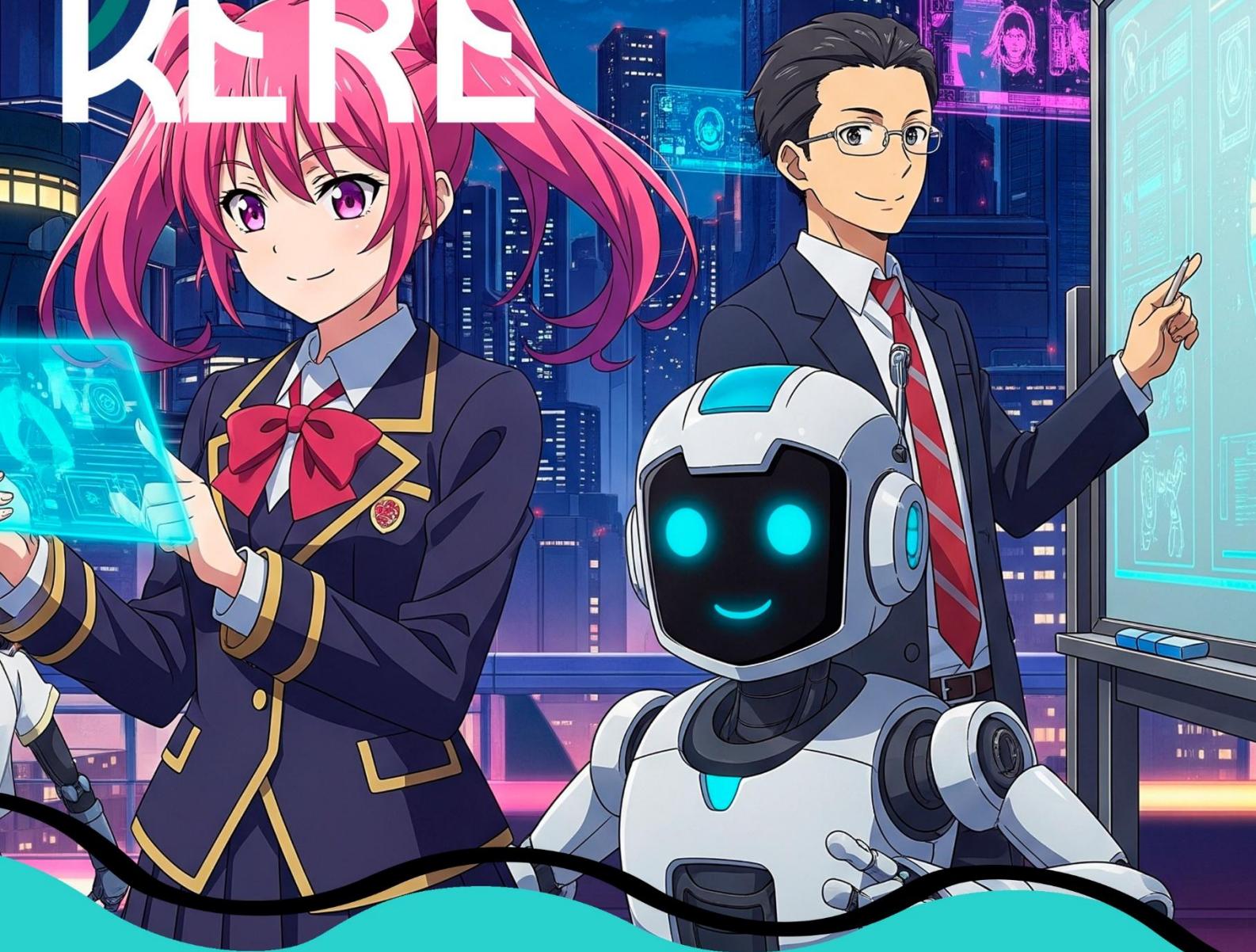


Revista **KIRI KERÊ**



DOSSIÊ TEMÁTICO

Tecnologias Digitais na Educação:
Avanços, Desafios e Perspectivas

Organizador: Valdinei Cezar Cardoso

Programa de
Pós-Graduação
em Ensino na
Educação Básica
CEUNES/UFES
ISSN: 2526-2688

Revista

KIRI-KERÊ

Pesquisa em Ensino

Agosto de 2025
Nº 24, Dossiê Temático

Editores

Ailton Pereira Morila
Jair Miranda de Paiva

Conselho Editorial

Adriana Pin, Profa. Dra., Instituto Federal do Espírito Santo

Ailton Pereira Morila, Prof. Dr., Universidade Federal do Espírito Santo

Ana Clara Gonçalves Alves de Meira, Profa. Dra., Instituto Federal do Norte de Minas Gerais

Ana Júlia Lemos Alves Pedreira, Profa. Dra., Universidade de Brasília

Ana Nery Furlan Mendes, Profa. Dra., Universidade Federal do Espírito Santo

Andrea Brandão Locatelli, Profa. Dra., Universidade Federal do Espírito Santo

Camila Greff Passos, Profa. Dra., Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Carlos Henrique Silva de Castro, Prof. Dr., Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Carlos Henrique Soares Caetano, Prof. Dr., Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Carlos Luis Pereira, Prof. Dr., Universidade Estadual da Bahia

Carmen Diolinda da Silva Sanches Sampaio, Profa. Dra., Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Clarice Lage Gualberto, Profa. Dra., Universidade Federal de Minas Gerais

Clebson Luiz Brito, Prof. Dr., Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Deise Juliana Francisco, Profa. Dra., Universidade Federal de Alagoas

Delma Pessanha Neves, Profa. Dra., Universidade Federal do Rio de Janeiro

Denise Girarola Maia, Profa. Dra., Instituto Federal de Minas Gerais.

Eliane Gonçalves da Costa, Profa. Dra., Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (BA)

Everaldo Fernandes da Silva, Prof. Dr., Universidade Federal de Pernambuco

Fabiana Gomes Profa. Dra., Instituto Federal de Goiás

Flaviane Faria Carvalho, Profa. Dra., Universidade Federal de Alagoas

Flávio José de Carvalho, Prof. Dr., Universidade Federal de Campina Grande

Floralba del Rocío Aguilar Gordón, Profa. Dra., Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador

Franklin Noel dos Santos, Prof. Dr., Universidade Federal do Espírito Santo

Gilmene Bianco, Profa. Dra., Universidade Federal do Espírito Santo

Gustavo Machado Prado, Prof. Dr., Universidade Federal do Espírito Santo

Isa Mara Colombo Scarlati Domingues Profa. Dra., Universidade Federal de Jataí

Jair Miranda de Paiva, Prof. Dr., Universidade Federal do Espírito Santo

Karina Carvalho Mancini, Profa. Dra., Universidade Federal do Espírito Santo

Leandro Gaffo, Prof. Dr., Universidade Federal do Sul da Bahia

Lucio Souza Fassarella, Prof. Dr., Universidade Federal do Espírito Santo

Magda Eugénia Pinheiro Brandão da Costa Carvalho Teixeira, Profa. Dra., Universidade dos Açores

Márcia Regina Santana Pereira, Profa. Dra., Universidade Federal do Espírito Santo

Maria Alayde Alcantara Salim, Profa. Dra., Universidade Federal do Espírito Santo

Maria Zenaide Valdivino da Silva, Profa. Dra., Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Moysés Gonçalves Siqueira Filho, Prof. Dr., Universidade Federal do Espírito Santo

Paulo Sérgio da Silva Porto, Prof. Dr., Universidade Federal do Espírito Santo

Regina Celia Mendes Senatore, Profa. Dra., Universidade Federal do Espírito Santo

Reinildes Dias, Profa. Dra., Universidade Federal de Minas Gerais

Rita de Cassia Cristofoleti, Profa. Dra., Universidade Federal do Espírito Santo

Rodrigo Oliveira Fonseca, Prof. Dr., Universidade Federal do Sul da Bahia

Rony Peterson Gomes do Vale, Prof. Dr., Universidade Federal de Viçosa

Sammy William Lopes, Prof. Dr., Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Sandra Mara Santana Rocha, Profa. Dra., Universidade Federal do Espírito Santo

Shirlene Santos Mafra Medeiros, Profa. Dra., Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Ueber José de Oliveira, Prof. Dr., Universidade Federal do Espírito Santo

Valdinei Cezar Cardoso, Prof. Dr., Universidade Federal do Espírito Santo

Vania Soares Barbosa, Profa. Dra., Universidade Federal do Piauí

Walter Omar Kohan, Prof. Dr., Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Zaira Bonfante Santos, Profa. Dra., Universidade Federal do Espírito Santo

Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica

Coordenador: Valdinei Cezar Cardoso

Coordenadora-Adjunta: Ana Nery Furlan Mendes

Centro Universitário Norte do Espírito Santo

Diretor: Luiz Antonio Favero Filho
Vice-Diretora: Vivian Estevam Cornelio

Universidade Federal do Espírito Santo

Reitor: Eustáquio Vinícius de Castro
Vice reitor: Sonia Lopes Victor

Diagramação

Ailton Pereira Morila

Projeto gráfico e design

Caterina Luisa Rangel Feltrin

Capa

Ailton Pereira Morila. Imagem IA.

