UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CHAPECÓ
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL - PROFMAT

MICHEL ARTUR SCHMOELLER

FUNÇÃO AFIM NO SCRATCH:
UM ESTUDO ATRAVÉS DA INTERPRETAÇÃO GLOBAL FIGURAL

CHAPECÓ
2026

MICHEL ARTUR SCHMOELLER

FUNÇÃO AFIM NO SCRATCH:
UM ESTUDO ATRAVÉS DA INTERPRETAÇÃO GLOBAL FIGURAL

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS como requisito para obtenção do título de Mestre em Matemática, área de Concentração: Matemática na Educação Básica, sob a orientação da Prof.ª Dr.ª Lucia Menoncini.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Lucia Menoncini

CHAPECÓ

2026

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Schmoeller, Michel Artur
Função Afim no Scratch: Um estudo através da Interpretação Global Figural / Michel Artur Schmoeller. -- 2026.
55 f.:il.

Orientadora: Doutora Lucia Menoncini

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação Profissional em Matemática em Rede Nacional, Chapecó,SC, 2026.

1. Função afim. 2. Scratch. 3. Registros de representação semiótica. 4. Interpretação Global Figural. 5. Registro Algoritmo. I. Menoncini, Lucia, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MICHEL ARTUR SCHMOELLER

FUNÇÃO AFIM NO SCRATCH:
UM ESTUDO ATRAVÉS DA INTERPRETAÇÃO GLOBAL FIGURAL

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS como requisito para obtenção do título de Mestre em Matemática, área de Concentração: Matemática na Educação Básica, sob a orientação da Prof.ª Dr.ª Lucia Menoncini.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 10/03/2026.

BANCA EXAMINADORA

gov.br Documento assinado digitalmente
LUCIA MENONCINI
Data: 17/04/2026 18:20:06-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof.ª Dr.ª Lucia Menoncini – UFFS
Orientadora

gov.br Documento assinado digitalmente
SOLANGE REGINA CROMIANSKI
Data: 16/04/2026 20:43:00-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof.ª Dr.ª Solange Regina Cromianski - UNIFAP
Avaliadora externa

gov.br Documento assinado digitalmente
JANICE TERESINHA REICHERT
Data: 17/04/2026 14:37:07-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof.ª Dr.ª Janice Teresinha Reichert - UFFS
Avaliadora

Dedico este trabalho à Educação Pública por fazer parte de todo o meu percurso formativo e profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a minha mãe Rosangela, por ter me dado à luz e acompanhado durante toda a minha trajetória, seja acadêmica ou profissional. Sem o seu apoio em todo esse percurso seria ainda mais difícil permanecer firme e persistente em meus objetivos de vida.

Também agradeço a minha orientadora Dr.ª Lucia Menoncini, por aceitar me conduzir no desenvolvimento deste trabalho e persistir mesmo quando não obtinha respostas minhas por longos períodos. Sei que o nosso trabalho conjunto contribuirá para a ciência e o desenvolvimento da educação brasileira.

Gratidão aos meus amigos que se fizeram presentes em todos os momentos, seja me aconselhando quando necessário e acolhendo nas dificuldades. Aos meus familiares que sempre confiaram em meu potencial e, por fim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a minha formação profissional e acadêmica, sejam colegas, professores, gestores e demais trabalhadores da educação.

Muito obrigado!

RESUMO

Este trabalho investiga o estudo da função Afim por meio da plataforma Scratch, a partir da articulação entre o registro algoritmo e o registro gráfico, fundamentando-se na Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval, com ênfase na abordagem da Interpretação Global Figural. A pesquisa, de natureza qualitativa, analisa como as unidades algébricas significativas da função Afim — coeficiente angular e termo linear — podem ser exploradas na linguagem de programação em blocos e relacionadas às variáveis visuais do gráfico da reta no plano cartesiano, tais como o sentido de inclinação, os ângulos formados com os eixos e a posição do traçado em relação à origem. Para isso, é elaborado um algoritmo no Scratch que representa a função Afim no registro algoritmo, a partir do qual foram definidos diferentes casos de variação das unidades algébricas. A análise evidencia que o Scratch favorece a conversão e a coordenação entre os registros algoritmo e gráfico, o que possibilita uma compreensão integral do conceito de função Afim e supera abordagens pontuais baseadas apenas na marcação de pontos no plano cartesiano. Conclui-se que o Scratch é um recurso pedagógico com potencial para o ensino da função Afim, ao promover a articulação entre diferentes registros de representação e ampliar as possibilidades da compreensão conceitual em Matemática.

Palavras-chave: Função afim. Scratch. Registros de representação semiótica. Interpretação Global Figural. Registro Algoritmo.

ABSTRACT

This study investigates the teaching of the linear function through the Scratch platform, based on the articulation between the algorithmic register and the graphical register, grounded in Raymond Duval's Theory of Semiotic Representation Registers, with emphasis on the Global Figural Interpretation approach. The research, of a qualitative nature, analyzes how the significant algebraic units of the linear function — slope and y-intercept — can be explored in block-based programming language and related to the visual variables of the graph of a line in the Cartesian plane, such as the direction of inclination, the angles formed with the axes, and the position of the line in relation to the origin. To this end, an algorithm is developed in Scratch to represent the linear function in the algorithmic register, from which different cases of variation of the algebraic parameters were defined. The analysis shows that Scratch fosters the conversion and coordination between the algorithmic and graphical registers, enabling a comprehensive understanding of the concept of linear function and overcoming fragmented approaches based solely on plotting points in Cartesian plane. It is concluded that Scratch is a potential pedagogical resource for teaching the linear function, as it promotes the articulation among different representation registers and expands the possibilities for conceptual understanding in Mathematics.

Keywords: Linear function. Scratch. Semiotic representation registers. Global figural interpretation. Algorithmic register.

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BA	Bahia
BDTD	Biblioteca Digital de Teses e Dissertações
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EF	Ensino Fundamental
EM	Ensino Médio
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
IFRS	Instituto Federal do Rio Grande do Sul
PC	Pensamento Computacional
PE	Pernambuco
PROFMAT	Mestrado Profissional em Rede Nacional
SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica
SC	Santa Catarina
SPAECE	Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará
TRRS	Teoria dos Registros de Representação Semiótica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

Não é possível negar que os avanços tecnológicos que ocorreram nas últimas décadas mudaram profundamente a sociedade. A realidade da geração atual, assim como as que estão por vir, é viver em um mundo cada vez mais digital, no qual as pessoas têm contato com as tecnologias digitais desde a infância. Nesse sentido, novas competências e habilidades são exigidas dos cidadãos para lidar com as demandas que surgem tanto na convivência cotidiana quanto no mercado de trabalho.

A escola é um espaço estratégico de disseminação de ideias e desenvolvimento de competências que podem ajudar a entender as necessidades do meio social, necessidades que vão desde a conexão com mídias sociais para lazer, entretenimento ou informações, até o acesso a conhecimentos científicos ou profissionais mais específicos e aprofundados. Na sala de aula, os recursos digitais que são utilizados para fins educacionais, como computador, tablet ou lousa digital, não apenas promovem o contato do estudante com o mundo digital, mas criam um ambiente onde ele pode desenvolver estratégias para utilizar com mais agilidade e eficiência essas tecnologias para resolver problemas ou criar soluções úteis que facilitam a vida cotidiana.

No Brasil, o uso de tecnologias digitais na educação é orientado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a qual prevê três dimensões que o caracteriza em: pensamento computacional (PC), mundo digital e cultura digital (Brasil, 2018). Cada dimensão descreve o fenômeno das tecnologias digitais tanto no que diz respeito a conhecimentos e habilidades quanto a atitudes e valores.

A dimensão mundo digital está relacionada à aprendizagem dos artefatos digitais, como computadores, *smartphones*, *tablets*, entre outros, assim como a importância de “codificar, armazenar e proteger a informação” (Brasil, 2018, p. 474). Já a cultura digital preocupa-se com a universalização do uso de tecnologias digitais e o seu impacto no cotidiano das pessoas. Nesse sentido, a BNCC afirma que

> Em decorrência do avanço e da multiplicação das tecnologias de informação e comunicação e do crescente acesso a elas pela maior disponibilidade de computadores, telefones celulares, tablets e afins, os estudantes estão dinamicamente inseridos nessa cultura, não somente como consumidores. Os jovens têm se engajado cada vez mais como protagonistas da cultura digital, envolvendo-se diretamente em novas formas de interação multimidiática e multimodal e de atuação social em rede, que se realizam de modo cada vez mais ágil (Brasil, 2018, p. 61).

Com base no que foi citado acima, o documento enfatiza o protagonismo da juventude em utilizar as tecnologias digitais não somente para o consumo passivo, mas também para a produção de conteúdos que extrapolam as formas de comunicação tradicional e inserem-se em uma nova forma de produzir e disseminar a sua cultura.

Assim, mudanças poderão ocorrer no ambiente escolar para acolher os jovens inseridos nessa cultura, entretanto, conforme a BNCC "é importante que a instituição escolar preserve seu compromisso de estimular a reflexão e a análise aprofundada e contribua para o desenvolvimento, no estudante, de uma atitude crítica em relação ao conteúdo e à multiplicidade de ofertas midiáticas e digitais" (Brasil, 2018, p. 61).

O PC, outra das dimensões previstas na BNCC, caracteriza-se por utilizar recursos, estratégias e conhecimentos da computação para resolver problemas. Apesar do documento explicar o termo, não há consenso na comunidade científica acerca de uma definição para tal conceito, como aponta Valente (2017). Mesmo sem total clareza do conceito, ideias que defendem ensinar programação às crianças existem desde a década de 80 por teóricos como Seymour Papert. Segundo o autor

> [...] Para eles, programar é uma habilidade complexa e comercial adquirida por alguns adultos dotados de conhecimento matemático. Mas a minha experiência é muito diferente. Eu vi centenas de crianças do ensino fundamental aprenderem muito facilmente a programar, e as evidências apontam para que crianças ainda mais jovens também consigam aprender tão bem quanto (Papert, 1980, p.13).

Papert aponta que o senso comum entende a programação como uma tarefa árdua, cuja finalidade se restringe à produção de artefatos tecnológicos (programas de computador, robôs, etc.), sendo considerada uma atividade possível apenas para adultos com amplo domínio de Matemática. No entanto, o autor defende que crianças também podem aprender a programar e que essa prática não é tão complexa quanto geralmente se supõe.

A BNCC apresenta uma proximidade do PC com o ensino de Matemática ao afirmar que

> Associado ao pensamento computacional, cumpre salientar a importância dos algoritmos e de seus fluxogramas, que podem ser objetos de estudo nas aulas de Matemática. Um algoritmo é uma sequência finita de procedimentos que permite resolver um determinado problema. Assim, o algoritmo é a decomposição de um procedimento complexo em suas partes mais simples, relacionando-as e ordenando-as, e pode ser representado graficamente por um fluxograma. A linguagem algorítmica tem pontos em comum com a linguagem algébrica, sobretudo em relação ao conceito de variável. Outra habilidade relativa à álgebra que mantém estreita relação com o pensamento computacional é a identificação de padrões para se estabelecer generalizações, propriedades e algoritmos (Brasil, 2018, p. 271).

Desse modo, o PC está relacionado com diversos conceitos estudados em Matemática, em especial aqueles na área de Álgebra. Além disso, os algoritmos estão presentes na

Matemática, pois há diversos problemas matemáticos que são algoritmizados como, por exemplo, encontrar o máximo divisor comum de dois números naturais cuja execução é realizada através do algoritmo de Euclides.

Assim, a BNCC aponta para uma relação entre a Matemática e o PC:

> Os processos matemáticos de resolução de problemas, de investigação, de desenvolvimento de projetos e da modelagem podem ser citados como formas privilegiadas da atividade matemática, motivo pelo qual são, ao mesmo tempo, objeto e estratégia para a aprendizagem ao longo de todo o Ensino Fundamental. Esses processos de aprendizagem são potencialmente ricos para o desenvolvimento de competências fundamentais para o letramento matemático (raciocínio, representação, comunicação e argumentação) e para o desenvolvimento do pensamento computacional (Brasil, 2018, p. 266).

Essa citação mostra que a aprendizagem de conceitos da Matemática pode contribuir para o desenvolvimento do PC, em especial os chamados processos matemáticos, como resolução de problemas, investigação e modelagem. Assim, a BNCC estabelece uma relação de sentido duplo entre o processo de ensino e aprendizagem de Matemática e o desenvolvimento do PC, ou seja, tanto o ensino de Matemática contribui para o desenvolvimento do PC nos estudantes quanto o próprio contribui para o ensino e aprendizagem de Matemática, em especial para a área de Álgebra.

