2– Livros didáticos utilizados na pesquisa

TÍTULO DA OBRA	EDITORA	AUTORES/ORGANIZADORES	Cap. Analisado
Matemática interligada	Editora Scipione s.a	Thais Marcelle de Andrade	Capítulo 3
Matemática em contextos	Editora Ática s.a	Luiz Roberto Dante Fernando Viana	Capítulo 1
Diálogo matemática e suas tecnologias	Editora Moderna Ltda	Lilian aparecida Teixeira	Capítulo 5

Fonte: Os autores (2026)

A opção por livros do PNLD 2021 se deu pelo fato de que as obras possivelmente já foram utilizadas como recurso didático ao longo de um período na educação pública. Além disso, consideramos que os livros do PNLD 2026 ainda podem estar em fase de implementação nas escolas públicas, o que poderia limitar uma análise mais consistente acerca de suas abordagens no ensino do conteúdo de Função Afim.

A pesquisa qualitativa “não visa à quantificação, mas sim ao direcionamento para o desenvolvimento de estudos que buscam respostas que possibilitam entender, descrever e interpretar fatos” (Proetti, 2018, p. 2). Dessa forma, “os dados produzidos nas pesquisas com abordagem qualitativa precisam ser analisados de forma coerente, utilizando-se de técnicas que oportunizem um olhar reflexivo, compreensivo e dinâmico” (Valle; Ferreira, 2025, p. 3). Nesse sentido, como método de análise dos dados optamos pela Análise de Conteúdo (Bardin, 2016) que se desenvolve em três fases: pré-análise; exploração do material e tratamento dos resultados obtidos e interpretação.

Nessa pesquisa, a pré-análise consistiu na leitura flutuante das obras, na delimitação do corpus e na identificação preliminar dos registros mobilizados no capítulo de Função Afim. Para tanto, consideramos a leitura analítica das orientações do livro-texto, atividades e exercícios, identificando as conversões propostas entre os diferentes registros de representação semiótica, com ênfase na conversão entre os registros algébrico-gráfico e gráfico-algébrico. Por fim, o tratamento dos resultados permitiu relacionar os dados obtidos com a teoria de Duval, analisando como os livros didáticos analisados contemplam a conversão nos dois sentidos ou se privilegiam apenas um deles.

Para fins de análise de dados classificamos as obras em L1, L2 e L3 respectivamente. A análise se dedicou ao capítulo do livro que aborda o ensino de Função Afim e adotou os critérios de análise apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Critérios de análise dos livros didáticos

Critérios de análise	Variáveis Observadas
i) abordagem para o traçado do gráfico da função	• Ponto a ponto • Extensão do traçado • Interpretação global das propriedades figurais
ii) Transformações envolvendo os registros algébrico e gráfico	• Tratamento • Conversão
iii) sentido das conversões	• Algébrico-Gráfico • Gráfico-Algébrico

Fonte: Os autores (2026)

A partir dos critérios estabelecidos, procedemos à análise dos dados, cujos resultados e discussões são detalhados a seguir.

4 DISCUSSÃO DOS DADOS

Neste tópico apresentamos os dados obtidos a partir da análise dos três livros de matemática do 1º ano do ensino médio, com objetivo de investigar a abordagem adotada nas conversões entre os registros algébricos e gráficos, sobretudo no sentido gráfico-algébrico.

4.1 Análise geral

Durante a exploração do material, a ocorrência de registros semióticos, resultou em um total de 501 itens (compreendemos como itens as questões ou alternativas

pertinentes do capítulo) distribuídos entre os exemplos, exercícios e atividades propostas, sendo que, desses, 142 itens limitam-se ao tratamento nos registros algébrico ou gráfico com prevalência dos primeiros, sem que hajam conversões. Além disso, evidenciamos que somente 41 itens propõem a conversão entre os registros algébrico e gráfico, conforme a distribuição no Quadro 4. Destes, nem todos os itens solicitam explicitamente que o estudante determine a função representada pelo gráfico. Em alguns casos, a conversão ocorre de forma implícita, pois se constitui como uma etapa necessária para a resolução da tarefa proposta, funcionando como meio para se chegar à resposta final.