Organização do Dossiê

Valdinei Cezar Cardoso

Acesso na internet

<http://www.periodicos.ufes.br/kirikere/>

Instagram

@kirikere.revista
<https://www.instagram.com/kirikere.revista>

Endereço para correspondência

Centro Universitário Norte do Espírito Santo
Rodovia BR 101 Norte, Km. 60, Bairro Litorâneo
São Mateus - ES - CEP 29932-540
Fone: (27) 3312.1701
E-mail: kirikere.ensino@gmail.com

Revista

KIRI-KERÊ

KIRI-KERÊ:
Pesquisa em Ensino.
Dossiê temático:
Tecnologias Digitais na Educação:
Avanços, Desafios e Perspectivas, n.24,
Agosto, 2025

São Mateus-ES: Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica, 2025

Semestral

ISSN: 2526-2688 (online)

1. Ensino – Periódicos.

I. Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica

Sumário

Apresentação	6
Artigos.....	8
Investigação de Prismas e Pirâmides por Estudantes do Ensino Médio com o GeoGebra no Celular	9
Investigation of Prism and Pyramids by High School Students with Geogebra on the Cell Phone	
Leandro Pacheco Machado	
Rejane Waiandt Schuwartz de Carvalho Faria	
Tecnologias digitais no ensino e na aprendizagem de matemática: desafios e potencialidades à luz da política nacional de educação digital.....	38
Digital technologies in mathematics teaching and learning: challenges and potentialities in light of the national digital education policy	
Marinete Santana Wutke Welmer	
Valdinei Cezar Cardoso	
Aplicativo PlantNet como ferramenta para a aprendizagem sobre plantas daninhas	54
PlantNet application as a tool for learning about weeds	
Renata Fernandes de Matos	
Explorando o uso do chatgpt em situações-problema de proporcionalidade	67
Exploring the Use of ChatGPT in Proportionality Problem-Solving Situations	
Amanda Freitas Cazadine	
Valdinei Cezar Cardoso	
A utilização do aplicativo Studio Motus em problemas de cinemática: um relato de experiência	88
Using the studio motus application in kinematics problems: an experience report	
Fagner de Souza Leite	
André Luiz Alves	
Desenvolvimento e Avaliação de um Curso On-line Aberto e Massivo (MOOC) no Projeto Rio Doce Escolar sobre Clubes de Ciências no Contexto da Educação Ambiental.....	103
Development and evaluation of a Massive Open On-line Course (MOOC) in the Rio Doce Project on Science Clubs in the context of Environmental Education	
Andressa Antônio de Oliveira	
Clovés Lins Vicente	
Isaura Alcina Martins Nobre	
Marize Lyra Silva Passos	
Informações aos autores	116

Apresentação

É com satisfação que entregamos esse número especial da Revista Kiri-Kerê: Pesquisa e Ensino. Esse número é voltado às tecnologias digitais aplicadas ao Ensino. A presente edição tem artigos dedicados ao ensino de Geometria Espacial (**Investigação de Prismas e Pirâmides por Estudantes do Ensino Médio com o GeoGebra no Celular**), artigos com discussões mais gerais a respeito do uso de tecnologias digitais no ensino (**Avaliação de um Curso Online Aberto e Massivo (MOOC) no Projeto Rio Doce Escolar sobre Clubes de Ciências no Contexto da Educação Ambiental; Tecnologias digitais no ensino e na aprendizagem de matemática**), outros que tratam do uso de aplicativos como ferramentas de ensino (**Aplicativo PlantNet como ferramenta para a aprendizagem sobre plantas daninhas**), artigos que discutem temas interdisciplinares envolvendo matemática, química, física e biologia (**A utilização do aplicativo Studio Motus em problemas de cinemática; A utilização de Tecnologias Digitais como instrumento didático para ensino e aprendizagem de Cálculos Estequiométricos**), artigos que versam a respeito do uso da inteligência artificial para ensinar noções de razão e proporção (**Explorando o uso do chatgpt em situações-problema de proporcionalidade**) e por fim um artigo que traz uma discussão decolonial do ensino de matemática (**Educação Matemática antirracista e decolonial nos anos iniciais do Ensino Fundamental: o Jogo Africano Mancala Awelé**).

Esperamos que vocês possam aproveitar as discussões, que elas possam, de alguma forma, contribuir com a sua prática pedagógica em sala de aula ou com o aprofundamento de alguns dos temas aqui discutidos em trabalhos de pesquisa futuros.

Prof. Dr. Valdinei Cezar Cardoso
Organizador deste Número especial

Artigos

DOI: [10.47456/rbsmg304](https://doi.org/10.47456/rbsmg304)

Investigação de Prismas e Pirâmides por Estudantes do Ensino Médio com o GeoGebra no Celular

Investigation of Prism and Pyramids by High School Students with Geogebra on the Cell Phone

Leandro Pacheco Machado
Rejane Waiandt Schuwartz de Carvalho Faria

Resumo: Este artigo objetiva discutir como a integração do GeoGebra no celular, aliado à Realidade Aumentada, pode contribuir para a aprendizagem de prismas e pirâmides no Ensino Médio. O trabalho é teoricamente embasado no conceito de coletivos Seres-Humanos-com-Mídias, na busca de entender a produção de conhecimento em ambientes educacionais que utilizam tecnologias. A metodologia de pesquisa qualitativa foi escolhida pois foca na coleta de dados de maneira pessoal e interpretativa, e o público alvo foram os alunos do terceiro ano do Ensino Médio da Escola Estadual Alice Loureiro, localizada em Viçosa – MG. Para coletar os dados da pesquisa, utilizamos gravações de áudio e vídeo, fotografias, folhas das atividades respondidas pelos alunos e registros do pesquisador em um caderno de campo. As conclusões da pesquisa indicam que o GeoGebra 3D com Realidade Aumentada proporciona discussões matemáticas aprofundadas sobre a construção de formas geométricas tridimensionais, despertando a curiosidade dos alunos, em uma dinâmica interativa e colaborativa alinhada com o coletivo Seres-Humanos-com-Mídias.

Palavras-chave: Geometria Tridimensional; Realidade Aumentada; GeoGebra; Educação Matemática; Tecnologias Digitais.

Abstract: This article aims to discuss how the integration of GeoGebra on cell phones, combined with Augmented Reality, can contribute to the learning of prisms and pyramids in high school. The work is theoretically based on the concept of Human-With-Media collectives, seeking to understand the production of knowledge in educational environments that use technologies. The qualitative research methodology was chosen because it focuses on collecting data in a personal and interpretative way, and the target audience was third-year high school students at Escola Estadual Alice Loureiro, located in Viçosa – MG. To collect research data, we used audio and video recordings, photographs, activity sheets completed by students, and the researcher's notes in a field notebook. The research conclusions indicate that GeoGebra 3D with Augmented Reality provides in-depth mathematics on the construction of three-dimensional geometric shapes, awakening students' curiosity, in an interactive and collaborative dynamic aligned with the Human-With-Media collective.

Key-words: Three-Dimensional Geometry; Augmented Reality; GeoGebra; Mathematics Education; Digital Technologies.

Introdução

A educação contemporânea está imersa em um cenário de transformações profundas, impulsionadas pela constante evolução das Tecnologias Digitais (TD) e sua crescente integração no contexto

educacional. Ao refletir sobre o impacto das TD na sociedade atual, tornou-se evidente que o percurso da Matemática Escolar não deveria ser marcado por muitos obstáculos, mas sim por um caminho de aprendizagens com descobertas e explorações.

No contexto escolar, uma alternativa para uso das tecnologias nas aulas de Matemática é o GeoGebra. Trata-se de um software dinâmico de Matemática, que oferece uma plataforma versátil que permite a exploração visual e interativa de conceitos matemáticos complexos, incluindo prismas e pirâmides. Sua versão para celulares inteligentes, combinada com a Realidade Aumentada (RA), promete uma experiência de aprendizagem envolvente que transcende a abordagem tradicional.

Nesse sentido, este artigo objetiva discutir as contribuições da integração do GeoGebra no celular, aliado à Realidade Aumentada para a aprendizagem de prismas e pirâmides no Ensino Médio. O estudo aqui apresentado é fruto de uma monografia de conclusão do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Viçosa, e está estruturado de forma a abordar a integração das TD, incluindo celulares inteligentes, GeoGebra e RA, na aprendizagem de Matemática, com foco em prismas e pirâmides (Machado, 2024).

Tecnologias Digitais, Celular, GeoGebra e Realidade Aumentada no Ensino de Matemática

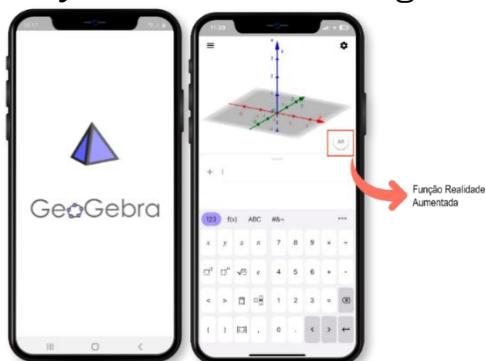
A influência das TD na aprendizagem de Matemática é inegável. Conforme destacado por Conceição *et al.* (2019), as tecnologias permitem a exploração visual e dinâmica de conceitos matemáticos complexos, tornando o aprendizado mais significativo e acessível, podendo simplificar e enriquecer a compreensão de conceitos matemáticos. Nesse contexto, a utilização do GeoGebra surge como uma ferramenta para a aprendizagem matemática.

O GeoGebra é um software de Matemática dinâmica, destinado ao ensino e aprendizagem da Matemática nos diferentes níveis de ensino. O programa permite construções geométricas utilizando pontos, retas, segmentos de reta, polígonos, círculos, dentre outros objetos matemáticos, além de oferecer comandos para se encontrar

raízes e pontos extremos de uma função e apresentar dados em tabela e gráficos em um único ambiente (Pereira, 2017).

O Software educacional apresenta uma versão 3D, chamada *Calculadora gráfica GeoGebra 3D*, que pode ser facilmente acessada por meio de celulares inteligentes. Conforme apresentado na Figura 1, a interface da Calculadora Gráfica GeoGebra 3D oferece botões intuitivos e recursos de manipulação 3D que favorecem a exploração dos sólidos. Essa versão simplifica a exploração de conceitos matemáticos tridimensionais. A interface intuitiva do GeoGebra 3D capacita os alunos não apenas a visualizar, mas também a interagir de maneira prática e envolvente com prismas e pirâmides.

Figura 1: Logo e layout da Calculadora gráfica GeoGebra 3D.



Fonte: Autores.

Além disso, a integração da RA com o GeoGebra 3D amplia ainda mais as possibilidades educacionais. A RA é definida como:

Um sistema que suplementa o mundo real com objetos virtuais gerados por computador, parecendo coexistir no mesmo espaço e apresentando as seguintes propriedades: combina objetos reais e virtuais no ambiente real; executa interativamente em tempo real; alinha objetos reais e virtuais entre si. (Tori; Hounsell, 2018, p. 40).

