

REFLEXÃO SOBRE UMA SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES PROPOSTA PARA AUXILIAR NO DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO FUNCIONAL DOS ALUNOS¹

Reflection on a sequence of activities proposed to assist in the development of functional thinking of students

Luciano Brasbiel Coiro

Resumo

Este artigo apresenta reflexões sobre atividades que compõem um Produto Educacional, que utiliza simuladores como recurso para auxiliar o desenvolvimento do pensamento funcional dos alunos direcionado para o estudo de funções. O problema de pesquisa é: Como podemos desenvolver uma sequência de atividades que estimule o desenvolvimento do pensamento funcional, favorecendo o aprendizado de funções dos alunos? O objetivo deste artigo é refletir sobre três atividades, a partir de relações com trabalhos disponíveis em repositórios educacionais. A abordagem metodológica foi qualitativa, com coleta de dados bibliográfica, buscando os referenciais teóricos e trabalhos que apresentam estratégias similares às das atividades propostas, permitindo uma relação entre elas. Os resultados indicam que as três atividades propostas podem contribuir para o desenvolvimento do pensamento funcional dos alunos, proporcionando uma abordagem de ensino de funções mais interativa. As conclusões apontam para a relevância dos simuladores como ferramentas pedagógicas para ensinar funções.

Palavras-chave: Pensamento funcional; Funções; Recursos didáticos.

Abstract

This paper presents reflections on activities that compose an Educational Product, which uses simulators as a resource to assist the development of functional thinking of students directed to the study of functions. The research problem is: How can we develop a sequence of activities that stimulate the development of functional thinking,

favoring the learning of functions of the students? The objective of this paper is to reflect on three activities, based on relations with works available in educational repositories. The methodological approach was qualitative, with bibliographic data collection, searching for the theoretical references and works that present strategies similar to the proposed activities, allowing a relation between them. The results indicate that the three proposed activities can contribute to the development of the students' functional thinking, providing a more interactive teaching approach of functions. The conclusions point to the relevance of simulators as pedagogical tools for teaching functions.

Keywords: Functional Thinking; Functions; Didactic Resources.

Introdução

Existem diversas razões pelas quais alguns alunos podem não gostar de estudar Matemática. Alguns possíveis motivos incluem dificuldades em compreender os conceitos matemáticos, falta de interesse pelo assunto, falta de aplicabilidade percebida na vida cotidiana, métodos de ensino desinteressantes, entre outros fatores individuais (TATTO e SCAPIN, 2004). Motivado pela observação das dificuldades expostas pelos alunos da educação básica de escola pública, diante do desenvolvimento de atividades relacionadas ao estudo de funções, este artigo apresenta uma síntese de algumas atividades que compõem um

¹ Esse texto resulta da Dissertação e do Produto Educacional defendidos no Mestrado Profissional em Formação Docente para Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemática (PPGSTEM -UERGS - RS), sob a supervisão da Professora Doutora Tânia Cristina Baptista Cabral (PPGSTEM-UERGS)

Produto Educacional (PE)². O PE tem o objetivo de auxiliar os alunos a desenvolverem o pensamento funcional com o intuito de significar o estudo de funções. Assim, o objetivo deste artigo é propor reflexões acerca das atividades que compõem o PE, por meio de relações com propostas educacionais que apresentam os mesmos objetivos e que estão disponíveis em repositórios educacionais

Num primeiro momento apresenta-se referências teóricas, iniciando com uma problemática discutida por pesquisadores da área do pensamento funcional. Ainda, apresenta o conceito de pensamento funcional apresentado por Smith (2008 apud MESTRE, 2014) e Blanton (2015) e o que os documentos norteadores nacionais dizem a respeito deste pensamento matemático. Em seguida, encontra-se uma perspectiva metodológica para o desenvolvimento do pensamento funcional, tratando sobre: aprendizagem significativa, Objetos de Aprendizagem (OA) e Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC). No terceiro momento apresentam-se as atividades do PE seguidas de relações com trabalhos disponíveis em repositórios educacionais, a fim de propor considerações.