Dentro da área da Álgebra, há conteúdos matemáticos que podem ser relacionados com o PC, como é o caso das Funções, em particular a função Afim. E é nesta direção que este trabalho converge. O estudo da função Afim ocupa um papel fundamental no ensino da Matemática no Ensino Médio (EM), pois representa o primeiro contato sistemático dos estudantes com o conceito formal de função, bem como serve de modelo para diversos fenômenos naturais ou aplicações cotidianas nas quais ocorre uma relação entre grandezas.

Nesse sentido a BNCC aponta a importância da função Afim ao propor a habilidade EM13MAT302: “construir modelos empregando as funções polinomiais de 1º ou 2º graus, para resolver problemas em contextos diversos, com ou sem apoio de tecnologias digitais” (Brasil, 2017, p. 536). Desse modo, o documento expressa a relevância desse tipo de função na elaboração e resolução de problemas e aplicações.

Ainda sobre a função Afim, a BNCC propõe a habilidade EM13MAT401 que trata da operação de conversão de representações desse objeto, assim como aponta a relevância de contemplá-la em diversos registros: “converter representações algébricas de funções polinomiais de 1º grau em representações geométricas no plano cartesiano, distinguindo os casos nos quais o comportamento é proporcional, recorrendo ou não a *softwares* ou aplicativos de álgebra e geometria dinâmica” (Brasil, 2018, p. 539). Portanto, o documento norteador ressalta a importância de explorar as diferentes representações semióticas da função Afim e as conversões entre as representações, especialmente a algébrica e a gráfica, sendo basilar do currículo mínimo do EM.

Considerando que o PC contribui para o ensino e a aprendizagem de função Afim e vice-versa, a Teoria de Duval (2012) é escolhida para dar embasamento a esta relação de sentido duplo. Nesta teoria, uma representação semiótica é uma produção que envolve a adoção de signos pertencentes a um sistema de representação, que possuem significado e funcionamento próprios. Já um registro de representação semiótica é o sistema semiótico que permite três atividades cognitivas ligadas à semiose: a formação de representações semióticas (a escrita ou fala de uma frase, equação algébrica, desenho de um gráfico, etc.), o tratamento de representações já formadas (a paráfrase, a resolução de uma equação algébrica, a reescrita de uma fórmula, a formação de gráficos por translação de um já desenhado, etc.) e a conversão de representações de um registro para outro (a modelagem de uma equação a partir do enunciado de uma questão, a construção de um gráfico a partir de valores em uma tabela, etc.).

No PC, a programação desenvolve-se por meio de uma linguagem de programação, cujo produto é um algoritmo: uma sequência de passos que o computador realizará para efetuar alguma ação. Isso tudo acontece num registro que é definido, neste trabalho, como **registro algoritmo**. Essa definição se fez necessária porque a linguagem de programação se difere da linguagem matemática e dentre os registros semióticos de Duval não há menção sobre o registro algoritmo.

Portanto, define-se o termo **registro algoritmo,** por entender que ele é um sistema semiótico que permite o desenvolvimento das três operações cognitivas relativas à semiose, conforme proposto por Duval: a) a formação de representações reconhecíveis ocorre a partir do reconhecimento de elementos da linguagem de programação, como a estrutura lógica do algoritmo, comados e códigos de programação, funções ou expressões matemáticas formais; b) o tratamento pode ser exemplificado quando há troca de comando ou código por outro que traga algum tipo de ganho. A exemplo da estrutura do tipo “loop” que é usada para simplificar comandos que se repetem em um algoritmo, ao executar um código enquanto uma condição for verdadeira (como quantidade de repetições); c) a conversão de representações, que ocorre quando o algoritmo escrito em linguagem de programação é transformado numa representação gráfica, por exemplo.

Todavia, Santos (2022, p. 59) propõe, em seu trabalho, a denominação **representação algorítmica** para se referir “à representação de um objeto matemático definida por um programa de computador”. Contudo, os autores desta dissertação entendem que a denominação trazida por Santos (2022) é mais que uma representação, é um registro semiótico, conforme justificado anteriormente. Ademais, a definição de **registro algoritmo** não se limita ao uso de alguma linguagem de programação, já que um algoritmo também pode ser representado no registro da língua natural (a exemplo de uma receita de bolo), no registro figural (a exemplo de fluxogramas), num registro intermediário com pseudocódigos, ou mesmo com a mescla de registros.

Já na Matemática, segundo Duval (2012), há quatro grandes registros: língua natural, gráfico, figural (ou geométrico) e algébrico (língua formal). O registro algoritmo pode ter correlações com os registros matemáticos, especialmente com o algébrico e o gráfico, pois segundo a BNCC (Brasil, 2017) o PC se relaciona com o registro algébrico por meio do reconhecimento de padrões, das generalizações, da formalização de propriedades, etc. Enquanto que se relaciona com o registro gráfico por meio de representações gráficas do tipo fluxograma.

A Teoria de Duval (2012) também aponta em sua hipótese fundamental que a compreensão (integral) de um conteúdo conceitual repousa sobre a coordenação de ao menos dois registros de representação e esta se manifesta pela rapidez e a espontaneidade da atividade cognitiva de conversão. Isso significa que a apreensão conceitual requer a exploração e a conversão de diferentes registros semióticos, neste caso os registros do PC e da Matemática, o que justifica a escolha desta teoria.

Com base no fato de que a BNCC aponta que os algoritmos podem auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de Matemática, em particular da função Afim, e com base na hipótese fundamental de Duval (2012), esta dissertação tem como foco estudar a função Afim por meio da plataforma Scratch. Nesta plataforma é possível desenvolver o PC a partir da linguagem de programação em blocos e relacioná-la com a Matemática, especialmente com representações no registro gráfico. Assim, o objetivo geral do trabalho é: **Investigar como a função Afim pode ser explorada no Scratch a partir da articulação entre o registro algoritmo e o registro gráfico.** Para alcançar o objetivo, a metodologia adotada consiste em uma pesquisa qualitativa, com análise do tipo teórica, em que é utilizada a abordagem de Interpretação Global Figural para explorar a conversão e a coordenação de registros, conforme hipótese fundamental de Duval. Para isso, são articuladas as unidades algébricas significativas da função Afim, presentes na linguagem de programação em blocos, com as unidades visuais gráficas desta função, presentes na representação da reta. As unidades algébricas e visuais são, respectivamente, o coeficiente angular e o termo linear da representação algébrica, e as qualidades visuais do gráfico como a inclinação, o sentido e os ângulos da reta.

Quanto à estrutura do trabalho, ele está dividido em capítulos: **Introdução**, onde apresenta o trabalho e o objetivo geral; **Revisão Bibliográfica**, a qual apresenta o resumo e análise de trabalhos que envolvem o tema pesquisado obtidos em diversos repositórios; **Fundamentação Teórica**, traz a programação Scratch e mostra exemplos de algoritmos utilizando a linguagem de programação em blocos; apresenta a Teoria dos Registros de Representação Semiótica, que descreve a teoria e explica a abordagem Interpretação Global Figural; retoma brevemente o conceito de função Afim; **Metodologia**, descreve os métodos de análise utilizados e as etapas da pesquisa; **Estudo da função Afim no Scratch por meio da Interpretação Global Figural** descreve e analisa situações que envolvem o traçado de gráfico da função Afim no Scratch, selecionadas de acordo com os critérios estabelecidos e; **Considerações Finais** que apresenta as conclusões, os apontamentos e as possibilidades futuras da pesquisa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Um importante momento na construção de um trabalho acadêmico é a revisão bibliográfica, pois esta marca o estado em que as produções científicas se encontram no campo de interesse do pesquisador. Neste caso, realizar uma boa revisão pode indicar o caminho que a pesquisa irá trilhar a partir da leitura e resumo sistemático das obras encontradas.

Diante disso, procurou-se por trabalhos acadêmicos do tipo dissertação ou tese nos repositórios: Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e do Mestrado Profissional em Rede Nacional (PROFMAT).

Ao utilizar uma busca avançada nos últimos cinco anos (2020 - 2025) com os termos “Função afim” e “Scratch” na BDTD, foi encontrado nenhum resultado, portanto, ampliou-se a busca para os últimos dez anos (2015 - 2025) e foram encontrados dois trabalhos: Costa (2018) e Lessa (2018).

O trabalho de Costa (2018) propôs uma sequência de atividades sobre os conceitos de função afim e função quadrática utilizando o Scratch. Essas atividades consistem no cálculo de imagem e do zero dessas funções, bem como o esboço do gráfico destas. O autor relata a experiência da aplicação de duas destas atividades nas suas turmas de 9º ano de Ensino Fundamental (EF), as quais já tinham familiaridade com os métodos de cálculo mencionados e com a programação no Scratch. Costa (2018) afirma ainda que os estudantes ampliaram os horizontes sobre as fórmulas para o cálculo de zero dessas funções além de apresentarem foco, atenção e interesse em utilizar tal aplicativo para resolução de problemas.

A tese de Lessa (2018) consiste em estudo piloto no estágio de doutoramento seguido de uma intervenção didática mediada por programação e observação interativa. A pesquisadora opta por realizar um estudo individualizado acerca de quatro invariantes operatórios do campo conceitual da função Afim. A pesquisa é realizada com dois estudantes do 2º ano de EM técnico do IFRS *campus* Erechim que tinham afinidade com o Scratch e conheciam a função Afim, selecionados a partir de um teste diagnóstico. O estudo consiste em encontros de 3h30min de duração com cada estudante em que se realiza uma entrevista diagnóstica seguida da intervenção didática com o ambiente Scratch com situações problema de função Afim. A autora conclui que o uso da programação é vantajoso no que tange o desenvolvimento dos conceitos matemáticos, em especial às atividades com o uso de lápis e papel, pois apresenta *feedback* imediato entre a sequência de comandos e execução da ação programada, visualização do movimento ou facilidade em alterar o código inicial no decorrer do processo.

Ao realizar a busca avançada no mesmo repositório dos termos “Função afim” e “Representações semióticas”, no período de 2020 a 2025, encontrou-se sete resultados que estão descritos na sequência.

Amplatz (2020) dirige seu estudo da função Afim por meio da Interpretação Global Figural com o seguinte problema de pesquisa “quais as contribuições de um ensino baseado na interpretação global de propriedades figurais para a aprendizagem da função Afim?”. Para responder ao problema, a autora elabora uma sequência didática envolvendo função Afim com foco em elementos como taxa de variação e coeficiente linear que utiliza aplicativos de calculadora gráfica, como *GeoGebra* e *Desmos*, ambos para *smartphones*, com base na Teoria das Situações Didáticas para o curso de Formação de Docentes em um colégio estadual do Paraná. A autora conclui que uma abordagem de ensino baseada na Interpretação Global Figural contribui para uma visão ampla e não fragmentada do conceito de função Afim.

Araujo (2021), em sua dissertação, estuda como estudantes do EM de duas escolas públicas da cidade de Garanhuns - PE realizam conversões de representações de registro algébrico para gráfico de funções Afim. Para isso, o autor utiliza um instrumento composto por quatro questões em conjunto com entrevista semiestruturada, cuja análise realiza-se por meio da teoria de Análise de Conteúdo de Bardin. As conclusões da pesquisa apontam para uma predominância da abordagem ponto a ponto e carência do uso da Interpretação Global Figural dos estudantes nessas conversões, gerando equívocos na correspondência entre as variáveis algébricas com as figurais e a falta de coordenação dos registros algébrico e gráfico. O autor argumenta que há necessidade de reorientar práticas de ensino para o reconhecimento da estratégia de Interpretação Global Figural para se ter uma compreensão profunda do conceito de função Afim.

A tese de Santana (2022) consiste em um estudo de natureza etnográfica, no qual investiga as inter-relações entre o contrato didático estabelecido na sala de aula de uma professora do 1º ano do EM e os registros de representação semiótica mobilizados no ensino do conceito de função Afim. O autor realizou entrevista prévia semiestruturada com a professora, além de observar as aulas por ela ministradas e suas gravações, finalizando a análise com seu diário de bordo, a qual baseou-se com a teoria do Contrato Didático de Brousseau e a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) de Duval. As conclusões da pesquisa sugerem que a gestão do contrato didático influencia diretamente os registros mobilizados, as conversões realizadas e o grau de congruência semântica das atividades, o que evidencia uma relação de mútua dependência entre práticas docentes e possibilidades de aprendizagem conceitual da função Afim.