Ao integrar-se ao GeoGebra 3D, a Realidade Aumentada traz uma nova dimensão à visualização de sólidos geométricos. Segundo Tori e Hounsell (2018, p. 65), “a RA ocorre quando objetos virtuais são colocados no mundo real”, trazendo elementos virtuais para o ambiente físico do usuário, criando uma experiência de aprendizagem imersiva. A RA no GeoGebra permite que os alunos visualizem e

manipulem sólidos geométricos diretamente em seu espaço real, tornando a aprendizagem mais natural.

Esses avanços tecnológicos estão alinhados com as mudanças fundamentais no ensino, conforme destacado por Cordeiro (2020). O ensino não é mais restrito às paredes da sala de aula, e as TD oferecem novas oportunidades de aprendizado. Os educadores devem explorar esses recursos, buscando novos conhecimentos como o GeoGebra 3D com RA, para enriquecer a experiência educacional de seus alunos. Além disso, a proposta está em consonância com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que destaca a importância do desenvolvimento do pensamento geométrico e da capacidade de modelar, interpretar e representar fenômenos espaciais (BNCC, 2018).

Portanto, o estudo realizado explora a combinação do GeoGebra 3D e da RA para investigar prismas e pirâmides com alunos do Ensino Médio. Por meio de investigações matemáticas, discutimos o impacto dessas tecnologias na aprendizagem, levando em consideração a percepção dos alunos, seus níveis de engajamento e compreensão de conceitos geométricos tridimensionais. Para isso, foram realizadas atividades com uso de celulares em sala de aula, nas quais os alunos manipularam modelos 3D de prismas e pirâmides com RA, sendo posteriormente entrevistados sobre suas percepções e aprendizagens.

Coletivo Seres-Humanos-com-Mídias

A interação entre seres humanos e TD na produção de conhecimento matemático é um fenômeno complexo e multifacetado. Borba e Villarreal (2005) propõem a discussão do construto teórico Seres-Humanos-com-Mídias. Desde meados da década de 1990, esse construto teórico se destacou, do ponto de vista epistemológico, o papel ativo tanto da mídia quanto dos humanos na produção de conhecimento. Do ponto de vista ontológico, esse construto enfatiza como a tecnologia disponível influencia a compreensão do que é ser humano (Borba *et al.*, 2023).

Borba e Villarreal (2005) destacam que a colaboração entre alunos e TD, como celulares inteligentes e softwares educacionais, promove a construção coletiva do conhecimento matemático. Eles

argumentam que as mídias digitais não são ferramentas passivas, mas meios para a expressão criativa e a resolução conjunta de problemas matemáticos. A exploração de prismas e pirâmides com o GeoGebra no celular reflete essa abordagem, incentivando a colaboração entre alunos e a produção de conhecimento matemático por meio da interação com a tecnologia.

Borba e Penteado (2010, p.48), refletindo sobre o coletivo apresentado, afirmam que o “[...] conhecimento só é produzido com uma determinada mídia, ou com uma tecnologia da inteligência”. Essa afirmação, polêmica e imponente, discute que as pessoas precisam interagir com um artefato ou uma tecnologia, digital ou não, para produzir conhecimento em uma moldagem recíproca. Nesse sentido, os autores embasam suas afirmações na noção de que o conhecimento é produzido por um coletivo formado por Seres-Humanos-com-Mídias.

[...] Em nossa perspectiva, os computadores não substituem ou apenas complementam os seres humanos [...]. Entendemos que não há apenas uma justaposição de técnica e seres humanos, como se a primeira apenas se juntasse aos últimos. Há uma interação entre humanos e não humanos de forma que aquilo que é um problema com uma determinada tecnologia passa a ser uma mera questão na presença de outra. (Borba; Penteado, 2010, p.49).

A premissa fundamental dessa teoria é que a produção de conhecimento se dá em um contexto no qual seres humanos estão constantemente engajados em interações dinâmicas com diversas mídias. Ao adotar essa perspectiva, Borba e Penteado (2010) argumentam que a compreensão do conhecimento deve levar em consideração a interação entre seres humanos e mídias, reconhecendo que as tecnologias não são neutras e têm o potencial de reorganizar o pensamento e influenciar a forma como os problemas são formulados e resolvidos. Essa visão integrada destaca a importância de examinar como as diferentes mídias afetam o coletivo Seres-Humanos-com-Mídias em um determinado contexto educacional. Além disso, a teoria se alinha com a ideia de que mídias não se excluem mutuamente, mas coexistem e se complementam (Borba; Villarreal, 2005). Assim, ao utilizar o GeoGebra 3D com Realidade Aumentada em dispositivos

móveis, os estudantes do Ensino Médio tornam-se parte de um coletivo Seres-Humanos-com-Mídias, no qual a construção do conhecimento geométrico é mediada pela tecnologia e pelo diálogo entre os sujeitos, em um processo dinâmico e colaborativo.

Prismas e Pirâmides: Conceitos e Estruturas no Ensino Médio

A geometria desempenha um papel fundamental na formação educacional dos estudantes da Educação Básica, sendo uma ramificação da Matemática que vai além dos cálculos. Ela pode proporcionar aos alunos uma compreensão visual e prática dos conceitos matemáticos, promovendo o desenvolvimento do pensamento lógico e da capacidade de resolver problemas.

No Ensino Médio, o foco na geometria espacial é crucial para a formação acadêmica do aluno. Sendo assim, a geometria espacial pode ser entendida como o campo matemático que estuda as propriedades, relações e medidas dos objetos tridimensionais no espaço. Ela se concentra na análise e compreensão das formas geométricas que ocupam o espaço tridimensional, indo além das figuras bidimensionais abordadas na geometria euclidiana plana (Dolce; Pompeo, 2013). De acordo com a BNCC (BRASIL, 2018), espera-se que os estudantes do Ensino Médio desenvolvam a capacidade de representar, descrever e analisar propriedades e relações de figuras geométricas, o que inclui o uso de tecnologias digitais para explorar tais conceitos.

Ao direcionarmos nosso olhar especificamente para prismas e pirâmides, identificamos a relevância destes sólidos geométricos na construção do conhecimento tridimensional. Iezzi *et al.* (1997) atribuem ao prisma - considerando como referência um prisma pentagonal - a seguinte definição:

Consideremos um polígono (ou região poligonal) ABCDE de cinco lados num plano α e um segmento de reta PQ cuja reta-suporte intercepta α . Tomemos segmentos de reta paralelos e congruentes a PQ, cada um deles com uma das extremidades num dos pontos de ABCDE e todos com a outra extremidade num mesmo semi-espacô dos determinados por α . A reunião de todos

esses segmentos é um sólido chamado *prisma pentagonal*. (Iezzi *et al.*, 1997, p. 496).

Em termos simples, um prisma é um objeto matemático tridimensional que tem duas faces paralelas e congruentes chamadas bases, conectadas por faces retangulares ou paralelogramos, conhecidas como lados. Apresentamos também a definição de pirâmide – considerando como referência uma pirâmide de base pentagonal – segundo Iezzi *et al.* (1997):

Consideremos um polígono (ou região poligonal) ABCDE de cinco lados num plano α e um ponto V fora de α . Tomemos segmentos de reta, todos com uma extremidade em V e a outra extremidade nos pontos de ABCDE. A reunião desses segmentos é um sólido chamado *pirâmide pentagonal*. (Iezzi *et al.*, 1997, p. 506).

Em outras palavras, pirâmides são sólidos geométricos com uma base e faces laterais que convergem para um ponto chamado vértice. A base pode ser qualquer polígono e as faces são triângulos que têm um vértice comum no topo da pirâmide. As definições e entendimentos descritos fornecem uma base intuitiva para compreender e distinguir esses sólidos geométricos (Figura 2).

Figura 2: Prisma e Pirâmide pentagonais no app GeoGebra com RA.



Fonte: Autores.

Nesse cenário, as TD, como o GeoGebra 3D em RA, emergem como aliadas valiosas, proporcionando aos estudantes uma abordagem prática e interativa para a compreensão dessas construções tridimensionais. Por exemplo, ao manipular prismas e pirâmides no ambiente de RA, os alunos puderam identificar arestas, faces e vértices de forma interativa, favorecendo a abstração e a

compreensão das fórmulas de volume e área lateral. A aplicação desses recursos digitais não apenas facilita a investigação matemática, mas também promove a visualização de propriedades, proporcionando uma aprendizagem significativa e contextualizada. Assim, a integração do GeoGebra 3D em RA contribui para superar os desafios identificados na transição da geometria plana para a espacial, e enriquece o processo educacional ao oferecer uma abordagem dinâmica e envolvente para o estudo de prismas e pirâmides.

Metodologia

A pesquisa discutida neste artigo está embasada na metodologia qualitativa. Essa abordagem é caracterizada pela participação direta do pesquisador no ambiente de estudo, pela coleta de dados por meio de práticas variadas e pela interpretação desses dados para compreender os fenômenos em termos dos significados atribuídos pelas pessoas envolvidas (Denzin; Lincoln, 2006). A produção de dados foi realizada em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio da Escola Estadual Alice Loureiro.

Para coletar os dados da pesquisa, utilizamos uma combinação de instrumentos: gravações de áudio e vídeo, fotografias, folhas das atividades respondidas pelos alunos e registros do pesquisador em um caderno de campo.

A pesquisa qualitativa permitiu uma análise detalhada e contextualizada da realização de atividades matemáticas investigativas em um ambiente educacional real, considerando as interações entre alunos e a tecnologia, bem como as particularidades do contexto escolar.

A análise dos dados coletados seguiu uma abordagem qualitativa, envolvendo a categorização e interpretação dos dados para identificar e discutir os temas emergentes. Com o intuito de tornar acessível as atividades elaboradas para professores, alunos e interessados no assunto, as disponibilizamos em um GeoGebra Book¹.

¹ Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/ysdpax4u>. Acesso em 30 de agosto de 2024.

O GeoGebra Book produzido inclui cinco atividades interativas com sólidos geométricos, cada uma delas acompanhada de orientações didáticas e objetivos de aprendizagem, com foco na visualização, manipulação e resolução de problemas envolvendo prismas e pirâmides. A divulgação do material didático produzido tem como intuito oferecer uma alternativa de trabalhar com prismas e pirâmides, com ênfase na utilização do GeoGebra e da RA, mediada pelo celular, de forma investigativa.