Referencial teórico

Segundo os estudos de Palis (2013), Neto e Rezende (1998), Rezende et al. (2016), Mestre (2014) e Yuniat et al. (2019), esses autores registram que os alunos apresentam dificuldades na aprendizagem de funções, muitas vezes, devido à insuficiência em analisar e interpretar as variáveis de uma função como uma variação entre suas quantidades (a covariação) e/ou de perceber que existe uma relação entre as variáveis. O ato de analisar e interpretar as variáveis parte da ação do aluno, que constrói propriedades dos conceitos estudados por meio de deduções das definições. Essas deduções são desenvolvidas por meio do pensamento matemático, que consiste na interação entre processos de Representação e Abstração,

conforme Dreyfus (2002). Diante disso, surge a questão: qual pensamento matemático o aluno deve estar habilitado para superar a dificuldade no aprendizado de funções? Qual pensamento permite que o aluno assimile padrões de relacionamento entre variáveis quantitativas? Para responder a essas perguntas, é preciso recorrer a alguns autores que se dedicaram a estudar e definir o conceito de pensamento funcional, que é considerado um tipo específico de pensamento matemático relacionado ao estudo de funções. A seguir, serão apresentadas as concepções de Smith (2008 apud MESTRE, 2014) e Blanton (2015) sobre o que é o pensamento funcional, quais são suas características e como ele pode ser desenvolvido e aplicado no ensino de funções.

Smith (2008 apud MESTRE, 2014) refere-se ao pensamento funcional como o pensamento representacional que se foca nas relações entre duas (ou mais) quantidades que variam e, mais especificamente, como o tipo de pensamento que conduz das relações específicas para a generalização dessas relações. Considerando a abordagem de Smith (2008 apud MESTRE, 2014), é relevante analisar a perspectiva de Blanton et al. (2015) sobre o assunto.

Segundo Blanton et al. (2015), “O pensamento funcional envolve generalizar relações entre quantidades covariáveis e representar e raciocinar com essas relações por meio da linguagem natural, notação algébrica (simbólica), tabelas e gráficos” (BLANTON et al., 2015, p. 43, tradução nossa). Considerando as reflexões de Smith (2008 apud MESTRE, 2014) e Blanton et al. (2015) sobre as características do pensamento funcional e sua relação com a relação covariante entre quantidades, é conveniente enfatizar a relevância dessas perspectivas no contexto do estudo de funções.

Desse modo, para o estudo de funções, o pensamento funcional tende a promover ao aluno a habilidade de desenvolver práticas mentais que

² “...um processo ou produto educativo e aplicado em condições reais de sala de aula ou outros espaços de ensino, em formato artesanal ou em protótipo. Esse produto pode ser, por exemplo, uma sequência didática, um aplicativo computacional, um jogo, um vídeo, um conjunto de vídeo-

aulas, um equipamento, uma exposição, entre outros. A dissertação/tese deve ser uma reflexão sobre a elaboração e aplicação do produto educacional respaldado no referencial teórico metodológico escolhido” (BRASIL, 2019a, p. 15).

possibilitem a construção de modelos, estabelecendo conjecturas, desenvolvendo e argumentando relações matemáticas. Assim, entende-se que as estratégias para o ensino de funções devam ser elaboradas com o intuito de promover o pensamento funcional do estudante, de modo que envolvam seus conhecimentos prévios; estimulem a percepção das relações existentes entre variáveis; desenvolvam a habilidade de construir e sistematizar analogias em diferentes representações, promovendo reflexões.

Esses propósitos vêm sendo discutidos nos documentos norteadores educacionais do Brasil, nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), da seguinte maneira:

O ensino de Matemática deve garantir o desenvolvimento de capacidades como: observação, estabelecimento de relações, comunicação (diferentes linguagens), argumentação e validação de processos e o estímulo às formas de raciocínio como intuição, indução, dedução, analogia, estimativa; (BRASIL, 1998, p. 56).

O PCN de 1998 já apresentava a importância do desenvolvimento de diversos raciocínios para o aprendizado da Matemática. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta a área/componente Matemática e suas tecnologias divididas em campos de conhecimento que estão interligados a um conjunto de ideias: a equivalência, a ordem, a proporcionalidade, a interdependência, a representação, a variação e a aproximação. Conforme a BNCC (2018, p. 268), “essas ideias fundamentais são importantes para o desenvolvimento do pensamento matemático dos alunos e devem se converter, na escola, em objetos de conhecimento.” Assim, a proposta é que essas ideias estejam inseridas nas unidades temáticas apresentadas pela BNCC,

promovendo o desenvolvimento do pensamento matemático aos estudantes.

Mas o que é necessário para que possamos auxiliar os alunos a desenvolverem este pensamento? A fim de propor uma reflexão sobre este questionamento, na próxima seção trataremos no que concerne sobre estratégias de ensino e aprendizagem para o desenvolvimento do pensamento funcional.