Santos (2022) realiza uma pesquisa qualitativa do tipo exploratória, na qual aplica uma sequência didática em turmas do 1º ano do EM de uma escola da rede pública estadual do município de Teixeira de Freitas - BA sobre o conceito de função Afim. Com intuito de estabelecer conexões entre a programação e o ensino de Matemática, o trabalho tem como base teórica o Construcionismo de Papert, a TRRS de Duval e a Espiral de Aprendizagem Descrição–Execução–Reflexão–Depuração proposta por Valente. Os resultados indicam que a programação favorece a conversão entre registros em língua natural, algébrico e algorítmico, ampliando a compreensão da relação de dependência entre grandezas, a generalização e a compreensão conceitual da função Afim.

A dissertação de Silva (2022) relata uma pesquisa do tipo qualitativa documental, na qual analisa a abordagem da função Afim em livros didáticos do 9º ano do EF à luz da TRRS. Os dados são analisados conforme a Análise de Conteúdo de Bardin e busca nos documentos a diversidade de registros, as transformações semióticas, o tipo de abordagem de conversão de registro algébrico para gráfico e o fenômeno de congruência e não congruência semântica. Os resultados revelam a predominância do registro algébrico, a maior incidência de conversões em relação aos tratamentos e a prevalência da abordagem ponto a ponto, embora algumas atividades apresentem elementos da Interpretação Global Figural, indicando limitações dos materiais didáticos no desenvolvimento da coordenação entre registros.

Oliveira (2023) objetiva investigar as contribuições da plataforma *Desmos* para uma abordagem global e qualitativa da aprendizagem da função Afim, fundamentada na TRRS, através da aplicação de uma sequência didática para alunos do 9º ano do EF de uma escola pública do município de Remanso - BA. Por meio da Análise de Conteúdo, a autora analisa os dados coletados e obtém como resultado que o uso do recurso digital favorece a visualização e a exploração das variáveis visuais do gráfico, a compreensão das transformações entre registros e a realização de conversões nos dois sentidos, contribuindo para uma aprendizagem global e significativa da função Afim.

A tese de Cardoso (2025) configura-se como uma pesquisa de abordagem qualitativa, desenvolvida sob a perspectiva de um Estudo de Caso, articulando os pressupostos do *Lesson Study* e da TRRS com o objetivo de analisar processos formativos relacionados ao ensino do conceito de função. Os participantes da pesquisa foram professores de Matemática em contexto de formação continuada estruturada em ciclos, conforme as etapas do *Lesson Study* (planejamento colaborativo, desenvolvimento da aula, observação e reflexão). Os dados são analisados a partir de entrevistas semiestruturadas, registros em diários de campo, e gravações em áudio de todo o processo formativo. Os resultados indicam que a articulação entre o *Lesson*

Study e a TRRS favorece a reflexão docente sobre o uso e a coordenação de registros de representação, ampliando a compreensão didática do conceito de função e potencializando práticas pedagógicas mais conscientes e fundamentadas teoricamente.

Com foco na ampliação da busca por trabalhos acerca do tema em questão, buscou-se no repositório de dissertações do PROFMAT produções que empregassem o uso do Scratch e a TRRS, sem período específico (considerando o momento de desenvolvimento desta pesquisa), com foco naquelas que abordassem o conceito de função Afim. Tal repositório não apresenta busca avançada e nem a procura de mais de um termo por pesquisa, logo, pesquisou-se o termo "Scratch", encontrando 25 resultados, realizou-se uma filtragem visual na leitura dos títulos apresentados e foram selecionadas duas dissertações que abordam o conceito de função Afim:

Pucci (2019) baseia seu trabalho na teoria construcionista de Papert e da Aprendizagem significativa de Ausubel para responder o problema: "levando em consideração uma metodologia construcionista, que contribuições a linguagem de programação Scratch possibilita para a aprendizagem significativa das equações algébricas do 1º grau?". A pesquisa acontece com estudantes do 8º ano do EF de uma escola estadual do município de Lages-SC, na qual a autora aplicou um pré-teste seguido de intervenção com o Scratch e pós-teste. A autora verifica que a maior dificuldade dos estudantes a respeito das equações do 1º grau é interpretar o problema e converter a representação em língua natural para a linguagem algébrica. Nesse sentido, o uso do programa tornou o ambiente de aprendizagem dessas equações mais divertido, curioso e criativo, estimulando o interesse em aprender estes conceitos.

A dissertação de Riboldi (2019) consiste em uma pesquisa-ação com abordagem quali-quantitativa realizada com estudantes do 9º ano do EF, na qual o próprio professor titular é o pesquisador. Para desenvolver a pesquisa a autora utiliza questionários antes e após a intervenção didática na turma sobre o conceito de função e programação no Scratch e a análise se dá por meio da teoria de Aprendizagem significativa e tratamento estatístico. As conclusões indicam que o uso da linguagem de programação Scratch contribuiu para a aprendizagem do conceito de funções, ao instigar a curiosidade e o interesse dos alunos, estimulando uma mudança de comportamento da turma perante as aulas, que resultou em avanço na aprendizagem da turma que apresentava defasagem. Além disso, o uso do recurso tecnológico nas aulas promoveu a associação da tecnologia com a matemática e dos problemas cotidianos com o conceito de função.

No mesmo repositório, foi pesquisado o termo "Representação semiótica" e encontraram-se dez trabalhos. Sob a mesma ótica dos dois anteriores, selecionou-se o seguinte trabalho:

Gomes (2022) analisou livros didáticos do primeiro ano do EM a respeito do conteúdo de funções Afim, Quadrática, Exponencial e Logarítmica sob a luz da TRRS. O autor tem como conclusão que é mais proveitoso utilizar na introdução de um conceito apenas uma situação inicial que abrangesse todas as representações do objeto estudado. Além disso, a conversão de registros é uma operação cognitiva cobrada em avaliações externas, como Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará (SPAECE), bem como é bastante explorada em questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

O Quadro 1 resume os trabalhos aqui apresentados, indica o programa de Pós-Graduação, instituição no qual foi desenvolvido e o respectivo repositório que foi encontrado.

Quadro 1 – Trabalhos encontrados e seus respectivos repositórios

Título	**Programa De Pós-Graduação**	**Instituição**	**Repositório**
A aprendizagem da função afim por meio de uma abordagem qualitativa e global com uso da plataforma *desmos*	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática	Universidade Estadual de Ponta Grossa	BDTD
A linguagem de programação Scratch e o ensino de funções: uma possibilidade	Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional - PROFMAT	Universidade Federal da Fronteira Sul	PROFMAT
A programação de computadores e a função afim: um estudo sobre a representação e a compreensão de invariantes operatórios	Programa de Pós-Graduação em Educação	Universidade de Passo Fundo	BDTD
Contrato didático e registros de representação Semiótica: inter-relações no ensino da função afim no 1º ano do ensino médio	Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica	Universidade Federal de Pernambuco	BDTD
Conversão entre os registros de representação gráfico e algébrico da função afim: análise a partir da interpretação global de propriedades figurais	Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica	Universidade Federal de Pernambuco	BDTD
Função afim, quadrática, exponencial e logarítmica nos livros didáticos: uma análise à luz	Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT	Universidade Federal do Ceará	PROFMAT

da teoria dos registros de representações semióticas			
O estudo da função afim a partir da interpretação global de propriedades figurais: uma investigação com estudantes do Ensino Médio	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática	Universidade Estadual do Oeste Do Paraná	BDTD
O uso do Scratch para o ensino e aprendizagem de equações algébricas do primeiro grau	Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT	Universidade Federal da Fronteira Sul	PROFMAT
Programação aplicada ao ensino de função afim: Investigação baseada na Teoria dos Registros de Representação Semiótica	Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica	Universidade Federal do Espírito Santo	BDTD
Programação no auxílio da resolução de situações-problema e uma abordagem para o ensino de funções afim e quadrática.	Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”	BDTD
Reelaboração de conhecimentos por professores de Matemática no trabalho com função afim: contribuições do Lesson study e das representações semióticas	Programa de Pós-Graduação Em Educação	Universidade Estadual do Ceará	BDTD
Registros de representação semiótica da função afim em livros didáticos do 9° ano do ensino fundamental	Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica	Universidade Federal de Pernambuco	BDTD

Fonte: elaborado pelo autor

Uma das principais diferenças entre este trabalho e os trabalhos acima citados é a natureza metodológica, uma vez que os termos de busca utilizados nos repositórios tinham afinidade com o tema desta pesquisa. Dos trabalhos pesquisados que utilizam o Scratch, destaca-se a intervenção didática com alunos da Educação Básica em trabalhos como de Costa (2018), Lessa (2018), Pucci (2019) e Riboldi (2019). No entanto, dos trabalhos que não utilizam o Scratch como instrumento didático, Araújo (2021), Santos (2022) e Oliveira (2023) também empregam esta mesma metodologia, com fundamentação teórica voltada para a TRRS.

Além de aplicações com alunos da Educação Básica, os trabalhos de Amplatz (2020) e Cardoso (2025) abordam a formação docente como caminho metodológico. Silva (2022) e Gomes (2022) analisam livros didáticos e Santana (2022) opta por uma abordagem etnográfica. Todos estes trabalhos têm em comum a fundamentação na TRRS.

Portanto, esta pesquisa difere-se dos trabalhos pesquisados no que se refere ao caminho metodológico escolhido: pesquisa qualitativa de natureza teórica. Abordagens de análise de livros didáticos aproximam-se desta metodologia, mas são diferentes por se tratarem de pesquisa do tipo documental e não teórica.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 INTRODUÇÃO À PROGRAMAÇÃO SCRATCH

O Scratch[1] é uma plataforma de programação criativa que permite a pessoas em todo mundo aprender programação de maneira gratuita. Segundo o site Scratch Foundation[2] há mais de 150 milhões de usuários e já foram compartilhados mais de 1 bilhão de projetos desde 2007, nos quais crianças e jovens criam histórias interativas, jogos e animações.

A escolha do Scratch para o desenvolvimento dessa dissertação se deu pelo fato que ele permite a conversão da linguagem de programação, no registro algoritmo, para a representação gráfica, no registro gráfico. Ou seja, permite que o usuário crie simulações de situações-problema, histórias, ou até mesmo jogos, ao programar utilizando os blocos de programação e executando o algoritmo criado para que a personagem (ator[3]) realize as ações desejadas. A Figura 1 mostra a tela inicial do Scratch.

Figura 1 - Tela inicial da plataforma Scratch

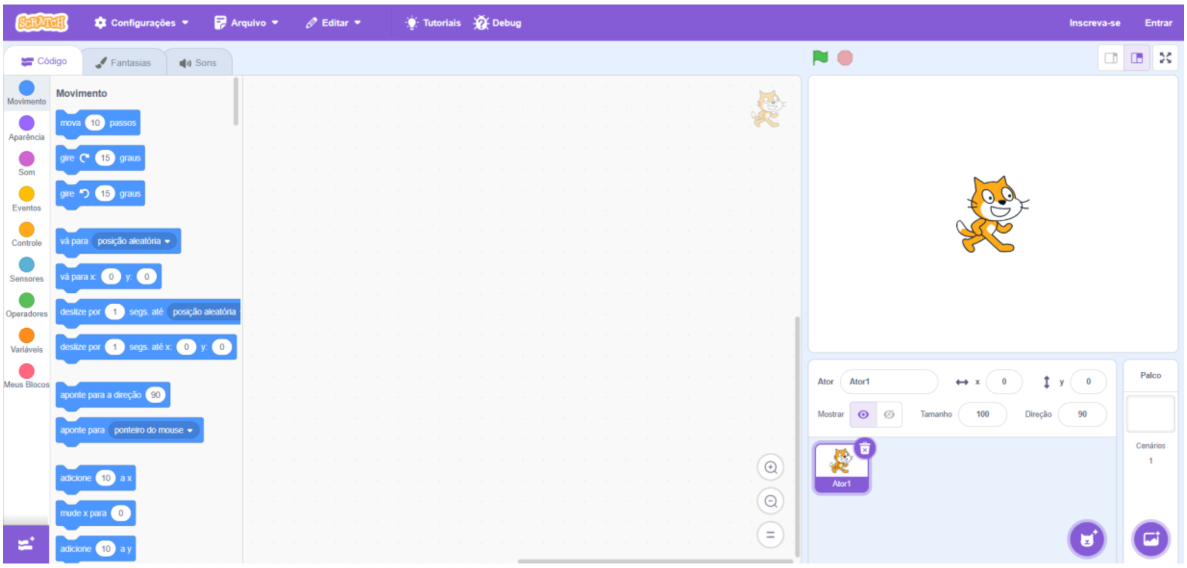
Fonte: https://scratch.mit.edu

Ao clicar em Comece a criar, o site direciona o usuário para uma nova tela, que é o ambiente de trabalho do Scratch, conforme Figura 2.