Esclarecemos que a pesquisa realizada foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa². O Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) foi entregue, lido e aceito por todos participantes com idade inferior a 18 anos. Do mesmo modo, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi entregue e devidamente assinado pelos responsáveis pelos alunos menores de 18 anos e pelos próprios alunos com idade igual a 18 anos. Assim, foi autorizada a divulgação científica dos dados produzidos junto aos estudantes.

Análise de dados

No contexto do ensino de Matemática, é essencial desenvolver abordagens que estimulem a compreensão conceitual dos alunos, tornando o aprendizado mais dinâmico e significativo. Por outro lado, o Ensino Regular, embasado em práticas tradicionais, muitas vezes limita-se à exposição teórica dos conceitos, negligenciando a experiência prática e a aplicação de TD (Faria; Maltempi, 2020). No entanto, defendemos a importância da integração de recursos midiáticos contemporâneos, em especial as TD, ao processo de ensino, a fim de potencializar a aprendizagem dos estudantes.

Em vista disso, foram realizadas atividades investigativas sobre prismas e pirâmides utilizando o aplicativo *Calculadora Gráfica GeoGebra 3D* em celulares inteligentes. A turma era composta por um grupo diversificado em termos de habilidades e interesses, com idades entre 17 e 18 anos. Durante as atividades, registramos no

² Pesquisa aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (CAAE: 75809723.7.0000.5153).

caderno de campo que, dentre os 25 alunos presentes na sala de aula, 24 deles possuíam celulares inteligentes. Isso evidenciou a ampla presença desse dispositivo no dia a dia dos estudantes. Essa informação nos permite afirmar que o celular se apresenta como uma alternativa viável e conveniente para ensinar Matemática, indo além dos métodos tradicionais de ensino, mesmo em escolas públicas periféricas.

Pedimos que os alunos se organizassem em duplas ou trios. Solicitamos que, ao menos um aluno por dupla ou trio, baixasse o aplicativo. Dentre os 24 alunos presentes, 15 instalaram o GeoGebra. Registramos que, dentre esses aparelhos com GeoGebra instalado, 10 estavam equipados com a função de RA. Segundo Oliveira (2021, p.104), “A incompatibilidade dos aparelhos com a RA está diretamente ligada com o aparato de hardware de cada dispositivo”, de modo que aparelhos mais simples não possuem capacidade de processamento compatível com a tecnologia de realidade aumentada. O mesmo fato ocorreu e foi relatado em outras pesquisas que utilizaram a Calculadora Gráfica GeoGebra 3D com RA, situações que também foram resolvidas agrupando os alunos (Ancochea; Cárdenas, 2020; Budinski; Lavicza, 2019; Oliveira, 2021).

As atividades foram divididas em dois encontros, com duração de 1h 40min cada (2 horas/aula), nos quais buscamos investigar como a integração do GeoGebra no celular, aliado à RA, pode contribuir para a aprendizagem de prismas e pirâmides no Ensino Médio.

O primeiro encontro foi iniciado revisando alguns conceitos que seriam fundamentais para as atividades investigativas. Foi realizada uma apresentação diferenciando objetos matemáticos bidimensionais e tridimensionais, usando slides que continham figuras e definições claras. Primeiramente, foram explicadas as formas geométricas bidimensionais, que possuem apenas comprimento e largura. Foram mostrados exemplos comuns de objetos, como triângulos, quadrados e círculos, desenhados em planos cartesianos³ nos slides. Em seguida, foi apresentada a definição de polígonos, explicando que são figuras

³ Os alunos estavam estudando Geometria Analítica com a professora regular e, portanto, estavam familiarizados com algumas representações no plano cartesiano.

geométricas planas formadas por um número finito de segmentos de reta chamados de lados. A seguir, introduzimos a definição de polígono regular, destacando sua importância para a compreensão dos sólidos que os estudantes investigariam. Depois, introduzimos as formas geométricas tridimensionais, explicando que essas possuem três dimensões: comprimento, largura e altura, ocupando espaço no mundo real. Citamos exemplos de objetos tridimensionais, como cubos, esferas e cilindros, além de prismas e pirâmides que seriam o foco das nossas atividades investigativas.

Para facilitar a compreensão dos alunos, destacamos a diferença entre área e volume. Explicamos que a área mede a quantidade de superfície coberta por uma figura plana, enquanto o volume mede a quantidade de espaço ocupado por um objeto tridimensional. Essa diferenciação foi crucial para as atividades investigativas relacionadas à área total e ao volume de prismas e pirâmides. Durante a apresentação, foram utilizados objetos tridimensionais de acrílico para que os alunos pudessem observá-los e manuseá-los (Figura 3).

Figura 3: Prismas e Pirâmides de acrílico.



Fonte: Autores.

Essa abordagem prática ajudou a tornar os conceitos mais concretos e acessíveis, preparando os estudantes para a próxima etapa da aula, onde começariam a atividade investigativa sobre a construção de prismas utilizando o software GeoGebra 3D em celulares inteligentes.

Investigação dos Prismas

Para iniciar a atividade investigativa sobre prismas regulares⁴, apresentamos a definição de prismas que constava nas folhas de atividades. Foi explicado que um prisma regular é um sólido geométrico que possui duas faces paralelas, com mesmas medidas, chamadas bases, conectadas por faces laterais que são retângulos. Em seguida, distribuímos prismas de acrílico para que os estudantes pudessem ter uma experiência visual e tátil, observando e manuseando esses sólidos geométricos.

Com os alunos organizados em duplas ou trios, iniciamos a construção dos prismas utilizando o aplicativo GeoGebra 3D. Primeiro, orientamos os alunos a posicionarem os eixos e o plano em duas dimensões (x e y) no aplicativo. Em seguida, eles deveriam acessar as configurações e selecionar a opção Exibir Malha, desmarcando Exibir Plano para obter uma visualização mais clara. Com a ferramenta Ponto, os alunos marcaram os pontos A e B como referências iniciais. Em seguida, utilizaram a ferramenta Polígono Regular para desenhar um polígono com número de lados genérico (n) na Janela de Álgebra com um mínimo de 3, máximo de 6 e incremento de 1, permitindo a criação de quatro tipos de prismas regulares. Após configurar o polígono, os estudantes reposicionaram os eixos e o plano em três dimensões (x, y e z).

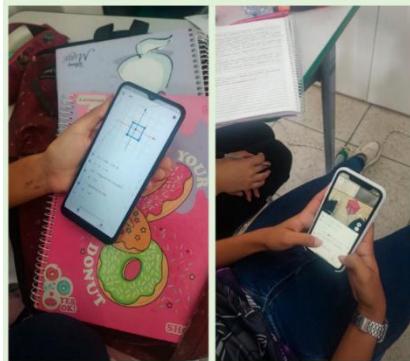
Usando o ícone Extrusão para Prisma, os alunos clicaram no polígono construído e inseriram a altura desejada, completando assim a construção dos prismas. Para finalizar, os estudantes utilizaram a ferramenta de RA do GeoGebra 3D para projetar os prismas construídos, proporcionando uma visualização interativa dos sólidos geométricos.

Os alunos seguiram esses passos para construir os quatro prismas, explorando diferentes valores para n e alturas (Figura 4). A divisão em grupos foi de suma importância, pois permitiu a colaboração entre os estudantes e assegurou que pelo menos um celular tivesse a tecnologia de RA para visualizar os prismas construídos. Essa abordagem prática e colaborativa facilitou o

⁴ Embora os alunos tivessem acesso a prismas e, posteriormente, a pirâmides oblíquas de acrílico, o foco das atividades investigativas eram prismas e pirâmides regulares.

entendimento dos conceitos geométricos e permitiu aos alunos aplicarem a teoria de maneira interativa e dinâmica, alinhando-se à ideia de “explorar novas oportunidades de aprendizagem, bem mais centradas na atividade dos alunos, flexíveis, motivadoras e capazes de sustentar processos de autoria e autonomia” (Demo, 2011).

Figura 4: Alunos construindo prismas no GeoGebra e usando a RA.



Fonte: Dados da pesquisa.

Após a construção dos prismas regulares, os estudantes foram incentivados a participar da atividade investigativa dos prismas construídos. A atividade foi dividida nos seguintes itens (Quadro 1):

Quadro 1: Investigação dos Prismas construídos no aplicativo GeoGebra 3D.

- a) Junto ao seu grupo, identifique os elementos do prisma: Vértices, Faces e Arestas.
- b) Volte a janela para 3D (sair da realidade aumentada). Aperte o play do controle deslizante n, e observe diferentes prismas formados com bases de polígonos regulares.
- c) De acordo com o número de lados do polígono regular da base, quais tipos de prismas regulares vocês conseguem identificar?
- d) Escolha um dos prismas criados e, junto ao seu grupo, investigue a área total da superfície e o volume do prisma.

Fonte: Dados da pesquisa.

Na análise das respostas dos alunos para o item a), ficou evidente que eles não encontraram dificuldades. A utilização dos prismas construídos no aplicativo GeoGebra 3D, junto com os prismas de acrílico, facilitou a observação e identificação dos elementos dos prismas. Como podemos perceber, os alunos mostraram uma compreensão sólida dos conceitos investigados ao analisar os prismas construídos (Quadro 2). Eles contaram cada um desses elementos utilizando tanto os prismas no GeoGebra 3D quanto os prismas de

acrílico, sem recorrer à relação de Euler⁵. Sendo assim, essa abordagem prática e visual facilitou o entendimento dos conceitos geométricos, evidenciando a eficácia dessa combinação de recursos midiáticos na aprendizagem da geometria. Como Borba e Souto (2016) afirmam,

A cultura da sociedade atual protagoniza configurações e reconfigurações de diversas perspectivas teóricas, as quais sugerem que o ator humano não deve ser visto como o único, nem o principal responsável pelo conhecimento produzido, há uma ênfase na coletividade com a coparticipação de não humanos nesse processo. [...] as mídias também são necessárias no processo de produção de conhecimento Matemático. (Borba; Souto, 2016, p. 219).

Quadro 2: Respostas dos alunos – Item a da atividade Investigação dos Prismas.

a) Prismas - 6 vértices Triangular 5 faces 9 arestas	Prisma - 52 vértices Intagonal 8 faces 38 arestas.
Prisma Quadrangular - 8 vértices 6 faces 12 arestas	Prisma Pentagonal - 10 vértices 7 faces 15 arestas.