Perspectiva metodológica para o desenvolvimento do pensamento funcional

Para elaborar estratégias de ensino, é importante que o professor : tenha empatia pelos alunos; reflita sobre como as intervenções didáticas serão aceitas pelos alunos; analise como a proposta didática poderá ser proveitosa para o aprendizado dos alunos; verifique se as estratégias elaboradas para o ensino promoverão o interesse dos alunos pelo estudo e se estão associadas aos conhecimentos prévios dos alunos. Alguns desses aspectos referem-se à aprendizagem significativa³.

Conforme Moreira (2011), há duas condições importantes para a aprendizagem significativa: “resumindo, são duas as condições para aprendizagem significativa: material potencialmente significativo (que implica logicidade intrínseca ao material e disponibilidade de conhecimentos especificamente relevantes) e predisposição para aprender.” (MOREIRA, 2011, p. 26). Ações pedagógicas que possibilitem esses sentimentos aos alunos podem estar ligadas a estratégias didáticas que utilizem objetos de aprendizagem (OA) desenvolvidos com as tecnologias da informação e comunicação (TIC).

Mas o que é um objeto de aprendizagem? Braga e Menezes (2015) apresentam diferentes definições para OA, entre elas a do Instituto de Engenheiros Eletrônicos e Eletricistas (Institute of Electrical and Electronic Engineers - IEEE), que possui um comitê de padrões para

adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva. (MOREIRA, 2011, p. 14)

³ É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios

tecnologia, o Comitê de Padrões de Tecnologia de Aprendizagem (Learning Technology Standards Committee - LTSC). Esse comitê definiu OA como “qualquer entidade, digital ou não, que pode ser usada, reutilizada ou referenciada durante o aprendizado apoiado pela tecnologia.” (BRAGA e MENEZES, 2015, p.13). A TIC pode assumir o papel de objeto de aprendizagem quando está relacionada a uma questão pedagógica, pois é uma ferramenta que pode ser usada para facilitar o ensino e a aprendizagem de diferentes conteúdos, por meio de recursos digitais.

Segundo Valente (2014), a TIC pode criar situações favoráveis para o aprendizado do aluno: “ou seja, como criar situações de aprendizagem para estimular a compreensão e a construção de conhecimento. Uma das soluções tem sido o uso das TDICs.” (VALENTE, 2014, p.144). Logo, o uso da TIC pode ser um recurso favorável nas estratégias de ensino e contribuir no processo de desenvolvimento do aprendizado como uma ferramenta que instiga o aluno ao estudo, por meio das interações que os recursos podem possibilitar, assim permitindo um significado no seu aprendizado.

É considerável salientar que os OA que utilizam a TIC são recursos utilizados para auxiliar o ensino e a aprendizagem, ou seja, os objetivos educacionais devem estar bem delineados e as intervenções do professor como mediador são fatores elementares para o processo de aprendizagem. Nesse sentido, é relevante refletir sobre o uso de simuladores como recursos para o ensino. A seguir, apresenta-se uma reflexão sobre uso de simuladores como recursos para o ensino.

Os simuladores são recursos que tendem a criar situações que possibilitem o envolvimento e o estímulo aos estudantes para a aprendizagem. Braga e Menezes (2015) definem simulação, como:

Pode-se dizer também que simulação é uma técnica de estudar o comportamento e as reações de determinados sistemas por meio de modelos. As simulações são animações que representam um modelo da natureza e, devido a isso, podem

ser muito utilizadas como objetos de aprendizagem (BRAGA e MENEZES, 2015, p. 17).

Assim, o uso da simulação pode representar características e comportamentos dos objetos de estudo permitindo uma aprendizagem diferenciada. Utilizar simulador como recurso para o ensino e aprendizagem propicia aos alunos a interação com objetos, permitindo a observação, a análise de fenômenos, proporcionando uma aprendizagem reflexiva das suas ações possibilitando a reestruturação de suas ideias caso necessário, bem como um estudo colaborativo e participativo, conforme Valente (2014):

Um segundo tipo de aplicação das TDICs na educação é a programação ou a simulação de fenômenos. Para a realização dessas tarefas, o aprendiz deve descrever suas ideias na forma de instruções, usando os recursos de comunicação específicos para cada uma dessas tarefas. As tecnologias digitais, por sua vez, executam tais instruções, produzindo resultados que são observados pelo aprendiz. Ele reflete sobre as observações e confronta o que pretendia realizar com o resultado alcançado. Se o produto obtido não corresponde ao desejado, ele deve depurar suas ideias, gerando nova descrição. Esse ciclo de ações é fruto de um diálogo com o próprio pensamento, com os colegas, com o professor e com o meio, gerando a espiral ascendente da aprendizagem baseada na descrição-execução-reflexão depuração-nova descrição (VALENTE, 2002 apud VALENTE, 2014, p. 146).

