



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM MATEMÁTICA**

**ANA BEATRIZ PEREIRA MELO**

**SOFTWARE EDUCATIVO DESMOS: POSSIBILIDADES E  
LIMITES NO ENSINO DE FUNÇÕES NO FUNDAMENTAL II**

**JOÃO PESSOA  
2021**

ANA BEATRIZ PEREIRA MELO

## **SOFTWARE EDUCATIVO DESMOS: POSSIBILIDADES E LIMITES NO ENSINO DE FUNÇÕES NO FUNDAMENTAL II**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Matemática da Universidade Federal da Paraíba como requisito complementar para obtenção do título de Licenciatura em Matemática, sob orientação da Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rogéria Gaudencio do Rêgo.

João Pessoa  
2021

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

M528s Melo, Ana Beatriz Pereira.

Software educativo Desmos : possibilidades e limites no ensino de funções no fundamental II / Ana Beatriz Pereira Melo. - João Pessoa, 2021.

61 f. : il.

Orientação: Rogéria Gaudencio do Rêgo.

TCC (Graduação/Licenciatura em Matemática) - UFPB/CCEN.

1. Ensino de função - Software educativo Desmos. 2. Ensino-aprendizagem em matemática. I. RÊGO, Rogéria Gaudencio do. II. Título.

UFPB/CCEN

CDU 51(043.2)

ANA BEATRIZ PEREIRA MELO

## **SOFTWARE EDUCATIVO DESMOS: POSSIBILIDADES E LIMITES NO ENSINO DE FUNÇÕES NO FUNDAMENTAL II**

Trabalho de conclusão de curso submetido à Banca Examinadora designada pelo Curso de Graduação em Matemática da Universidade Federal da Paraíba como requisito para obtenção do grau de Licenciada em Matemática.

### BANCA EXAMINADORA

Assinatura: \_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rogéria Gaudencio do Rêgo  
(Orientadora)

Assinatura: \_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elisandra de Fátima Gloss de Moraes

Assinatura: \_\_\_\_\_  
Prof Dr Vinícius Martins Varela

João Pessoa, 14 de julho de 2021.



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**

**ATA Nº 4 / 2021 - CCEN-CGM (11.01.14.44)**

**Nº do Protocolo: 23074.067318/2021-67**

**João Pessoa-PB, 07 de Julho de 2021**

**ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DA DISCENTE ANA BEATRIZ PEREIRA DE MELO, MATRÍCULA 11503194, DO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA.**

Ao oitavo dia do mês de julho dois mil e vinte e um (08/07/2021), às 15:00 horas, por videoconferência via plataforma Google Meet, através do link [meet.google.com/wpf-knka-yyp](https://meet.google.com/wpf-knka-yyp), em conformidade com a portaria nº 29/GR/REITORIA de 22 de julho de 2021, que dispõe sobre a regulamentação, em caráter excepcional e temporário, das atividades da graduação da Universidade Federal da Paraíba durante o período de isolamento social imposto pela pandemia de coronavírus (covid-19), reuniram-se em caráter de solenidade pública, os membros da comissão designada para avaliar Ana Beatriz Pereira de Melo. Foram componentes da Banca Examinadora, as professoras Dra. Rogéria Gaudencio do Rego (Orientadora), Dra. Elisandra de Fátima Gloss Moraes (UFPB) e o professor Dr. Vinícius Ferreira Varella (UFPB). Dando início aos trabalhos, a Presidente da Banca, Rogéria Gaudencio do Rego, após declarar os objetivos da reunião, apresentou o candidato a quem concedeu a palavra para que dissertasse, oral e sucintamente, sobre o tema apresentado, intitulado "SOFTWARE EDUCATIVO DESMOS: POSSIBILIDADES E LIMITES NO ENSINO DE FUNÇÕES NO FUNDAMENTAL II". Após discorrer sobre o referido tema, o candidato foi arguido pelos examinadores na forma regimental. Ato contínuo passou a comissão, em caráter secreto, a proceder à avaliação e julgamento do trabalho, concluindo por atribuir-lhe a nota **10,0 (dez)** e, portanto, o conceito **Aprovada**.

João Pessoa, 08 de julho de 2021.

*(Assinado digitalmente em 09/07/2021 14:16)*  
ELISANDRA DE FÁTIMA GLOSS DE MORAES  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
Matrícula: 1737844

*(Assinado digitalmente em 09/07/2021 07:53)*  
ROGERIA GAUDENCIO DO REGO  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
Matrícula: 1126088

*(Assinado digitalmente em 09/07/2021 11:57)*  
VINICIUS MARTINS VARELLA  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
Matrícula: 2424301

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufpb.br/documentos/> informando seu número: **4**, ano: **2021**, documento(espécie): **ATA**, data de emissão: **07/07/2021** e o código de verificação: **e59a39a425**

Dedico àqueles que vêm me apoiando ao longo da vida, facilitando a minha caminhada. Em especial, meus pais, Anelmo Martinho e Maria do Carmo.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por minha vida com saúde.

Agradeço a família, em especial aos meus pais, que me forneceram todos os melhores meios possíveis para que eu pudesse chegar até aqui, que compreenderam o processo de escrita e dedicação do Trabalho de Conclusão de Curso. Sempre me fazendo seguir em frente e não desistir daquilo que almejo.

Aqueles que contribuíram para a construção do meu conhecimento, para o desenvolvimento da minha maturidade intelectual e acadêmica. Aos professores e colaboradores que me inspiraram e apoiaram durante todo processo. Ao TOP Sistema de Ensino por ter sido o berço do meu despertar profissional e o lugar que iluminou o caminho que escolhi.

Sou eternamente grata, também, a Doriedson Rodrigues por me apoiar do início ao fim dessa graduação, me emprestando inúmeros livros, me dando todo suporte necessário e sendo meu guia sempre que precisei. Esteve ao meu lado desde o primeiro dia com Cálculo I, passando pelas tristezas causadas por Análise Real e finalizando com o alívio do TCC. Obrigada, Doriedson, por ser um grande mentor na minha vida, me dando sempre coragem e certeza da profissional que me tornaria, por me fazer acreditar na Educação. Você é uma grande inspiração e jamais esquecerei o que fez por mim.

A minha orientadora, Rogéria Gaudêncio do Rêgo, por acreditar no meu potencial, por não ter desistido diante as dificuldades, apertos e oscilações. Obrigada, Professora, por ter sido a maior certeza dentro da Universidade Federal da Paraíba durante todos os 4 anos do curso de Licenciatura em Matemática no que se refere a Educação Matemática e ser humano. A minha eterna gratidão, admiração e inspiração!

DA MORTE

Um dia... pronto!..., me acabo.

Pois seja o que tem de ser.

Morrer: que me importa?... O diabo

É deixar de viver!

(Mário Quintana)

## RESUMO

O objetivo principal deste estudo foi analisar as possíveis contribuições do uso do *software* Desmos na introdução ao ensino de Funções, especificamente do 1º e 2º grau, no tocante a facilitação do trabalho com a representação gráfica do conteúdo. Hodiernamente, encontra-se um grande interesse em fazer uso de tecnologias no âmbito pedagógico enquanto recurso adicional para o ensino de conteúdos matemáticos, considerados como possíveis facilitadores no processo de construção de conhecimentos nessa área. O *software* matemático escolhido é livre e dinâmico, podendo ser utilizado em diferentes ambientes, *on-line* ou através de aplicativo para celulares e tablets, no desenvolvimento de conteúdos matemáticos de Geometria, Álgebra e Aritmética, dentre outros. A escolha do recorte no conteúdo deu-se por sua importância para a formação matemática do estudante da Educação Básica, além da sua aplicabilidade a diferentes situações do cotidiano e outras áreas do conhecimento, o que pode facilitar sua compreensão. Em nosso texto trazemos uma breve discussão sobre a utilização de novas tecnologias no ensino da Matemática, abrangendo as mudanças provocadas por esse fenômeno, bem como sobre o *software* educativo - definição, tipos, classificações e avaliação. Analisamos suas potencialidades para a introdução ao ensino de Funções, no 9º Ano do Ensino Fundamental, por meio de exemplos e sugestões de uso. Concluímos que o Desmos atende às categorias de análise relativas aos aplicativos educativos, embora seja importante que a qualidade do uso de um *software* esta diretamente associada ao planejamento, definição de objetivos e organização de atividades que o utilizem como suporte. Além disso, é fundamental que o professor conheça o recurso para poder identificar os momentos didáticos em que melhor se aplica seu uso.

**Palavras-chave:** *Software* educativo; Desmos; Ensino de função.

## ABSTRACT

The main objective of this study was to analyze the possible contributions of the use of the Desmos software in the introduction to the teaching of Functions, specifically in the 1st and 2nd grade, regarding the facilitation of work with the graphical representation of the content. Nowadays, there is a great interest in making use of technologies in the pedagogical scope as an additional resource for the teaching of mathematical contents, considered as possible facilitators in the process of knowledge construction in this area. The chosen mathematical *software* is free and dynamic, and can be used in different environments, online or through an application for mobile phones and tablets, in the development of mathematical content in Geometry, Algebra and Arithmetic, among others. The choice of content cutout was due to its importance for the mathematical formation of Basic Education students, in addition to its applicability to different everyday situations and other areas of knowledge, which can facilitate their understanding. In our text we bring a brief discussion about the use of new technologies in the teaching of Mathematics, covering the changes caused by this phenomenon, as well as about the educational software - definition, types, classifications and evaluation. We analyzed its potential for introducing the teaching of Functions, in the 9th year of Elementary School, through examples and suggestions for use. We conclude that Desmos meets the analysis categories related to educational applications, although it is important that the quality of the use of a software is directly associated with the planning, definition of objectives and organization of activities that use it as support. In addition, it is essential that the teacher knows the resource to be able to identify the didactic moments in which its use is best applied.

**Keywords:** Educational software; Desmos; Function teaching.

## LISTA DE IMAGENS

<b>FIGURA 1:</b> TELA INICIAL DO SOFTWARE DESMOS.....	35
<b>FIGURA 2:</b> REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DISPONÍVEL NO DESMOS.....	36
<b>FIGURA 3:</b> FUNÇÃO QUADRÁTICA E UMA RETA TANGENTE.....	37
<b>FIGURA 4:</b> FIGURA CRIADA A PARTIR DE DIFERENTES FUNÇÕES DO DESMOS.....	38
<b>FIGURA 5:</b> CASINHA CONSTRUÍDA UTILIZANDO RETAS E UM PONTO.....	43
<b>FIGURA 6:</b> UTILIZAÇÃO DO CONTROLE DESLIZANTE NA FUNÇÃO QUADRÁTICA.....	44
<b>FIGURA 7:</b> REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE DUAS FUNÇÕES QUADRÁTICAS NO MESMO PAR DE EIXOS CARTESIANOS.....	45
<b>FIGURA 8:</b> REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA SOLUÇÃO DO ITEM A E B DO PROBLEMA (RESTRIÇÕES FEITAS MANUALMENTE).....	46
<b>FIGURA 9:</b> CONFIGURAÇÕES PARA ALTERAÇÃO DA ESCALA DOS EIXOS.....	47
<b>FIGURA 10:</b> REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO GRÁFICO $S(U) = 2U + 100$ UTILIZANDO OUTRA ESCALA.....	48
<b>FIGURA 11:</b> SITUAÇÃO PROBLEMA ENVOLVENDO UMA FUNÇÃO DE 2º GRAU.....	49
<b>FIGURA 12:</b> “MODO BRAILLE” ATIVADO.....	50

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO DO TEMA DE NOSSA INVESTIGAÇÃO.....</b>	<b>10</b>
1.1	JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO TEMA E OBJETIVOS.....	10
1.2	METODOLOGIA E CATEGORIAS DE ANÁLISES DA PESQUISA.....	11
1.3	ESTRUTURA DE NOSSO TEXTO.....	12
<b>2</b>	<b>O USO DE NOVAS TECNOLOGIAS NO ENSINO DE MATEMÁTICA..</b>	<b>13</b>
2.1	AS MUDANÇAS PROVOCADAS PELOS AVANÇOS TECNOLÓGICOS.....	13
2.2	RECURSOS TECNOLÓGICOS PARA O ENSINO.....	19
2.2.1	SOFTWARE EDUCATIVO: UMA DEFINIÇÃO POSSÍVEL.....	19
2.2.2	TIPOS E CLASSIFICAÇÕES DE <i>SOFTWARES</i> .....	20
2.3	AVALIAÇÃO DE SOFTWARE EDUCATIVO.....	25
<b>3</b>	<b>O SOFTWARE DESMOS NO ENSINO DE FUNÇÕES.....</b>	<b>28</b>
3.1	BREVE RECORTE HISTÓRICO SOBRE FUNÇÕES.....	28
3.2	A IMPORTÂNCIA DO CONCEITO DE FUNÇÃO PARA A FORMAÇÃO MATEMÁTICA DO ESTUDANTE.....	31
3.3	APRESENTANDO O SOFTWARE DESMOS.....	35
3.4	PESQUISAS JÁ REALIZADAS SOBRE O USO DO DESMOS EM SALA DE AULA.....	39
3.5	O ENSINO DE FUNÇÕES COM O AUXÍLIO DO SOFTWARE EDUCATIVO DESMOS.....	42
	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>52</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>54</b>

# 1. APRESENTAÇÃO DO TEMA DE NOSSA INVESTIGAÇÃO

## 1.1 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO TEMA E OBJETIVOS

Pesquisas têm surgido, no âmbito nacional e internacional, na tentativa de encontrar diferentes possibilidades de uso de inovações tecnológicas no ensino de Matemática, visando melhorar sua compreensão por estudantes de diversos níveis de escolaridade. A inserção de novas tecnologias no contexto escolar pode contribuir com a construção de oportunidades para a introdução concomitante de inovações pedagógicas no ensino de Matemática, visando reduzir os problemas no ensino da disciplina.

A utilização de Tecnologias da Comunicação e Informação (TIC) tem sido apontada como uma tendência metodológica em todas as disciplinas escolares e, em particular, na Matemática, uma vez que auxilia na compreensão dos conceitos e favorece a realização de conjecturas e generalizações. O uso de *softwares*, por exemplo, contribui na experimentação e teste de hipóteses, confronto de ideias, formulação de generalizações, troca de experiências e outras habilidades gerais.

Com as tecnologias atuais, a escola pode transformar-se em um conjunto de espaços ricos de aprendizagens significativas, presenciais e digitais, que motivem os alunos a aprender ativamente, a pesquisar o tempo todo, a serem proativos, a saber tomar iniciativas e interagir. (MORAN, 2013, p. 31)

Discutir, portanto, o uso pedagógico de recursos tecnológicos nas salas de aula de Matemática tem se tornado o foco de diversos estudos (MORAN, 2013), (MASETTO, 2013), (BEHRENS, 2013), (VALENTE, 1993), (ANTUNES; CAMBRAINHA, 2020), (ALMEIDA, 2019), (GLADCHEFF; ZUFFI, 2001), (SALGADO; TEIXEIRA, 2021), entre outros, posto que não garantem sozinhos um novo modelo educacional. Dessa forma, esta pesquisa tem como finalidade analisar um *software* educativo de Matemática no ensino de Funções, no tocante à plotagem e interpretação de gráficos, baseando-se em referenciais para sua avaliação enquanto recurso tecnológico educacional.

A escolha do tema deu-se por ser ele hoje extremamente relevante para o desenvolvimento de muitos conteúdos matemáticos da Educação Básica e que apresentam, entre os discentes, dificuldades no tocante à resolução de problemas.

Dentre eles destacamos os problemas que envolvem elementos de ordem gráfica, especificamente na interpretação e identificação de pontos notáveis.

Para isso, tomamos como guia de nossa investigação a seguinte pergunta: Quais características pedagógicas do *software* educativo Desmos podem contribuir no ensino de Função no 9º Ano do Ensino Fundamental?

Com base na questão que elaboramos, definimos como objetivo principal de nossa pesquisa analisar as possíveis contribuições do uso do *software* Desmos na introdução ao ensino de Funções, especificamente do 1º e 2º grau, no tocante a facilitação do trabalho com a representação gráfica do conteúdo. Para isso, perseguimos os seguintes Objetivos Específicos:

- Identificar as propostas apresentadas em documentos oficiais e pesquisas, relativas ao ensino de funções no 9º Ano do Ensino Fundamental II;
- Analisar as potencialidades do software Desmos quanto ao trabalho com a representação gráfica de funções do 1º e 2º graus;
- Apontar o desenvolvimento das tecnologias e as propostas de uso no ensino da Matemática.