Quadro 4 - Distribuição dos itens envolvendo conversões entre os registros algébrico e gráfico

Categoria de análise	L1	L2	L3	Total Geral
Conversão RA → RG	6	7	10	23
Conversão RG → RA	7	4	7	18
TOTAL	13	11	17	41

Fonte: Os autores (2026)

O quadro 4 evidencia uma baixa quantidade de registros gráficos disponíveis, e as poucas atividades de conversão envolvendo os registros gráfico e algébrico presentes nos livros didáticos, pode se constituir em um desafio para o docente conseguir propor atividades que auxiliem os estudantes na conversão entre esses registros, o que por sua vez, pode impactar diretamente na apreensão do conceito matemático. Nos próximos tópicos analisaremos mais detalhadamente as conversões entre os registros algébrico e gráfico, sobretudo no sentido gráfico-algébrico.

4.2 Análise das conversões no sentido Algébrico-gráfico

Considerando as abordagens didáticas apontadas na TRRS para as conversões, especificamente do registro algébrico para o gráfico, nos propomos a analisar a abordagem adotada pelos livros didáticos, seja ela qual for: Ponto a ponto, extensão do traçado ou interpretação global das propriedades figurais.

Os dados revelam, que os livros didáticos utilizam a abordagem ponto a ponto ou de extensão do traçado como a principal escolha metodológica para propor a conversão entre os registros, embora se tenha constatado que, paralelamente, as obras também realizam a interpretação global das propriedades figurais ao relacionarem o comportamento dos coeficientes a e b , a função quando é crescente ou decrescente e à posição de intersecção no eixo das ordenadas. Foi observado que o L1, especificamente, propôs-se a relacionar os coeficientes da função afim com as unidades visuais pertinente, como; a inclinação do traçado, o ângulo formado com o eixo horizontal e os pontos de intersecção com os eixos coordenados.

Além disso, constatou-se que as obras buscam simplificar a conversão RA → RG por meio da definição de alguns elementos como: a do traçado do gráfico da função afim (por meio do tratamento algébrico e dos casos de semelhança triangular), a apresentação do postulado da determinação de Euclides (para se justificar a necessidade unicamente de dois pontos). Infere-se que, embora esses elementos possam contribuir significativamente para a interpretação global, nos LDs, em geral, eles foram utilizados unicamente para facilitar a construção do gráfico por meio da

abordagem ponto a ponto, a qual constantemente se utiliza do registro tabular para ser executada.

Nesse sentido, é importante frisar que para a construção do gráfico, não foram levadas em consideração as variáveis simbólicas pertinentes do registro algébrico e suas correspondências com as variáveis visuais do registro gráfico. Segundo Duval (2012, p. 275), para esse tipo de escolha metodológica, “A regra de codificação permite não mais do que duas coisas: a leitura de uma dupla de números sobre o gráfico, a partir de um ponto designado, ou a designação de um ponto, a partir de uma dupla de números”.

Em particular, a orientação do livro-texto do L1 apresentada na figura 1 abaixo, sugere uma transição direta para a interpretação global, uma vez que permite ao aluno perceber a necessidade única de dois pontos distintos, além de definir que do mesmo modo, pode-se determinar os coeficientes “a” e “b” e consequentemente sua lei de formação, ou seja, indica a conversão inversa (RG→RA).

Figura 1 - Orientação do livro-texto do L1 para conversão do RA→RG

Assim, para esboçar o gráfico de uma função afim, basta determinar dois pontos distintos e traçar a reta que passa por eles. Do mesmo modo, podemos determinar os coeficientes a e b e, consequentemente, a lei de formação de uma função afim quando conhecemos dois de seus pontos.