Seguindo estas ideias, este artigo propõe uma reflexão sobre um PE que utiliza em algumas estratégias de ensino que utilizam simuladores como recurso educacional, a fim de contribuir para o desenvolvimento do pensamento funcional dos alunos. Na próxima seção, trata-se sobre o PE.

O Produto Educacional

Nesta seção, são apresentadas três atividades que compõem um Produto Educacional (PE). O PE é uma sequência didática que consiste em atividades que utilizam recursos tecnológicos com o propósito de auxiliar os alunos no desenvolvimento do pensamento funcional, visando o aprendizado de funções. Esse produto surge a partir da inquietação de um professor pesquisador, que busca propor uma ação pedagógica capaz de proporcionar aos alunos a compreensão das relações existentes entre as variáveis de uma função. A metodologia adotada tem como objetivo criar um ambiente interessante e motivador, promovendo a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem do conceito de função.

A elaboração das atividades baseou-se na reflexão sobre sequência didática, conforme o estudo de Zabala (2014), que a conceitua como "um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos." (ZABALA, 2014, p. 24). Isto é, uma sequência didática consiste em um conjunto de atividades que estabelece uma determinada organização interna desde o início até o término. Os objetivos que se pretende que o aluno desenvolva em termos de conteúdo, conceituais, procedimentais e atitudinais são definidos previamente. Esse conjunto de atividades funciona como uma unidade, tendo uma finalidade de atingir um determinado objetivo pedagógico com o desenvolvimento de determinadas competências e habilidades, segundo o autor citado.

A seguir, apresentam-se três atividades que pretendem auxiliar alunos da educação básica no aprendizado de funções. Após cada atividade, propõe-se uma reflexão sobre a estratégia relacionada com atividades, disponíveis em repositórios educacionais, que visam o mesmo propósito.

A primeira atividade denomina-se: o jogo Batalha naval. Essa atividade tem como objetivo auxiliar os alunos a reconstruírem/construírem o conceito de par ordenado de modo lúdico⁴. Para essa atividade, é necessário que os alunos tenham o Jogo Batalha Naval (*Sea Battle*) salvo em seu *smartphone*, cujo aplicativo tem *download* gratuito na *Store*. Também é necessário que os alunos tenham materiais para fazer anotações.

Deseja-se que, ao final da atividade, os alunos tenham desenvolvido a habilidade de determinar ou localizar um objeto em um plano, por meio de um sistema de referências. Para avaliar o desenvolvimento dos alunos, sugere-se que seja realizado um debate com eles, permitindo que o professor analise e identifique possíveis incompreensões. Assim, caso necessário, ele possa intervir e auxiliar na construção do conhecimento.

Essa atividade foi elaborada utilizando um jogo como recurso para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos. A seguir, apresenta-se uma reflexão baseada no estudo de Silva e Kodama (2004), que utilizaram jogos para o ensino da matemática, possibilitando uma reflexão com a proposta do jogo batalha naval.

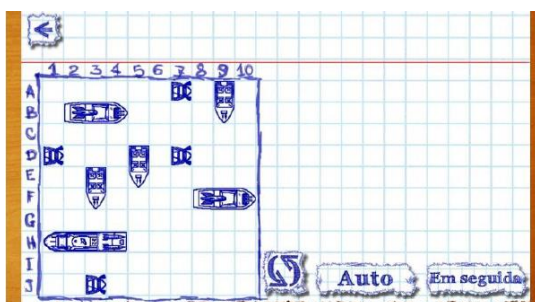
As autoras apresentam uma sequência de jogos que objetivam o ensino da matemática, ponderando que os jogos orientados para questões pedagógicas podem ser um aliado para o ensino e aprendizagem. Conforme as autoras "a atividade lúdica é essencialmente, um grande laboratório em que ocorrem experiências inteligentes reflexivas essas experiências produzem o conhecimento" (SILVA e KODAMA, 2001, p. 3). Assim, os jogos podem propor novas experiências de aprendizado para os alunos. Ainda, o jogo oportuniza ao aluno a construção do seu próprio saber, possibilitando o desenvolvimento no seu raciocínio. Segundo Silva e Kodama (2004, p. 3), "os jogos são instrumentos para exercitar e estimular um