A escolha do *software* Desmos se deu levando-se em consideração nossa familiaridade com o recurso e suas possibilidades de uso no ensino de Matemática na Educação Básica. Esse recurso facilita a construção de diferentes tipos de gráficos de distintas funções em um mesmo par de eixos, o que facilita a realização de comparações e o estabelecimento de generalizações. Além disso, consideramos relevante a apresentação amigável de sua interface, com recursos de manipulação simples mas com inúmeras possibilidades.

A intenção, enquanto pesquisadora, foi promovermos o afastamento pessoal do aplicativo, analisando-o em uma perspectiva crítica, a partir do referencial teórico adotado. Com isso, pretende-se ampliar nossa formação para a docência em Matemática e contribuir para as discussões sobre o uso de novas tecnologias no ensino da disciplina na Educação Básica.

## 1.2 METODOLOGIA E CATEGORIAS DE ANÁLISES DA PESQUISA

Nosso trabalho se deu na dimensão qualitativa, uma vez que se optou pela compreensão do ensino de Funções através de motivos e comportamentos do fenômeno, trazendo significado ao uso de recursos tecnológicos no âmbito

pedagógico. “A abordagem qualitativa permite elaborar propostas fundamentadas, oferecer explicações dos fenômenos e tomar decisões informadas para a ação educativa, contribuindo tanto para a teoria como para a prática.” (MCMILLAN; SCHUMACHER, 2005 *apud* ALVES; AZEVEDO, 2010, p. 49)

O estudo que realizamos pode ser definido, em razão dos objetivos elencados, como sendo de natureza exploratória, uma vez que envolve a ampliação do conhecimento acerca do tema, pelo pesquisador, e contribui para o estudo de fenômenos ainda não amplamente investigados. De acordo com Gil, os estudos exploratórios têm como finalidade: “[...] desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores” (GIL, 2012, p.27)

Para definirmos as categorias de análise do aplicativo que selecionamos como foco de nosso estudo, realizamos uma pesquisa bibliográfica, baseada na leitura de publicações científicas, artigos, dissertações de Mestrado (acadêmico e profissional) e teses de Doutorado disponíveis no site da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e publicações do Google Acadêmico. Além disso, utilizamos autores que tratam de Educação, Tecnologia e Neurociência. As categorias serão delimitadas após a apresentação de nosso marco teórico.

### 1.3 ESTRUTURA DE NOSSO TEXTO

Nosso texto está organizado em três Capítulos. No primeiro deles trazemos uma breve justificativa para a escolha de nosso tema; a questão que norteou nossa investigação e nossos objetivos geral e específicos, além da metodologia que adotamos.

No segundo Capítulo trazemos elementos teóricos relativos ao uso de novas tecnologias no ensino da Matemática; discutimos sobre as mudanças provocadas pelos avanços tecnológicos; e os diferentes recursos para o ensino, especificamente o *software* educativo, sua definição, seus tipos e classificações, e possíveis categorias de avaliação desse tipo de recurso.

No terceiro Capítulo fazemos um breve recorte histórico sobre o conceito de função e sua importância para a formação matemática do estudante e fazemos a apresentação do *software* Desmos, bem como sua análise, considerando as categorias definidas com base em nosso referencial teórico, de acordo com suas

ferramentas, estrutura e comandos, por meio de exemplos. Encerramos o texto com nossas Considerações finais.

## **2. O USO DE NOVAS TECNOLOGIAS NO ENSINO DE MATEMÁTICA**

### **2.1 AS MUDANÇAS PROVOCADAS PELOS AVANÇOS TECNOLÓGICOS**

O desenvolvimento da humanidade, ao longo dos séculos, tem se caracterizado pela busca de diferentes maneiras de produzir conhecimento. Com o advento das tecnologias digitais, o uso de diferentes dispositivos tecnológicos cresce e, conseqüentemente, gera diferenças no comportamento da sociedade, refletindo, portanto, nas formas como as pessoas se comunicam ou como a educação escolar acontece.

Os avanços nas tecnologias se deram a uma velocidade cada vez maior em decorrência da Revolução Industrial, também conhecida por Revolução Tecnológica, no século XVIII, na Inglaterra, quando começou a ocorrer a substituição do trabalho físico por máquinas mecanizadas que eliminaram parte da porcentagem do trabalho braçal. Esta inserção da tecnologia visava o aumento da produção e transformou a forma do trabalho a partir de então. Uma das mais importantes transformações tecnológicas desenvolvidas à época da Revolução Industrial foi a máquina a vapor, fortemente utilizada pela indústria têxtil. (FAVA, 2018)

A partir disso, as mudanças e evoluções no âmbito tecnológico continuaram a acontecer de forma cada vez mais acelerada e atingiram os dias atuais na forma de avanços produzidos com as tecnologias digitais, principalmente com o surgimento de *notebooks*, *smartphones*, *tablets*, entre outros recursos de comunicação e informação.

De acordo com Piangers e Borba (2019) A geração Y (1980 – 1995), filhos da geração X (1960 – 1980) e netos dos *babys boomers* (1940 – 1960), foi pioneira no que diz respeito a usufruir integralmente dos dispositivos tecnológicos disponíveis. Em decorrência disso, os nascidos entre 1980 e 1995 são considerados regimento globais e mais pluralizados. Em contrapartida, os jovens Y ainda foram ensinados pelos métodos tradicionais de ensino, com um modelo tradicional e longe das novas tecnologias.

Porém, ainda segundo os autores, é a geração Z (1995 – 2010) a mais subjugada pela velocidade da tecnologia, o que gera impaciência e o desejo por ter

tudo instantaneamente. Os nascidos nessa geração estão sempre conectados, sete dias na semana – fotografando, filmando, pesquisando, narrando o que fazem, onde estão e com quem estão. Nasceram rodeados por tecnologias digitais e tendem a questionar todas as ineficiências analógicas propostas pelas gerações passadas. Eles descobrem, no contexto dessas tecnologias, novas aplicações, dentro e fora da sala de aula.

Com todas as diferenças advindas nos modos de geração, organização e divulgação de conhecimento, torna-se inviável a continuidade do modelo educacional vigente, centrado no modelo tradicional de ensino, com alunos enfileirados em carteiras tendo o professor à sua frente fazendo a reprodução do livro didático, para essa geração. Para realizar as mudanças necessárias nas escolas, se faz fundamental criticá-la construtivamente, devendo olhar e conversar com a sociedade para identificar competências e habilidades que serão essenciais para a formação dos estudantes que estão hoje na Educação Básica.

A inserção do aparato tecnológico citado, como ferramenta de ensino e aprendizagem no ambiente escolar, torna-se essencial. Essa incorporação vem gerando desafios aos docentes na busca por novos e diferentes meios para desenvolver o saber, na aprendizagem compartilhada e colaborativa, obrigando-os a repensar sobre o tempo, espaço e forma de ensinar e aprender.

Nos anos de 2017 e 2018 tivemos no Brasil a consolidação de um documento que visa o estabelecimento das competências e habilidades que devem ser desenvolvidas pelos estudantes ao longo da Educação Básica, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), e que passou a ser referência para a elaboração dos currículos de todos os estados, municípios e escolas brasileiros, a partir do ano de 2018.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) traz como uma das competências gerais a serem desenvolvidas pelo estudante da Educação Básica:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2018, p. 9)

Como podemos ver pelo que está posto no texto destacado, o domínio de tecnologias digitais de informação e comunicação é essencial para as gerações atuais

e futuras e precisa ser garantido pela via da educação escolar, para todos os estudantes da Educação Básica.

Para possibilitar a materialização dessa competência, em sala de aula, precisamos de um conceito utilizado para discutir processos educativos ativos em sala de aula, conhecido por *Mobile Learning* (Aprendizado Móvel), que trata da introdução de *tablets*, *smartphones*, e outros recursos móveis, como auxiliares dos alunos na construção do conhecimento de forma rápida e precisa.

A base dos processos educativos ativos é que o estudante exerça um papel protagonista no processo de construção de seu conhecimento, abandonando a postura de sujeito meramente receptor e reproduzidor de dados e informações aos quais tem acesso por meio de aulas expositivas.

A possibilidade de realizar pesquisas de dados, gerar informações, interagir e trocar experiências em tempo real, amplia as potencialidades do processo educativo escolar, caso os recursos citados sejam incorporados ao espaço de sala de aula, de maneira eficiente. De acordo com a BNCC, uma das competências específicas da Matemática a serem desenvolvidas pelo estudante do Ensino Fundamental é:

Interagir com seus pares de forma cooperativa, trabalhando coletivamente no planejamento e desenvolvimento de pesquisas para responder a questionamentos e na busca de soluções para problemas, de modo a identificar aspectos consensuais ou não na discussão de uma determinada questão, respeitando o modo de pensar dos colegas e aprendendo com eles. (BRASIL, 2018, p. 267)

Essa interação com os pares, bem como a possibilidade de criação de formas inovadoras e criativas de resolver problemas, cuja estrutura pode ser mais próxima dos interesses dos estudantes e da realidade que existe fora dos muros da escola, pode ser ampliada com o uso de ferramentas digitais.

Para Moran (1998, p. 125), “é importante educar para a autonomia, para que cada um encontre o seu próprio ritmo de aprendizagem e, ao mesmo tempo, é importante educar para a cooperação, para aprender em grupo, para intercambiar ideias, participar de projetos e realizarem pesquisas em conjuntos”. Para que os estudantes aprendam a pensar por conta própria, é necessário ativar e produzir redes neurais associativas e isso somente será possível se forem ativos no processo de sua formação.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, p. 267) os estudantes do Ensino Fundamental precisam aprender a “[...] utilizar processos e

ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados”, sendo esta uma das competências específicas da Matemática para o nível de escolaridade citado.

Para o ensino de Matemática o uso de novas tecnologias pode proporcionar uma perspectiva inovadora de trabalho com os conteúdos da disciplina, em especial quando promove a inter-relação entre pesquisa, formação e prática, o que vale tanto para o professor quanto para o estudante. Para este último, o uso de tecnologias digitais de comunicação e informação pode proporcionar uma estruturação de conexões mais lúdicas, acessíveis e propícias ao aprendizado.

Para professores e alunos surgem, assim, diversas formas de construir conhecimento e desenvolver o raciocínio lógico, o pensamento crítico e a criatividade, considerando-se a curiosidade e motivações decorrentes da forma como os conteúdos são apresentados nas fontes de acesso a informações digitais.

Por outro lado, esse processo não se dá pelo simples fato de se ter acesso às novas tecnologias. É preciso investir na formação dos professores para seu uso racional e inteligente em sala de aula, para que não ocorram simplesmente mudanças de ambiente nos suportes usados – no lugar do Livro Didático físico da disciplina, o estudante passa a usar sua versão digital, por exemplo, mantendo-se as ações didático-metodológicas.

É incontestável o fato de que o ensino de Matemática através unicamente da memorização de fórmulas e procedimentos algébricos mecânicos não tem mais espaço na escola que precisa existir no presente, uma vez que tais procedimentos exigem poucas reflexões dos estudantes, o que os torna agentes passivos na sala de aula. Além disso, o que é memorizado pelos estudantes, em uma estrutura de ensino com essas características, não resiste ao tempo. Como afirma Pelizzari,

[Q]uando o conteúdo escolar a ser aprendido não consegue ligar-se a algo já conhecido, ocorre o que Ausubel chama de aprendizagem mecânica, ou seja, quando as novas informações são aprendidas sem interagir com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Assim, a pessoa decora fórmulas, leis, mas esquece após a avaliação. (PELIZZARI, 2002, p.38)

Para que o que o estudante aprenda seja relevante para seu desenvolvimento cognitivo, é fundamental que aquilo que ele estuda tenha relevância conceitual e

possibilite a atribuição de significado pelo estudante, não só para os conteúdos escolares, mas para o processo formativo escolar como um todo.

Mesmo antes da promulgação da Base Nacional Comum Curricular, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, divulgados no final do século passado, já sugeriam o uso da tecnologia em sala de aula, no ensino de Matemática:

[E]sse impacto da tecnologia, cujo instrumento mais relevante é hoje o computador, exigirá do ensino de matemática um redirecionamento sob uma perspectiva curricular que favoreça o desenvolvimento de habilidades e procedimentos com os quais o indivíduo possa se reconhecer e se orientar nesse mundo do conhecimento em constante movimento (BRASIL, 2000, p.41)

Incorporar o uso de recursos tecnológicos no ensino de Matemática facilitará a participação ativa dos discentes, tornará o ambiente de ensino mais adequado à nova realidade dos alunos e, com a possibilidade de visualização e aplicabilidade de conteúdos curriculares, haverá mais produção de conhecimento e com melhor qualidade.

Gotzinger e Bean afirmam que

[O] computador pode se tornar um aliado dos professores nessa busca por novas metodologias e ferramentas educacionais que possibilitem maior interação e motivação dos estudantes para o estudo dos conteúdos escolares. É notável que o computador e tantos outros equipamentos eletrônicos são utilizados frequentemente pela maioria dos estudantes para sua comunicação e divertimento. Sendo assim, por que na escola não fazer uso dessa ferramenta para ensinar as múltiplas representações das funções? (GÖTZINGER E BEAN, 2011, p.3)

Embora se refira especificamente ao ensino de funções, como exemplo, o que os autores defendem se aplica a muitos outros conteúdos matemáticos explorados na Educação Básica. O desafio reside na necessidade de mudanças na formação inicial e continuada de professores que ensinam Matemática, que precisam mudar sua estrutura, de modo a contemplar essa demanda formativa.

Ensinar fazendo uso de novas tecnologias de informação e comunicação torna-se, cada dia mais, uma necessidade mais do que um modismo, como ocorre em relação a algumas propostas educacionais que são incorporadas aos discursos, mas que pouco acontecem nas práticas da sala de aula.

No caso das novas tecnologias, entende-se que não há retorno. Não deixaremos de usar computadores ou outros recursos de mesma natureza nos mais

diversos campos de atuação, porque as escolas não estão preparando seus estudantes para isso. A escola precisa prepará-los não apenas para processar o conhecimento que é produzido por outras pessoas, mas para que eles possam ser capazes de também produzir conhecimento, mas dentro de uma lógica centrada na criticidade e no compromisso com a construção de uma sociedade mais justa e igual para todos.

Hoje o acesso aos recursos tecnológicos tem se mostrado desigual e essa desigualdade pode ampliar a ausência de oportunidades para os estudantes que frequentam escolas que não os prepararem para lidar com um mundo em constante processo de transformação, ocorrendo em uma velocidade cada vez maior e com uma incorporação cada vez maior de novas tecnologias em todas as áreas de atuação humana.

Seu uso traz desafios, amplia possibilidades, mas também pode aumentar os problemas que já existem ou gerar novos problemas. Mudanças profundas precisam ocorrer na forma de ensinar e aprender, para que a escola possa lidar com as modificações que o homem vem produzindo em suas relações com o trabalho, o meio ambiente e outras formas de ser e estar no mundo.

Para isso os paradigmas convencionais que permeiam a educação escolar precisam ser alterados, repensando-se seu papel, importância e formas de relacionamento entre professor, aluno e conhecimento. Caso contrário, teremos apenas uma educação “maquiada” com o uso de produtos que mudam a aparência, mas não a essência do processo.

No próximo item deste capítulo iremos aprofundar nossa discussão sobre recursos tecnológicos para o ensino de Matemática, fazendo um recorte relativo ao uso de softwares educativos, apresentando a definição que adotamos em nosso trabalho, além de critérios que podem ser adotados no processo de avaliação de software para uso em sala de aula.

## 2.2 RECURSOS TECNOLÓGICOS PARA O ENSINO

### 2.2.1 SOFTWARE EDUCATIVO: UMA DEFINIÇÃO POSSÍVEL

Com o aumento da diversidade de recursos digitais aos quais o professor e estudantes podem ter acesso na atualidade; com as diferentes formas de modelação dos processos de ensino e aprendizagem proporcionadas pela possibilidade de inserção da informática nas escolas, a sala de aula se amplia progressivamente, no tempo e no espaço.

Se antes o trabalho escolar com conteúdo ocorria em espaço e tempo definidos rigorosamente, hoje essas amarras se rompem e nos obrigam a olhar a prática docente de uma nova perspectiva. Em decorrência dessa demanda de mudança de perspectiva, precisamos aguçar nossa visão sobre alguns recursos, dentre os quais destacamos em nosso trabalho, os softwares educativos.

Quando pensados e desenvolvidos para inserção no âmbito escolar, ou adaptados para este fim, os softwares são denominados softwares educativos (SE), ou seja, mesmo um programa de computador que não tenha sido produzido com essa finalidade, pode ser considerado educacional se for adequado ao uso pela escola.