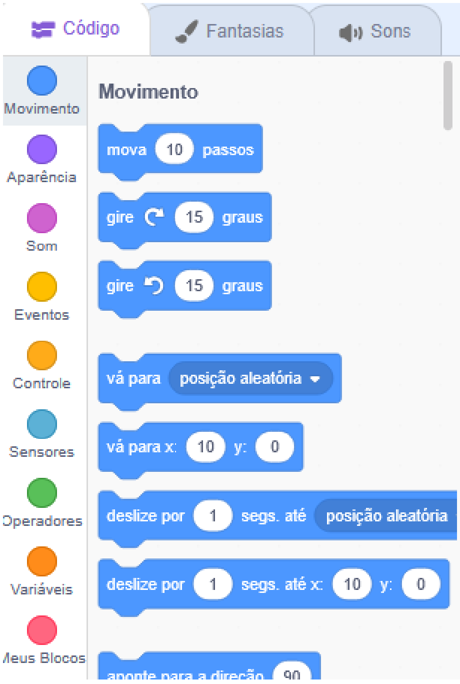
---

[1] Disponível em: scratch.mit.edu.
[2] Disponível em: https://www.scratchfoundation.org/home.
[3] No Scratch, a personagem pode ser chamada de ator ou *Sprite*. Qualquer um desses termos representam uma personagem, um objeto, ou qualquer imagem que possa ser inserida na plataforma e passível de programação. Para fins deste trabalho, adota-se o termo ator para referenciar qualquer um desses elementos.

Figura 2 - Ambiente de trabalho do aplicativo Scratch



Subfigura 2.1 – Campos do Scratch



Fonte: https://scratch.mit.edu

A Subfigura 2.1, que destaca a parte esquerda da Figura 2, exibe os campos que envolvem o desenvolvimento da programação criativa que são: Código, Fantasias e Sons.

O campo Código possui os blocos que são utilizados para a programação de um algoritmo, que se assemelham a peças de um quebra-cabeça que se encaixam de acordo com afinidades de programação. Nele os blocos são divididos em:

- Movimento: blocos que movem o ator;
- Aparência: blocos que alteram o ator ou o cenário;

- Som: blocos que executam áudios inseridos e alteram sua intensidade;
- Evento: blocos que iniciam os comandos a partir de uma ação programada ou realizada pelo usuário;
- Controle: blocos que criam condicionais, loops de repetição, controla o tempo de execução ou finaliza rotinas;
- Sensores: coleta variáveis definidas pelo usuário ou por sensores externos de luz ou som;
- Operadores: efetua operações entre valores de variáveis ou efetua operações com condicionais;
- Variáveis: cria uma variável ou altera valores de variáveis;
- Meus blocos: cria um bloco com funcionalidade do interesse do usuário.

Já nos campos Fantasia e Som, uma tela é aberta com ferramentas que altera a aparência da personagem e insere ou altera áudios, respectivamente.

Além desses campos já citados, na parte inferior da Figura 2, há também ícones que acrescentam personagens ou ferramentas, como Adicionar Extensão, Selecione um Ator e Selecionar Cenário. O Quadro 2 apresenta os ícones com suas respectivas funcionalidades.

Quadro 2 – Ícones e funcionalidades da plataforma Scratch

	Adicionar Extensão: insere ferramentas novas para programação com blocos próprios, como música, caneta, tradutor, placas de programação criativa, entre outros.
	Selecione um ator: adiciona novos atores, que são personagens e objetos passíveis de programação.
	Selecionar Cenário: insere um novo cenário.

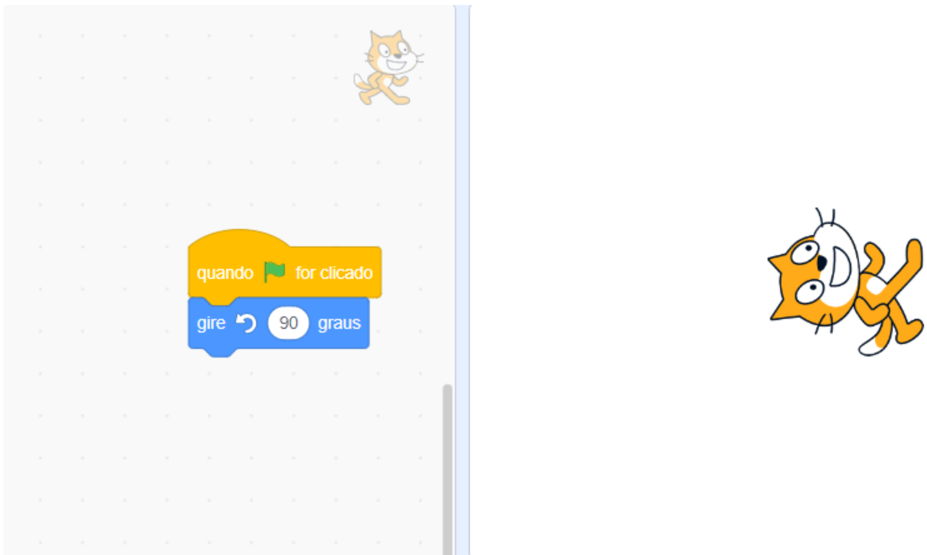
Fonte: elaborado pelo autor

A Figura 3 mostra um exemplo de algoritmo que utiliza os comandos “gire”, associado ao código Movimento, e “quando ‘bandeira verde’ for clicado”, associado ao código Eventos. Esta sequência de blocos faz o ator girar em 90° no sentido anti-horário (Subfigura 3.2).

Figura 3 - Algoritmo elaborado no ambiente de programação Scratch

Subfigura 3.1 – Posição inicial do ator Gato

Subfigura 3.2 – Movimento do ator Gato



Fonte: elaborado pelo autor

O algoritmo, que é uma sequência de comandos, provoca uma alteração na posição inicial do ator (Subfigura 3.1). Isso significa que houve uma conversão do registro algoritmo para o registro figural e essa conversão é automatizada pelo computador. Ao acrescer ou excluir blocos em um algoritmo, está se realizando tratamentos, os quais geram modificações na figura. Portanto, o aplicativo de programação em blocos Scratch possibilita a realização de operações cognitivas de tratamento e conversão de representações semióticas.

3.2 FUNÇÃO AFIM

Em Matemática, o conceito de função está intimamente ligado à ideia de relação entre grandezas. Quando se compra algum produto, como o pão francês, por exemplo, o valor que se pagará depende da quantidade, no caso o peso, do pão que vai ser levado. Nesta situação há duas grandezas que estão relacionadas: a quantidade de pão e o valor a ser pago.

O conceito de função obteve contribuições de diversos matemáticos ao longo da história, entretanto, não há um consenso de qual momento se teve sua origem (Zuffi, 2016). Mas compreende-se que foram os trabalhos de Newton e Leibniz que deram o início para uma formalização do conceito de função na Matemática, que somente em meados do século XX, por contribuições das publicações de Bourbaki, que se tem uma definição como é adotada nos dias de hoje, utilizando a Teoria de Conjuntos como base.

Flemming e Gonçalves (2007, p. 12) definem o conceito de função:

> Sejam A e B subconjuntos de ℝ. Uma função f: A→B é uma lei ou regra que a cada elemento de A faz corresponder um único elemento de B. O conjunto A é chamado domínio de f e é denotado por D(f). B é chamado de contradomínio ou campo de valores de f.
> Escrevemos: $f: A \to B$
> $x \to f(x)$
> Ou
> $A \xrightarrow{f} B$
> $x \to y = f(x)$

As autoras trazem uma definição matemática mais ampla para as relações entre grandezas denominadas funções. Para elas, a função é uma regra que associa elementos de conjuntos e essa regra tem que satisfazer uma condição específica: todos os elementos do domínio possuem correspondente no contradomínio e cada um deles possui apenas uma associação.

No caso da função Afim, ela associa números reais a números reais por intermédio da regra $f(x) = ax + b$ em que a e b são número reais e $a \neq 0$. É um tipo de função cujos domínio e contradomínio são ambos o Conjunto dos Números Reais (ℝ) e que apresenta uma parte variável, representada algebricamente pela expressão ax, e outra constante, representada pelo termo linear b.

De acordo com os valores que os coeficientes a e b assumem, a função Afim pode ter nomenclaturas diferentes:

- Se $a \neq 0$ e $b = 0$, dizemos que se trata de uma *função linear*. A função $f(x) = 2x$ é um exemplo de função linear;
- Se $a = 1$ e $b = 0$, dizemos que se trata de uma *função identidade* cuja regra de associação é dada algebricamente por $f(x) = x$. A propriedade fundamental desse tipo de função é associar um número real a si mesmo, por esse motivo recebe tal denominação.

Quanto à representação gráfica da função Afim, ou seja, quanto ao seu gráfico, Flemming e Gonçalves (2007, p. 14) definem gráfico de uma função f "o conjunto de todos os pontos $(x, f(x))$ de um plano coordenado, onde x pertence ao domínio de f". Geometricamente, o gráfico da função Afim é uma reta com inclinação para a direita, se o coeficiente angular for positivo, ou para a esquerda se o coeficiente angular for negativo.

Para demonstrar que o gráfico da função Afim é uma reta, Dante (2011) afirma que basta mostrar que três pontos pertencentes ao gráfico são colineares. Dados $P_1(x_1, ax_1 + b)$, $P_2(x_2, ax_2 + b)$ e $P_3(x_3, ax_3 + b)$ pontos do gráfico da função $f(x) = ax + b$, para mostrar que P_1, P_2 e P_3 pertencem à mesma reta é necessário e suficiente mostrar que uma das distâncias $d(P_1, P_2)$, $d(P_1, P_3)$ ou $d(P_2, P_3)$ é soma das outras duas.

Suponha, sem perda de generalidade, que $x_1 < x_2 < x_3$, logo, é preciso mostrar que:

$$d(P_1, P_3) = d(P_1, P_2) + d(P_2, P_3)$$

Aplicando a fórmula da distância entre dois pontos no plano cartesiano, tem-se:

$$\begin{aligned} d(P_1, P_3) &= \sqrt{(x_3 - x_1)^2 + [ax_3 + b - (ax_1 + b)]^2} \\ &= \sqrt{(x_3 - x_1)^2 + [a(x_3 - x_1) + b - b]^2} = \sqrt{(x_3 - x_1)^2 + a^2(x_3 - x_1)^2} \\ &= \sqrt{(1 + a^2)(x_3 - x_1)^2} = (x_3 - x_1)\sqrt{1 + a^2} \ (1) \end{aligned}$$

De maneira análoga, as distâncias $d(P_1, P_2)$ e $d(P_2, P_3)$ são, respectivamente:

$$d(P_1, P_2) = (x_2 - x_1)\sqrt{1 + a^2} \ (2)$$

$$d(P_2, P_3) = (x_3 - x_2)\sqrt{1 + a^2} \ (3)$$

Então, de (2) e (3) têm-se:

$$\begin{aligned} d(P_1, P_2) + d(P_2, P_3) &= (x_2 - x_1)\sqrt{1 + a^2} + (x_3 - x_2)\sqrt{1 + a^2} \\ &= (x_2 - x_2 + x_3 - x_1)\sqrt{1 + a^2} = (x_3 - x_1)\sqrt{1 + a^2} \overset{(1)}{=} d(P_1, P_3) \end{aligned}$$

Portanto, como $d(P_1, P_3) = d(P_1, P_2) + d(P_2, P_3)$ então, P_1, P_2 e P_3 são colineares. Dessa maneira, é provado que o gráfico da função Afim é uma reta.

3.3 INTRODUÇÃO À TEORIA DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA

A aprendizagem de Matemática é um tema muito discutido em Educação Matemática. Isto porque a Matemática é uma ciência, em sua maior parte, abstrata, cujos objetos de estudo não são observáveis na natureza ou realidade. Ao partir deste pressuposto, Raymond Duval observou padrões no fazer matemático que envolvem os chamados Registros de Representação Semiótica, por facilitar o acesso aos conceitos matemáticos e permitir as operações cognitivas de tratamento e conversão.

Para Duval (2009, p. 29) "[...] não há conhecimento que não possa ser mobilizado por um sujeito sem uma atividade de representação". Isso significa que, mesmo as ciências naturais que baseiam seus métodos de pesquisa na observação e experimentação da realidade, podem não produzir conhecimento algum sem envolver alguma atividade de representação. De fato, um exemplo claro é o próprio átomo, que possui diversos modelos desenvolvidos para explicar os fenômenos físicos e químicos. No entanto, pela dificuldade em ser observado, foram necessárias diversas representações de seus componentes, seja em registro figural, esquemas ou em língua natural, para que se tenha noção de sua existência.