⁴ Moura (1991, p.7) aponta que a interligação entre o jogo e a resolução de problemas está intimamente ligada à intenção do professor, que desempenha um papel fundamental no projeto pedagógico coletivo da Escola. Esse projeto é composto por uma cultura inicial e uma cultura desenvolvida,

ambas em constante evolução, representando o conhecimento em movimento. Esse conhecimento, que é a síntese de um processo, torna-se o ponto de partida para outros, em um movimento crescente.

agir-pensar com lógica e critério, condições para jogar bem e ter um bom desempenho escolar”. Assim, os jogos podem oferecer um ambiente de aprendizado no qual os alunos podem experimentar situações desafiadoras e refletir sobre elas. No jogo Batalha Naval, os alunos têm a oportunidade de aplicar conceitos de localização em um plano, num sistema de referências, enquanto jogam, identificando coordenadas e posicionando estrategicamente seus ataques. Dessa forma, os jogos inseridos como recursos didáticos podem proporcionar aos alunos sentimentos agradáveis como os de brincar, sentimentos que podem favorecer o aprendizado dos alunos. No jogo Batalha Naval, os alunos têm a oportunidade de aplicar conceitos de localização em um plano, num sistema de referências. Enquanto jogam, identificam coordenadas e posicionam estrategicamente seus ataques.

Figura 1- Jogo Batalha Naval



Fonte: Acervo do Autor (2022).

A segunda atividade foi elaborada utilizando um recurso *online*, na plataforma do *Geogebra*, apresenta-se a atividade.

A segunda atividade denomina-se: Como b depende de a. O objetivo desta atividade é de auxiliar os alunos a desenvolverem o pensamento funcional por meio da observação das variações ocorridas entre duas variáveis, utilizando um *applet*. Para alcançar este objetivo será utilizado como recurso o jogo: Como b depende de a. Este jogo está disponível no repositório da Universidade Federal Fluminense (UFF). Deseja-se que ao final da atividade os alunos tenham desenvolvido a habilidade em perceber que as mudanças de uma variável são coordenadas com mudanças em outra, permitindo assim generalizar e expressar algebricamente as funções geradas por estas

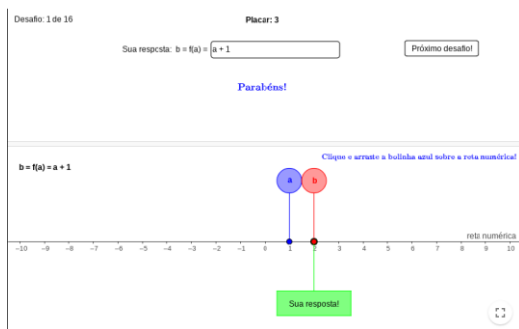
variações. Para esta atividade será utilizado como recurso o jogo Como b depende de a, computadores com o acesso à *web*, *data show*, material para anotações.

Esta atividade utiliza o *applet* “Como b depende de a”, um recurso *online* interativo que tem as seguintes instruções conforme o site da CDME.IM-UFF:

Tente descobrir como o número b depende do número a. Para isto, movimente o ponto a sobre a reta numérica (clique e arraste a bolinha azul) e observe o comportamento do ponto b! Para verificar sua resposta, escreva no campo abaixo uma expressão algébrica em termos de a e clique no botão “Acertei?”. É importante que sua resposta coincida com o ponto b para qualquer posição do ponto a! No final desta página você encontrará uma lista com os comandos das funções. Clique aqui para ver uma animação ensinando como usar o programa! (CDME.IM-UFF, 2021).

Conforme as instruções mencionadas, ao movimentar o ponto azul (cor da variável “a”) percebe-se a variação ocorrida no ponto vermelho (cor da variável “b”), esta informação proporciona ao aluno construir a relação entre as variáveis permitindo que deduza a definição desta relação. Conforme Valente (2014), cada indivíduo constrói seu conhecimento por meio da informação, desenvolvendo um processo de inter-relação entre interpretar e compreender a informação intermediada pelo diálogo na interação entre seus pares e/ou seu meio. Ainda, as deduções elaboradas pelos alunos são desenvolvidas por meio do pensamento matemático, que consiste na interação entre processos de Representação e Abstração, conforme Dreyfus (2002). Deste modo, este recurso pode ser oportuno como uma ferramenta para o desenvolvimento do pensamento funcional do aluno.