Em outras palavras, um software é educativo quando desenvolvido para o processo de ensino aprendizagem e fornece subsídios ao professor no encaminhamento do aluno à sua aprendizagem. Pedagogicamente, utilizar os softwares educativos visa promover o desenvolvimento de habilidades para resolver problemas, raciocínio lógico, manipulação e gerenciamento e investigação de informações, entre outros. “O software educativo é um conjunto de recursos informáticos projetados com a intenção de serem usados em contexto de ensino e aprendizagem” (SANCHO, 1998, p. 169).

Um software educativo (SE) é um produto “[...] adequadamente utilizado pela escola, mesmo que não tenha sido produzido com a finalidade de uso no sistema escolar” (OLIVEIRA, 2001, p. 73). Assim, um software educativo pode ser entendido como qualquer programa computacional utilizado na escola, seja em atividades de cunho administrativo ou pedagógico. Se o SE é desenvolvido com um fim pedagógico, ele deve promover no estudante um conhecimento atrelado ao conteúdo didático, com fundamentação pedagógica e ser de fácil uso.

O objetivo da utilização do SE não é otimizar esforços e acelerar o desempenho dos discentes, mas fazê-los refletir sobre ideias, promover abstrações e facilitar generalizações, envolvendo-os ativamente nas tarefas escolares que lhes são propostas, mantendo sua atenção e foco. Um SE deve possuir uma interface amigável, ou seja, ser de fácil utilização pelo estudante, porém, a complexidade envolvida na elaboração, e/ou avaliação e seleção de um SE para o trabalho em sala de aula é muito maior.

De acordo com Campêlo, esse processo possui as seguintes características específicas:

Fundamentação pedagógica que permeia todo processo de desenvolvimento do software; finalidade didática; mediação da interação aluno – usuário – programa pelo professor; facilidade de uso; e atualização do estado da arte com relação ao conteúdo e à metodologia (CAMPÊLO, 2014, p. 18).

A inserção desse recurso na educação deve ocorrer de forma adequada e responsável por parte do professor, subsidiado por uma formação apropriada. Apenas a utilização por si só não será suficiente para o desenvolvimento da aprendizagem dos discentes. “A utilização de um software está diretamente relacionada à capacidade de percepção do professor em relacionar a tecnologia à sua proposta educacional” (TAJRA, 2001, *apud* SOFFA; ALCÂNTARA, 2007, p.4).

Como ocorre em relação a qualquer recurso didático, seja ele um material manipulável, um jogo ou um novo recurso tecnológico, nenhum deles é bom ou ruim por definição. Sua qualidade vai estar associada principalmente ao uso que se faz dele em sala de aula. Ou seja, é importante que o professor saiba avaliar um SE considerando critérios técnicos, mas apenas ser tecnicamente adequado não garante bons resultados na aplicação do SE em sala de aula.

## 2.2.2 TIPOS E CLASSIFICAÇÕES DE *SOFTWARES*

Com a diversidade de *softwares* disponíveis para uso fora e dentro da sala de aula, é essencial que o professor aprenda a avaliar esses recursos, que podem constituir ferramentas de ensino eficientes, considerando um planejamento adequado e objetivos cuidadosamente delimitados para os conteúdos que pretende explorar.

De acordo com Valente (1999, p. 71), os *softwares* utilizados no meio educacional podem ser classificados como: tutoriais; programação; processador de texto; multimídia e Internet; modelagem e simulação; jogos.

Em primeiro plano, o autor define os tutoriais como sendo um exemplo de *software* capaz de organizar a informação de acordo com um sequenciamento pedagógico particular, apresentado posteriormente ao estudante. O discente escolherá se seguirá a sequência proposta ou a informação que optar. Escolhendo a primeira opção, o *software* terá controle sobre o que será apresentado (realizando alterações nos tópicos do conteúdo) e ensinado, a mudança também ocorrerá a partir das respostas apresentadas pelo aprendiz. Na outra opção, o aluno terá autonomia para escolher o que deseja aprender. Em ambas as situações, a informação foi definida e organizada previamente e estará disponível ao aprendiz.

Os *softwares* classificados como de programação definem-se quando produzidos para resolução de problemas através da utilização de conceitos e estratégias. Em detrimento disso, para que o discente produza um programa, faz-se necessário que ele processe a informação e transforme-a em conhecimento, que, de certa forma, será explicitado no programa.

Os aplicativos utilizados como processadores de textos analisam as ações do aluno à medida que ele escreve um texto. A interação com o computador ocorre através do idioma natural e de comandos do processador para a formatação do texto, como, por exemplo, centralização, grifo de palavras, dentre outros recursos. O *software* ainda não é capaz de executar conteúdos e apresentar feedbacks significativos do conteúdo elaborado, ou seja, o aprendiz poderá apenas refletir acerca dos termos das ideias originais do formato, comparando-o com o resultado apresentado.

O uso de multimídia e de Internet assemelha-se ao que acontece com os tutoriais. É importante diferenciar o uso de multimídias prontas e o uso como sistema de autoria, para o aprendiz desenvolver sua própria multimídia. Seu funcionamento ocorre através da seleção de opções oferecidas pelo *software*, o aluno é apresentado a diferentes possibilidades de multimídias e as apura. O computador, por sua vez, apresenta as informações disponíveis e o discente reflete sobre elas. Essa série de seleções e os processos de idas e vindas entre os tópicos seletados constituem a ideia de navegação no *software*.

Sabe-se que um fenômeno pode ser simulado através do computador. Para que isso ocorra basta que um modelo do fenômeno seja implementado. Dessa forma, as alterações dos parâmetros e a observação do seu comportamento, de acordo com os valores atribuídos, serão responsabilidades do usuário que irá manuseá-lo.

Distintivamente, na modelagem, o aprendiz deve criar o seu modelo de fenômenos, utilizando recursos computacionais para sua implementação, exigindo um certo grau de envolvimento na definição e representação computacional do fenômeno. Após implementá-lo, o usuário segue os mesmos passos da simulação.

Os jogos educacionais, implementados no computador, servem de motivação e desafio para o estudante, envolvendo-o em uma competição com a máquina ou com colegas. Pode ser feito, por exemplo, nos tutoriais, contabilizando respostas corretas e incorretas, ou nos simuladores, estabelecendo leis ou regras do jogo previamente, de modo que o discente elabora hipóteses, utilize estratégias e conhecimentos já existentes ou produzindo novos.

Valente (1999, p.73) defende que os *softwares* devem ser considerados seguindo o ciclo: descrição – execução – reflexão – depuração – descrição. Ou seja, o estudante irá descrever o problema; o computador ficará com a execução desta descrição, havendo uma reflexão sobre a produção feita; ocorre a busca de informações para depurar o conhecimento; finalizando pela modificação da descrição anterior feita. O ciclo irá se repetir quantas vezes seja necessário.

No que diz respeito a *softwares* educativos que proporcionam uso pedagógico através da interação com o usuário, Oliveira, Costa e Moreira (2001) os classificam em três categorias: simulação, tutoriais e jogos educacionais.

Para os autores, a simulação corresponde a uma abordagem de compreensão de fenômenos e comprovação de leis, diversamente a realização de um experimento real. O discente poderá realizar alterações no decorrer do seu uso, mudando formas, repetindo, interrompendo e avaliando. Dessa forma, poderá mais facilmente realizar cálculos, comprovar e reelaborar hipóteses.

Os tutoriais, por sua vez, referem-se a programas que trabalham de forma *on-line* e facilitam o acesso a conteúdo didático. Além disso, propõe questionários que deverão ser respondidos pelos estudantes e possibilita que o usuário potencialize suas ações e supere suas dúvidas e conflitos. Por outro lado, há ausência na interação com o usuário, no *feedback* aos alunos e a interpretação dos dados.

Os jogos educacionais são um tipo de *software* que favorecem o entretenimento. Eles são capazes de influenciar aspectos cognitivos do desenvolvimento, bem como sociais e afetivos. Podem prover interação, criatividade e diversão envolvendo simulações, tutoriais e sistemas inteligentes.

Oliveira, Costa e Moreira (2001) também definem o *software* aplicativo e o dividem em duas categorias: software para a produção de SE, ou seja, funcionam como sistemas de autoria, hipertextos, ambientes tutoriais e linguagem LOGO; e software de apoio administrativo, que funcionam como banco de dados, ambientes de programação, processam textos, planilhas eletrônicas, editor de gráficos e programas de comunicação.

Outra classe de sistemas computacionais na educação são os chamados Ambientes Interativos de Aprendizagem (AIA). Os AIA trabalham na construção individualizada do conhecimento, com enfoque na aprendizagem construcionista, a partir de atividade exploratórias, investigação e descobertas.

A abordagem construcionista é definida por Valente (1998, p.4) como o uso do computador na mediação pedagógica para proporcionar a construção do conhecimento pelo discente. Isto significa dizer que o estudante, através da sua interação com um dispositivo na resolução de problemas, poderá construir seu conhecimento com a ajuda desse dispositivo.

Além disso, a abordagem traz consigo a possibilidade de autonomia por parte do aluno, uma vez que ele não será instruído, o conhecimento não será transmitido. Ele será um importante elemento no processo de construção do seu aprendizado. “Esse é o paradigma construcionista que enfatiza a aprendizagem ao invés de destacar o ensino; a construção do conhecimento e não a instrução.” (VALENTE, 1998, p.4)

Diferentemente do construcionismo, a abordagem instrucionista trabalha de forma mais repetitiva, onde o professor – que assume o papel de avaliador – prepara instruções programadas para a realização de uma dada tarefa. O computador, neste caso, “ensina” ao aluno, corrigindo-o quando suas respostas não forem adequadas.

Baranauskas et al. (1999, p. 51) citam exemplos de Ambientes Interativos de Aprendizagem, tais como: sistemas de modelagem e simulação; micromundo; uso de linguagens de programação e sistemas de autoria. Os AIA definidos por eles são caracterizados como apresentado em seguida, de modo sintético.

O AIA de Modelagem se aplica à modelagem e análise de um fenômeno real ou hipotético. O de Simulação é utilizado em uma das etapas da Modelagem e envolve a escolha do fenômeno pelo usuário, assim como a experimentação e testagem do modelo criado. O AIA Micromundo possibilita experimentar ideias e habilidades em um ambiente estruturado.

As Linguagens de programação são muito utilizadas na resolução de problemas que envolvem processos que podem ser representados por meio de um algoritmo, sendo o caminho tomado pelo aluno, conhecido previamente. Os Sistemas de autoria, por sua vez, facilitam a produção autoral de hipertextos.

Historicamente, os primeiros sistemas computacionais criados para o âmbito educacional faziam parte da categoria conhecida como *Computer Assisted Instruction* (CAI), na década de 1960, e foram inspirados no método da instrução programada, que, de acordo com Baranauskas et al (1999, p. 47), é

[...] um método de ensino surgido na década de 50 e consiste na organização do material a ser ensinado em segmentos logicamente encadeados, chamados “módulos”. Os módulos são, então, apresentados ao aprendiz, de forma gradual e sequencial. Dessa maneira, o estudante pode seguir seu próprio ritmo, retornando a módulos anteriores, quando sente necessidade, ou “espiando” o conteúdo de módulos futuros.

A classificação de um SE possibilita fazer uma triagem prévia dentre softwares disponíveis para a sala de aula, considerando os objetivos que se deseja alcançar com sua utilização.

A discussão acerca dos diferentes tipos de *software* traz a importância da fala sobre mediação pedagógica em seu uso. Os SE, de forma singular, não são suficientes para o desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes, mas ao adicionar diferentes mediadores, tais como o docente, colegas e o próprio *software*, adquire-se condições que potencializam que o aluno aprenda.

Segundo Vygotsky (1991, p. 52), “[...] mediadores são instrumentos que transformam a realidade”, ou seja, as ações de mediação podem auxiliar a transformar o modo como lidamos com um fenômeno, sendo fator primordial nesse processo a presença da(s) linguagem(s) e das interações. Dessa forma, o homem atua sobre estímulos e, assim, os converte em instrumentos que irão contribuir para a mediação entre estímulo e resposta.

Define-se mediação pedagógica como sendo uma ação desempenhada pelo professor, ou pelos próprios colegas, visando facilitar a compreensão de uma ideia ou processo, potencializando a aprendizagem dos estudantes.

No tocante às tecnologias, Lopes (2005 *apud* CAMPÊLO, 2014, p. 25) argumenta que elas

[...] podem incentivar a participação e o envolvimento do aluno, favorecendo a troca de informações, a visualização e a solução de problemas, bem como a análise e a comunicação de descobertas. Seu uso em uma perspectiva de mediação pedagógica auxilia o aluno a utilizá-las em função de sua aprendizagem e a comunicar os conhecimentos construídos.

As tecnologias podem facilitar o processamento, organização e comparação de dados, facilitando análises e generalizações, ampliando as possibilidades de elaboração de informações e sua transformação em conhecimento.

### 2.3. AVALIAÇÃO DE SOFTWARES EDUCATIVOS

O desenvolvimento de *softwares* para o âmbito educacional tem crescido de forma expressiva e em relação ao seu uso em sala de aula faz-se necessária uma maior reflexão sobre suas repercussões no ensino, aprendizagem e na escolha do tipo de *software* mais conveniente para as finalidades propostas. Essa seleção precisa estar veiculada à proposta pedagógica escolar, aos objetivos do docente para determinado assunto, às necessidades do discente e o processo de mediação do conhecimento.

Já no final da década de 1990 os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1997) evidenciavam a importância de entender e analisar *softwares* educativos, uma vez que os professores são os principais responsáveis por sua seleção para uso em sala de aula e precisam conhecer critérios para isso, a partir do que objetivam para a aprendizagem dos estudantes.

Além disso, é fundamental saber diferenciar uma plataforma que atenda a estudos dirigidos, aqueles que podem testar conhecimentos, daqueles que estão dirigidos à construção de conhecimentos por meio da interação do estudante com a ferramenta, mediada pelo professor e colegas. O principal objetivo do uso do SE deverá ser auxiliar o processo de construção da aprendizagem nos estudantes.

Diferentes autores estabeleceram instrumentos de avaliação de *softwares* educativos, a exemplo de Valente (1999), considerando principalmente aspectos qualitativos, pedagógicos e aspectos funcionais dos programas, e dentre esses autores destacamos Freire e Prado (1999, p. 87-88), os quais estabeleceram que a escolha de um *software* educativo deve contemplar os seguintes itens:

- fundamentação teórico-pedagógica;
- especificações do software quanto ao público alvo destinado;
- forma de utilização;
- materiais de suporte necessários relacionados ao uso do programa;
- forma de apresentação do conteúdo;
- estímulo à criatividade, imaginação, raciocínio e trabalho em grupo;
- nível de envolvimento do usuário.

Os autores ainda enfatizam a importância na questão da perspectiva de aprendizagem do SE. Por exemplo, a seleção de uma plataforma baseando-se exclusivamente na fundamentação utilizada não garante seu uso com aquela mesma fundamentação. O significado ao *software* educativo, de acordo com a objetivação de ensino que possui, deverá ser estabelecido pelo professor, que proporcionará ao SE a fundamentação de sua escolha.

Para as aulas de Matemática, especificamente, a avaliação do *software* no Ensino Fundamental, segundo Gladcheff, Zuffi e Silva (2001), deve contemplar objetivos como: desenvolver a autonomia da reflexão, do raciocínio e soluções dos problemas, ser fonte de informação e auxiliar o processo de construção de conhecimentos. “(...) a perspectiva na avaliação desses recursos, deve ser a da valorização dos aspectos educacionais, submetendo a estes os demais critérios de avaliação de sua qualidade” (GLADCHEFF; ZUFFI; SILVA, 2001, p. 4)

Tecnicamente falando, a avaliação da qualidade de um *software* é estabelecida pela Norma ISSO/IEC 9126, publicada em 1991, e se baseia em características como funcionalidade, usabilidade, confiabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade, descritos no Quadro 1.

Quadro 1. Características da Qualidade de Software segundo a ISO/IEC 9126-1

<i>Característica</i>	<i>Descrição</i>
Funcionalidade	Evidencia que o conjunto de funções atende às necessidades explícitas e implícitas para a finalidade a que se destina o produto.
Usabilidade	Evidencia a facilidade de utilização do software.
Confiabilidade	Evidencia que o desempenho se mantém ao longo do tempo em condições estabelecidas.
Eficiência	Evidencia que os recursos e os tempos envolvidos são compatíveis com o nível de desempenho requerido para o produto.
Manutenibilidade	Evidencia que há facilidade para correções, atualizações e alterações.
Portabilidade	Evidencia que é possível utilizar o produto em diversas plataformas com pequeno esforço de adaptação.