Dentro do conceito de representação há duas noções explicitamente opostas: representação mental e representação semiótica. Esta é composta por símbolos, signos, desenhos, esquemas, gráficos, tabelas, entre outras produções que um indivíduo possa fazer ao utilizar um sistema próprio de representações, enquanto aquela consiste em imagens mentais ou conceitos que um indivíduo pode ter de um objeto ou situação (Duval, 2012). Enquanto as representações mentais são internas a um sujeito, ou seja, não há uma possibilidade de comunicação das noções, conceitos ou interpretações do objeto que um sujeito possui para outro, as representações semióticas são externas, o que possibilita essa função de comunicação.

Por mais que as representações semióticas cumprem uma função de comunicação, esta não é a única importância dessas representações para a atividade cognitiva. Duval (2012) aponta que as representações semióticas cumprem o papel de: desenvolver representações mentais a partir do processo de interiorização, realizar a função de objetivação (expressão para si), comunicação (expressão para o outro), tratamento (transformação dentro de um mesmo registro) e produção de conhecimento.

Ainda a respeito das representações semióticas, Duval afirma que “a noção de representação semiótica pressupõe [...] a consideração de **sistemas semióticos** diferentes e uma operação cognitiva de conversão das representações de um sistema semiótico a outro” (Duval, 2004, p. 27, grifo nosso). Essa afirmação de Duval elucida a existência de sistemas de representação semiótica e a diversidade de representações que se pode ter de um mesmo objeto, uma vez que há diferentes representações em sistemas distintos e se pode realizar a conversão de uma representação de um sistema para outro.

Desse modo, há mais de uma representação para um mesmo objeto e esse não deve ser confundido com uma de suas representações. Isso acontece porque as representações semióticas realizam a tarefa de referência ao objeto, e não de sua substituição. A distinção de um objeto e sua representação é um fenômeno extremamente importante para a Matemática, pois, conforme Duval (2012, p. 270) “a distinção entre um objeto e sua representação é, portanto, um ponto estratégico para a compreensão da Matemática”. Essa distinção permite, além da formação de representações, também as outras duas atividades cognitivas ligadas à semiose: tratamento e conversão.

Quando um sistema semiótico permite as três atividades cognitivas ligadas à semiose passa a ser chamado de **registro de representação semiótica** (Duval, 2012). As supracitadas atividades cognitivas são:

Formação de uma representação identificável, que consiste em formar uma representação semiótica dentro de um registro para expressar uma representação mental ou evocar um objeto real. A elaboração de uma frase em língua natural ou uma equação em registro algébrico são exemplos desse tipo de atividade. Consiste em selecionar dados e suas relações no conteúdo a ser representado, apresenta regras de conformidade (gramática nas línguas naturais ou regras de cálculo), cuja função é assegurar a sua identificação ou reconhecimento, assim como a possibilidade de tratamento.

Tratamento de representações dentro de um registro. Trata-se da transformação de uma representação em outra dentro do próprio registro em que foi formada, obedecendo as regras de tratamento deste. A resolução de uma equação através de cálculo algébrico é um exemplo de tratamento dentro deste mesmo registro, bem como a paráfrase para as línguas naturais.

Conversão de uma representação é a transformação dessa em um registro diferente da qual foi formada, conservando parte ou todo o conteúdo da representação original (Duval, 2004). A descrição de uma imagem ou a construção de um gráfico de uma função a partir de valores em uma tabela atribuídos à variável independente e seu valor associado na variável dependente, são exemplos desta atividade cognitiva.

Portanto, as diversas representações de um mesmo objeto possibilitam realizar conversões entre elas e é isso que evidencia a diferenciação entre objeto e sua representação. Desse modo, o recurso a muitos registros e a sua coordenação produz conhecimento, pois, conforme Duval (2012, p. 282) "a compreensão (integral) de um conteúdo conceitual repousa sobre a coordenação de ao menos dois registros de representação, e esta coordenação se manifesta pela rapidez e a espontaneidade da atividade cognitiva de conversão".

A hipótese fundamental aponta que uma condição necessária para a apreensão conceitual é a coordenação de registros e que essa é estimulada através da operação de conversão de representações. Nesse sentido, é essencial que atividades de ensino estimulem a conversão sejam mais frequentes no ambiente escolar, como a **Interpretação Global Figural**, que consiste em estabelecer correspondência entre as unidades figurais em um gráfico de função e suas unidades algébricas, como os coeficientes da função Afim.

3.3.1 Interpretação Global Figural

No ensino de Matemática é comum encontrar a conversão de representações algébricas em gráficas com o uso da chamada abordagem ponto a ponto. Ela consiste em transformar valores da variável independente de funções e seus associados em pares ordenados em um sistema de eixos cartesianos graduados, então, esboçar a curva que representa essa função no registro gráfico. Para Duval (2011) essa abordagem se mostra eficaz quando se traça o gráfico de funções do primeiro e segundo grau, ou ainda quando se quer encontrar pontos em particular, como as intersecções com os eixos ou o ponto de máximo ou mínimo.

Entretanto, quando se trata do processo inverso, ou seja, converter uma representação gráfica em representação algébrica de uma equação (ou função) se encontram obstáculos ao utilizar a abordagem ponto a ponto. Como aponta Duval (2011, p. 97) "a articulação entre o registro das representações gráficas e das equações parece não se estabelecer mesmo depois que os alunos tenham tido aulas sobre funções afins". Desse modo, uma abordagem mais adequada para esse tipo de conversão se faz necessária para o ensino de funções.

A abordagem da Interpretação Global Figural visa analisar a congruência entre os dois registros: algébrico e gráfico. A partir dela se busca identificar a mudança que ocorre em uma imagem a partir da variação das unidades algébricas correspondentes, assim, encontram-se unidades visuais que determinam o registro gráfico, assim como as unidades algébricas determinam o seu próprio registro, pois, conforme Duval (2011, p. 99, grifo do autor) "com esta abordagem **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**'".

Quando se trata de uma reta no plano, Duval (2011) distingue as variáveis gerais (ligadas à forma e à implantação do traçado) de variáveis particulares, sendo estas últimas fundamentais para o estudo da função Afim. As variáveis visuais particulares da reta no plano cartesiano são:

- sentido de inclinação do traçado: a linha **sobe** ou **desce** da esquerda para a direita;
- ângulos do traçado com os eixos: **partição simétrica** ou o ângulo formado com o eixo horizontal é **menor** ou é **maior** que o ângulo formado com o eixo vertical;
- posição do traçado em relação à origem do eixo vertical: o traçado passa **abaixo**, **acima** ou **pela origem** do eixo vertical.

No caso da função Afim, as unidades significativas da expressão algébrica ou simplesmente unidades algébricas significativas são o coeficiente angular e o termo linear da representação algébrica. Já as variáveis visuais são variáveis qualitativas relacionadas à representação da reta e possuem determinados valores, conforme Quadro 3.

Quadro 3 – Variáveis visuais e valores correspondentes para a reta no plano cartesiano

Variáveis visuais	**Valores das variáveis visuais**
- sentido de inclinação do traçado	• a linha **sobe** da esquerda para a direita. • a linha **desce** da esquerda para a direita. Observação: a referência esquerda/direita é o sentido normal do percurso visual de uma página escrita em caracteres latinos.
- ângulos do traçado com os eixos	• **partição simétrica** do quadrante **percorrido**. • o ângulo formado com o eixo horizontal é **menor** que o ângulo formado com o eixo vertical. • o ângulo formado com o eixo horizontal é **maior** que o ângulo formado com o eixo vertical. Observação: no caso em que o traçado não passa pela origem, basta deslocar o eixo vertical, por exemplo, até o ponto de intersecção da reta com o eixo horizontal.
- posição do traçado em relação à origem do eixo vertical	• O traçado passa **abaixo** da origem. • O traçado passa **acima** da origem. • O traçado passa **pela origem**.

Fonte: adaptado de Duval (2011)

Essas variáveis visuais relacionam-se com as unidades algébricas significativas da expressão matemática $f(x) = ax + b$, em que a é chamado coeficiente angular e b termo linear, ambos números reais e $a \neq 0$. O Quadro 4 apresenta essa relação entre os valores das variáveis visuais e as unidades simbólicas correspondentes da função Afim.

Quadro 4 - Valores e variáveis visuais para $f(x) = ax + b$ no plano cartesiano

Variáveis visuais	**Valores**	**Unidades simbólicas correspondentes**	
Sentido da inclinação	ascendente descendente	coeficiente > 0 coeficiente < 0	ausência de sinal presença de sinal -
Ângulo com os eixos	partição simétrica ângulo menor ângulo maior	coefici. variável = 1 coefici. variável < 1 coefici. variável > 1	não há coefic. escrito há coefic. escrito há coefic. escrito
Posição sobre o eixo	corta acima corta abaixo corta na origem	acresc. constante subtrai-se constante sem correção aditiva	sinal + sinal - ausência de sinal

Fonte: adaptado de Duval (2011)

Essa articulação evidencia que a passagem do gráfico para a expressão algébrica **não pode ser feita por procedimentos mecânicos**, como a leitura de pontos isolados. Ela exige uma interpretação global, baseada no reconhecimento e na integração dos valores das variáveis visuais. Segundo Duval (2011), é a abordagem de Interpretação Global Figural que permite compreender o significado da expressão algébrica como síntese das propriedades figurais do gráfico.

Neste trabalho, a Interpretação Global Figural surge na conexão entre a representação algébrica da função afim e a sua representação gráfica, com o suporte do registro algoritmo como intermediário. Ao realizar as conversões do registro algoritmo para o gráfico, evidenciam-se as variáveis visuais presentes no gráfico da função Afim, então, realizam-se as conexões esperadas conforme os Quadros 2 e 3 a partir de casos a definir na seção Metodologia.

4 METODOLOGIA

Este trabalho de pesquisa é de natureza qualitativa, pois busca-se contribuir para o estudo da função Afim por meio da plataforma Scratch, analisando a articulação entre o registro algoritmo e o registro matemático gráfico, à luz da TRRS de Raymond Duval, em especial a Interpretação Global Figural.

Os autores Bogdan e Biklen (1994, p. 16) afirmam que

> Utilizamos a expressão *investigação qualitativa* como um termo genérico que agrupa diversas estratégias de investigação que partilham determinadas características. Os dados recolhidos são designados por *qualitativos*, o que significa ricos em pormenores descritivos relativamente a pessoas, locais e conversas, e de complexo tratamento estatístico. As questões a investigar não se estabelecem mediante a operacionalização de variáveis, sendo, outrossim, formuladas com o objetivo de investigar os fenómenos em toda a sua complexidade e em contexto natural.

Assim, a pesquisa qualitativa, ou investigação qualitativa, preocupa-se com o fenômeno em toda a sua complexidade, tratando dados que vão além de variáveis que podem ser controladas e por esta razão que este trabalho se enquadra na categoria de pesquisa qualitativa.

O Scratch foi escolhido como plataforma para o desenvolvimento dessa pesquisa, pois utiliza linguagem de programação em blocos visuais que podem ser arrastados, sendo considerada uma linguagem simples para introduzir iniciantes na programação. Outro fator para a escolha é que o Scratch possibilita a articulação entre o registro algoritmo e o registro gráfico.

A abordagem de Interpretação Global Figural permite articular as unidades algébricas significativas da função Afim, presentes na linguagem de programação em blocos, com as unidades visuais gráficas desta função, presentes na representação da reta. Com base nesta abordagem, primeiramente é elaborado um algoritmo na plataforma Scratch, que representa a função Afim, contendo as unidades algébricas significativas, ou seja, contendo o coeficiente angular a e o termo linear b. Para isso, considera-se a representação algébrica da função Afim, $f(x) = ax + b$ ou $y = ax + b$, em que a, b são números reais e $a \neq 0$.

O algoritmo apresentado na Figura 4 é utilizado para representar a função Afim no registro algoritmo e ele é melhor detalhado no capítulo 5. A estrutura deste algoritmo é mantida sendo alterados apenas o valor dos coeficientes a e b que definem a função Afim no registro algébrico.

Figura 4 – Estrutura do algoritmo elaborado para representar a função Afim.

Fonte: elaborado pelo autor

Vale ressaltar que o algoritmo da Figura 4 é uma das representações da função Afim no registro algoritmo, uma vez que, por este ser um registro, é possível realizar tratamentos para obter um caso mais genérico. Como o foco deste trabalho é estudar a função Afim por meio da articulação entre registro algoritmo e gráfico, opta-se por um algoritmo mais simples ou menos genérico que a representa, cujos tratamentos podem ser feitos pelo usuário, para melhor visualização da variação das unidades algébricas correspondentes e correlação para com as variáveis visuais da representação gráfica da função Afim.