Figura 2 – Como b depende de a



Fonte: Acervo do Autor (2022).

Passamos agora a terceira atividade, que utiliza um simulador como ferramenta auxiliar para o desenvolvimento do pensamento funcional.

A terceira atividade denomina-se: Construtor de Funções. Seu objetivo é auxiliar os alunos no desenvolvimento do pensamento funcional por meio da observação das variações entre duas variáveis utilizando um simulador. O propósito final da atividade é permitir que os alunos adquiram a habilidade de definir a lei de formação das funções por meio da análise das relações entre as variáveis. Para atingir esse objetivo, será utilizado o simulador "Construtor de Funções", disponível no site do *PhET Interactive Simulations*.⁵

Os recursos necessários para essa atividade são: o simulador "Construtor de Funções", computadores com acesso à internet, *data show* e material para anotações. É importante destacar a importância de o professor se familiarizar com o recurso por meio das instruções disponíveis no site do *PhET* em "Recursos de Ensino - Dicas para professores". Para o desenvolvimento da atividade, sugere-se dividir a turma em pequenos grupos, permitindo que eles compartilhem suas ideias.

A fim de sintetizar a apresentação das atividades, a seguir apresenta-se um quadro que indica as telas do Construtor de Funções, sínteses das propostas das atividades e as habilidades que se deseja que o aluno desenvolva após a proposta de ensino.

Quadro 1 – Atividades com Construtor de Funções.

Tela	Atividade	Habilidade desejada ao final da atividade
Tela de Padrões	Os alunos utilizam o construtor de função de modo a introduzir às transformações geométricas como funções.	Definir que a imagem da saída é formada por uma regra que combina cada entrada exatamente com uma saída.
Tela Numérica	Os alunos criam, interpretam e identifiquem entre várias representações de uma função aritmética.	Reconhecer e identificar as relações existentes nas variáveis e entre as variáveis da função.
Tela Equações	Os alunos exploram uma variedade de funções, fazem previsões, compõem funções, e definem uma função.	Reconhecer e identificar as relações que ocorrem com as variáveis assim definindo a função.

Fonte: Acervo do Autor (2022).

A proposta de atividade apresentada utiliza como recurso, um simulador interativo, disponível no site da *PhET*. Faz-se agora uma relação com um estudo que utilizou um simulador como recurso para o ensino e aprendizagem.

Reis e Rehfeldt (2019) apresentam uma pesquisa utilizando o *software* de simulação *PhET* com objetivo de verificar como este recurso pode contribuir para o ensino e aprendizagem da multiplicação. Os autores propuseram a alunos do 7º ano

⁵ Sobre a PhET: PhET oferece simulações de matemática e ciências divertidas, interativas, grátis, baseadas em pesquisas. Nós testamos e avaliamos extensivamente cada simulação para assegurar a eficácia educacional. Estes testes incluem

entrevistas de estudantes e observação do uso de simulação em salas de aula. (PhET, 2022, tradução nossa)

atividades de multiplicação para serem desenvolvidos com o auxílio do simulador Aritmética - Multiplicar disponível no site *PhET*. Para desenvolver as atividades cada aluno utilizou um computador, entretanto foram instigados pelos pesquisadores a interagirem com seus colegas, a fim de proporcionar um aprendizado colaborativo.

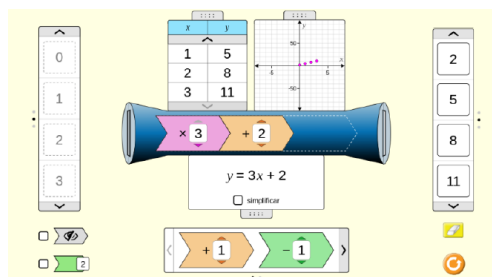
Segundo os autores a metodologia desenvolvida proporcionou o envolvimento dos alunos na resolução das atividades, autonomia no aprendizado e a interação com seus pares. Atitudes que demonstram a motivação dos alunos em querer aprender, ação propiciada pelo uso do recurso, como justificam os autores.

Assim como no caso do simulador de aritmética mencionado, uma hipótese é que o uso do simulador Construtor de Funções pode contribuir para o aprendizado dos alunos. Esse software interativo permite que os alunos desenvolvam o pensamento funcional ao observarem as variações entre duas variáveis.