Fonte: Andrade (2020, p. 61)

Nota-se que essa definição se faz fundamental para interpretação global à medida que deixa de tratar os pontos de forma estritamente isolada e passa a vinculá-los de modo global às unidades significativas do registro algébrico (os coeficientes a e b). No entanto, observou-se no transcorrer do capítulo, que, frequentemente, a construção do gráfico da função foi orientada por meio do registro tabular, como intermediário para obtenção dos pontos cartesianos, o que pode contradizer a ideia da interpretação global. Já a análise de L2, evidenciou com maior ênfase a construção ponto a ponto. Constatou-se, por exemplo, que o L2, de forma explícita, propõe um procedimento metodológico passo a passo para auxiliar o discente na construção do gráfico por meio da abordagem ponto a ponto, conforme podemos observar na figura 2.

Figura 2 - Passo para a conversão RA →RG proposto pelo L2

Gráfico da função afim

Para construir no plano cartesiano o gráfico de uma função afim f de domínio discreto e limitado (isto é, $D(f)$ é formado por um número limitado de valores), podemos seguir os seguintes passos:

- 1º) construir uma tabela com valores x do domínio $D(f)$ e com valores correspondentes para $y = f(x)$;
- 2º) associar um ponto do plano cartesiano a cada par ordenado (x, y) da tabela;
- 3º) marcar os pontos do quadro no plano cartesiano.

Por exemplo, acompanhe a construção do gráfico da função dada por $f(x) = 2x + 1$, sendo o domínio $D(f) = \{0, 1, 2\}$.

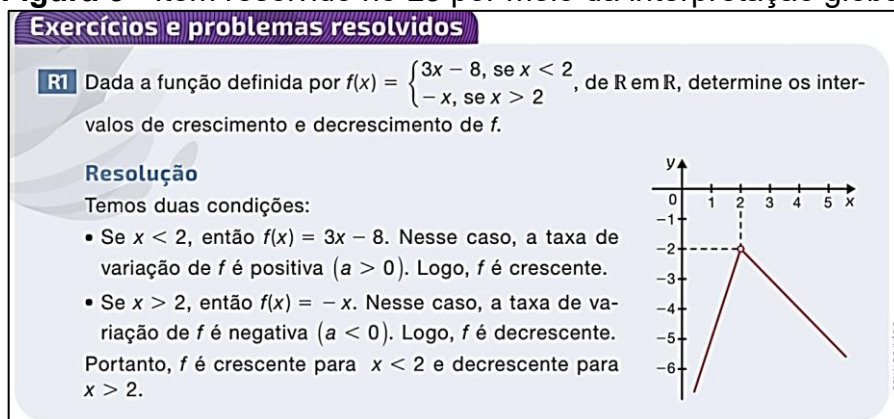
x	$y = f(x) = 2x + 1$
0	1
1	3
2	5

Fonte: Dante; Viana (2020, p. 36)

Como evidenciado na figura 2, o manual prescreve uma sequência rígida de comandos (1º, 2º e 3º passos) que condiciona o aluno a construir uma tabela de valores. Essa estratégia visa facilitar a conversão no sentido algébrico-gráfico, por meio das conversões $RA \rightarrow RT \rightarrow RG$, em vez de propor, por meio da correspondência semiótica, a percepção cognitiva das relações diretas entre as variáveis da lei da função e as unidades visuais do registro gráfico. Tal procedimento é escolhido por ser um processo mais mecânico, exigindo, portanto, um menor esforço cognitivo. Embora para Duval (2011, p. 97), “a passagem da equação para a sua representação gráfica com a construção ponto a ponto, esquece-se que é a passagem inversa que traz problema”. De fato, quando o registro de partida é o gráfico e o de chegada o algébrico, para o discente é exigido um maior esforço cognitivo, uma vez que a semiose exigida na abordagem ponto a ponto é baixa, o que por sua vez não permite a noesis.