FONTE: [TSUKUMO et al, 1997 *apud* GLADCHEFF; ZUFFI e SILVA, p. 4]

Quando o objetivo do uso é no domínio escolar, o parecer de avaliação precisa ir além das características citadas no quadro. Faz-se necessário levar em consideração possibilidades de avanço qualitativo nos processos de ensino e aprendizagem em favor de uma educação transformadora.

No que se refere à avaliação de um *software* educacional, a perspectiva é de que ocorra a valorização fundamental do aspecto educacional, sujeitando-o a todos os métodos de apuração possíveis de sua qualidade.

Do ponto de vista psicológico e pedagógico, a avaliação de uma plataforma utilizada para fins educacionais, no Ensino Fundamental, deve levar em consideração características mais formais, como, por exemplo, se contribui positivamente para o desenvolvimento da lógica do estudante, para avanços em seu raciocínio e sua criatividade.

Devem ser contemplados, também, aspectos relativos ao conteúdo a ser explorado, ou seja, se a temática selecionada possui significado e relevância para a realidade da criança ou adolescente e poderá ajudar a incorporar valores para sua formação escolar e geral.

De acordo com Gladcheff, Zuffi e Silva (2001, p.4), o professor deverá refletir sobre a qualidade de um *software* matemático a ser utilizado em sala de aula, considerando os seguintes pontos:

Vir a ser utilizado dentro de uma abordagem com temas transversais; explorar a relação dos conceitos matemáticos trabalhados com outros conceitos da própria Matemática e/ou de outras disciplinas; interagir o

conhecimento explorado com a realidade do aluno, a fim de que ele compreenda a Matemática como parte de sua vida cotidiana; contribuir para a estimulação da curiosidade e fantasia da criança; entre outros.

À vista disso, os profissionais da educação devem conhecer e avaliar recursos tecnológicos no tocante às ações fundamentais para a prática docente, de forma coerente com seus objetivos traçados e que estejam conscientes de suas possibilidades e limites para possibilitar uma aprendizagem de qualidade.

Os critérios de classificação e avaliação de SE que foram discutidos no presente Capítulo foram considerados por nós quando da discussão sobre o software que selecionamos para nossa pesquisa, a saber, o Desmos, relacionando seu uso à introdução ao ensino de funções no Ensino Fundamental.

### **3. O SOFTWARE DESMOS NO ENSINO DE FUNÇÕES**

#### **3.1 BREVE RECORTE HISTÓRICO SOBRE FUNÇÕES**

Ao longo da história o conceito de função foi discutido e criticado pelos especialistas da época. Este conceito aparece de forma implícita em diversas situações antes do século XIX, em informações encontradas em tábuas babilônicas, não sendo formalizado adequadamente até aquele momento (IEZZI et al., 2004).

O matemático alemão Leibniz (1646 – 1716), utilizou o termo “função” pela primeira vez ao determinar uma quantidade geométrica variável de um ponto a outro de uma curva. Palavras como variável, constante e parâmetro, que aparecem regularmente no estudo de Funções, também foram contribuições vindas de Leibniz (IEZZI et al., 2004).

O matemático suíço Leonhard Euler (1707 – 1783) foi o responsável por introduzir a notação  $f(x)$  – função de  $x$ , em 1734 (IEZZI et al., 2004). Euler tornou-se responsável por desenvolver o conceito formal de função, contribuindo diretamente para as notações atuais. Além disso, reforçou como conceito de função a dependência entre variáveis.

Os primeiros gráficos surgiram por volta de 1350, logo após estudos realizados pelo matemático Nicole Oresme, que expôs seu método de representação geométrica de fenômenos de uma variável. Ele também contribuiu nas coordenadas do eixo do plano cartesiano, chamando-as de latitudes e longitudes, hoje conhecidas por abscissas e ordenadas, respectivamente (IEZZI et al., 2004).

Através das contribuições do francês René Descartes, com a união da álgebra à geometria, conhecida hoje por Geometria Analítica ou Cartesiana, a Matemática pôde dar um grande salto cultural. O filósofo desenvolveu um sistema visual para analisar as equações Matemáticas, por meio de um plano geométrico baseado em duas linhas, uma horizontal e outra vertical, cada eixo com suas próprias séries de medições, denominado hodiernamente de Plano Cartesiano.

Podemos observar, com base nesse breve histórico, a correspondência estabelecida entre equações e suas formas geométricas, o que consolidou as bases do conceito de função e deu início ao uso ampliado das representações gráficas (BARNHURST, 1999).

Hoje, quando pensamos em função, duas coisas vêm à mente: a curva que a representa graficamente e sua expressão analítica. Em seguida, se fizermos um exercício mais formal, também lembramos da ideia de correspondência, expressa pela definição em termos de conjuntos. As duas primeiras ideias serviram, durante muito tempo, como definição de função. (ROQUE, 2012, p. 296)

No Quadro 2 destacam-se algumas definições de função, em ordem cronológica, transcritas literalmente de Roque (2012, p. 301 – 340):

Quadro 2. Definições de função ao longo do tempo.

Jean Bernoulli (1718)	<i>“Chamamos função de uma grandeza variável uma quantidade composta, de um modo qualquer, desta grandeza variável e de constantes.”</i>
Euler (1748)	<i>“Uma função de uma quantidade variável é uma expressão analítica composta de um modo qualquer desta quantidade e de números, ou quantidades constantes.”</i>
Cauchy (1821)	<i>“Quando quantidades variáveis são ligadas de tal maneira que, quando o valor de uma delas é dado, pode-se inferir os valores das outras, concebemos ordinariamente estas várias quantidades como expressas por meio de uma delas que recebe, portanto, o nome de “variável independente”; e as outras quantidades, expressas por meio da variável independente, são as que chamamos funções desta variável.”</i>
Fourier (1822)	<i>“Uma função <math>f(x)</math> representa uma sucessão de valores, ou ordenadas, arbitrárias. Dada uma infinidade de valores para as abscissas <math>x</math>, existe um igual número de ordenadas <math>f(x)</math>, todas com valores numéricos que podem ser positivos, ou negativos ou nulos. Não precisamos supor que essas ordenadas sejam sujeitas a uma lei comum, elas se sucedem de uma maneira qualquer e cada uma delas é determinada como se fosse uma única quantidade.”</i>

Dirichlet (1837)	<p><i>“Sejam <math>a</math> e <math>b</math> dois números fixos e <math>x</math> uma quantidade variável que recebe sucessivamente todos os valores entre <math>a</math> e <math>b</math>. Se, a cada <math>x</math>, corresponde um único <math>y</math> finito de maneira que, quando <math>x</math> se move continuamente no intervalo entre <math>a</math> e <math>b</math>, <math>y = f(x)</math> também varia progressivamente, então <math>y</math> é dita uma função contínua de <math>x</math> neste intervalo. Para isto, não é obrigatório, em absoluto, nem que <math>y</math> dependa de <math>x</math> de acordo com uma mesma e única lei, nem mesmo que seja representada por uma relação expressa por meio de operações matemáticas.”</i></p>
Bourbaki (1939)	<p><i>“Sejam <math>E</math> e <math>F</math> dois conjuntos distintos ou não. Uma relação entre uma variável <math>x</math> de <math>E</math> e uma variável <math>y</math> de <math>F</math> é dita uma relação funcional em <math>y</math>, ou relação funcional de <math>E</math> em <math>F</math>, se, para qualquer <math>x \in E</math>, existe um único <math>y \in F</math>, e apenas um, que está na relação dada com <math>x</math>. Damos o nome de função à operação que associa a todo elemento <math>x \in E</math>, o elemento <math>y \in F</math> que se encontra na relação dada com <math>x</math>; dizemos que é o valor da função para o elemento, e que a função é determinada pela relação funcional considerada. Duas relações funcionais equivalentes determinam a mesma função”</i></p>

Fonte: ROQUE, 2012, p. 301 – 340.

Como podemos concluir com base na observação e análise das diferentes definições propostas ao longo da história, o conceito de função foi construído gradualmente, de forma não trivial, ampliando-se aos poucos o aspecto formal, na medida em que termos presentes nas definições eram matematicamente refinados.

De acordo com Rêgo (2000), a elaboração Matemática do conceito de função passou por etapas em que prevalecia ou a ideia de correspondência ou de relação. Do ponto de vista educacional, em especial na Educação Básica, a autora defende uma prevalência do foco no aspecto relacional, já que a ideia de correspondência entre elementos de dois conjuntos é menos intuitiva e poderia ser explorada em um momento posterior.

Em decorrência de sua complexidade, o conteúdo deve ser abordado nas práticas de ensino de forma cuidadosa, de modo que haja uma aprendizagem efetiva, baseada na compreensão. Uma vez compreendida a função como relação entre variáveis, a elaboração da definição com base na correspondência, seria facilitada.

### 3.2 A IMPORTÂNCIA DO CONCEITO DE FUNÇÃO PARA A FORMAÇÃO MATEMÁTICA DO ESTUDANTE

A noção intuitiva de função vem da procura incessante do homem em identificar grandezas mensuráveis ligadas a fenômenos e, em seguida, estabelecer uma relação existente entre elas. Relacionamos tempo e espaço, mercadoria e preço, passageiros e preço da passagem, entre diversas outras coisas comuns no cotidiano.

Porém, estabelecer relações não é uma característica apenas dos seres humanos adultos. No artigo intitulado “*Animals as Mathematicians*”, publicado na revista *Nature*, H. Kalmus afirmou que alguns animais conseguem distinguir e relacionar números em padrões visuais semelhantes, enquanto outros podem ser treinados para reconhecer e até reproduzir sequências. Isso ocorre porque a numerosidade é uma propriedade básica da representação dos objetos no cérebro dos animais. Os objetos se relacionam em categorias por quantidade, bem como as cores, formas ou localizações no espaço.

Michael Beran, um cientista investigador na Georgia State University, em Atlanta, treinou chimpanzés a usarem um monitor de computador e um jogo (game). Na tela aparecia um algarismo e depois uma série de pontos, tendo o chimpanzé que corresponder os dois. Um chimpanzé aprendeu os algarismos de 1 a 7, enquanto outro conseguiu até 6. Quando os chimpanzés foram novamente testados, após três anos, ambos conseguiram fazer corresponder os algarismos, embora tivessem duplicado a taxa de erro. (PICKOVER, 2011, p.20)

Além disso, desde muito jovens realizamos associações, como, por exemplo, entre a quantidade numérica e a contagem nos dedos. É através deles que inicialmente a maioria das crianças adquirem conceitos numéricos, a despeito de qualquer instrução direta. A associação dos dedos aos números pode estimular no processamento numérico. A direção da contagem com os dedos influencia o processamento numérico, assim como molda a representação numérica mental (CONSENZA; GUERRA, 2011).

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), durante o Ensino Fundamental II, é imprescindível aprofundar conceitos trabalhados nos anos anteriores e introduzir outros novos. Para o conceito intuitivo de Funções, destaca-se um objetivo estabelecido: “Observar a variação entre grandezas, estabelecendo relação entre elas e construir estratégias de solução para resolver situações que envolvam a proporcionalidade” (BRASIL, p. 65).

A relação entre variáveis está ligada a ideia de correspondência entre conjuntos e pode ser expressa, também, através de gráficos. Saber ler e interpretar graficamente as relações vêm tomando destaque no campo educacional, a quantificação da diversidade de informações é cada vez mais impreterível na sociedade atual.

A compreensão dos discentes acerca da relação de dependência entre duas grandezas vai além da sua formação Matemática educacional. O estudo dos gráficos, por exemplo, a partir do conceito de Funções, pode ser aplicado diariamente em situações como a leitura de jornais, revistas, televisão, Internet, redes sociais, dentre outras. Essa importância se dá na facilidade e agilidade na absorção e conhecimento dos dados, além de facilitar e resumir de diferentes maneiras a ilustração das informações apresentadas. Ademais, a construção de gráficos torna-se uma opção metodológica no tocante a possibilidade de compreender a concepção de números em contextos significativos.

Como discutimos no capítulo anterior, a aprendizagem do estudante deverá ser necessariamente relevante para seu desenvolvimento. É fundamental que aquilo que ele estuda tenha relevância conceitual e possibilite a atribuição de significado pelo estudante, não só para os conteúdos escolares, mas para seu processo formativo como um todo.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) traz como uma das habilidades a serem desenvolvidas pelo estudante do 9º ano do Ensino Fundamental II na unidade temática “Álgebra”: “(EF09MA06) Compreender as funções como relações de dependência unívoca entre duas variáveis e suas representações numérica, algébrica e gráfica e utilizar esse conceito para analisar situações que envolvam relações funcionais entre duas variáveis (BRASIL, 2017, p. 314)”.

Como podemos perceber, a ênfase está no aspecto relacional entre variáveis, como defendido por Rêgo (2000), e entendemos que o estabelecimento de relações entre as diferentes representações de uma função pode ser facilitado pelo uso de tecnologias digitais.

Vale destacar que, embora não seja foco de nosso estudo, já que nos detivemos à introdução ao estudo de funções no Ensino Fundamental II, o conceito de função está presente em várias habilidades definidas na BNCC (BRASIL, 2017) para o Ensino Médio, a exemplo da Habilidade associada à Competência 3 - 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), que sugere a possibilidade do uso de tecnologias digitais para o trabalho com os estudantes em sala de aula.

Nos Parâmetros Curriculares (PCN) tínhamos um importante destaque dado ao conceito de função para modelar fenômenos tanto dentro da própria Matemática como de outras áreas de conhecimento ou de contextos extra escolares:

[...] o estudo das funções permite ao aluno adquirir a linguagem algébrica como a linguagem das ciências, necessária para expressar a relação entre grandezas e modelar situações problema, construindo modelos descritivos de fenômenos e permitindo várias conexões dentro e fora da própria Matemática. (BRASIL, 1999, p.121)

Ao se tratar do conceito de Função de forma mais aprofundada, como, por exemplo, o estudo da Função Afim no Ensino Fundamental II, definida da seguinte maneira: Uma função  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  chama-se *afim* quando existem constantes  $a; b \in \mathbb{R}$  tais que  $f(x) = ax + b$  para todo  $x \in \mathbb{R}$ . De maneira geral, esta definição poderia ser dada informalmente associando esse tipo de função àquelas que tem como gráfico uma reta.

A falta do trabalho com funções diversificadas e o entendimento pleno do conceito de Função durante o período do Ensino Fundamental II e Ensino Médio, pode trazer prejuízos à formação dos discentes interessados nos cursos de Ciências Exatas, principalmente nas disciplinas introdutórias, como o Cálculo Diferencial e Integral, no Ensino Superior.

O uso de tecnologias, no entanto, poderia potencializar a diversificação do trabalho com funções em sala de aula, com o auxílio de diferentes programas, como, por exemplo, tutoriais e jogos educacionais. Seu uso pode dinamizar as aulas, proporcionando, por exemplo, diversificação da exploração da representação visual, em quantidade e qualidade, bem como a solução de problemas pelo método gráfico.

Além disso, tratando especificamente do ensino de Funções Afim com o auxílio do uso do *software*, a análise gráfica poderá acrescentar ao conhecimento Matemático melhor compreensão acerca do papel da variação dos parâmetros  $a; b \in \mathbb{R}$  no gráfico, através de um estudo sobre translações e inclinações da função.