Além disso, o Construtor de Funções oferece um ambiente colaborativo, no qual os alunos podem trabalhar em conjunto, compartilhar descobertas e desenvolver habilidades de comunicação e pensamento crítico.

Essas características são relevantes para promover um engajamento ativo dos alunos no processo de aprendizagem, facilitando a compreensão dos conceitos de funções de maneira mais significativa. Portanto, o uso do simulador Construtor de Funções tende a facilitar a compreensão e pode ser considerado uma ferramenta eficaz no contexto do ensino de funções.

Figura 3 – Construtor de Funções.



Fonte: Acervo do Autor (2022).

Considerações finais

Ao relacionar as atividades propostas no PE com as atividades publicadas, foi possível desenvolver reflexões que viabilizaram conjecturar sobre prováveis desempenhos das atividades para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos. Obviamente não se pode estabelecer que estas ações serão benéficas a todos os alunos ou a algum aluno, as situações de ensino são heterogêneas. Os sentimentos dos alunos com relação ao estudo, as situações sociais, o desempenho do professor como mediador no processo de ensino são alguns fatores que influenciam na aprendizagem. Entretanto, considerando as análises realizadas das atividades por meio da comparação de atividades disponíveis em repositórios educacionais com as da proposta do PE e apoiando-se nos estudos de pesquisadores da área do ensino da matemática, faz-se as seguintes ponderações:

É relevante levar em consideração o que os pesquisadores registraram sobre as dificuldades que os alunos apresentam no estudo de funções, advindas da incompreensão das relações covariacionais envolvidas neste estudo. Por conseguinte, destaca-se que a sequência de atividades apresentada neste trabalho tem o propósito de auxiliar os alunos a desenvolverem o pensamento funcional. Permitindo que os alunos percebam as relações existentes nas variáveis no estudo de funções e que compreendam as relações envolvidas de modo progressivo e significativo por meio de uma metodologia que proporcione aos alunos assimilarem os processos envolvidos neste estudo, assim promovendo concepção de função. Diante da discussão desenvolvida neste artigo, pode-se inferir que as atividades apresentadas na sequência didática têm o potencial de contribuir para o processo de aprendizagem do conteúdo de funções. Essas atividades oferecem condições promissoras para o desenvolvimento do pensamento funcional, caracterizado pela habilidade em estabelecer relações entre as quantidades das variáveis e entre as próprias variáveis.

Referências

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática/** Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf>>. Acesso em 07 ago. 2020.

_____. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 10 set. 2020.

_____. CAPES. **Documento de Área - Ensino.** Nº 46, Brasília, 2019a. Disponível em: <<https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/ENSINO.pdf>> Acesso em 07 jun. 2023.

BLANTON, M. *et al.* **The Development of Children's Algebraic Thinking: The Impact of a Comprehensive Early Algebra Intervention in Third Grade.** Mathematics Education, V. 46, no. 1, 39–87, 2015. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/10.5951/jresmathe.duc.46.1.0039>>. Acesso em: 16 dez. 2020.

BRAGA, J. C.; MENEZES, L. **Introdução aos Objetos de Aprendizagem.** In: Juliana Cristina Braga. (Org.). **Objetos de Aprendizagem Volume I - Introdução e Fundamentos.** 1ed. Santo André: Editora da UFABC, 2015, v.1. E-book 157 p. Disponível em: <pesquisa.ufabc.edu.br/intera/?page_id=370>. Acesso em 10 de nov. de 2020.

COMO B DEPENDE DE A. **Universidade Federal Fluminense.** Disponível em: <http://www.cdme.im-uff.mat.br/c1d/c1d-html/c1d-br.html> Acesso em: 14 nov. 2021.

CONSTRUTOR DE FUNÇÕES. **Phet Interactive Simulations. University of Colorado Boulder.** Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/function-builder/credits Acesso em 16 jan. 2022

DA SILVA, Aparecida Francisco; KODAMA, Helia Matiko Yano. **Jogos no ensino da Matemática.** In: II Bienal da Sociedade Brasileira de Matemática, 2004, Salvador, p. 1-19, 2004. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/MATEMATICA/Artigo_Matiko.pdf>. Acesso em 20 de nov. de 2021.