Após a elaboração do algoritmo, foram estabelecidos os seguintes casos, considerando as variações nas unidades algébricas significativas (o coeficiente angular a e o termo linear b):

I. **Caso 1: Coeficiente angular $\boldsymbol{a \neq 0}$ ($\boldsymbol{a = 1}$ e $\boldsymbol{a = -1}$) e termo linear $\boldsymbol{b = 0}$:**
- Caso 1.1: Coeficiente angular $a = 1$ e termo linear $b = 0$.
- Caso 1.2: Coeficiente angular $a = -1$ e termo linear $b = 0$.

II. **Caso 2: Coeficiente angular $\boldsymbol{a \neq 0}$ ($\boldsymbol{a > 1}$ e $\boldsymbol{a < 1}$) e termo linear $\boldsymbol{b = 0}$.**
- Caso 2.1: Coeficiente angular $a = 2$ e termo linear $b = 0$.
- Caso 2.2: Coeficiente angular $a = 0{,}5$ e termo linear $b = 0$.

III. **Caso 3: Coeficiente angular $\boldsymbol{a = 1}$ e termo linear $\boldsymbol{b \neq 0}$.**
- Caso 3.1: Coeficiente angular $a = 1$ e termo linear $b = 10$.
- Caso 3.2: Coeficiente angular $a = 1$ e termo linear $b = -10$.

Cada caso explora uma variável visual a respeito do traçado do gráfico da função Afim, conforme Duval (2011). O Caso 1 aborda a variação da variável visual posição do traçado com relação ao eixo vertical, enquanto o Caso 2 investiga os ângulos que o traçado faz com os eixos e, o Caso 3, descreve a variação da posição do traçado com relação a origem do eixo vertical.

5 ESTUDO DA FUNÇÃO AFIM NO SCRATCH POR MEIO DA INTERPRETAÇÃO GLOBAL FIGURAL

Usar a abordagem de Interpretação Global Figural para o estudo da função Afim implica em associar e articular as unidades visuais significativas da sua representação gráfica com as unidades significativas da sua representação algébrica. As unidades algébricas são os coeficientes angular e termo linear, enquanto que as unidades visuais gráficas são o sentido da inclinação do traçado, o ângulo do traçado com os eixos e a posição do traçado em relação à origem do eixo vertical, conforme já apresentado na seção 3.3.1.

Neste trabalho, para usar a abordagem de Interpretação Global Figural, que originalmente considera os registros algébrico e gráfico, fez-se uma adaptação do registro algébrico para com o registro algoritmo. Isso porque a linguagem algorítmica, bem como a programação em blocos, é formada por comandos escritos em língua natural e também pela língua formal (algébrica). Desta forma, a função Afim fica determinada por suas diferentes representações: no registro gráfico, pela representação da reta em que se observam as variáveis visuais; e no registro algoritmo pela representação da programação em blocos com as unidades algébricas significativas. Deste modo, a abordagem é válida, pois continua-se tratando das unidades visuais e das unidades algébricas.

Na Figura 5 é apresentado o algoritmo que representa a função $f(x) = x$ no registro algoritmo, ao definir os valores do coeficiente angular $a = 1$ e do termo linear $b = 0$, que será o primeiro caso a ser analisado por este trabalho.

Figura 5 – Algoritmo que representa a função $f(x) = x$

Fonte: elaborado pelo autor

São detalhadas as funcionalidades dos comandos e ferramentas usados, para então analisar os três casos descritos na metodologia sobre as unidades algébricas significativas. Os comandos ou ferramentas, assim como sua função, utilizados na construção desse algoritmo são:

- "quando este ator for clicado": executa o algoritmo assim que houver um clique do mouse em cima do ator;
- Caneta: ferramenta que permite desenhar no cenário Scratch. Os comandos utilizados foram "apague tudo", que apaga todo o traçado realizado pela caneta para iniciar um novo, "levante a caneta", que encerra o uso da caneta para que esta não realize desenhos indesejados no cenário, e "use a caneta", que inicia o uso da caneta;
- Variáveis: o Scratch permite a criação de variáveis para atribuir valores através do comando "mude". No caso deste algoritmo, atribui os valores para as variáveis $a = 1$ e $b = 0$, que são os coeficientes da função Afim, no entanto, podem ser alterados esses valores conforme a necessidade ou intenção do usuário;
- "vá para": posiciona o ator em um ponto específico do cenário utilizando coordenadas cartesianas. O comando é utilizado duas vezes, uma para posicionar o ator no ponto (0, b) que será onde o traçado do gráfico começará e, para posicionar o ator em (100, $a \cdot 100 + b$) que vai ser onde o traçado terminará. Tanto o ponto inicial quanto o ponto final podem ser alterados conforme a compreensão do usuário. Para fins desse trabalho, sugere-se que o ponto (0, b) seja o início do traçado por este ser a intersecção da representação gráfica da função Afim com o eixo das ordenadas, enquanto o final fica a critério de cada usuário. Como a escala do Scratch é grande, de 100 em 100, utilizam-se valores como 50 e 100 para melhor observar a distinção dos traçados dos gráficos em cada caso estudado na próxima seção.

Partindo de tratamentos realizados no algoritmo da Figura 5 e, usando a Interpretação Global Figural, é feita a articulação entre as unidades visuais da representação obtida pela conversão para o registro gráfico com as unidades algébricas significativas no registro algoritmo. Em síntese, é analisado o que acontece com as variáveis visuais quando são alteradas as unidades algébricas significativas (o coeficiente angular a e o termo linear b) que estão presentes na programação em blocos, de acordo com os casos já definidos.

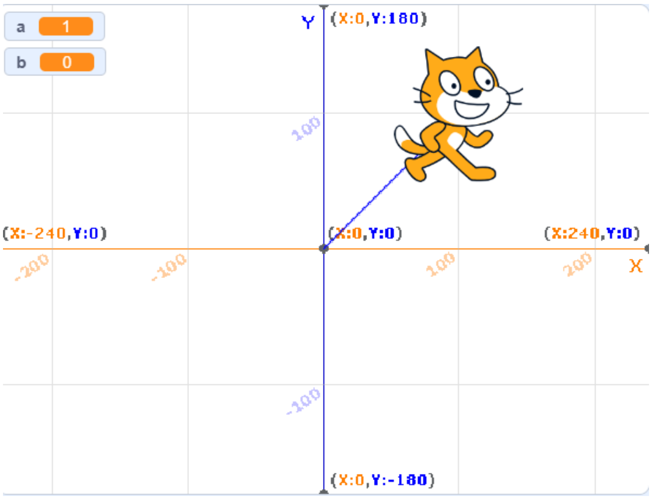
5.1 VARIANDO AS UNIDADES ALGÉBRICAS SIGNIFICATIVAS

5.1.1 Caso 1: Coeficiente angular $\boldsymbol{a \neq 0}$ ($\boldsymbol{a = 1}$ e $\boldsymbol{a = -1}$) e termo linear $\boldsymbol{b = 0}$

Caso 1.1: Coeficiente angular $a = 1$ e termo linear $b = 0$.

Para o valor do coeficiente angular 1 e termo linear nulo, ao executar o algoritmo que se encontra na Figura 5, obtém-se o traçado ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Traçado do gráfico do Caso 1.1



Fonte: elaborado pelo autor

Quando executado o algoritmo, ocorre a conversão da linguagem de programação em blocos para a representação gráfica da reta. Ao observar a Figura 5, é possível discriminar os valores das variáveis visuais do traçado da reta conforme Duval (2011):

i. sentido da inclinação do traçado: a linha **sobe** da esquerda para a direita;
ii. ângulos do traçado com os eixos: **repartição simétrica** do 1º quadrante;
iii. posição do traçado em relação à origem do eixo vertical: o traçado passa **pela origem**.

Com base nos valores das variáveis algébricas ($a = 1$ e $b = 0$) inseridos no algoritmo, chega-se à representação algébrica da função Afim $f(x) = x$.

Alterando o algoritmo, é possível esboçar o traçado de gráficos de outras funções Afim, o que possibilita a análise das variáveis visuais e sua correspondência com as variáveis algébricas, como o Caso 1.2 a seguir.

<u>Caso 1.2: Coeficiente angular $a = -1$ e termo linear $b = 0$.</u>

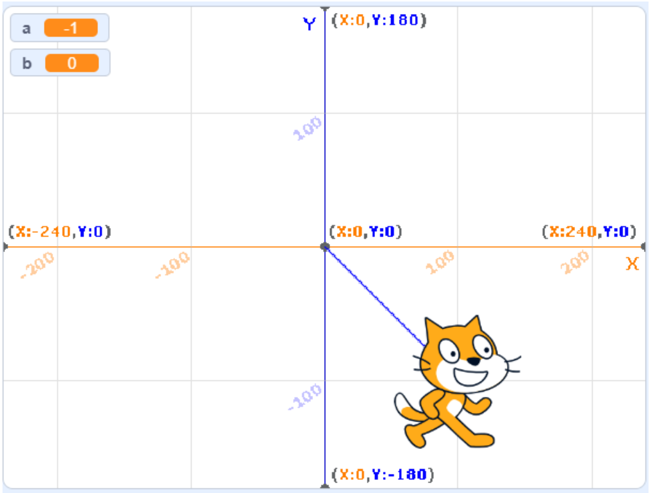
O Caso 1.2 propõe a inversão do sinal do valor do coeficiente angular e mantém o valor do termo linear, como é visualizado na Figura 7.

Figura 7 – Algoritmo adaptado para o Caso 1.2

Fonte: elaborado pelo auto

Apenas é trocado o valor da variável $a = 1$ para $a = -1$, mantendo os demais comandos e variáveis como estava no algoritmo para o Caso 1.1. Quando executado o algoritmo, o esboço do traçado aparece no cenário do Scratch, conforme a Figura 8.

Figura 8 – Traçado do gráfico da função $f(x) = -x$



Fonte: elaborado pelo autor

O gráfico desta função difere da representação gráfica da função no Caso 1.1 em uma única variável visual: sentido da inclinação. No caso 1.2, a linha **desce** da esquerda para a direita, enquanto no Caso 1.1 ela **sobe**. Assim, o usuário consegue distinguir uma das influências que o coeficiente a produz no traçado do gráfico da função Afim: alterar o sentido do traçado com a inversão do seu sinal. O Quadro 5 apresenta os valores das variáveis visuais nos Casos 1.1 e 1.2.

Quadro 5 – Valores das variáveis visuais nos Casos 1.1 e 1.2

Variáveis visuais	**Caso 1.1**	**Caso 1.2**
Sentido da inclinação	a linha **sobe** da esquerda para a direita.	a linha **desce** da esquerda para a direita.
Ângulos do traçado com os eixos	**repartição simétrica** do quadrante percorrido.	**repartição simétrica** do quadrante percorrido.
Posição do traçado em relação à origem do eixo vertical	o traçado passa **pela origem.**	o traçado passa **pela origem.**

Fonte: elaborado pelo autor

Portanto, ao analisar ambos os casos, é possível concluir que o coeficiente a altera uma variável visual no traçado do gráfico da função Afim. Entretanto, o coeficiente a altera outra variável visual importante no traçado do gráfico, que vai ser melhor abordada com o Caso 2.

5.1.2 Caso 2: Coeficiente angular $a \neq 0$ ($a > 1$ e $a < 1$) e termo linear $b = 0$

Caso 2.1: Coeficiente angular $a = 2$ e termo linear $b = 0$.

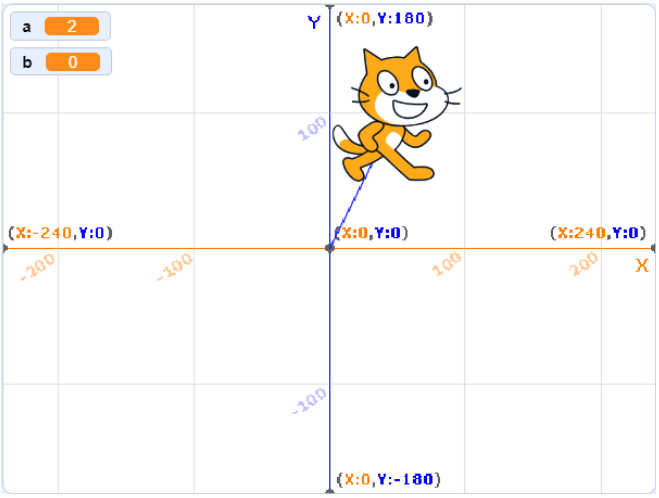
Neste caso, o valor do coeficiente angular é alterado para $a = 2$ e o ponto de término do traçado do gráfico, que passa a ser $(50, a \cdot 50 + b)$, enquanto os demais comandos do algoritmo se mantêm. A figura 9 mostra o algoritmo em questão.