Fonte: Dados da pesquisa.

No item b), os estudantes foram orientados a voltar para a janela 3D do GeoGebra e usar o Controle Deslizante para observar os diferentes prismas formados por bases de polígonos regulares. Essa etapa da atividade permitiu que os alunos visualizassem a transição e a formação de prismas em diversas bases, enriquecendo sua percepção espacial e compreensão da estrutura dos prismas.

Já no item c), foi solicitado que as duplas identificassem os tipos de prismas regulares formados de acordo com o número de lados das bases poligonais. A dupla 1, usando o Controle Deslizante para realizar os itens a) e c), demonstrou capacidade de correlacionar o número de lados das bases com a nomenclatura dos prismas (Quadro 3), reforçando a aplicação prática dos conceitos teóricos de geometria

⁵ Relação de Euler: “Para todo poliedro convexo, ou para sua superfície, vale a relação $V - A + F = 2$ em que V é o número de vértices, A é o número de arestas e F é o número de faces do poliedro”. (Dolce, Pompeo, 2013, p. 121).

abordados⁶. Porém, a dupla 2 cometeu um erro conceitual na denominação “prisma quadricular” – o correto é “prisma quadrangular”. Esse deslize pode ser uma confusão terminológica, sendo importante corrigi-lo para garantir precisão na linguagem matemática. Apesar disso, a dupla demonstrou entendimento da relação entre o número de lados do polígono da base e a nomenclatura dos prismas.

Quadro 3: Respostas dos alunos – Item c da atividade Investigação dos Prismas.

Deixando o n no 3 6 vértices Prisma 9arestas Triangular 5 faces Deixando o n no 4 8 vértices Prisma 12arestas Quadrangular 6 faces	Deixando o n no 5 10 vértices Prisma 15arestas Pentagonal 7 faces
Deixando o n no 6 12 vértices Prisma 18arestas Hexagonal 8 faces	

c) Prisma com 3 lados = prisma triangular
 Prisma com 4 lados = prisma quadrangular

Fonte: Dados da pesquisa.

Por fim, no item d) da atividade investigativa, as duplas foram desafiadas a escolher um dos prismas criados durante a exploração no GeoGebra 3D e a investigar tanto a área total da superfície quanto o volume desse prisma. Essa etapa da atividade visava não apenas consolidar o entendimento dos conceitos geométricos estudados, mas também estimular a aplicação prática dos conhecimentos construídos. A análise dessas medidas permitiu aos alunos compreender a relação entre a estrutura do prisma e suas propriedades geométricas, promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos matemáticos envolvidos.

A resposta fornecida pela dupla 1 (Quadro 4) indica uma compreensão básica dos conceitos de área total da superfície e volume de um prisma quadrangular. Os estudantes reconheceram corretamente que a área total da superfície de um prisma é a soma das áreas de suas faces laterais e das bases. Além disso, descreveram

⁶ O termo ‘quadragular’, utilizado pela dupla 1, pode ser um erro ortográfico. O termo correto é ‘quadrangular’.

corretamente o cálculo do volume, demonstrando compreensão da fórmula matemática.

Por outro lado, a resposta apresentada pela dupla 2 demonstra uma compreensão fundamental dos conceitos de área total e volume de um prisma triangular. Ao dividir o prisma em duas faces individuais, os alunos reconheceram as faces laterais e as bases. Ao calcular a área das faces retangulares, a dupla multiplicou corretamente a base pela altura. Em seguida, somou as áreas de todas as faces para obter a área total do prisma. Quanto ao volume, percebemos novamente o uso correto da fórmula matemática.

Quadro 4: Respostas dos alunos – Item d da atividade Investigação

<p>ii) Prismas no prisma quadrangular para decidir a área total do prisma quadrangular basta somar sua área lateral com as áreas da base. Ou calcular a área da base bote e multiplicar por 2. E o volume basta multiplicar o comprimento pela largura do prisma e depois pelo altura.</p>
<p>iii) triangular</p> <p>área total: começarmos dividindo o prisma em duas faces individuais. Para as faces retangulares, calculamos a área multiplicando a base pela altura; somando as áreas de todas as faces obtemos a área total.</p> <p>volume: multiplicando a área da base pelo comprimento do prisma para obter o volume</p>

dos Prismas.

Fonte: Dados da pesquisa.

Embora as duplas tenham demonstrado familiaridade com as fórmulas tradicionais para calcular a área total e o volume dos prismas, entendemos que uma abordagem mais crítica teria enriquecido suas respostas. No entanto, é possível que eles tenham usado um tipo de raciocínio ao decidir como abordar o problema, mesmo que tenham optado por seguir as fórmulas convencionais. Já a dupla 2 investigou a relação entre as diferentes partes do prisma e desenvolveu suas próprias estratégias de cálculo da área total do prisma, como é possível observar no quadro anterior. Essa atitude é coerente com a visão de Braumann (2002), que afirma:

Aprender Matemática não é simplesmente compreender a Matemática já feita, mas ser capaz de fazer investigação de natureza matemática (ao nível adequado a cada grau de ensino). Só assim se pode

verdadeiramente perceber o que é a Matemática e a sua utilidade na compreensão do mundo e na intervenção sobre o mundo. Só assim se pode realmente dominar os conhecimentos adquiridos. (Braumann, 2002, p. 5).

O autor enfatiza que aprender Matemática não se resume a entender o conhecimento matemático já estabelecido. Em vez disso, é crucial desenvolver a capacidade de conduzir investigações matemáticas, apropriadas ao nível de ensino de cada estudante. Esta abordagem é essencial para uma compreensão abrangente da Matemática, sua utilidade na interpretação do mundo e na capacidade de agir sobre ele. Esses resultados corroboram os objetivos desta pesquisa ao demonstrar que a integração de recursos digitais e investigativos favorece a aprendizagem de conceitos geométricos, tornando o processo mais interativo, visual e significativo para os estudantes. Assim, o verdadeiro domínio do conhecimento matemático só é alcançado com o aprimoramento da prática investigativa. O uso integrado de tecnologias digitais e materiais manipuláveis demonstrou ser uma estratégia eficaz para promover uma aprendizagem ativa, investigativa e significativa no ensino de geometria. Além de estimular o engajamento dos alunos, essas ferramentas contribuíram para a construção autônoma e colaborativa do conhecimento (Guedes, Faria, 2024).

Investigação das Pirâmides

No segundo encontro, o foco foi a investigação de pirâmides. Para iniciar a aula, foi perguntado aos alunos o que vinha à mente deles quando ouviam falar de pirâmides. Muitos mencionaram as pirâmides egípcias, destacando suas impressionantes arquiteturas. No entanto, um aluno mencionou as pirâmides financeiras, o que nos proporcionou uma oportunidade para discutir brevemente esse assunto e esclarecer as similaridades e diferenças entre essas estruturas abstratas e as pirâmides geométricas.

Em seguida, foi apresentada uma definição de pirâmides que estava nas folhas de atividades. Para que os estudantes pudessem compreender essa definição formal de pirâmides, foram utilizados prismas e pirâmides de acrílico e os incentivamos a apontar as

semelhanças e diferenças entre os dois objetos tridimensionais. Através da observação e manuseio dos sólidos de acrílico, os alunos puderam notar que tanto os prismas quanto as pirâmides podem possuir uma base poligonal. No entanto, enquanto os prismas têm faces retangulares - ou paralelogramos, dependendo do prisma -, as pirâmides têm faces laterais triangulares que convergem para um único vértice. Além disso, os alunos perceberam que os prismas têm duas bases com mesmas medidas, enquanto as pirâmides têm apenas uma base. Essas comparações ajudaram a destacar as principais características distintas e comuns desses sólidos geométricos.

Após essa análise inicial, os alunos, novamente divididos em duplas, seguiram o passo a passo disponível nos slides para construírem as pirâmides no aplicativo GeoGebra 3D. Posicionaram os eixos e o plano em duas dimensões, selecionaram a opção Exibir Malha e desmarcaram Exibir Plano. Utilizaram a ferramenta Ponto para marcar os pontos A e B e, em seguida, a ferramenta Polígono Regular para desenhar um polígono com o número de lados n , configurando-o com um mínimo de 3, máximo de 6 e incremento de 1. Reposicionaram os eixos e o plano em três dimensões, usaram o ícone Fazer Extrusão para Pirâmide para construir as pirâmides, e finalmente projetaram os sólidos em RA para uma visualização imersiva e interativa (Figura 5).

Figura 5: Alunos construindo Pirâmides no GeoGebra e usando a RA.



Fonte: Dados da pesquisa.

Depois de concluírem a construção das pirâmides regulares, os estudantes foram incentivados a participar da atividade investigativa dos objetos matemáticos que haviam criado. A investigação foi organizada nos itens descritos no quadro 5:

Quadro 5: Investigação das Pirâmides construídas no aplicativo GeoGebra 3D.

- e) Junto ao seu grupo, identifique os elementos da pirâmide: Vértice, Faces e Arestas.
- f) Volte a janela para 3D (sair da realidade aumentada). Aperte o play do controle deslizante n , e observe diferentes pirâmides formadas com bases de polígonos regulares.
- g) De acordo com o número de lados do polígono regular da base, quais tipos de pirâmides regulares vocês conseguem identificar?
- h) Escolha uma das pirâmides criadas e, junto ao seu grupo, investigue a área total da superfície e o volume da pirâmide.

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise das respostas dos alunos no item e) da atividade investigativa sobre pirâmides revela que eles compreenderam bem os elementos constituintes dessas formas geométricas. Ao compararem as pirâmides com os prismas utilizando objetos de acrílico, os alunos puderam visualizar as semelhanças e diferenças entre os dois sólidos. Essa atividade preliminar de comparação facilitou a identificação dos vértices, faces e arestas nas pirâmides. Além disso, o uso do GeoGebra 3D permitiu que eles manipulassem os modelos virtuais, reforçando a compreensão visual e prática dos conceitos considerados.