DREYFUS, T. **Advanced Mathematical Thinking Processes.** In: Tall D. (eds) **Advanced Mathematical Thinking.** Mathematics Education Library, vol 11. Springer, Dordrecht. 2002. p. 25-41 Disponível em: <https://doi.org/10.1007/0-306-47203-1_2> Acesso em: 15 jan. 2021

GEOGEBRA. **Como b depende de a?.** Humberto José Bortolossi. Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/esnzgy6h> Acesso em: 20 de out. 2021.

MESTRE, C. M.M.V. **O desenvolvimento do pensamento algébrico de alunos do 4.º ano de escolaridade: Uma experiência de ensino.** 2014. 357 f. Doutorado em Educação Didática da Matemática. Universidade de Lisboa, Lisboa, 2014.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares.** 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOURA, M. O. **O Jogo e a Construção do Conhecimento Matemático. O Jogo e a Construção do Conhecimento na Pré-escola.** Séries Idéias-FDE, São Paulo, v.10, p. 45-53, 1991.

NETO, T.A. de Q. F.; REZENDE, W. M. **Interpretações do conceito de função.** Caderno Dá Licença, RJ, v. 1, n. 1, ed. 1, 32 - 38 12/1998. Disponível em: <http://dalicenca.uff.br/projetos/caderno/>. Acesso em: 10 jul. 2021

PALIS, G. **Atividades que podem propiciar o desenvolvimento do raciocínio funcional no alunado do ensino médio e universitário inicial.** Professor de Matemática On Line, São Paulo, v.1, n. 1, p. 1-11 2013. Disponível em: <<https://www.ime.unicamp.br/~pulino/MA713/pagina/sbm-pmo-v001-n001-palis.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2019

PHET Interactive Simulations da Universidade do Colorado. **Construtor de Funções.** Disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/function-builder Acesso em: 10 de set. 2021

REIS, E. F.; REHFELDT, M. J. Repp. **Software PHET e Matemática: possibilidade para o ensino e aprendizagem da multiplicação.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 10, n. 1, p. 194-208, 1 jan. 2019. Disponível em <<https://doi.org/10.26843/rencima.v10i1.1557>> Acessado em 10 de ago. 2021.

REZENDE, W. M.; DIAS, N. C.; SILVA, T. **Objetos de aprendizagem para o ensino de funções reais: uma contribuição para o saber pedagógico de conteúdo do professor de matemática.** In: Encontro Nacional de Educação Matemática, 12, 2016, São Paulo. Jul. 2016. Disponível em http://www.sbembrasil.org.br/enem2016/anais/pdf/6212_2631_ID.pdf. Acesso em jan. de 2021.

RIBEIRO, V. **Coordenadas cartesianas.** Youtube, 24 maio 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=OgZej6gCAZI>. Acesso em: 10 set. 20.

ROCHA, L. A. de S. **A Utilização de Softwares no Ensino de Funções Quadráticas.** 2013. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande – FURG Instituto de Matemática, Estatística e Física, Rio Grande, 2013.

TATTO, F.; SCAPIN, I.J. Matemática: por que o nível elevado de rejeição?. **Revista de Ciências Humanas**, v. 5, n. 5, p. 57-70, 2004.

VALENTE, J. A. **A Comunicação e a Educação baseada no uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação.** Revista UNIFESO – Humanas e Sociais, v. 1, ed. 01, p. 141-166, 6 out. 2014. Disponível em: <http://www.revista.unifeso.edu.br/index.php/revistaunifesohumanasesociais/article/view/17/0>. Acesso em: 20 jan. 2021.

YUNIATI, S.; NUSANTARA, T.; SUBANJI, S.; SULANDRA, I. M. **The Use of Multiple Representation in Functional Thinking.** International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE), [s. l.], v. 8, p. 672 - 678, 2019. Disponível em: <https://www.ijrte.org/wp-content/uploads/papers/v8i1C2/A11120581C219.pdf>. Acesso em: 20 out. 2021.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar** [recurso eletrônico] /Antoni Zabala; tradução: Ernani F. da F. Rosa; revisão técnica: Nalú Farenzena. Porto Alegre: Penso, 2014. 291. p.

Luciano Brasbiel Coiro: Mestre em Docência para Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemática pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS. Pós-graduado em Especialização para Professores de Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Licenciado em Matemática pela Universidade Federal de Pelotas – UFPel. Integrante do grupo “Pesquisa-Ação Diferencial e Produtos Educacionais”. Lattes: <https://lattes.cnpq.br/1896534010278037> Contato: lucoiro.matematica@gmail.com