Além disso, o conteúdo de Funções recebe destaque por poder ser aplicado a diferentes situações de outras áreas de conhecimento e do cotidiano, ou seja, em muitos casos de cunho prático. Sua utilização com relação à interdisciplinaridade já havia recebido a devida importância nos Parâmetros Curriculares Nacionais:

Além das conexões internas à própria Matemática, o conceito de função desempenha também papel importante para descrever e estudar através da leitura, interpretação e construção de gráficos, o comportamento de certos fenômenos tanto do cotidiano, como de outras áreas do conhecimento, como a Física, Geografia ou Economia. Cabe, portanto, ao ensino de Matemática garantir que o aluno adquira certa flexibilidade para lidar com o conceito de função em situações diversas e, nesse sentido, através de uma variedade de situações problema de Matemática e de outras áreas, o aluno pode ser incentivado a buscar a solução, ajustando seus conhecimentos sobre funções para construir um modelo para interpretação e investigação em Matemática. (BRASIL, 2000, p. 45)

Ademais, uma introdução bem estruturada ao estudo do conceito de Função durante o Ensino Fundamental II é de extrema importância para a aprendizagem de conteúdos Matemáticos do Ensino Médio, como defendiam os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM):

O ensino isolado desse tema não permite a exploração do caráter integrador que ele possui. Devemos observar que uma parte importante da Trigonometria diz respeito às funções trigonométricas e seus gráficos. As sequências, em especial progressões aritméticas e progressões geométricas, nada mais são que particulares funções. As propriedades de retas e parábolas estudadas em Geometria Analítica são propriedades dos gráficos das funções correspondentes. Aspectos do estudo de polinômios e equações algébricas podem ser incluídos no estudo de funções polinomiais, enriquecendo o enfoque algébrico que é feito tradicionalmente. (BRASIL, 2000, p. 44)

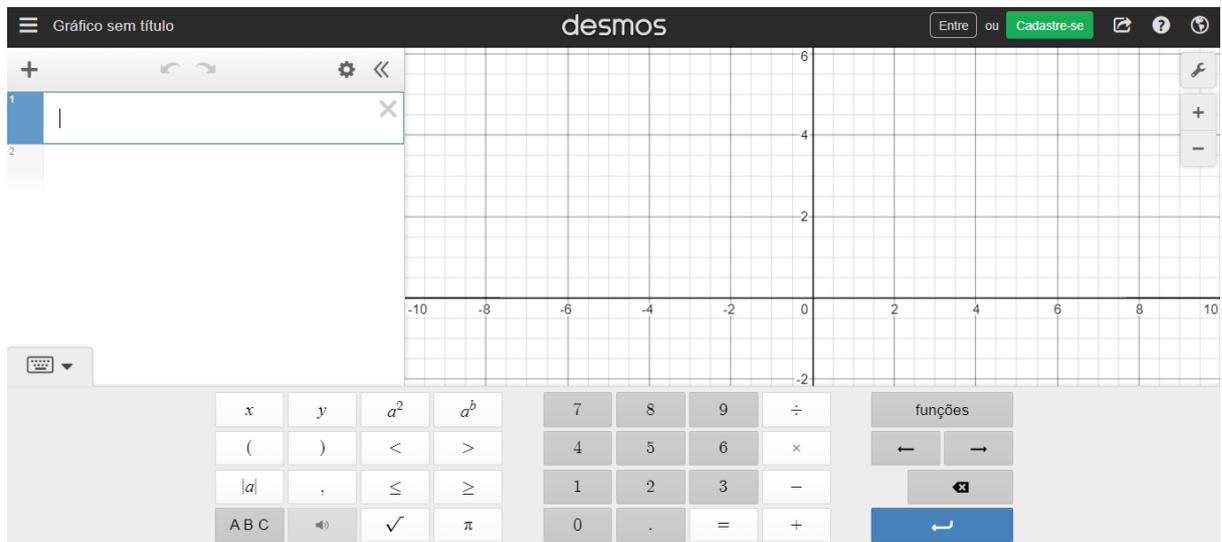
O conceito de função pode constituir a espinha dorsal em torno da qual se estruturam várias ideias matemáticas trabalhadas pelo estudante do Ensino Médio e que constituirão base para o desenvolvimento de uma forma particular de pensamento que auxiliará o estudante a resolver problemas e a lidar com o mundo em permanente transformação, pensando nos fenômenos a partir das relações de interdependência entre variáveis (RÊGO, 2000).

Mesmo entendendo que os PCN nunca tiveram força de lei e que, a partir da aprovação da Base Nacional Comum Curricular, será ela a principal referência para a delimitação dos currículos escolares no país, os destaques naquele texto, relativos ao conceito de função estavam de acordo com as pesquisas em Educação Matemática que destacamos em nosso trabalho, e podem continuar a ser defendidos em pesquisas que tratem do ensino desse conteúdo na Educação Básica.

### 3.3 APRESENTANDO O SOFTWARE DESMOS

O *software* denominado Desmos (<https://www.desmos.com/>) foi criado por Eli Luberoff e lançado como uma startup em uma conferência de Nova Iorque denominada TechCrunch'sDisrupt, em 2011. É destinado para a construção de gráficos em malha quadriculada, como ilustrado na tela inicial do software (Figura 1) contando também com uma visualização algébrica e uma calculadora na própria tela.

Figura 1: Tela inicial do *software* Desmos



Fonte: <https://www.desmos.com/>

Disponível gratuitamente em plataformas de smartphones, seja em celular IOS, Android ou tablet, o Desmos não necessita de conexão à Internet para funcionar, depois de instalado, exceto se o usuário optar por salvar suas construções gráficas, neste caso, é necessário inserir informações sobre a conta criada por ele na página do aplicativo. No computador, o *software* pode ser acessado através do site, ou seja, de forma online, o que demanda, necessariamente, conexão com a Internet.

A partir das classificações propostas pelos autores citados no Capítulo anterior, o Desmos pode ser classificado como um *software* desenvolvido para plotar dados, produzir gráficos de funções, visualizar equações algébricas e criar tabelas. Assim, a partir de dados inseridos o SE realiza representações gráficas próprias, gera simulações estatísticas e facilita a resolução de situações problemas.

No que diz respeito ao ensino de gráficos, o uso do *software* educacional Desmos pode se tornar uma ferramenta essencial e um grande aliado, uma vez que

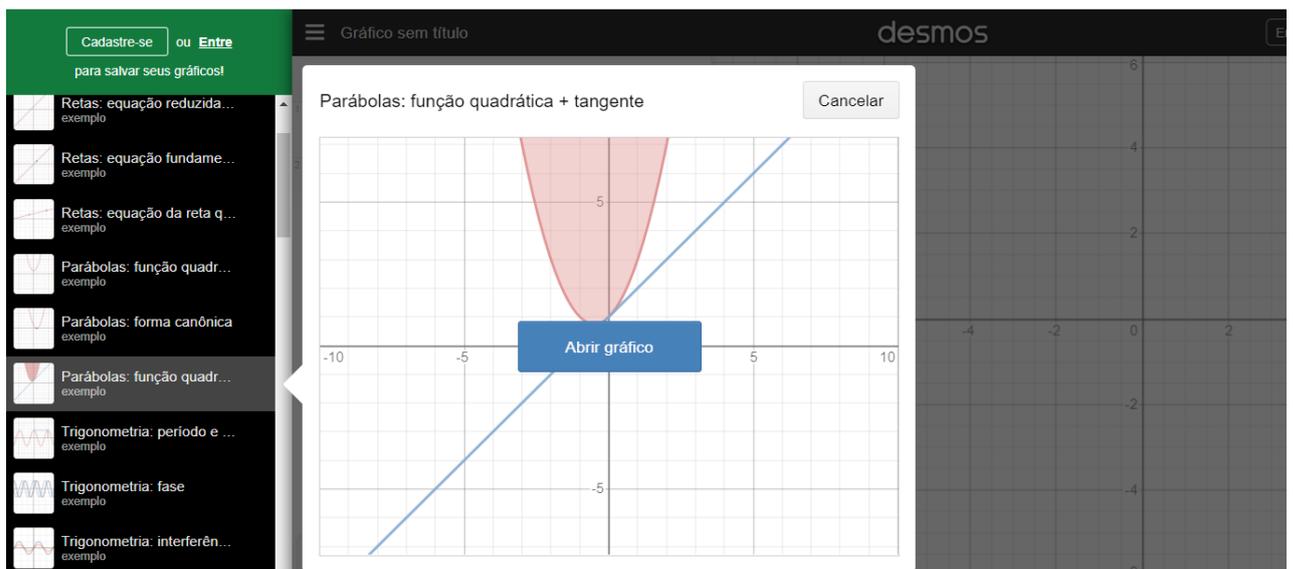
explicar o assunto de forma tradicional, com o uso apenas de lápis, régua e quadro, trará maiores dificuldades ao aluno na compressão dos elementos e na construção de um gráfico de qualidade, a partir do qual possa fazer extrapolações.

As funções do Desmos são análogas às de uma calculadora gráfica, destacando a visualização de gráficos de retas, parábolas e equações, com ou sem restrições de domínio, assim como a identificação de pontos; a inserção e relação com dados de tabelas; o uso de controle deslizante e seus desdobramentos no comportamento da curva; representação de cônicas e regiões do plano através de equações cartesianas, paramétricas ou polares.

O *software* também pode ser explorado no cálculo de expressões numéricas, na resolução de equações de primeiro e segundo grau com uma incógnita, mas, também, seu uso pode ser dirigido ao trabalho com conteúdos predominantemente explorados no Ensino Superior, como, por exemplo, no Cálculo Diferencial e Integral.

A página de suporte do *software* Desmos disponibiliza o roteiro de diversas atividades, como a apresentada na Figura 2, mas seu uso em sala de aula demanda a análise prévia do material e a identificação da necessidade de uma maior mediação pedagógica ou de sua adequação à realidade da sala de aula e aos objetivos que se deseja alcançar.

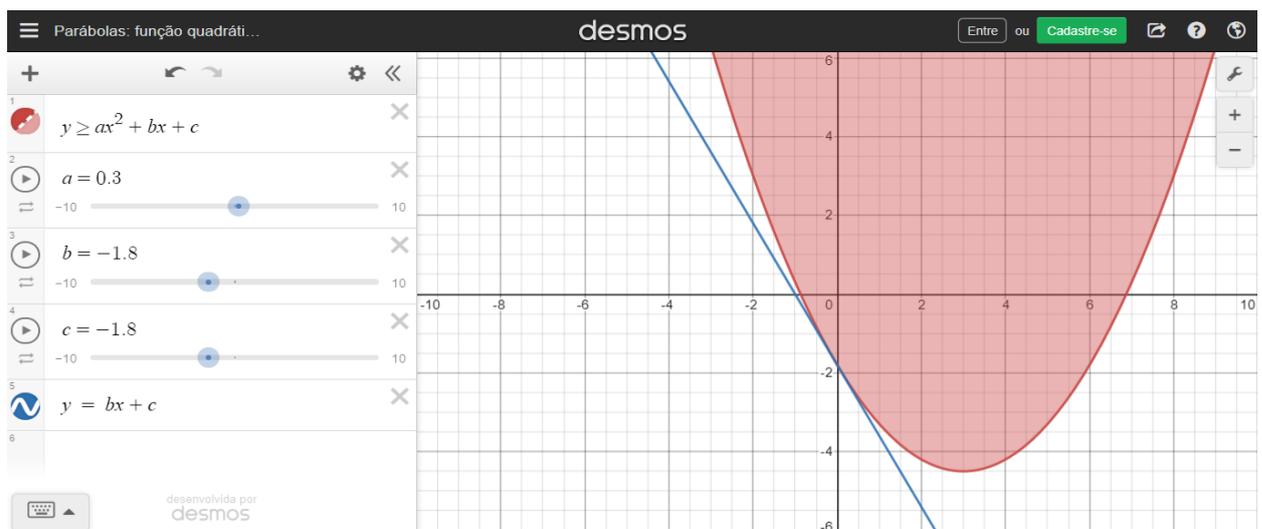
Figura 2: Representação gráfica disponível no Desmos.



Fonte: <https://www.desmos.com/>

Ao selecionar o item da Figura 2 acima, bem como os outros itens não selecionados, o *software* cria representações gráficas generalizadas, mediante uso do controle deslizante (Figura 3). Os exemplos gráficos vão desde equação reduzida da reta, equação fundamental da reta, equação da reta que passa por dois pontos, função quadrática, canônica, função quadrática com reta tangente (Figura 3), entre outras.

Figura 3: Função quadrática e uma reta tangente.



Fonte: <https://www.desmos.com/>

O Desmos é de fácil acesso e simples utilização, o que se torna um ponto positivo para seu uso em aulas de Matemática. De acordo com Sousa, Lins e Abreu (2016),

[O] ensino de Matemática por meio das novas tecnologias pode ajudar aos docentes a trabalharem suas aulas de forma mais dinâmica e aos discentes pode favorecer uma construção melhor dos conceitos matemáticos, possibilitando uma maneira interativa de ensinar/aprender essa disciplina no contexto escolar. (SOUSA; LINS; ABREU, 2016, p. 2).

Para o ensino de conteúdos matemáticos auxiliado por softwares, o planejamento das atividades que serão realizadas poderá fazer muita diferença na compreensão e aprendizagem dos alunos. Oliveira e Pereira (2013, p. 2) defendem que

[U]ma proposta para minimizar (...) conflitos no Ensino-aprendizagem dessas disciplinas, que tem como foco esses conteúdos, é a utilização de *softwares* que possam facilitar a produção das aulas, criando momentos dinâmicos e diferenciados para o bom entendimento do alunado.

Além disso, o processo de mediação merece cuidado especial. De acordo com Valente (1999):

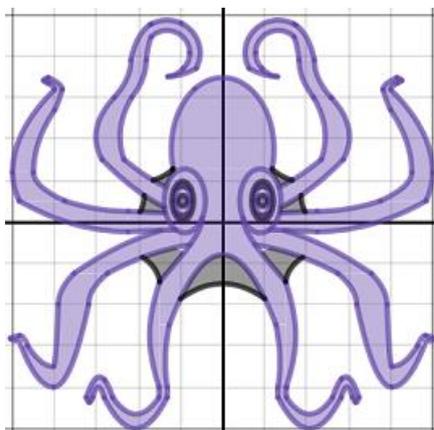
A interação entre o aluno e o computador necessita da mediação de um profissional, pois, em todos os tipos de *software*, sem o professor preparado para desafiar, desequilibrar o aprendiz, é muito difícil esperar que o *software per se* crie as situações para ele aprender. A preparação desse professor é fundamental para que a educação dê o salto de qualidade e deixe de ser baseada na transmissão da informação e na realização de atividades para ser baseada na construção do conhecimento pelo aluno (VALENTE, 1999, p. 84).

O docente poderá trabalhar a interação entre os alunos, em duplas ou em grupos, inserindo dados na plataforma e observando o desenvolvimento do trabalho, mediando a troca de ideias e promovendo que aprendam colaborativamente. A partir da inserção dos dados, o professor poderá explicar e sanar as dúvidas existentes.

Há a possibilidade de criar figuras a partir de diferentes funções e gráficos, alguns trabalhos já ficam salvos e prontos dentro do software, com livre acesso. O estudante também poderá utilizar o *software* de forma interdisciplinar, definindo expressões matemáticas, como, por exemplo, para a equação de um fenômeno relativo ao estudo do Movimento Uniforme, na Física, e observar seu comportamento gráfico.

Na Figura 4 temos o exemplo de uma imagem que pode ser criada com o uso de ferramentas do Desmos e utilizada em outras disciplinas escolares, como Ciências, ou ainda no trabalho com simetria reflexional, em Matemática, associando as duas disciplinas, já que o padrão de simetria externa é um critério de classificação de seres vivos.

Figura 4: Figura criada a partir de diferentes funções do Desmos



Os recursos tecnológicos estão cada vez mais presentes em nosso cotidiano, porém, mesmo assim, ainda são vistos com restrições por muitos docentes e discentes quando inseridos no campo educacional. Hodiernamente, faz-se necessário estar aberto a novos e diferentes métodos de ensino, em especial àqueles que possibilitam contemplar a presença de novas tecnologias, pelas razões que já expusemos em nosso texto.

Portanto, é evidente a importância do uso de *softwares* educativos no ensino das diversas disciplinas escolares, em especial de Matemática e, considerando particularmente o foco de nossa pesquisa, no ensino do conteúdo Funções. Sabemos, no entanto, que a tecnologia, por si só, não será suficiente para garantir qualidade ao ensino e à aprendizagem, por isso, torna-se necessário buscar conhecimento e informações acerca de estratégias de como utilizá-las de modo eficiente.

### 3.4 PESQUISAS JÁ REALIZADAS SOBRE O USO DO DESMOS EM SALA DE AULA

Não é novidade que as tecnologias têm o potencial de favorecer novas formas de aprender Matemática. De acordo com Carvalho e Teixeira,

O uso de uma tecnologia tão acessível atualmente como o aparelho celular e o tablet no processo de aprendizagem amplia as possibilidades de investigação ao favorecer um novo relacionamento com os tópicos abordados quando estes são inseridos a novas estratégias de estudo. (CARVALHO; TEIXEIRA, 2015, p.1)

Em estudo realizado pelas autoras, abordam a tecnologia como ferramenta de pesquisa, explorando o software Desmos no ensino de Funções do 1º e 2º grau. Tomando como base uma pesquisa qualitativa, Carvalho e Teixeira elaboraram uma atividade envolvendo a utilização do aplicativo, em seguida verificaram a eficiência da utilização no processo de ensino e aprendizagem da Matemática.

O estudo foi realizado na Escola Estadual Cid Cabral da Silva no bairro da Cidade Nova Ilem Manaus, Amazonas, na turma do 1º ano do Ensino Médio, composta por 30 alunos. A implementação se deu através de três aulas de cinquenta minutos cada.