Por fim, o L3, no capítulo de função afim, não traz de modo explícito orientações acerca da conversão do $RA \rightarrow RG$, como nos demais livros desta pesquisa. Diante disso, levamos em consideração o livro-texto e os caminhos adotados na resolução dos itens resolvidos pelo autor. Após a análise, infere-se que o L3 aborda a conversão por meio da interpretação global, ao compreendermos que os elementos trazidos no livro-texto podem servir como possíveis caminhos para construção do gráfico, como os conceitos de inclinação e posição do traçado conforme as variáveis da função. Como se pode observar no item resolvido, na figura 3, o autor articula os intervalos de crescimento e decrescimento da função a partir da identificação de unidades significativas no registro algébrico, convertendo-as em propriedades visuais globais no registro gráfico.

Figura 3 - Item resolvido no L3 por meio da interpretação global



Fonte: Teixeira (2020, p. 52)

Conforme podemos observar no item acima, primeiramente, ocorre um procedimento de tratamento no registro algébrico. Antes de qualquer manifestação geométrica, o texto decompõe a função por partes em subdomínios restritos e para cada intervalo, o estudante é conduzido a isolar e analisar às unidades simbólicas, especificamente o sinal do coeficiente angular, interpretando conceitualmente a taxa de variação da função como positiva ou negativa. Em seguida, o livro executa a conversão direta para o registro gráfico por meio das regras de correspondência global.

Em resumo, ao analisar a conversão RA→RG nos três livros didáticos, observamos que, a construção do gráfico ocorre na maioria das vezes pela construção ponto a ponto e que os elementos pertinentes da interpretação são apresentados posteriormente.

4.3 Análise das conversões no sentido gráfico-algébrico

Considerando-se que a conversão no sentido gráfico-algébrico é pouco explorada nos livros didáticos, conforme apontam os dados dessa pesquisa, nos propomos a analisar os processos metodológicos propostos para se executar essa transformação. A análise do livro-texto e dos 18 itens permitiu identificar que uma das abordagens mais utilizadas pelos livros didáticos para realizar a conversão do RG→RA, consiste em se determinar o coeficiente “a” da função por meio do cálculo da taxa de variação (figura 4), e posteriormente se executando um tratamento algébrico para se determinar o coeficiente “b” da função.

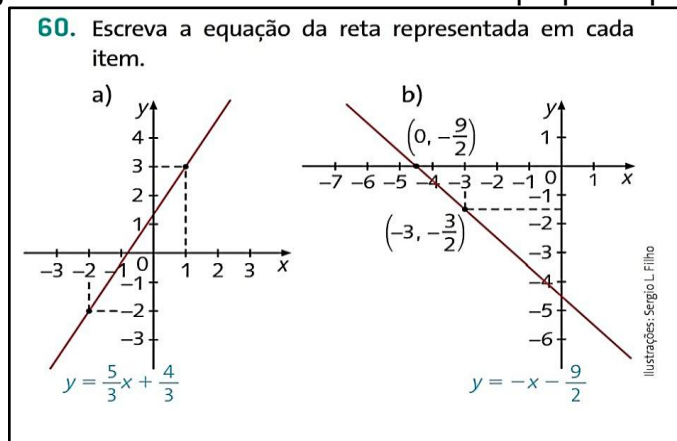
Figura 4 – Fórmula proposta pelo L3 para se determinar o coeficiente “a” da função quando o registro de partida é o gráfico

$$\text{O número } a = \frac{f(x_2) - f(x_1)}{x_2 - x_1} \text{ é a taxa de variação da função afim } f \text{ no intervalo } [x_1, x_2].$$

Fonte: Teixeira (2020, p. 41)

Os LDs também contemplam em seu livro-texto o papel das variáveis visuais, uma vez que após a conversão do RA→RG eles relacionam os elementos algébricos com as variáveis pertinentes do registro gráfico, por meio da análise do gráfico determinando o ponto de intersecção com o eixo vertical, a inclinação do traçado, o sinal da taxa de variação, e os ângulos do traçado com o eixo horizontal. O L1, por exemplo, define ao final do capítulo que para se determinar a equação do traçado do gráfico basta que se tenha pelo menos um de seus pontos e o ângulo do traçado, ao mesmo tempo que destaca que se o aluno dispuser de pelo menos dois pontos do traçado do gráfico, também será possível a construção da lei de formação da função. A figura 5 ilustra um exemplo de item proposto por L1.