Figura 9 – Algoritmo utilizado para o Caso 2.1

Fonte: elaborado pelo autor

O motivo da troca do ponto de término do gráfico no Caso 2.1 deve-se ao fato de manter o ator no cenário Scratch, pois se o gráfico terminar em $(100, a \cdot 100 + b)$, ele não permaneceria. O resultado no registro gráfico de tal caso encontra-se na Figura 10.

Figura 10 – Traçado do gráfico da função $f(x) = 2x$



Fonte: elaborado pelo autor

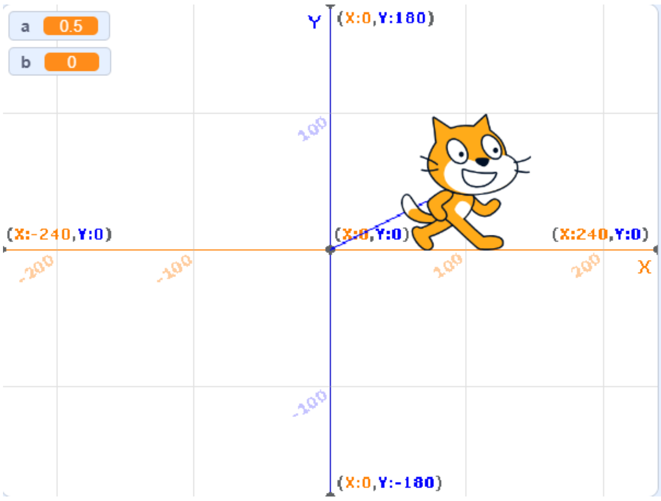
Em comparação com o Caso 1.1, uma variável visual sofre alteração: ângulos do traçado com os eixos. No Caso 2 o ângulo formado com o eixo horizontal **é maior que** o ângulo formado com o eixo vertical, enquanto que no Caso 1 a repartição é simétrica. Com os valores das variáveis algébricas $a = 2$ e $b = 0$ a representação algébrica da função Afim é $f(x) = 2x$.

Para comparar com o Caso 1.2, o caso mais geral é para $|a| > 1$, logo, há a necessidade de análise de mais casos para chegar a uma conclusão.

<u>Caso 2.2: Coeficiente angular $a = 0{,}5$ e termo linear $b = 0$.</u>

Neste caso, o coeficiente angular escolhido deve ser positivo e menor que 1. Tomando $a = 0{,}5$; a Figura 11 mostra o traçado resultante.

Figura 11 – Traçado do gráfico da função $f(x) = 0{,}5x$



Fonte: elaborado pelo autor

Diferente do Caso 2.1 o ângulo formado com o eixo horizontal **é menor que** o ângulo formado com o eixo vertical e a representação algébrica da função Afim é $f(x) = 0{,}5x$. Assim, o Quadro 6 resume os valores das variáveis visuais nos Casos 1.1, 2.1 e 2.2.

Quadro 6 – Valores das variáveis visuais nos Casos 1.1, 2.1 e 2.2

Variáveis visuais	**Caso 1.1**	**Caso 2.1**	**Caso 2.2**
Sentido da inclinação	a linha **sobe** da esquerda para a direita.	a linha **sobe** da esquerda para a direita.	a linha **sobe** da esquerda para a direita.
Ângulos do traçado com os eixos	**repartição simétrica** do quadrante percorrido.	o ângulo formado com o eixo horizontal **é maior que** o ângulo formado com o eixo vertical.	o ângulo formado com o eixo horizontal **é menor que** o ângulo formado com o eixo vertical.
Posição do traçado em relação à origem do eixo vertical	o traçado passa **pela origem.**	o traçado passa **pela origem.**	o traçado passa **pela origem.**

Fonte: elaborado pelo autor

Os Casos 1.1, 2.1 e 2.2 dão conta de mostrar a variação da variável visual ângulos do traçado com os eixos, entretanto, assim como no Caso 2.1, o Caso 2.2 precisa ser discutido com mais casos do tipo $0 < |a| < 1$ para se ter conclusões mais precisas.

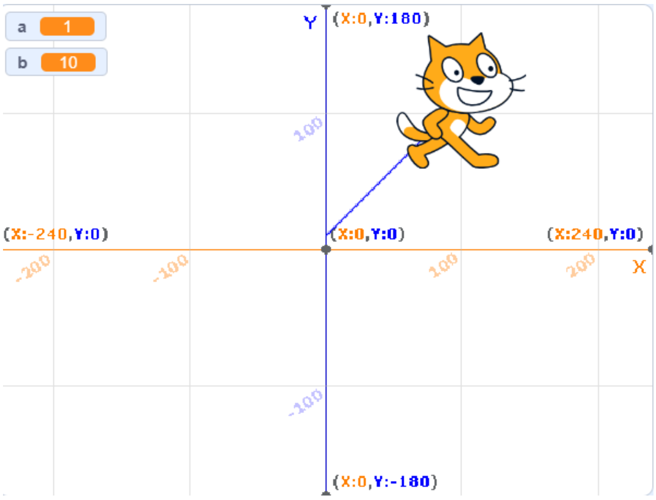
Os casos estudados até então demonstram que, modificando o valor de uma variável algébrica (coeficiente angular) e fixar outra (coeficiente linear), é possível analisar e concluir sobre as alterações que ocorrem no registro gráfico de maneira dinâmica e automatizada pelo uso do Scratch, o que contribui para a apreensão conceitual, em conformidade com a hipótese de Duval.

5.1.3 Caso 3: Coeficiente angular $a = 1$ e termo linear $b \neq 0$.

Caso 3.1: Coeficiente angular $a = 1$ e termo linear $b = 10$.

Para dar conta da terceira variável visual: posição do traçado em relação à origem do eixo vertical, foi fixado o valor do coeficiente angular $a = 1$ e, a princípio, analisado o caso $b > 0$. Como a escala que o Scratch utiliza é grande, um valor que permite fazer a distinção da última variável visual é $b = 10$, como mostra a Figura 12.

Figura 12 – Traçado do gráfico da função $f(x) = x + 10$



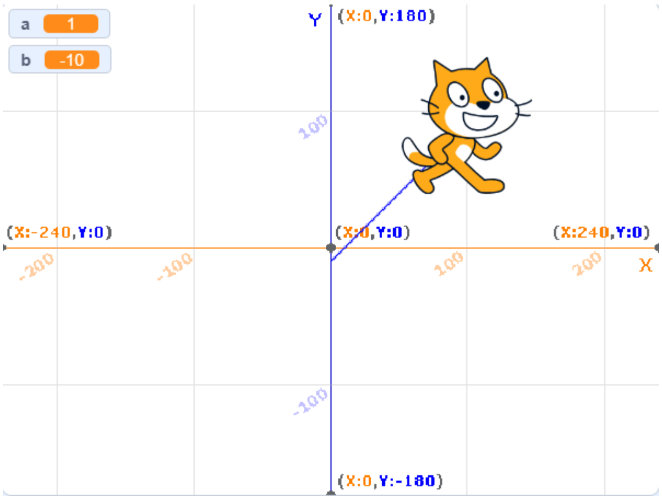
Fonte: elaborado pelo autor

Na Figura 11, quando o valor de b é positivo, o traçado do gráfico da função Afim passa **acima** da origem do eixo vertical. Esse padrão se repete para valores maiores que 10, que podem ser explorados pelo algoritmo. Com a atribuição dos valores $a = 1$ e $b = 10$, a representação algébrica é da função Afim é $f(x) = x + 10$.

<u>Caso 3.2: Coeficiente angular $a = 1$ e termo linear $b = -10$.</u>

O Caso 3.2 vai considerar um valor negativo para o termo linear. Como já mencionado que a escala do Scratch é grande, nesse caso é escolhido o valor $b = -10$, cuja representação no registro gráfico é retratada na Figura 13.

Figura 13 – Traçado do gráfico da função $f(x) = x - 10$



Fonte: elaborado pelo autor

A Figura 13 mostra que o valor da variável visual posição do traçado em relação à origem do eixo vertical é: o traçado passa **abaixo** da origem. A representação algébrica da função Afim é $f(x) = x - 10$.

O Quadro 7 resume o valor das variáveis visuais nos casos 3.1 e 3.2.

Quadro 7 – Valores das variáveis visuais nos casos 3.1 e 3.2

Variáveis visuais	**Caso 3.1**	**Caso 3.2**
Sentido da inclinação	a linha **sobe** da esquerda para a direita.	a linha **sobe** da esquerda para a direita.
Ângulos do traçado com os eixos	**repartição simétrica** do quadrante percorrido.	**repartição simétrica** do quadrante percorrido.
Posição do traçado em relação à origem do eixo vertical	o traçado passa **acima** da origem.	o traçado passa **abaixo** da origem.

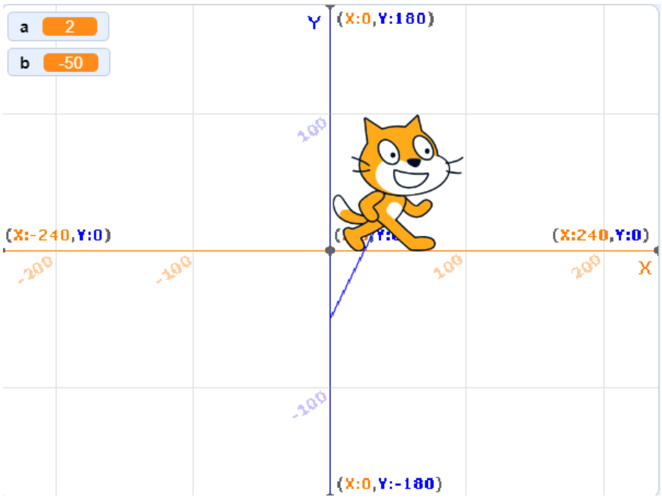
Fonte: elaborado pelo autor

Portanto, os casos 3.1 e 3.2 conseguem explicar a influência que o coeficiente linear possui no traçado do gráfico da função Afim ao demonstrar a variação do valor da variável visual posição do traçado em relação à origem do eixo vertical.

5.1.4 Variação das unidades algébricas simultaneamente

Analisados os três casos para as unidades algébricas, é importante considerar situações que mesclam estes casos. Para exemplificar, considere o Caso 2.1 (coeficiente angular maior que 1) e o Caso 3.2 (termo linear negativo) sendo $a = 2$ e $b = -50$. O gráfico desta situação é mostrado na Figura 14.

Figura 14 – Traçado do gráfico da função $f(x) = 2x - 50$



Fonte: elaborado pelo autor

Ao variar ambas as unidades algébricas simultaneamente, o resultado é uma mescla dos valores das variáveis visuais em ambos os casos: ângulo formado com o eixo horizontal **é maior que** o ângulo formado com o eixo vertical e traçado passa **abaixo** do eixo vertical. A representação algébrica da função em questão é $f(x) = 2x - 50$.

Além dessa variação das unidades algébricas, há outras que são possíveis de ser efetuadas com o algoritmo desenvolvido que possuem outras mesclas de valores das variáveis visuais no registro gráfico. Essas variações devem ser estimuladas em atividades de ensino, pois coloca o educando em situações cada vez mais complexas e o permite tomar conclusões por si próprio e, assim, compreender melhor o conceito de função Afim.

Para uma melhor visualização das mesclas que podem ser realizadas com a alteração dos valores das unidades algébricas correspondentes da função Afim, o Quadro 8 apresenta um resumo dos 3 casos analisados em relação aos seus respectivos subcasos.

Quadro 8 – Valores das variáveis visuais nos Casos 1.1, 1.2. 2.1, 2.2, 3.1 e 3.2

Variáveis visuais	**Caso 1.1**	**Caso 1.2**	**Caso 2.1**	**Caso 2.2**	**Caso 3.1**	**Caso 3.2**
	$a = 1$ e $b = 0$	$a = -1$ e $b = 0$	$a > 1$ e $b = 0$	$a < 1$ e $b = 0$	$a = 1$ e $b > 0$	$a = 1$ e $b < 0$
Sentido da inclinação	a linha **sobe** da esquerda para a direita.	a linha **desce** da esquerda para a direita.	a linha **sobe** da esquerda para a direita.	a linha **desce** da direita para a esquerda.	a linha **sobe** da esquerda para a direita.	a linha **sobe** da esquerda para a direita.
Ângulos do traçado com os eixos	**repartição simétrica** do quadrante percorrido.	**repartição simétrica** do quadrante percorrido.	o ângulo formado com o eixo horizontal **é maior que** o ângulo formado com o eixo vertical.	o ângulo formado com o eixo horizontal **é menor que** o ângulo formado com o eixo vertical.	**repartição simétrica** do quadrante percorrido.	**repartição simétrica** do quadrante percorrido.
Posição do traçado em relação à origem do eixo vertical	o traçado passa **pela origem.**	o traçado passa **pela origem.**	o traçado passa **pela origem.**	o traçado passa **pela origem.**	o traçado passa **acima** da origem**.**	o traçado passa **abaixo** da origem**.**

Fonte: elaborado pelo autor

O Quadro 8 apresenta a síntese do estudo da função Afim, generalizando-o, ou seja, mostra o que acontece com o gráfico quando são atribuídos quaisquer outros valores para o coeficiente angular e para o termo linear. Com estas variações o usuário pode ter conclusões próprias sobre como as variáveis visuais são alteradas a partir da variação das unidades algébricas significativas.