No primeiro momento da atividade, as autoras abordaram o conceito Matemático de Funções, utilizando-se de situações práticas dos discentes.

Logo em seguida, o que se caracterizou pelo segundo momento, a turma trabalhou características da linguagem das funções do 1º e 2º grau, realizando leituras gráficas com auxílio do *software* Desmos e o manuseio de comandos básicos.

No terceiro momento, as situações propostas anteriormente serviram para que os estudantes pudessem estabelecer um significado ao conteúdo estudado, a fim de levá-los a observar, estabelecer relações e construir estratégias de solução na resolução dessas situações. Além disso, servir de instrumento para a construção e desenvolvimento das competências de leitura, escrita, compreensão e argumentação com o auxílio do aplicativo Desmos utilizado.

As atividades consistiam na escrita algébrica dos problemas dentro do *software* para reflexão acerca do seu comportamento gráfico. De acordo com as autoras, os estudantes foram capazes de desenvolver uma aprendizagem mais significativa no conteúdo de funções, bem como auxiliou na análise do comportamento dos gráficos, através da linguagem, escrita e identificação gráfica, observando a relação entre os dois eixos.

Analisando as respostas juntamente com as atividades resolvidas da pesquisa, se faz importante destacar que o uso de aplicativo Desmos como ferramenta complementar no ensino-aprendizagem da matemática é bastante favorável, ou seja, com o uso do mesmo de forma planejada pelo professor é possível trabalhar o conteúdo possibilitando ao aluno refletir diante dos resultados (...). (CARVALHO; TEIXEIRA, 2015, p.8)

A atividade, portanto, pôde romper determinadas limitações impostas pelas aulas convencionais, contribuindo e auxiliando o aluno na construção do seu conhecimento. Segundo as autoras, no decorrer da utilização do *software*, os discentes puderam realizar suas próprias interpretações e reflexões se baseando nas construções e visualizações propostas. Dessa forma, o uso do recurso tecnológico contribuiu com o desenvolvimento da autonomia dos alunos.

Antunes e Cambrinha (2020) desenvolveram um caça ao tesouro da calculadora Desmos através de desafios a serem realizados no próprio *software*. Os desafios foram pré-estabelecidos com o intuito de que os alunos conhecessem a plataforma e a utilizasse na construção de gráficos durante o estudo.

O projeto foi desenvolvido em etapas, “Começando”, “Ramificando-se”, “Subindo de Nível” e “Expert Playground”, respectivamente. Ao final de cada etapa,

há um miniprojeto a ser solucionado com o uso do *software*. Alguns exemplos da primeira etapa de desafios são:

- Exercício 1. Plotar um ponto em cada quadrante, exibindo seus rótulos.
  - Exercício 2. Criar um ponto móvel e ajustar o controle deslizante para que o ponto fique restrito às coordenadas inteiras do primeiro quadrante.
  - Exercício 3. Fazer uma reta e uma parábola, identificando as coordenadas das interseções.
  - Exercício 4. Equação de uma reta com controles deslizantes para a inclinação e a interseção com eixo  $y$ .
  - Exercício 5. Tabela com três colunas para criar dois gráficos de dispersão com 10 pontos cada.
  - Exercício 6. Usar uma desigualdade para sombrear acima da reta  $y = x$ .
  - Exercício 7. Usar retas com restrição para desenhar a letra A.
  - Exercício 8. Plotar dois pontos móveis restritos ao eixo  $x$  e definir uma função quadrática que passe por ambos.
  - Exercício 9. Usar uma expressão para calcular a soma dos 1000 primeiros números naturais pares.
  - Exercício 10. Plotar uma função e um ponto móvel sobre o gráfico. (Bônus: Exibir a reta tangente ao gráfico por esse ponto móvel.)
  - Miniprojeto: Criar um gráfico (com sliders) para ilustrar a conexão entre o círculo unitário e a curva da função seno.
- (ANTUNES; CAMBRAINHA, 2020, p. 20)

Cada exercício possui um link com sua respectiva solução, caso o aluno necessite de ajuda. Outrossim, o professor poderá mediar a atividade e interagir com os discentes quando houver dúvidas acerca da atividade. De acordo com os autores,

(...) a plataforma fornece um ambiente e oferece diversas ferramentas de exploração que tiram proveito dessa natureza social das interações online para promover uma investigação matemática significativa onde cada ator assume o seu papel de maneira bem definida, sendo esse, seguramente, um dos pontos que diferenciam Desmos de outras plataformas online de matemática. (ANTUNES; CAMBRAINHA, 2020, p. 5)

Almeida e Lins (2019) desenvolveram atividades exploratórias com o uso do *software* Desmos desde Funções de 1º grau até o cálculo da área de figuras curvas. Segundo os autores, o trabalho desempenhado com o aplicativo foi leve e prático, julgando-os ideal para os ambientes de ensino e pesquisa.

Uma das atividades desempenhadas por eles consistia na construção de um polígono inicial de 12 lados e que, através do uso de um controle deslizante, a construção geométrica aproximava-se de uma circunferência de acordo com o aumento do número de lados.

Na atividade sobre função, os autores buscaram explorar no trabalho a análise sob o comportamento do gráfico de determinadas funções através de seus coeficientes.

Almeida e Linda (2019), sugeriram que:

Esperamos, a priori, que com a propagação da aplicação do Desmos tornar-se-á ágil e mais eficaz o ensino da Matemática que parte do Ensino Fundamental até temas do Ensino Superior, pois demanda de curto tempo para que os alunos aprendam o manuseio e possibilite suas aplicações. (ALMEIDA; LINS, 2019, p. 4)

Considera-se, portanto, a necessidade em aprofundar o conhecimento sobre as diferentes possibilidades do uso de tecnologias, em particular, sobre o *software* educativo Desmos no que diz respeito a construção de gráficos, a partir do conteúdo de Função, e seu uso como principal ferramenta para ampliar experiências no saber Matemático.

### 3.5 O ENSINO DE FUNÇÕES COM O AUXÍLIO DO SOFTWARE EDUCATIVO DESMOS

O ensino de funções pode ser facilitado pelo uso do software Desmos, especialmente na visualização e compreensão de sua representação gráfica, possibilita um novo olhar sobre esse aspecto do conteúdo. Como sua interface permite a visualização simultânea de mais de uma função – não possui limites para esse número – contribui para que o usuário possa estabelecer comparações e fazer generalizações a partir de semelhanças e diferenças gráficas.

Nossa missão é ajudar todos os alunos a aprender matemática e amar aprender matemática. Nós atingimos esse objetivo construindo produtos e parcerias. Primeiro, construímos nossa melhor calculadora gráfica HTML5 Desmos, que milhões de estudantes em todo o mundo usam gratuitamente, incluindo alunos cegos ou deficientes visuais. Nossos parceiros também incorporaram a calculadora em currículos digitais e em avaliações digitais para que os alunos passem menos tempo se preocupando com a tecnologia e mais tempo pensando em matemática (SITE DESMOS, 2019).

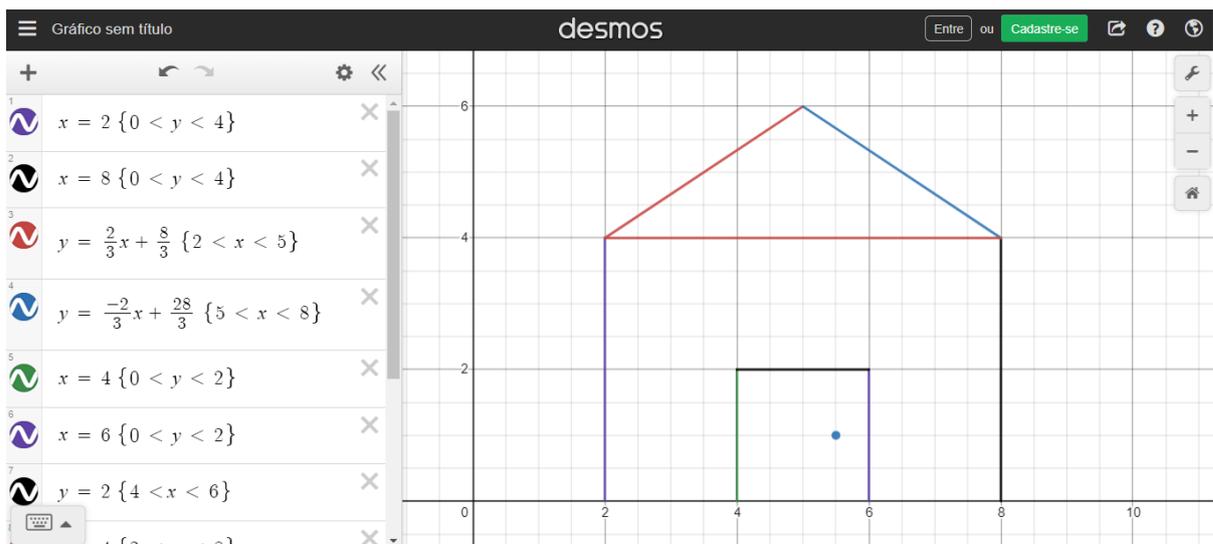
Dentre as possibilidades de uso do Desmos na introdução ao ensino de Funções no Ensino Fundamental II, destacamos a investigação de comportamentos de diferentes gráficos e conceitos correlacionados. Ao ensinar, trabalhando apenas com opções básicas do Desmos, como, por exemplo, retas e parábolas, o professor

poderá relacionar teoria e prática por meio de situações problemas e os dois com o real.

O ensino de Função de 1º grau a partir do Desmos pode ser feito, por exemplo, realizando a composição do gráfico de várias funções desse tipo, em intervalos bem definidos, para geração de uma imagem como a da casa presente na Figura 5, ou seja, para sua construção é preciso definir as expressões que representam cada função (correspondente a cada segmento traçado) e determinar, também, o intervalo de variação de cada uma delas.

Por exemplo, a reta  $x = 2$  determina uma das paredes da casa e, para que tenha a altura desejada, a variação de  $x$  deve ser de 0 até 4. O mesmo ocorre com a reta  $x = 8$ , que representa a outra parede da casa.

Figura 5: Casinha construída utilizando retas e um ponto



Fonte: <https://www.desmos.com/>

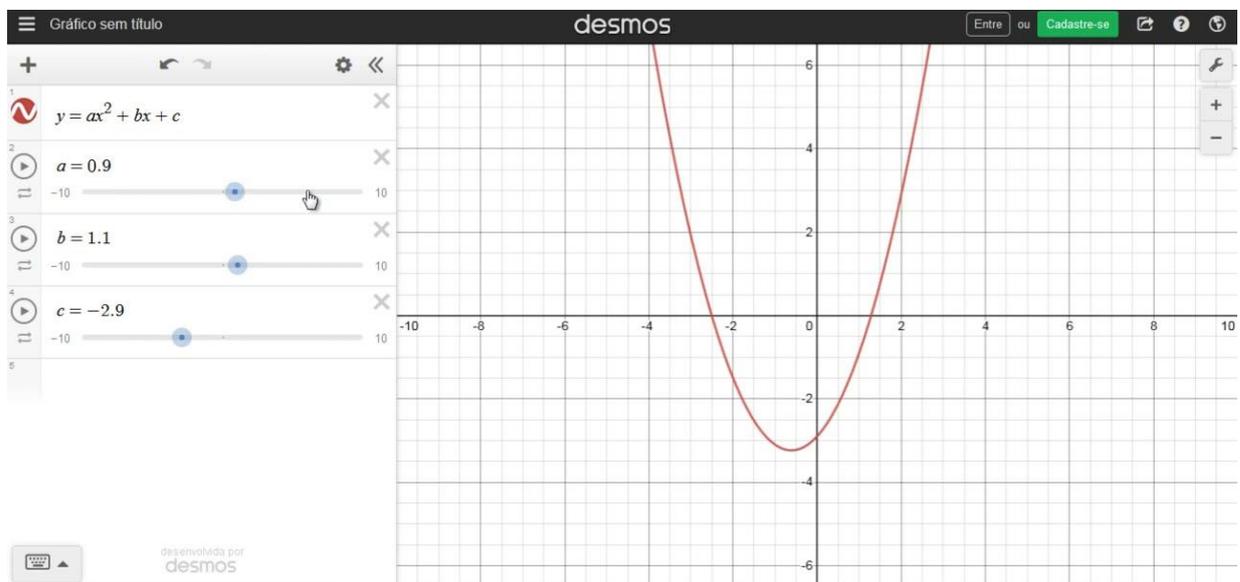
Para determinar a equação de um dos lados do telhado, por exemplo, o professor pode explicar destacando dois pontos na malha quadriculada, como (2,4) e (5,6). Com isso, os alunos poderão encontrar, realizando o cálculo da inclinação da reta:  $a = \frac{6-4}{5-2} = \frac{2}{3}$ . Logo após, faz-se:  $y - 4 = \frac{2}{3}(x - 2)$ , que resulta em  $y = \frac{2}{3}x + \frac{8}{3}$ .

O docente poderá trabalhar características da linguagem das funções do 1º e 2º grau, realizando uma leitura dos gráficos e as instrumentalizando no aplicativo DESMOS através de comandos básicos, como controle deslizante para explicação da

influência dos coeficientes das variáveis e do termo independente no comportamento do gráfico da função.

Por exemplo, na Figura 6, o uso do controle deslizante, de acordo com Friske et al. (2016, p. 16), possibilita causar variações, manualmente ou automaticamente, podendo também assumir a função de uma variável. Esta variável poderá ser associada a um objeto matemático que possibilitará a transição contínua entre estados intermediários do objeto estudado, destacando, desse modo, os aspectos invariantes. Ademais, o dinamismo nas representações e a manipulação de conceitos antes abstratos é possibilitado pela variação dos objetos.

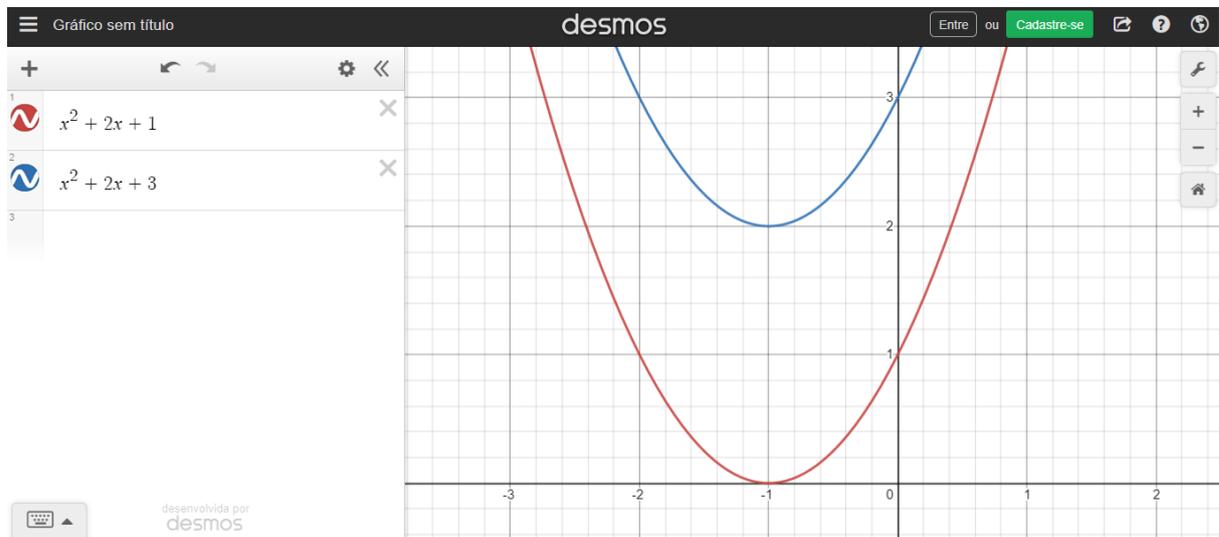
Figura 6: Utilização do controle deslizante na função quadrática.



Fonte: <https://www.desmos.com/>

Como podemos observar pela imagem presente na Figura 7, o Desmos possibilita o uso de cores distintas para cada gráfico gerado, facilitando a diferenciação das representações construídas, como podemos constatar pelos gráficos apresentados na Figura 6, associados às funções  $f(x) = x^2 + 2x + 1$  e  $g(x) = x^2 + 2x + 3$ .

Figura 7: Representação gráfica de duas funções quadráticas no mesmo par de eixos cartesianos



Fonte: <https://www.desmos.com/>

Observando as imagens dos dois gráficos o estudante poderá facilmente identificar a relação entre o termo independente presente nas duas expressões algébricas e o ponto de interseção do gráfico com o eixo vertical, para  $x = 0$ . Poderá, ainda, concluir que a coordenada de  $x$ , no vértice das duas parábolas, é o mesmo, variando o valor de  $y$ , neste caso, em duas unidades.