Uma das duplas, ao identificar e listar os vértices, faces e arestas de cada tipo de pirâmide – triangular (P3), quadrangular (P4), pentagonal (P5) e hexagonal (P6) -, mostrou as habilidades de observar e generalizar as características estruturais das pirâmides conforme a base poligonal aumenta em número de lados (Quadro 6). A precisão das respostas indica um entendimento correto das relações geométricas e confirma que o uso dos modelos no GeoGebra 3D e de acrílico foi essencial para a visualização e contagem desses elementos. Os alunos foram capazes de aplicar o conhecimento construído nas comparações entre prismas e pirâmides para realizar a tarefa de maneira eficiente. Isso reflete a ideia de Borba e Penteado (2010) de que os seres humanos, ao interagirem com novas tecnologias, não só ampliam suas formas de pensamento, mas também transformam essas tecnologias, criando um conhecimento integrado que combina pessoas e mídias.

Quadro 6: Respostas dos alunos – Item e da atividade Investigação das Pirâmides.

e)	P ₃	Vértice	4	5, 6, 7, 8, 9, 10,
			4	6
	P ₄	5	5	8
	P ₅	6	6	10
	P ₆	7	7	12

Fonte: Dados da pesquisa.

No item f), os estudantes foram orientados a voltar à visualização 3D no GeoGebra e observar diferentes pirâmides formadas por bases de polígonos regulares. Essa atividade proporcionou uma oportunidade valiosa para que os alunos visualizassem a transformação dinâmica das pirâmides e compreendessem melhor como a base poligonal influencia a estrutura da pirâmide. Ao manipular o Controle Deslizante, os alunos puderam ver como pirâmides com diferentes bases poligonais se formam e observar a variação por número de faces, arestas e vértices. Essa experiência interativa não apenas facilitou a identificação correta dos elementos geométricos, mas também reforçou a compreensão das propriedades geométricas das pirâmides em um ambiente tridimensional, promovendo um aprendizado mais intuitivo e visualmente estimulante.

As respostas dos alunos para o item g) revelam variações na precisão da nomenclatura das pirâmides. Conforme apresentado no Quadro 7, a dupla 1 utilizou terminologia quase correta, embora “quadricular” devesse ser corrigido para “quadrangular”. Por outro lado, a dupla 2 forneceu nomes de polígonos em vez de identificar as pirâmides formadas por esses polígonos. Essa variação indica uma compreensão geral dos tipos de bases poligonais, mas uma inconsistência na aplicação correta da nomenclatura das pirâmides, evidenciando a necessidade de reforçar a terminologia geométrica específica para evitar confusões entre os alunos.

Quadro 7: Respostas dos alunos – Item g da atividade Investigação das Pirâmides.

g) Prismas Triângulo, quadrado, pentágono, hexágono
G. Hexágono Triângulo pentágono Quadrilátero

Fonte: Dados da pesquisa.

No item h) os alunos foram estimulados a investigar a área total da superfície e o volume de uma pirâmide escolhida por eles. As respostas fornecidas revelam diferentes níveis de compreensão e abordagem para resolver o problema proposto. A dupla 1 mostrou dificuldades em relacionar as medidas necessárias para calcular a área e o volume da pirâmide. Eles identificaram a necessidade das dimensões da pirâmide – altura, comprimento e largura -, mas não conseguiram associar esses elementos com as expressões matemáticas apropriadas, indicando uma lacuna na compreensão das propriedades geométricas e na aplicação de fórmulas matemáticas específicas para pirâmides, como apresentado no quadro 8.

Por outro lado, a dupla 2 apresentou uma compreensão mais sólida. Eles corretamente identificaram a necessidade de calcular separadamente a área da base e as áreas das faces laterais para obter a área total da superfície da pirâmide. Além disso, demonstraram iniciativa ao pesquisar a fórmula correta para calcular o volume da pirâmide, mostrando que entenderam a aplicação da fórmula (Quadro 8). Como Demo (2011) ressalta,

Cabe ao professor orientar e avaliar, enquanto os alunos partem para a luta a seu modo. Usam o conhecimento que já possuem, dividem as tarefas entre eles, aproveitam as habilidades mais marcantes de cada um. Antes, precisam entender o problema (teorizar o problema, levantar hipóteses de trabalho, divisar saídas e becos sem saída, imaginar onde buscar soluções, etc.); depois, tentam dar conta do problema, agregando, aos poucos e sistematicamente, as partes componentes do quebra-cabeça. (Demo, 2011, p. 23).

A diferença nas respostas destaca a importância de assegurar que todos os alunos compreendam plenamente as expressões matemáticas e conceitos geométricos fundamentais. Incentivar a pesquisa e a autoaprendizagem, como fez a dupla 2, é essencial para desenvolver uma compreensão mais profunda e autônoma dos conceitos matemáticos.

Quadro 8: Respostas dos alunos – Item h da atividade Investigação das Pirâmides

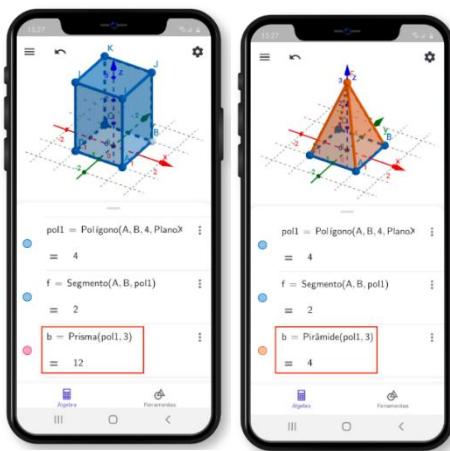
<p>g) área: para identificámos precisamos de altura, comprimento e largura, mas não sabemos como relacionar essas medidas volume: acreditámos que usamos as mesmas medidas mas também não sabemos relacionar.</p>
<p>h) Para calcular a área total da superfície de uma pirâmide triangular precisámos calcular a área da base e a área das faces laterais e depois soma tudo. O volume já vemos que pesquisar. Para calcular basta usar a fórmula $V = \frac{1}{3} \cdot \text{base} \cdot \text{altura}$ (base é a área da base da pirâmide e altura é a altura da pirâmide).</p>

Fonte: Dados da pesquisa.

Deduzir que o volume de uma pirâmide é um terço do volume de um prisma com a mesma base e altura pode ser desafiador para os alunos, pois essa relação não é intuitivamente óbvia e requer um entendimento mais profundo de geometria espacial. Porém, usando o GeoGebra 3D, os estudantes poderiam construir um prisma e uma pirâmide com a mesma base e altura e observar diretamente a diferença em seus volumes, percebendo que o volume da pirâmide é menor que o volume do prisma. Além disso, os estudantes podem observar diretamente os volumes dos objetos tridimensionais construídos calculados pelo próprio aplicativo, apresentados na Janela de Álgebra. Por exemplo, se um prisma possui um volume exibido como 12 e uma pirâmide com a mesma base e altura exibe um volume 4, os alunos podem calcular a razão entre esses volumes, que é 4/12 ou 1/3 (Figura 6). A visualização dos valores dos volumes,

juntamente com a observação das construções, ajuda os alunos a concluir que o volume da pirâmide é sempre um terço do volume do prisma correspondente (embora não tenhamos realizado uma demonstração matemática). Essa experiência prática ilustra como as mídias digitais podem transformar a aprendizagem, facilitando a compreensão de conceitos complexos. Como Borba e Souto (2016) destacam, “os seres humanos, ao interagirem com as mídias, reorganizam o pensamento de acordo com múltiplas possibilidades e restrições que elas oferecem”.

Figura 6: Prisma e Pirâmide de mesma base e altura.



Fonte: Autores.

Nesse contexto, coletivo Seres-Humanos-com-Mídias propõe que essa relação é de impregnação mútua, onde tanto os seres humanos quanto as mídias se moldam reciprocamente (Borba; Souto, 2016). Ao utilizarem o GeoGebra 3D com RA, não apenas os alunos reorganizaram seu pensamento geométrico, mas também a forma como a tecnologia foi empregada nas atividades investigativas foi transformada pelas interações humanas. Os alunos não utilizaram o software para realizar cálculos de volumes, mas o exploraram de maneiras que podem não ter sido inicialmente previstas pelos desenvolvedores do aplicativo. (Borba; Villarreal, 2005; Borba; Souto, 2016).

Após a atividade “Investigação das Pirâmides”, os alunos tiveram a oportunidade de revisar e consolidar o que aprenderam nos dois encontros. Eles participaram ativamente de uma roda de

conversas, respondendo a algumas perguntas que ajudaram a esclarecer suas compreensões e dificuldades sobre os prismas e as pirâmides. Perguntados sobre as semelhanças entre prismas e pirâmides, Euclides⁷ deu a seguinte resposta:

Euclides: A base, os vértices, as faces, as arestas, [isto é], são tridimensionais. (Interpolação dos autores).

Essa observação mostra que o aluno entende a natureza tridimensional desses objetos geométricos e a presença de elementos estruturais comuns. No entanto, quando questionados sobre como encontrar a área do prisma e da pirâmide, as respostas mostraram algumas confusões. Um aluno respondeu:

Pitágoras: [A área do prisma é calculada pela multiplicação do] comprimento vezes largura vezes altura. (Interpolação dos autores).

Na verdade, o aluno se referiu ao cálculo do volume de um prisma, e não da área. Confusão semelhante ocorreu quando outro aluno afirmou que, ao calcular a área da pirâmide, é preciso multiplicar a:

Eratóstenes: [área da] base vezes altura. (Interpolação dos autores).

É evidente que, embora tenham compreendido aspectos fundamentais de prismas e pirâmides, como suas características estruturais, há uma dificuldade em aplicar corretamente as relações matemáticas para calcular áreas e volumes desses objetos. Compreender conceitos geométricos espaciais pode ser desafiador para os alunos, pois esses conceitos exigem habilidades de visualização tridimensional, que nem todos desenvolvem naturalmente. Muitos estudantes estão mais acostumados a trabalhar com figuras bidimensionais em papel, e a transição para a compreensão de formas tridimensionais pode ser difícil sem apoio visual adequado. É como afirma Carvalho (2005):

Como habitantes de um mundo tridimensional, temos grande facilidade para lidar com o mundo

⁷ Para preservar a identidade dos alunos, seus nomes verídicos foram substituídos por nomes de matemáticos destacados no campo da Geometria, como pseudônimos.

bidimensional da Geometria Plana [...]. Quando passamos para o mundo tridimensional da Geometria Espacial passamos a enfrentar limitações de diversa ordem. (Carvalho, 2005, p. 1).