Figura 5 - Item de conversão RG→RA proposto por L1



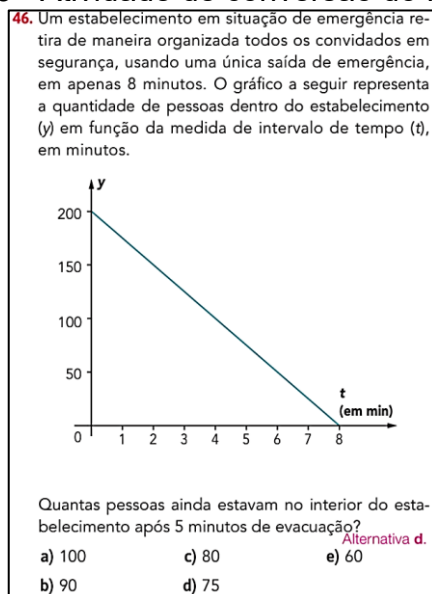
Fonte: Andrade (2020, p. 82)

Observa-se, nos itens “a” e “b” da figura 5, que o estudante precisa, de fato, da apreensão global, uma vez que, por meio da análise do traçado, precisam ser capazes de relacionar as unidades visuais às unidades simbólicas correspondentes. Para o item “a”, o esboço do gráfico não permite ao discente extrair diretamente o ponto de intersecção do traçado com o eixo das ordenadas (0, b), tampouco observar o ângulo θ formado em relação ao eixo das abscissas, ou seja, para esse item, o aluno irá identificar dois pontos do gráfico e, posteriormente, realizará operações no registro algébrico até que enfim seja consolidada a conversão $RG \rightarrow RA$.

Já para o item “b”, após a análise do traçado do gráfico, o aluno pode observar que há uma partição simétrica entre os quadrantes, o que implica dizer que o coeficiente “a” só poderá ser 1 ou -1, e conforme observa-se que a inclinação do traçado é descendente ($a < 0$), o coeficiente só poderá ser -1. Além disso, o livro deixa de modo explícito o ponto de intersecção com o eixo vertical, coordenada (0, -9/2), portanto, o aluno pode ser capaz de identificar o ponto e relacionar ao coeficiente linear da função. No entanto, conforme figura 5 (item 60b), a coordenada do ponto de intersecção com o eixo vertical encontra-se distante de seu ponto correspondente, o que pode representar um obstáculo visual para o aluno, uma vez que ele pode compreender que aquela coordenada se refere ao ponto de intersecção com o eixo das abscissas. Resolver este item revela que, **“não estamos mais na presença da associação ‘um ponto - um par de números’, mas na presença da associação ‘variável visual de representação - unidade significativa da expressão algébrica’”** (Duval, 2011, p. 99, grifo do autor).

Além disso, observou-se em alguns itens que os LDs também propõem a conversão do $RG \rightarrow RA$ de forma implícita, conforme pode-se observar na figura 6 em um dos itens do L2.

Figura 6 - Atividade de conversão do $RG \rightarrow RA$



Fonte: Dante; Viana (2020, p. 42)