Em outro momento, o trabalho com o *software* pode incluir a resolução de situações problemas, a fim de produzir significado para o discente que irá explorar e observar contextos, estabelecendo uma relação e construindo diferentes maneiras de resolução para um mesmo problema. Dessa forma, os estudantes poderão desenvolver competências de leitura, escrita, compreensão e argumentação, que contribuirão para o seu desenvolvimento pessoal e escolar.

Vamos exemplificar esse uso considerando a seguinte questão: Em uma determinada loja de João Pessoa, o salário mensal de um vendedor é dado pela composição de um valor fixo de R\$100,00, acrescido de R\$2,00 por cada unidade vendida. a) Expresse o gráfico de ganho mensal ( $S$ ) desse vendedor, em função do número ( $u$ ) de unidades vendidas; b) Quantas unidades ele deve vender para receber um salário de R\$160,00?

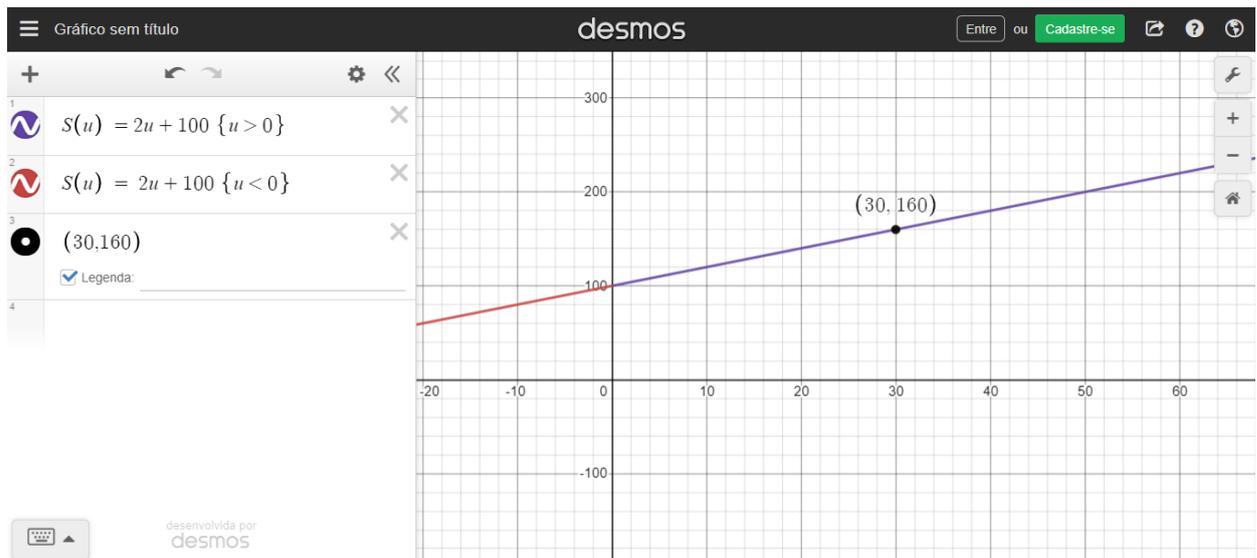
Uma solução para o problema poderia ser determinada de modo totalmente algébrico, do modo apresentado em seguida. Sabendo que uma equação do 1º grau é representada por  $y = ax + b$ , onde, nesta situação,  $y$  representa o ganho mensal

(S),  $x$  o número ( $u$ ) de unidades vendidas e  $a$  e  $b$  são, respectivamente, a taxa de variação e o valor fixo. Substituindo os valores presentes no enunciado, temos:  $S = 2u + 100$ .

Dessa forma, para descobrir quantas unidades ele deve vender para receber um salário de R\$160,00, basta substituir a variável responsável pelo ganho mensal (S) pelo valor dado, ou seja:  $S = 2u + 100$ ; logo,  $160 = 2u + 100$ . Assim,  $160 - 100 = 2u$  e, portanto,  $\frac{60}{2} = u$ , concluindo-se que  $u = 30$  unidades

Poderíamos propor que o aluno tentasse resolver a questão, procurando a solução por meio da representação gráfica da expressão que houvesse determinado em resposta para o item a, ou seja, a partir do gráfico da função  $S(u) = 2u + 100$ , presente na Figura 8.

Figura 8: Representação gráfica da solução do item a e b do problema (restrições feitas manualmente).



Fonte: <https://www.desmos.com/>

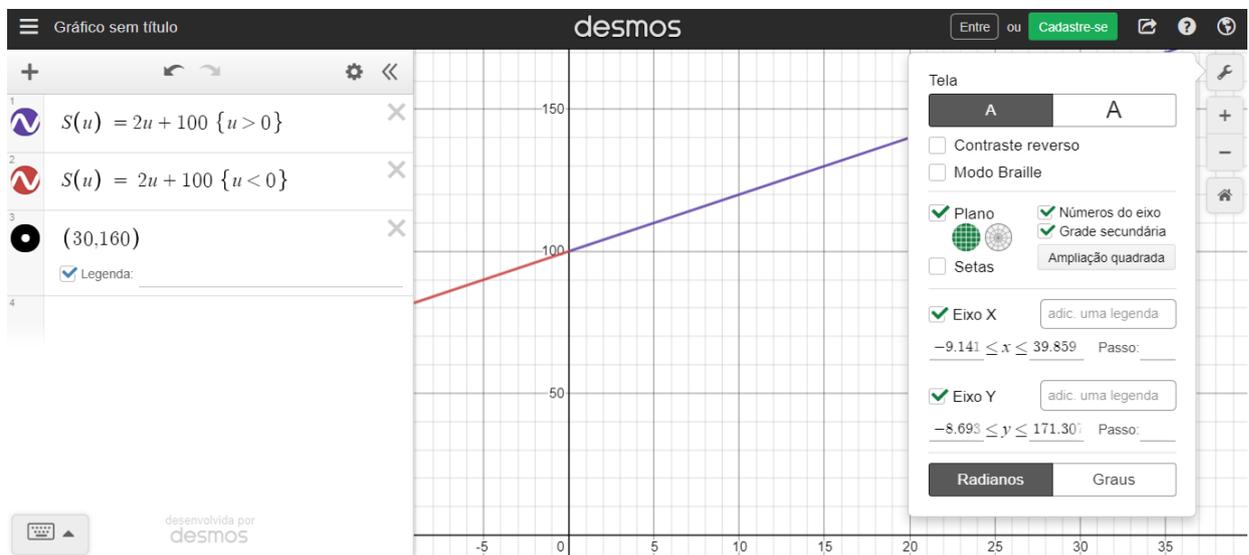
Para ampliar o trabalho com o problema, o professor poderia propor que os estudantes elaborassem questões, com base na análise do gráfico, estabelecendo relações entre o número de unidades vendidas e o valor correspondente a ser pago para o vendedor.

Outro ponto importante a ser considerado são as restrições que precisam ser feitas no gráfico, e que o software não faz automaticamente, no caso, em relação ao valor mínimo que pode ser assumido por  $S(u)$ , R\$100,00, salário que o vendedor

receberia mesmo que não vendesse nenhuma unidade. Ou seja, embora matematicamente o gráfico da função  $S(u) = 2u + 100$  seja ilimitado nas duas direções (para valores cada vez menores ou cada vez maiores de  $u$ ), no contexto proposto, não faria sentido traçar a parte do gráfico relativa a valores negativos para  $u$  (reta vermelha na Figura 8).

Além disso, a escolha da escala adequada para a plotagem do gráfico também é feita de forma manual através das configurações, lado direito da tela inicial (Figura 9), estabelecendo o intervalo adequado para o eixo  $x$  e para o eixo  $y$ .

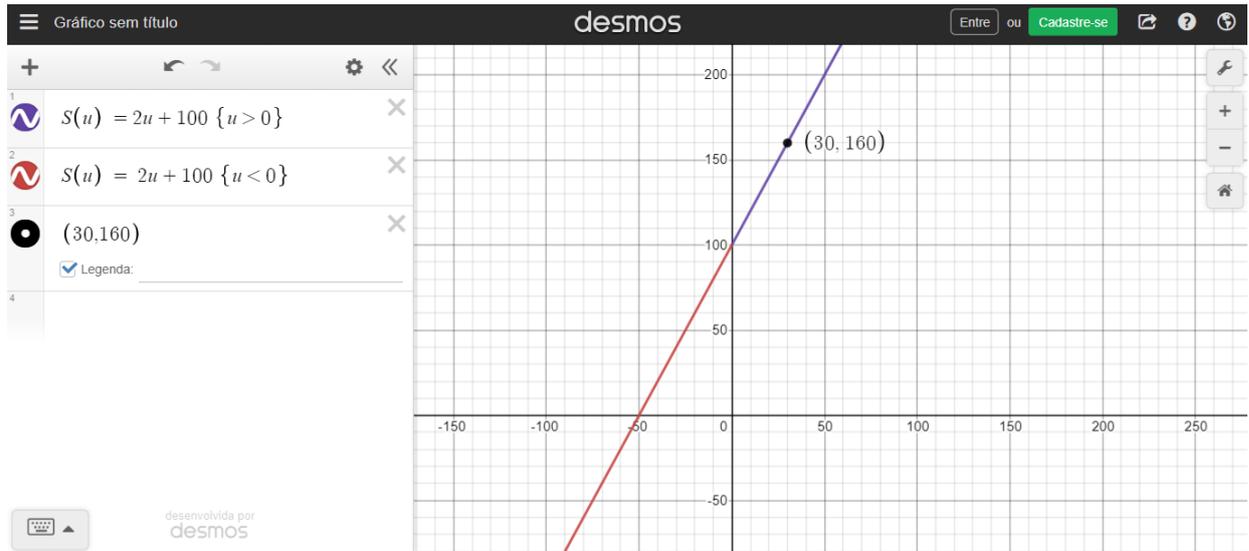
Figura 9: Configurações para alteração da escala dos eixos.



Fonte: <https://www.desmos.com/>

Ao observar o mesmo gráfico de  $S(u) = 2u + 100$  utilizando a escala inicial estabelecida pelo próprio *software*, podemos perceber que em razão da escolha definida para o eixo horizontal, obtêm-se a impressão de que o valor pago ao vendedor cresce de maneira muito rápida (Figura 10).

Figura 10: Representação gráfica do gráfico  $S(u) = 2u + 100$  utilizando outra escala.



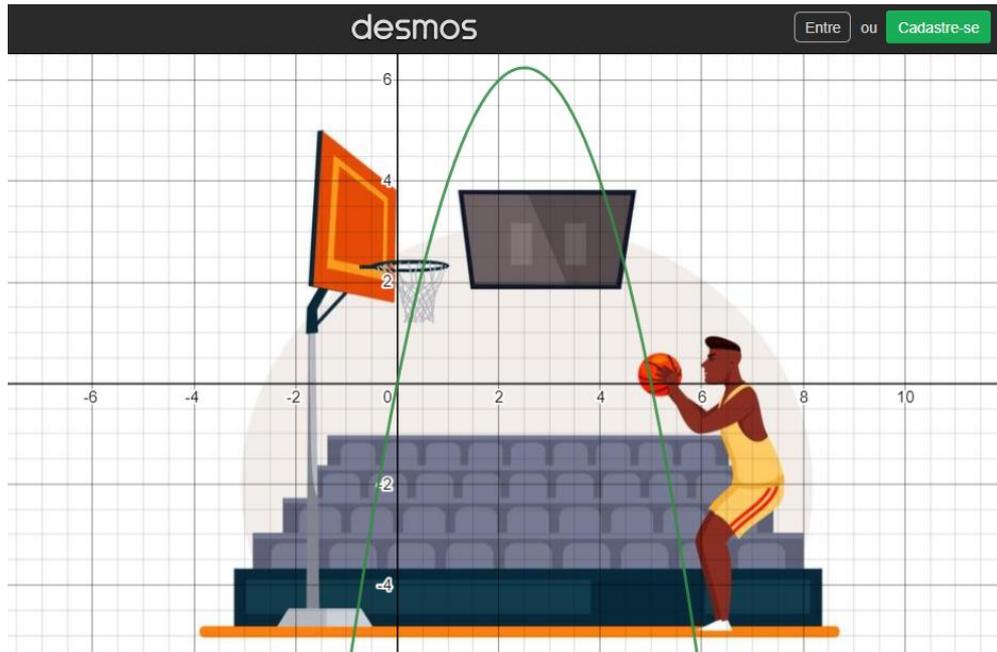
Fonte: <https://www.desmos.com/>

Essas questões potencializam o trabalho com o conceito de função, destacando elementos que ampliam a formação crítica do estudante e não apenas o domínio de procedimentos que o aluno irá executar de maneira mecânica, sem refletir sobre os desdobramentos destes em situações de aplicação, na matemática ou fora dela.

Outro ponto a destacar em relação ao uso do Desmos na resolução de uma situação problema é que o professor poderá adicionar uma imagem que lhe interesse, editando sua posição e tamanho manualmente, incorporando-a ao gráfico, como na imagem presente na Figura 11. Assim, os estudantes poderão observar o contexto do problema e sua representação gráfica simultaneamente, ampliando sua compreensão.

Observando o exemplo e supondo que a parábola descreva exatamente a trajetória que a bola de basquete irá realizar (Figura 11), alguns objetivos que o docente poderia explorar seria o de ponto máximo - qual a altura máxima que a bola de basquete atingiu antes de entrar na cesta? -, bem como a descoberta da equação da trajetória da bola até tocar o chão da quadra novamente, entre outras situações exploratórias.

Figura 11: Situação problema envolvendo uma função de 2º grau.



Fonte: <https://www.desmos.com/>

Podemos verificar, portanto, que o uso do *software* educativo Desmos como uma ferramenta auxiliar no ensino de Funções mostra-se satisfatório aos envolvidos que, através da utilização do aplicativo, pode-se realizar interpretações e reflexões acerca das construções e visualizações realizadas.

Como dito nos Capítulos anteriores, em decorrência do advento da tecnologia e a presença incessante de aplicativos e *softwares* por parte da Geração Z, o uso de um recurso como o Desmos pode promover a interação dos alunos, devido a habilidades já desenvolvidas. Dessa forma, seu uso ocorre de forma objetiva, contribuindo para a aprendizagem e desenvolvimento intelectual, dentro e fora da sala de aula.

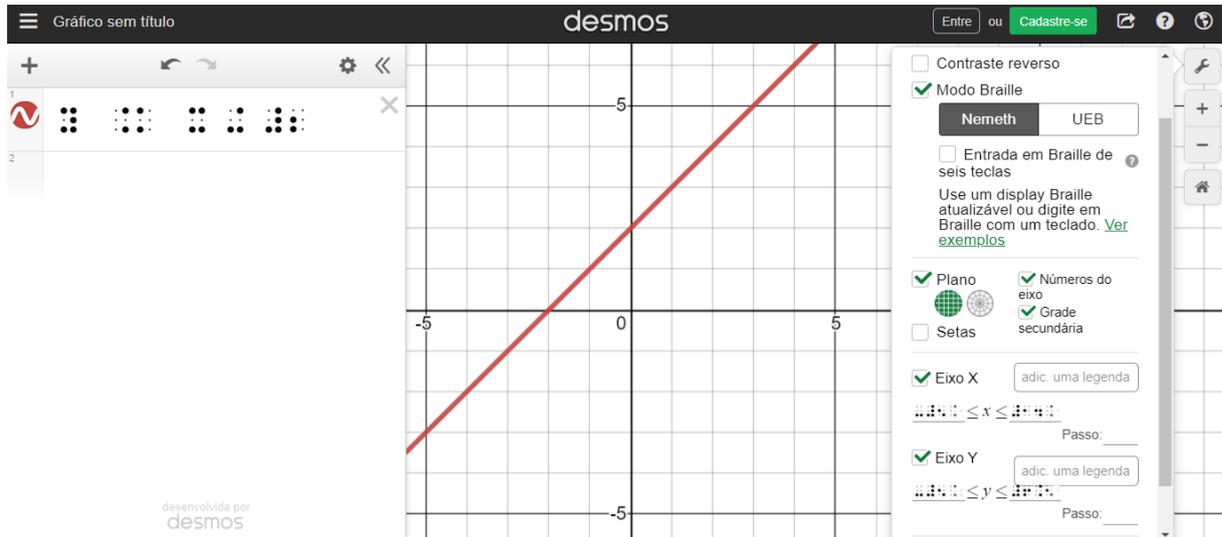
Outra vantagem notória é a presença do aplicativo nos *smartphones* e *tablets*, disponíveis a todo e qualquer momento por uma grande porcentagem dos discentes e docentes. Ademais, sua gratuidade em todas as plataformas disponíveis.