Essa situação destaca a importância de utilizar métodos de ensino que permitam uma prática mais aplicada e concreta e o uso de TD que ajudem os alunos a visualizar e manipular formas. Quando questionados se a utilização do celular e do GeoGebra 3D com RA facilitou a visualização e a realização das atividades investigativas, uma aluna respondeu:

Hipátia: Eu acho que para visualizar ficaria mais difícil [sem o uso do aplicativo]. Pelo aplicativo a gente pode ver diferentes formas, mover elas, ver altura, as faces; e pela imagem [em papel] você vai ver uma imagem plana tentando representar o que o aplicativo mostrar. (Interpolações dos autores).

A resposta positiva da aluna sugere que o uso de mídias, especialmente as TD, pode ajudar a superar obstáculos na compreensão de conceitos geométricos espaciais, proporcionando uma aprendizagem interativa e eficaz. Essas análises mostram que o uso do GeoGebra 3D com RA contribuiu significativamente para o desenvolvimento da visualização espacial dos alunos, atendendo ao objetivo da pesquisa de explorar estratégias inovadoras para o ensino de geometria espacial. Assim, constatou-se que o uso de recursos digitais interativos, como o GeoGebra 3D com RA, potencializa a aprendizagem de conceitos espaciais ao permitir uma imersão visual e manipulativa, o que seria difícil de alcançar apenas com materiais bidimensionais.

Considerações Finais

Na pesquisa descrita neste artigo, o software *Calculadora gráfica GeoGebra 3D* com RA foi utilizado para transformar e enriquecer a aprendizagem de conceitos geométricos relacionados a prismas e pirâmides. Através desse aplicativo, os alunos puderam explorar visualmente e interativamente os elementos geométricos, promovendo uma melhor compreensão e aplicação dos conceitos teóricos. As atividades investigativas desenvolvidas mostraram que a

utilização de TD desempenhou um papel importante como meio de comunicação e interação no processo de aprendizagem.

Os alunos do Ensino Médio, que desde cedo estão familiarizados com a tecnologia, mostraram-se receptivos e motivados ao utilizar o GeoGebra 3D com RA. Nesse contexto, a tecnologia aproximou os estudantes da Matemática de maneira dinâmica, incentivando uma atitude positiva em relação ao aprendizado geométrico. As atividades realizadas demonstraram que o uso de mídias digitais pode enriquecer significativamente o processo de aprendizagem, contribuindo para a construção de conhecimentos sólidos.

A análise evidenciou que o GeoGebra 3D com RA proporciona discussões matemáticas aprofundadas sobre a construção de formas geométricas tridimensionais, despertando a curiosidade dos estudantes e promovendo a interação entre alunos e professores. Essa dinâmica interativa e colaborativa está alinhada com o coletivo Seres-Humanos-com-Mídias, ressaltando a importância do uso de TD na aprendizagem dos alunos e na construção do conhecimento.

Sendo assim, o estudo demonstrou que o uso do GeoGebra 3D com RA contribuiu significativamente para o aprendizado dos conceitos geométricos abordados ao proporcionar uma experiência interativa e visualmente rica. A capacidade de manipular os sólidos geométricos permitiu que os alunos explorassem as propriedades das figuras de maneira mais concreta e dinâmica, o que foi crucial para a construção do conhecimento geométrico.

Apesar dos resultados positivos, reconhecemos as limitações do estudo realizado, como o tempo restrito a dois encontros de duas horas/aula cada, e o número de participantes limitado a uma turma, o que sugere cautela na generalização dos resultados.

Indicamos a realização de futuras pesquisas que investiguem o impacto do uso do GeoGebra 3D com RA em outros conteúdos da Geometria Espacial, e ainda em diferentes etapas da Educação Básica, ampliando a compreensão sobre suas potencialidades pedagógicas. Recomendamos também que professores de Matemática explorem o GeoGebra 3D com RA com seus alunos em diferentes etapas do ensino

da geometria, utilizando-o como ferramenta de investigação, visualização e validação de propriedades geométricas.

Referências

- ANCOCHEA, B.; CÁRDENAS, M. I. Exploring Real World Environments using Potential of GeoGebra AR. In: **Roseta Online Conference**, 2020, Borsdorf. Research on Outdoor STEM Education in the digiTal Age [...] Borsdorf: Münster, 11 jun. 2020, v. 6, p. 41-46. Disponível em: <https://www.wtmverlag.de/DOI-Deposit/978-3-95987-144-0/978-3-95987-144-0-05.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2024.
- BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.
- BORBA, M. C.; SOUTO, D. L. P. Seres humanos-com-internet ou internet-com-seres humanos: Uma troca de papéis? **Revista Latinoamericana de Investigación em Matemática Educativa (Relime)**, Vol. 19. n. 2, jul. 2016, p. 216 – 242. Disponível em: https://igce.rc.unesp.br/Home/Pesquisa58/gpimem-pesqeminformaticaoutrasmidiaseeducacaomatematica/seres_humanos_com_internet.pdf. Acesso em: 16 mai. 2024.
- BORBA, M. C.; SOUTO, D. L. P.; CUNHA, J. F. T.; DOMINGUES, N. S. Humans-with-Media: Twenty-Five Years of a Theoretical Construct in Mathematics Education. In: Pepin, B. (org.). **Handbook of Digital Resources in Mathematics Education**, New York: Springer, 2023.
- BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. **Humans-with-media and the reorganization of mathematical thinking: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization**. New York: Springer, 2005.
- BRASIL. MEC. **Base Nacional Comum Curricular**. 2018.
- BRAUMANN, C. **Divagações sobre investigação matemática e o seu papel na aprendizagem da matemática**. Lisboa: SEM-SPCE, 2002. p. 5 - 24.
- BUDINSKI, N.; LAVICZA, Z. Teaching Advanced Mathematical Concepts with Origami and GeoGebra Augmented Reality. In: **BRIDGES 2019 CONFERENCE**, 2019, Linz. Bridges Linz 2019 [...] Linz: **Tessellations Publishing**, jul. 2019, p. 387-390. Disponível em: <https://archive.bridgesmathart.org/2019/bridges2019-387.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2024.
- CARVALHO, P. C. P. **Introdução à geometria espacial**. 4. ed. Rio de Janeiro: SBM, 2005.
- CONCEIÇÃO, T. M. G.; MARTIN, E. M.; FERREIRA, W. M.; TORISU, E. M. Coletivo pensante seres-humanos-com-geogebra-e-smartphone: demonstrando a fórmula de Bhaskara. **Polyphonia**, v. 30, n. 2, jul.-dez. 2019.

CORDEIRO, K. M. A. **O impacto da pandemia na educação:** a utilização da tecnologia como ferramenta de ensino, 2020, p. 1-15.

DEMO, P. Aprendizagens e novas tecnologias. **Roteiro**, Joaçaba, v. 36, n. 1, p. 9 - 32, jan./jun. 2011.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. **Planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens.** 2. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2006.

DOLCE, O.; POMPEO, J. N. **Fundamentos de matemática elementar.** Vol.10: geometria espacial, posição e métrica - 7. ed. - São Paulo: Atual, 2013.

FARIA, R. W. S. C.; MALTEMPI, M. V. Raciocínio Proporcional na Matemática Escolar. **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 58, n. 57, p. 1-18, e-20024, jul./set. 2020.

GUEDES, T. M. R.; FARIA, R. W. S. C. Aprendizagem Interdisciplinar por meio da construção de Padrões Fractais com Tecnologias Digitais. REMATEC, Belém, v. 19, n. 47, p. e2024022, 2024. 1980-3141.2024.n47.e2024022.id626. Disponível em: <https://www.rematec.net.br/index.php/rematec/article/view/626>. Acesso em: 26 maio. 2025.

IEZZI, G; DOLCE, O; DEGENSZAJN, D. M.; PÉRIGO, R. **Matemática - Volume único.** São Paulo: Atual, 1997.

MACHADO, L. P. Investigação de Prismas e Pirâmides com o GeoGebra no Celular. **Monografia** (Licenciatura em Matemática. Universidade Federal de Viçosa, 2024.

OLIVEIRA, O. G. O uso do GeoGebra 3D com realidade aumentada no ensino de Geometria Espacial. **Dissertação.** Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT. Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2021. Disponível em: <https://tede2.uepg.br/jspui/bitstream/prefix/3581/1/Odailson%20Gon%C3%A7alves%20de%20Oliveira.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2024.

PEREIRA, F. S. Estudo do volume de sólidos geométricos com a utilização do software GeoGebra. **Dissertação.** Programa de Pós-Graduação em Matemática. Universidade Federal do Amazonas, 2017.

TORI, R.; HOUNSELL, M. S. **Introdução à Realidade Virtual e Aumentada.** Porto Alegre: Editora SBC, 2018.

Sobre os Autores

Leandro Pacheco Machado

leandro.pacheco@ufv.br

Possui Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal de Viçosa. Atualmente é Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Estatística Aplicada e Biometria.

Rejane Waiandt Schuwartz de Carvalho Faria

rejane.faria@ufv.br

Professora Adjunta do Departamento de Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Viçosa (UFV) - MG. Mestre (2012) e Doutora (2016) em Educação Matemática pela UNESP - Rio Claro - SP. Licenciada em Matemática pelo Instituto Federal Fluminense - Campos dos Goytacazes - RJ (2009). Membro do "NERO - Núcleo de Especialização em Robótica – UFV" e do "GATE - Grupo de Atenção às Tecnologias na Educação - UFV".