Por meio da análise da figura 6, nota-se que é esperado que o estudante determine o quantitativo de pessoas no estabelecimento após o transcorrer de 5 min, por meio do gráfico dado na questão, isto é, espera-se do aluno uma interpretação do

gráfico. Contudo, compreendemos que para o discente resolver esse item ele necessitará realizar primeiramente a conversão do RG $\rightarrow$ RA, pois as variáveis visuais do gráfico dado não permitem ao aluno identificar o par ordenado para o ponto em que $x = 5$, ao mesmo tempo em que o enunciado não deixa claro se a saída seguirá um modelo proporcional. Para este item a conversão se faz necessária pela interpretação global, uma vez que entendemos que o aluno precisa reconhecer elementos visuais da reta e as relacionar com a expressão algébrica, isto é, observar a inclinação do traçado, a taxa de variação na abscissa x e sua correspondência para coordenada y e, determinar o coeficiente linear por meio do ponto de intersecção no eixo das ordenadas. Ou seja, ele precisa observar que o traçado do gráfico é descendente ($a < 0$) e que o esvaziamento completo das pessoas ocorreu em 8 min, logo a taxa de variação foi de $-200/8$ que é igual -25 , portanto o coeficiente “a” da função é igual a -25 . Ademais, pelo ponto de intersecção no eixo y , ele nota que o coeficiente “b” é igual a 200, que corresponde ao valor inicial do quantitativo de pessoas, e desse modo ele determina a lei de formação da função que é dada por $y = -25t + 200$. Diante disso, ele substitui a variável t por 5, realiza um tratamento algébrico e obtém o valor de 75 pessoas.

Contudo, devemos ressaltar ainda que para a situação-problema apresentada pelo L2, o gráfico proposto não é adequado para representação. Tendo em vista que, uma das grandezas do problema (pessoas) tem natureza discreta e a outra (tempo) contínua, logo, o gráfico é inadequado, pois sugere que ambas as grandezas possam assumir valores contínuos e pertencentes aos números reais positivos em um dado intervalo de tempo. Se levarmos em consideração, por exemplo, a expressão algébrica obtida pelo estudante, ao calcular a quantidade de pessoas em 2,5 minutos, isto é, para $t = 2,5$ obtém-se o valor de 137,5 pessoas, o que não estaria de acordo com a variável discreta “quantidade de pessoas”. Neste ponto, vale destacar que para as representações gráficas, Santana (2022, p. 161), citando Chaquiam e Cabral (2019) e Machado da Silva (2020), ressalta a necessidade de os autores de LD verificarem “se, de fato, as variáveis envolvidas no problema são contínuas ou discretas para não incorrer no erro de traçar uma reta quando se tratar de variáveis discretas.”

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou, por meio da análise de três livros didáticos, compreender de que forma se davam as conversões entre os registros algébrico e gráfico, sobretudo no sentido gráfico-algébrico, por compreendermos que os livros didáticos se constituem em um material didático importante para o ensino aprendizagem, e, portanto, de alguma forma podem influenciar as escolhas e caminhos metodológicos do docente.

Diante disso, partimos do pressuposto de que os discentes apresentam dificuldade ao serem solicitadas as conversões no sentido gráfico-algébrico e de que os livros didáticos privilegiam alguns registros de conversão em detrimento de outros, além de negligenciar a abordagem global das propriedades figurais.

Nesse sentido, por meio da análise qualitativa, com aporte teórico da teoria de registros de representação semiótica e seguindo o método de análise de conteúdo, identificamos que: I) há uma predominância de itens que privilegiam o registro algébrico em comparação com aqueles referentes ao registro gráfico; II) há poucas atividades de conversão entre os registros algébrico e gráfico, principalmente no

sentido gráfico-algébrico; III) a abordagem adotada é, em sua maioria a abordagem ponto a ponto ou de extensão do traçado; IV) as atividades de conversão no sentido algébrico-gráfico sugerem o uso de registros intermediário; VI) os livros didáticos não priorizam as variáveis visuais do registro gráfico.

Portanto, reiteramos que embora o tratamento seja necessário a priori para se compreender o funcionamento interno de cada registro, ele não deve ser utilizado demasiadamente à medida que não promove a transição entre os registros semióticos. Além disso, destacamos a necessidade de os livros didáticos, ao proporem a conversão entre os registros algébrico e gráfico, priorizarem a abordagem global das propriedades figurais, por compreendermos que essa é a melhor abordagem metodológica para o ensino de matemática. Nesse sentido, destacamos a necessidade de se promover formação continuada aos docentes, principalmente para esse tema, uma vez que os dados apontam uma convergência entre o caminho de conversão optado pelos livros didáticos e o adotado pelos docentes em sala de aula.