Vale ressaltar que o uso de diferentes tipos de *software* no ensino não substitui integralmente o papel do professor no tocante a mediação do conhecimento ao estudante. Sua utilização contribui no processo de ensino aprendizagem, reforçando por meio da construção e reflexão, o objeto de estudo.

No que diz respeito a acessibilidade, o *software* Desmos possui, em suas configurações, o “Modo Braille” (Figura 12), ou seja, possui a capacidade de

transformar a linguagem Matemática no sistema Braille - sistema de escrita e leitura tátil para as pessoas cegas inventado pelo francês Louis Braille (Instituto Benjamin Constant, 2018).

Figura 12: “Modo Braille” ativado.



Fonte: <https://www.desmos.com/>

Apesar de inúmeras possibilidades de atividades com o uso do *software*, a plataforma é desenvolvida de forma unidirecionada no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos, em decorrência da ausência de um espaço para dúvidas, questionamentos e diálogos em seu uso, o que precisaria ser complementado, no caso de uso remoto do Desmos. Em sala de aula, as dúvidas poderiam ser discutidas coletivamente, no momento de exploração do software.

De modo geral, de acordo com as categorias presentes no Quadro 1, contendo as Características da Qualidade de *Software* segundo a ISO/IEC 9126-1, apresentado anteriormente, entendemos que o Desmos se enquadra nas categorias apresentadas, como indicado em seguida.

Quanto à sua funcionalidade, o *software* utiliza a calculadora gráfica para além da construção de gráficos utilizando-se de leis matemáticas, mas, também, com o uso de tabelas e ferramentas de localização de pontos, potencializando maneiras explícitas e implícitas para a construção de diferentes tipos de funções, em um mesmo par de eixos.

A ISO/IEC 9126-1 exige do software a usabilidade, ou seja, a facilidade de sua utilização pelos usuários. Quanto a este aspecto, entendemos que o aplicativo

Desmos possui diferentes formas de utilização, *on-line* por meio do acesso à Internet e através de dispositivos móveis, bem como Android, IOS e tablets, de forma *off-line*. Além disso, a interface apresentada pela plataforma Matemática é amigável e desenvolvida de modo que ocorra acessibilidade às diferentes faixas etárias que dele possam fazer uso.

O *software* pode ser encontrado facilmente nos principais endereços de aplicativos educativos, além do site do próprio Desmos, o qual contém acervo de atividades prontas. Além disso, o professor pode contar com o suporte de outros materiais que auxiliam o uso do Desmos, como o Manual produzido pela Associação Nacional dos Professores de Matemática na Educação Básica (ANPMAT) ([https://anpmat.org.br/wp-content/uploads/2020/07/e-book\\_Desmos\\_final.pdf](https://anpmat.org.br/wp-content/uploads/2020/07/e-book_Desmos_final.pdf)), com explicações detalhadas sobre as ferramentas e comandos do aplicativo.

No tocante à confiabilidade, o *software* apresenta desempenho constante ao longo de diferentes modificações e condições estabelecidas, sem apresentar problemas de iniciação ou finalização. Além disso, o *software* Desmos mostra-se eficiente, uma vez que atrela recursos e tempo no seu desempenho. A plataforma desenvolve-se sem travas e erros, respondendo de forma rápida os comandos de construção gráfica.

Sua manutenibilidade destaca-se ao utilizar-se no ensino de Funções. A facilidade de alteração e correção é um dos pontos que podem ser explorados pelo docente na exploração de diferentes tipos e na comparação de características de funções distintas, auxiliando o estudante a compreender os significados dos termos (variáveis e constantes/coeficientes) da representação algébrica de uma função.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término do trabalho, temos a expectativa de que os objetivos que traçamos para nossa investigação foram atendidos e consideramos que ela nos proporcionou expressivo crescimento em nossa formação para a docência em Matemática, tanto do ponto de vista teórico quanto prático, por meio do exercício de experiências com o aplicativo que analisamos.

Diante do vasto campo de estudo das funções, que permeia, direta ou indiretamente a formação dos alunos ao longo da Educação Básica, embora formalmente o conteúdo só seja introduzido no último ano do Ensino Fundamental, como destacamos em nossas discussões, existem dificuldades diversas em relação ao seu ensino e aprendizagem.

Os documentos oficiais destacados em nosso texto têm defendido o uso de tecnologias digitais no ensino de Matemática e elas se aplicam em especial a alguns conteúdos, como o de funções, uma vez que estas admitem diferentes formas de representação.

A partir da análise que fizemos do *software* Desmos, reconhecemos seu potencial para auxiliar na construção, exploração, visualização, experimentação de situações e manipulação de dados que são facilitados pelos recursos do aplicativo. Pela via docente tradicional, através do uso de recursos convencionais, como, por exemplo, materiais de desenho, o estudante não estaria apto a realizar com tamanha qualidade e diversidade, a análise de relações entre parâmetros em uma representação algébrica e seus desdobramentos em termos de representação gráfica. Assim, espera-se que as dificuldades relacionadas a essas relações possam ser reduzidas com o uso do aplicativo.

Por ser um *software* dinâmico, reunindo recursos da geometria com comandos algébricos, o Desmos possibilita ao usuário manipular diferentes registros gráficos ao mesmo tempo. Essa vantagem torna-se evidente ao compararmos com os gráficos construídos com lápis e papel, que não têm a mesma qualidade nem são tão facilmente manipuláveis. Em todo caso, não desmerecemos a importância da produção manual de gráficos, na medida em que esta atividade potencializa a exploração da discussão sobre escalas, sobre localização das variáveis em cada eixo no plano cartesiano, além do próprio uso da régua e esquadros.

Embora haja outros aplicativos que permitem trabalho semelhante com gráficos de funções, destacamos a facilidade de uso do Desmos, em razão de sua plataforma ser bastante amigável e intuitiva. Todavia, para que o *software* possa ter uma maior integração ao contexto escolar, faz-se necessário a promoção de cursos e oficinas de formação para os professores de matemática, para que ocorram discussões sobre as diversas potencialidades das ferramentas encontradas no Desmos, bem como sobre a elaboração de diferentes metodologias para sua introdução nas práticas pedagógicas.

Com base na experiência promovida pela realização da pesquisa apresentada neste texto, que nos proporcionou importantes reflexões acerca da prática docente dos professores de Matemática, enxergamos a possibilidade de realização de novas pesquisas na área de Educação, situadas na elaboração, aplicação e análise de sequências didáticas com o auxílio do Desmos, tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio.

Por fim, vale ressaltar que o intuito não é defender a substituição integral de meios que tradicionalmente têm sido utilizados no ensino de Matemática pelo uso de *softwares* educativos, mas defendemos ser importante desfrutar da melhor forma possível das características desenvolvidas pelas tecnologias educacionais, que em dados momentos se mostram mais adequadas que meios ditos “convencionais”.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, K. D. O.; LINS, A. F. **Tecnologia digital em sala de aula: estimulando a abstração matemática com a calculadora gráfica Desmos**. Anais do IV CONAPESC. Campina Grande, PB: Realize, 2019. Disponível em: <<https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/57250>>. Acesso em: jun 2021.
- ALVES, M. G.; AZEVEDO, N. R. **Investigar em Educação: desafios da construção de conhecimento e da formação de investigadores num campo multi-referenciado**. Caparica, Portugal: Edições UIED, 2010. Disponível em: <<https://run.unl.pt/handle/10362/5287>>. Acesso em jun. 2021
- ANTUNES, G.; CAMBRAINHA, M. **Modelos de exploração Matemática na plataforma Desmos: ensinar e aprender em um ambiente virtual de aprendizagem**. 1ª edição, Rio de Janeiro: Associação Nacional dos Professores de Matemática na Educação Básica, 2020. Disponível em: <[https://anpmat.org.br/wp-content/uploads/2020/07/e-book\\_Desmos\\_final.pdf](https://anpmat.org.br/wp-content/uploads/2020/07/e-book_Desmos_final.pdf)>. Acesso em maio 2021
- BANDEIRA, A. A. **Utilizando calculadoras gráficas no estudo do comportamento gráfico de funções no Ensino Fundamental e Médio**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Matemática, Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada, Rio de Janeiro, 2015.
- BARANAUSKAS, M. C. C.; ROCHA, H. V.; MARTINS, M. C.; D'ABREU, J. V. Uma taxonomia para ambientes de aprendizado baseados no computador. In: VALENTE, J. (org.) **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: SP. UNICAMP/NIED, 1999.
- BARNHURST, KEVIN G. (1999): **Los cuadros gráficos**. Revista Latina de Comunicación Social, 16. Disponível em: <<http://www.ull.es/publicaciones/latina/a1999iab/111kevin.htm>>. Acesso em jun 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação e Desporto. Secretaria de Educação Básica. Brasília: 2017.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Ministério da Educação. Secretaria do Ensino Fundamental. Brasília: 1997.

BRASIL. **PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Ministério da Educação. Brasília: 2002.

BOYER, C. B. **História da Matemática**. 3ª edição. São Paulo: Edgard Blucher, 2010.

CAMPÊLO, S. R. C. **Software educativo Tinkerplots 2.0: possibilidades e limites para a interpretação de gráficos por estudantes do ensino fundamental**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Matemática, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

DIAS, V. A. **O Ensino de Funções na Educação Básica**. Dissertação (Mestrado) – Curso de Matemática, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2015.

EUZÉBIO, J. S. **Proposta de ensino de Geometria Analítica utilizando o Desmos**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.

FAVA, R. **Trabalho, educação e inteligência artificial: a era do indivíduo versátil**. Porto Alegre: Penso, 2018.

FREITAS, C. C. G.; SEGATTO, A. P. **Ciência, tecnologia e sociedade pelo olhar da Tecnologia Social: um estudo a partir da Teoria Crítica da Tecnologia.**

Cadernos EBAPE.BR [online – Disponível em:

<<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/cadernosebape/article/view/7420>>.

Acesso em maio 2021]. 2014, v. 12, n. 2.

FREIRE, F.M.P; PRADO, M.E.B.B. Projeto Pedagógico: pano de fundo para escolha de um software educacional. In: VALENTE, J.A. (org). **O Computador na sociedade do conhecimento.** Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1999.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

GLADCHEFF A. P.; ZUFFI E. M.; SILVA D. M. **Um Instrumento para Avaliação da Qualidade de Software Educacionais de Matemática para o Ensino**

**Fundamental**, Anais do XXI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, WIE'2001, Anais da XXI SBC, Fortaleza: CE, 2001

GONÇALVES, M. S. **Avaliação de software educativo: a teoria em prática.** EaD & Tecnologias Digitais na Educação, Dourados, v. 4, n. 5, p. 58-67, fev. 2017.

Disponível em: <<https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/ead/article/view/5522>>. Acesso em: abril 2021.

GOUVÊA, M. C. M.; NAKAMOTO, P. T. **Avaliação de Software Educacional: uma oportunidade de reflexão da educação na sociedade do conhecimento.** 2015.

Disponível em: < <https://www.uniube.br/eventos/epeduc/2015/completos/31.pdf>>.

Acesso em jun 2021.

IEZZI, G.; *et al.* **Matemática: Ciência e Aplicações.** 2ª ed. São Paulo: Atual, 2004.

MARINHO, J. S. **O uso do Winplot como software educativo no ensino da função quadrática**. Especialização - Curso de Especialização em Ensino de Ciências e Matemática na modalidade educação a distância, Patos, 2021. Disponível em: <<http://repositorio.ifpb.edu.br/jspui/handle/177683/1313>>. Acesso em: 24/04/2021 às 13:45h.

MORAN, J. M. Internet no ensino universitário: pesquisa e comunicação na sala de aula. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, [S.L.] São Paulo, v. 2, n. 3, p. 125-130, ago. 1998. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1414-32831998000200010>>. Acesso em: 11/03/2021 às 21:03h.

MORAN, J. M.; MASETTO, M.T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 21. ed. Campinas, SP: Papirus, 2013.

MOYSÉS, L. **Aplicações de Vygotsky à Educação Matemática**. Campinas - SP: Papirus, 1997.

OLIVEIRA, C. C.; COSTA, J. W.; MOREIRA, M. **Ambientes informatizados de aprendizagem: produção e avaliação de software educativo**. São Paulo: Papirus, 2001.

OLIVEIRA, I. P. S.; PEREIRA, L. C. **Uso do software Winplot: uma proposta de ensino-aprendizagem significativa no programa EMITEC**. Anais do Congresso ABED, 2013. Salvador – BA. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2013/cd/201.pdf>>. Acesso em abr 2021.

PAPERT, S. M. **A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PIANGERS, M.S; BORBA, G. **A escola do futuro: o que querem (e precisam) alunos, pais e professores**. Porto Alegre: Penso, 2019.

PICKOVER, C. **O livro da Matemática**. Holanda, ed. Librero (ed. Portuguesa): 2011.

ROQUE, T.; CARVALHO, J. B. P. **Tópicos de História da Matemática**. 1ª edição, Rio de Janeiro: SBM, 2012.

RÊGO, R. G. **Um estudo sobre a construção do conceito de função**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Educação. UFRN: 2000.

SALGADO, D. F. DE S.; TEIXEIRA, H. R. DA C. **O uso do aplicativo Desmos no ensino de funções do 1º. e 2º. grau no primeiro ano do Ensino Médio**. Repositório Institucional da Universidade do Estado do Amazonas, 2017. Disponível em: < <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/handle/riuea/404>>. Acesso em jun 2021

SANCHO, JUANA. **Para uma tecnologia educacional**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

SANTANA FILHO, F. O conceito de função nos livros didáticos de Matemática. In: ENEM - ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12., 2016, São Paulo. **Educação Matemática na Contemporaneidade: desafios e possibilidades**. [S.L.] Mato Grosso do Sul: SBEM, 2015. p. 1-11.

SANTOS, H. M. *at al.* Reflexão sobre a usabilidade dos aplicativos Winplot, Geogebra e Desmos no ensino de Matemática. **Brazilian Journal Of Development**. Curitiba, Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv7n4-209>>. Acesso em: 01/04/2021 às 16:32h.

SILVA, R. P.; HOLANDA, T. F. A.; MANFREDI, V. **Tecnologia e ensino da Matemática dos anos iniciais do Ensino Fundamental: o uso de computadores, softwares e vídeos na otimização da prática educativa**. Anais do CIET-EnPED: 2020. São Carlos. Disponível em: <<https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2020/article/view/1419>>. Acesso em jun 2021.

SILVANO, A. M. C. **O desenvolvimento de representações gráficas em software educativo para facilitar significativa e colaborativamente a construção do conceito de funções matemáticas.** 2011. 141 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE: 2011.

SCREMIN, G. **Software Desmos como ferramenta de ensino e aprendizagem de derivadas.** Especialização - Curso de Especialização em Tecnologias da Informação e da Comunicação Aplicadas À Educação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, SC: 2017.

SOFFA, M. M.; ALCÂNTARA, P. R. C. O uso do software educativo: reflexões da prática docente na sala informatizada. In: **Congresso Nacional de Educação (EDUCERE)**. 2008. Disponível em: <  
[https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2008/335\\_357.pdf](https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2008/335_357.pdf)>. Acesso em maio 2021

SOUSA, I. B.; LINS, I. M.; ABREU, J. D. **A utilização dos softwares Winplot e Geogebra na construção de gráficos de funções no ensino da Matemática.** IX EPBBEM – Encontro Paraibano de Educação Matemática, 2016. Disponível em: <  
[https://editorarealize.com.br/editora/anais/epbem/2016/TRABALHO\\_EV065\\_MD1\\_SA7\\_ID335\\_13102016203020.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/epbem/2016/TRABALHO_EV065_MD1_SA7_ID335_13102016203020.pdf)>. Acesso em maio de 2021.

TAJRA, S. F. **Informática na Educação.** 5ª edição. São Paulo: Érica, 2001.

VALENTE, J. A. Por que o computador na educação? In: VALENTE, J. A. **Computadores e conhecimento: repensando a educação.** Campinas, SP: Unicamp, 1993.

\_\_\_\_\_. Análise dos diferentes tipos de *software* usados na educação. In: VALENTE (Org.) **Computadores na sociedade do Conhecimento.** Campinas, SP: Unicamp, 1999.

\_\_\_\_\_. **A TELEPRESENÇA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DA ÁREA DE INFORMÁTICA EM EDUCAÇÃO: implantando o construcionismo contextualizado.** In *Actas do IV Congresso Ibero-Americano de Informática na Educação – RIBIE*, 1998.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** 4 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.