Para os respectivos valores das variáveis visuais, encontra-se os seguintes casos:

1. Sentido da inclinação:
    a) **Sobe:** Caso 1.1, Caso 2.1, Caso 2.2, Caso 3.1 e Caso 3.2;
    b) **Desce:** Caso 1.2.
2. Ângulos do traçado com os eixos:
    a) **Repartição simétrica:** Caso 1.1, Caso 1.2, Caso 3.1 e Caso 3.2;
    b) **Ângulo formado com o eixo horizontal maior:** Caso 2.1;
    c) **Ângulo formado com o eixo horizontal menor:** Caso 2.2.
3. Posição do traçado em relação à origem:
    a) **Passa pela origem:** Caso 1.1, Caso 1.2, Caso 2.1 e Caso 2.2;
    b) **Acima:** Caso 3.1;
    c) **Abaixo:** Caso 3.2.

Há predominância dos valores das variáveis visuais: o traçado sobe para a inclinação, ocorre uma repartição simétrica do quadrante para os ângulos e, o traçado passa pela origem a respeito da sua posição, reforça-se a sugestão de mesclar os casos para se obter resultados diferentes dos já mencionados. É somente com a interação com vários casos que o usuário pode estudar a função Afim com mais propriedade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não é recente que as tecnologias digitais se encontram no cotidiano das pessoas. Os indivíduos dessas últimas gerações, desde o nascimento, já têm contato com tais tecnologias e isso os torna o que se chama de nativos digitais. Entretanto, esse contato não é suficiente para que o uso de aparelhos celulares, computadores, tablets ou afins seja criativo ou crítico. É nesse sentido que a BNCC, documento norteador da Educação Básica no Brasil, aponta para o desenvolvimento de competências e habilidades que englobam as tecnologias digitais. O documento aponta para a existência de três dimensões das tecnologias digitais na educação: mundo digital, cultura digital e PC.

O documento complementar à BNCC, que trata de habilidades e competências da Computação na Educação Básica, aponta o uso de tecnologias digitais para construir conhecimento. As habilidades EM13CO11: “criar e explorar modelos computacionais simples para simular e fazer previsões, identificando sua importância no desenvolvimento científico” (Brasil, 2022, p.64) e EF09CO02: “construir soluções computacionais de problemas de diferentes áreas do conhecimento, de forma individual e colaborativa, selecionando as estruturas de dados e técnicas adequadas, aperfeiçoando e articulando saberes escolares” (Brasil, 2022, p. 52) são evidências desse fato.

E é nesse sentido que este trabalho utilizou tecnologia digital, por meio da plataforma Scratch, com intuito de contribuir para a construção de conhecimentos matemáticos. Além disso, está indicada a correlação entre programação e registros de representação semiótica na habilidade EM13CO13: “analisar e utilizar as diferentes formas de representação e consulta a dados em formato digital para pesquisas científicas” (Brasil, 2022, p. 66). Dessa forma, o documento relata a possibilidade de abordar uma diversidade de representações em formato digital, seja para análise de dados, construção de conhecimento ou para o desenvolvimento de pesquisas científicas. Assim, a Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Duval é essencial para que se possa promover esta habilidade, pois trata da mobilização dos registros de representação semiótica e sua importância para o ensino e a aprendizagem da Matemática.

Com base nas habilidades acima, este trabalho buscou verificar como a função Afim pode ser explorada no Scratch a partir da articulação entre o registro algoritmo e o registro gráfico, fundamentando-se na Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Duval. Para isso, foram analisadas situações de variação das unidades algébricas significativas da função Afim — coeficiente angular e termo linear — e suas correspondências com as variáveis visuais do gráfico da reta no plano cartesiano. Aqui, pode-se observar como a representação da função Afim no registro gráfico se relaciona com a sua representação no registro algoritmo.

A análise das atividades mostra que o Scratch é um ambiente proveitoso para o estudo da função Afim, pois possibilita a visualização dinâmica e imediata das transformações gráficas decorrentes da alteração dos parâmetros algébricos convertidos no registro algoritmo. Essa característica favorece a articulação entre os registros algoritmo e gráfico e permite que o estudante compreenda a função Afim não apenas de forma procedimental, mas também conceitual, ao reconhecer como as unidades algébricas se manifestam globalmente no traçado da reta. Também vale ressaltar que o Scratch permite ao estudante assumir um papel ativo na construção do conhecimento, testando hipóteses, realizando tratamentos no registro algorítmico e observando, por conversão, os efeitos dessas ações no registro gráfico.

A proposta da Interpretação Global Figural rompe com a abordagem ponto a ponto, frequentemente predominante no ensino de funções, e traz uma perspectiva analítica mais poderosa para o ensino desses objetos de conhecimento. Ao explorar variáveis visuais como o sentido de inclinação, os ângulos formados com os eixos e a posição do traçado em relação à origem, é possível estabelecer correspondências diretas com o sinal e o valor do coeficiente angular, bem como o valor do termo linear da função. Essa articulação contribui para uma compreensão integrada do objeto matemático, em consonância com a hipótese fundamental de Duval, segundo a qual a apreensão conceitual depende da coordenação de, no mínimo, dois registros de representação.

Apesar dos dados analisados se apresentarem em sua predominância numéricos ou gráficos, essa pesquisa se caracteriza como qualitativa, pois a interpretação e análise levam em conta aspectos mais complexos que um simples resultado de equações. Por não ter havido aplicação empírica, abre a possibilidade de investigações que envolvem intervenções didáticas com estudantes da Educação Básica, assim como em formação de professores. Estudos posteriores podem aprofundar a análise das contribuições do Scratch para outros tipos de funções ou explorar de maneira sistemática o registro algoritmo como um registro de representação semiótica no ensino de Matemática.

Portanto, a articulação entre programação no Scratch e Interpretação Global Figural constitui um caminho promissor para o ensino e a aprendizagem da função Afim, pois favorecem uma compreensão global, significativa e alinhada às demandas contemporâneas da Educação Matemática.

REFERÊNCIAS

AMPLATZ, L. C. **O estudo da função afim a partir da interpretação global de propriedades figurais:** uma investigação com estudantes do Ensino Médio. 2020. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, Cascavel – PR, 2020. Disponível em: https://tede.unioeste.br/handle/tede/5152. Acesso em: 18 abr. 2025;

ARAÚJO, J. R. **Conversão entre os registros de representação gráfico e algébrico da função afim:** análise a partir da interpretação global de propriedades figurais. 2021. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CE. Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica, Recife, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/42039. Acesso em: 18 abr. 2025;

BRASIL. **Computação:** complemento à BNCC. Brasília, 2022, 75 p. Disponível em: https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images//historico/anexo_parecer_cneceb_n_2_2022_bncc_computacao.pdf. Acesso em: 05 fev. 2026;

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Brasília, 2018. 595 p. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/historico. Acesso em: 27 set. 2019;

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. Investigação qualitativa em Educação: fundamentos, métodos e técnicas. In: **Investigação qualitativa em educação**. Portugal: Porto Editora, 1994;

CARDOSO, M. B. **Reelaboração de conhecimentos por professores de Matemática no trabalho com função afim:** contribuições do Lesson study e das representações semióticas. 2025. Tese (Doutorado Acadêmico) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Educação, Curso de Doutorado Acadêmico - Programa de Pós-graduação em Educação, Fortaleza, 2025. Disponível em: https://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=118230. Acesso em: 18 abr. 2025;

COSTA, D. V. R. **Programação no auxílio da resolução de situações-problema e uma abordagem para o ensino de funções afim e quadrática**. 2018. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto, 2018. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/entities/publication/7c9377f6-8f92-4030-a2be-439c2e005073. Acesso em: 18 abr. 2025;

DANTE, L. R. **Matemática**: contexto e aplicações. São Paulo: Ática, 2011.

DUVAL, R. Gráficos e equações: a articulação de dois registros. Tradução: Méricles Thadeu Moretti. **Revemat**: revista eletrônica de educação matemática, Florianópolis, v. 6, n. 2, p. 96 - 112, 2011. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2011v6n2p96;

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, 13 dez. 2012. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2012v7n2p266;

DUVAL, R. **Semiósis e pensamento humano**: registros semióticos e aprendizagens intelectuais (fascículo 1). São Paulo, Sp: Livraria da Física, 2009;

DUVAL, R. **Semiosis y pensamiento humano:** Registros semióticos y aprendizajes intelectuales. Tradução: Myrian Vega Restrepo. 2. ed. Santiago de Cali: Colombia Universidad del Valle. Instituto de Educación y Pedagogía – Grupo de Educación Matemática, 2004. 328 p.;

FLEMMING, D. M., GONÇALVES, M. B. **Cálculo A**: funções, limite, derivação e integração. 6. ed. São Paulo: Makron Books, 2007;

GOMES, F. B. **Função afim, quadrática, exponencial e logarítmica nos livros didáticos:** uma análise à luz da teoria das representações semióticas. 2021. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Matemática, Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, Fortaleza, 2021. Disponível em: https://sca.profmat-sbm.org.br/busca_tcc_det.php?id=171055733. Acesso em: 18 abr. 2025;

LESSA, V. E. **A programação de computadores e a função afim:** um estudo sobre a representação e a compreensão de invariantes operatórios. 2018. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, Passo Fundo, 2018. Disponível em: https://repositorio.upf.br/items/7ce75d80-4160-42f7-8c67-e794d36a6961. Acesso em: 18 abr. 2025;

OLIVEIRA, E. G. **A aprendizagem da função afim por meio de uma abordagem qualitativa global com uso da plataforma *desmos***. 2023. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática - Área de Concentração: Formação de Professores e Ensino de Ciências), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2023. Disponível em: https://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/4001. Acesso em: 18 abr. 2025;

PAPERT, S. **Mindstorms:** children, computers and powerful ideas. New York: Basic Books, 1980. 230 p. Disponível em: http://worrydream.com/refs/Papert%20-%20Mindstorms%201st%20ed.pdf. Acesso em: 24 set. 2019;

PUCCI, M. O. **O uso do Scratch para o ensino e aprendizagem de equações algébricas do primeiro grau**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Programa de Pós-graduação Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, Chapecó, SC, 2019. Disponível em: https://sca.profmat-sbm.org.br/busca_tcc_det.php?id=170890745. Acesso em: 18 abr. 2025;

RIBOLDI, S. M. O. **A linguagem de programação Scratch e o ensino de funções:** uma possibilidade. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Programa de Pós-graduação Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, Chapecó, SC, 2019. Disponível em: https://sca.profmat-sbm.org.br/busca_tcc_det.php?id=170890681&id1=5024. Acesso em: 18 abr. 2025;

SANTANA, J. E. B. **Contrato didático e registros de representação Semiótica:** inter-relações no ensino da função afim no 1° ano do ensino médio. 2022. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CE. Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica, Recife, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/49494. Acesso em: 18 abr. 2025;

SANTOS, M. R. O. **Programação aplicada ao ensino de função afim**: Investigação baseada na Teoria dos Registros de Representação Semiótica. 2022. Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, São Mateus – ES, 2022. Disponível em: http://repositorio.ufes.br/handle/10/16143. Acesso em: 18 abr. 2025;

SILVA, S. A. C. S. **Registros de representação semiótica da função afim em livros didáticos do 9º ano do ensino fundamental**. 2022. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CE. Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica, Recife, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/47219. Acesso em: 18 abr. 2025;

VALENTE, J. A. Integração do pensamento computacional no currículo da Educação Básica: diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno. **E-curriculum**, São Paulo, v. 14, n. 3, p.864 - 897, set. 2016;

ZUFFI, E. M. Alguns aspectos do desenvolvimento histórico do conceito de função. **Hipátia** - Revista Brasileira de História, Educação e Matemática, Campos do Jordão - SP, v. 1, n. 1, p. 1-10, dez. 2016. Instituto Federal de São Paulo (IFSP). Disponível em: https://ojs.ifsp.edu.br/index.php/hipatia/article/download/436/75. Acesso em: 23 dez. 2025.