Conclui-se, portanto, a necessidade de se repensar a abordagem metodológica adotada para o ensino de função afim, sobretudo para abordagem em relação à construção do gráfico, haja vista a proposta adotada pelos LD analisados não favorecer, em sua integralidade, a abordagem global das propriedades figurais. Sugerimos para pesquisas futuras analisar se a prática docente se aproxima ou se distancia da abordagem do livro didático em relação ao ensino de função afim, se o docente recorre a outros exemplos e direcionamentos para favorecer a conversão entre os registros gráfico e algébrico. Diante disso, esperamos que este estudo contribua de modo significativo para a educação matemática, visando novas discussões em torno desse tema.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, José Robson de. **Conversão entre os registros de representação gráfico e algébrico da função afim**: análise a partir da interpretação global de propriedades figurais. 2021. 110 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/42039>>. Acesso em: 25 abr. 2026.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.
- DANTE, Luiz Roberto; VIANA, Fernando. **Matemática em contextos**: função afim e função quadrática: manual do professor. 1. ed. São Paulo: Ática, 2020.
- DUVAL, Raymond. Gráficos e equações: a articulação de dois registros. Tradução de Mércles Thadeu Moretti. **Revista Eletrônica de Educação Matemática – REVEMAT**, Florianópolis, v. 6, n. 2, p. 96-112, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.5007/1981-1322.2011v6n2p96>>. Acesso em: 29 abr. 2026.
- DUVAL, Raymond. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. Tradução Original de Mércles Thadeu Moretti. **Revista Eletrônica de Educação Matemática – REVEMAT**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 266-297, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.5007/1981-1322.2012v7n2p266>>. Acesso em: 25 abr. 2026.

DUVAL, Raymond. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. Tradução Revisada de Méricles Thadeu Moretti. **Revista Eletrônica de Educação Matemática – REVEMAT**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 1-32, p. 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.5007/1981-1322.2012v7n2p266>>. Acesso em: 25 abr. 2026.

EDITORA MODERNA. **Diálogo: matemática e suas tecnologias: manual do professor: funções e progressões**. Editora responsável: Lilian Aparecida Teixeira. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2020.

EDITORA SCIPIONE. **Matemática interligada: funções afim, quadrática, exponencial e logarítmica: manual do professor**. Editora responsável: Thaís Marcelle de Andrade. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2020.

PROETTI, Sidney. As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: um estudo comparativo e objetivo. **Lumen**, São Paulo, v. 2, n. 4, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.32459/revistalumen.v2i4.60>>. Acesso em: 29 abr. 2026.

SANTANA, José Edivam Braz. **Contrato didático e registros de representação Semiótica: inter-relações no ensino da função afim no 1º ano do ensino médio**. 2022. Tese (Doutorado em Educação Matemática e Tecnológica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/49494>>. Acesso em: 25 abr. 2026.

SILVA, Saulo Augusto Coimbra Santos da; TELES, Rosinalda Aurora de Melo. Abordagem da função afim em livros didáticos do 9º ano do ensino fundamental à luz da teoria de registros de representação semiótica. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 1–21, 2026. Disponível em: <<https://publicacoes.unigranrio.edu.br/recm/article/view/7627>>. Acesso em: 25 abr. 2026.

UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO. **Processo Seletivo UPE/SSA – Triênio 2014-2016**: 1ª fase: prova de matemática. Recife, 2016.

VALLE, Paulo Roberto Dalla; FERREIRA, Jacques de Lima. Análise de conteúdo na perspectiva de Bardin: contribuições e limitações para a pesquisa qualitativa em educação. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 41, e49377, 2025. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/edur/a/hhywJFvh7ysP5rGPn3QRFWf/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 29 abr. 2026.