DOI: 10.47456/ycykb167

Tecnologias digitais no ensino e na aprendizagem de matemática: desafios e potencialidades à luz da política nacional de educação digital

Digital technologies in mathematics teaching and learning: challenges and potentialities in light of the national digital education policy

Marinete Santana Wutke Welmer
Valdinei Cezar Cardoso

Resumo: Este artigo investigou a integração das Tecnologias Digitais (TD) nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática, em consonância com a Política Nacional de Educação Digital (PNED), instituída pela Lei nº 14.533/2023. A pesquisa justifica-se pela necessidade de alinhar a Educação Matemática às competências digitais do século XXI, com vistas a reduzir desigualdades educacionais e aumentar o engajamento discente. O objetivo central foi identificar estratégias de integração das TD no ensino de Matemática, avaliando seus impactos na motivação dos alunos, na compreensão de conceitos matemáticos e nas práticas pedagógicas dos professores. Com abordagem qualitativa e análise documental, o estudo baseou-se em revisão de literatura e na legislação vigente. Os resultados evidenciam que o uso das TD pode favorecer a participação ativa dos alunos e ampliar a compreensão dos conteúdos, quando articulado a práticas pedagógicas planejadas. Contudo, foram constatados desafios significativos, como a insuficiência de infraestrutura tecnológica nas escolas e a carência de formação continuada para os docentes. Conclui-se que a integração efetiva das TD pode contribuir para uma Educação Matemática mais acessível, dinâmica e personalizada, sendo fundamental o investimento em políticas públicas que garantam suporte técnico e pedagógico aos profissionais da educação. Recomenda-se que pesquisas futuras investiguem soluções para os obstáculos identificados e analisem a aplicação das TD em diferentes componentes curriculares.

Palavras-chave: Tecnologias Digitais; Educação Matemática; PNED; Inovação Pedagógica.

Abstract: This article investigated the integration of Digital Technologies (DT) into the teaching and learning processes of Mathematics, in alignment with the National Digital Education Policy (PNED), established by Law No. 14,533/2023. The research is justified by the need to align Mathematics Education with the digital competencies of the 21st century, aiming to reduce educational inequalities and increase student engagement. The main objective was to identify strategies for integrating DT into Mathematics teaching, assessing their impact on student motivation, understanding of mathematical concepts, and teachers' pedagogical practices. Using a qualitative approach and documental analysis, the study was based on a literature review and current legislation. The results show that the use of DT can enhance students' active participation and understanding of content when integrated into well-planned pedagogical practices. However, significant challenges were identified, such as insufficient technological infrastructure in schools and a lack of continuing teacher education. It is concluded that the effective integration of DT can contribute to a more accessible, dynamic, and personalized Mathematics Education, emphasizing the need for public policies that ensure technical and

pedagogical support for education professionals. Future research should explore possible solutions to the identified challenges and examine the implementation of DT in other curricular components.

Keywords: Digital Technologies; Mathematics Education; NDEP; Pedagogical Innovation.

Introdução

A crescente presença das Tecnologias Digitais (TD) na sociedade contemporânea oferece oportunidades para transformar a Educação Matemática (Borba; Souto; Canedo Júnior, 2022). A utilização das TD no contexto educacional pode não apenas melhorar a participação dos alunos, mas potencializar a compreensão dos conceitos matemáticos em situações variadas (Costa; Souto, 2023).

A necessidade de explorar como as TD podem ser implementadas de maneira estratégica nos processos de ensino e de aprendizagem de matemática, se alinhando com as diretrizes da Lei nº 14.533, de 11 de janeiro de 2023, a Política Nacional de Educação Digital (PNED), é o que motivou esta pesquisa. Compreender os desafios enfrentados, identificar as estratégias e analisar os impactos dessas tecnologias são passos essenciais para promover um ensino de matemática de qualidade no contexto digital atual (Brasil, 2023).

A justificativa desta pesquisa baseia-se na necessidade de atualização das práticas educacionais para atender às demandas do século XXI, que envolvem o desenvolvimento de competências digitais, pensamento crítico, colaboração, resolução de problemas e letramento digital (Costa; Souto, 2023). Nesse contexto, a integração das Tecnologias Digitais (TD) nos processos de ensino e aprendizagem de Matemática pode contribuir para a superação de dificuldades educacionais, o aumento da motivação dos estudantes e a formação de cidadãos preparados para os desafios de uma sociedade cada vez mais digital e interconectada (Brasil, 2023).

Diante disso, formulamos a seguinte questão de pesquisa: Quais estratégias podem ser adotadas para integrar efetivamente as Tecnologias Digitais nas aulas de Matemática, considerando os desafios enfrentados nas escolas e as diretrizes da Política Nacional de Educação Digital (PNED)?

O objetivo geral da pesquisa consistiu em investigar estratégias de integração das TD no ensino de Matemática, analisando seus impactos na motivação dos alunos, na compreensão dos conceitos matemáticos e nas práticas pedagógicas dos professores, à luz da PNED.

A fundamentação teórica do estudo apoia-se em autores como Cibotto e Oliveira (2017), Selwyn (2019), Hennessy, Ruthven e Brindley (2020), Calder, Larkin e Sinclair (2021), Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020), Borba, Souto e Canedo Júnior (2022), Prensky (2023), Costa e Souto (2023), além das diretrizes e orientações estabelecidas pela Política Nacional de Educação Digital.

Política Nacional de Educação Digital

As mudanças que ocorrem na sociedade, provenientes dos acontecimentos e das demandas do mundo contemporâneo, fazem com que as pessoas tenham que construir conhecimentos que os possibilitem a lidar com diferentes situações em seus cotidianos. Em consonância com isso, a educação deve proporcionar aos estudantes o desenvolvimento de saberes que lhe permitam conviver em sociedade, além de compreender e transformar o mundo em que vivem (Santos; Santos; Javaroni, 2023).

Diante desse quadro, os profissionais da educação precisam reorientar os objetivos de seu trabalho e os recursos que possam promover a melhoria da qualidade da formação dos estudantes (Brasil, 2023). Neste contexto, surge a PNED cujo objetivo principal é:

potencializar os padrões e incrementar os resultados das políticas públicas relacionadas ao acesso da população brasileira a recursos, ferramentas e práticas digitais, com prioridade para as populações mais vulneráveis (Brasil, 2023, p. 1).

Desde a sua promulgação em 11 de janeiro de 2023, a Lei tem recebido elogios de diversos setores, incluindo gestores públicos, especialistas em direito, educadores e cidadãos. Estes grupos destacam a PNED como um avanço para a educação brasileira, especialmente pelo seu caráter inclusivo por meio das TD, além de sua

ênfase na ética na utilização de dispositivos virtuais (Bernardes, 2023; Garofalo, 2023).

A PNED estabelece diretrizes para integrar as TD na educação brasileira. Essas iniciativas visam melhorar o acesso igualitário, fortalecer o ambiente educacional, preparar profissionais para usar efetivamente as ferramentas digitais e promover inovação contínua por meio da tecnologia (Brasil, 2023). A Lei nº 14.533/2023 é estruturada em quatro eixos principais:

§ 2º A PNED apresenta os seguintes eixos estruturantes e objetivos:

- I - Inclusão Digital;
- II - Educação Digital Escolar;
- III - Capacitação e Especialização Digital;
- IV - Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) (Brasil, 2023, p. 1).

No primeiro eixo, a inclusão digital, visa o desenvolvimento de competências digitais, midiáticas e informacionais, além de facilitar o acesso a recursos digitais para todos os cidadãos. No segundo, a educação digital escolar, foca na inserção e no desenvolvimento de competências digitais nos estabelecimentos escolares, abrangendo o pensamento computacional, a cultura e os direitos digitais e as tecnologias assistivas.

O terceiro eixo trata da capacitação digital, visando a população em idade ativa, com o objetivo de desenvolver competências digitais para o mercado de trabalho. O último eixo é dedicado à Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) que envolve a investigação e criação de novas tecnologias, abrangendo áreas como comunicações móveis e sem fio, Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial, computação em nuvem, segurança cibernética, *big data*, realidade aumentada e virtual e redes de comunicação.

O objetivo do eixo quatro é desenvolver soluções inovadoras que aumentem a eficiência, a segurança e a conectividade (Brasil, 2023). Esses avanços têm o potencial de transformar a maneira como

vivemos, trabalhamos e nos comunicamos, promovendo uma integração da tecnologia em nossas vidas (Costa; Souto, 2023).

A P&D em TIC, foca na ampliação da infraestrutura e conectividade digital para promover o desenvolvimento de tecnologias acessíveis e inclusivas. Com esse delineamento, percebemos a preocupação da PNED em:

instaurar um processo integral e contínuo de educação digital, visando dar aos cidadãos conhecimento, fluência e compreensão digital, além de capacitá-los para a utilização crítica dos recursos digitais (Brasil, 2023, p. 1).

Os desafios para a implementação da PNED são proporcionais ao seu objetivo, intensificados pela diversidade regional, socioeconômica e cultural do Brasil (Bernardes, 2023; Garofalo, 2023). As variações entre políticas públicas, redes de ensino, mercado de trabalho e acesso à internet complicam ainda mais esse processo. Compreender como esses elementos se manifestam possibilitam a consolidação da PNED (Brasil, 2023).

Neste contexto, a escola, especificamente, o papel do professor pode ajudar a construir uma sociedade digitalmente educada (Borba; Souto; Canedo Júnior, 2022). A PNED reconhece isso, propondo formação com foco em computação e tecnologias, infraestrutura de conectividade, utilização de recursos digitais que fortaleçam o ensino e a aprendizagem e a criação de espaços coletivos para o desenvolvimento mútuo (Brasil, 2023).

Assim, a compreensão da situação atual e o apoio aos professores com novos conhecimentos, metodologias e competências são necessárias para enfrentar os desafios que se apresentam e assegurar a implementação da PNED, oferecendo formação tecnológica.

A PNED e a Educação Matemática

A integração das TD na Educação Matemática tem se revelado uma área de crescente importância, oferecendo novas oportunidades e desafios para educadores e estudantes (Borba; Souto; Canedo Júnior, 2022). Paralelamente, políticas como a PNED, buscam

promover a inclusão digital e melhorar os processos educacionais em todas as disciplinas, incluindo a matemática.

Nessa mesma assertiva, Prensky (2023) argumenta que os "nativos digitais" possuem habilidades únicas que influenciam sua interação com ferramentas digitais, o que permite explorar como os alunos aprendem matemática em ambientes digitais.

Em consonância, Cibotto e Oliveira (2017) destacam a introdução do conceito de TPACK (Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo), para que professores integrem tecnologias específicas ao conteúdo matemático, adaptando suas práticas pedagógicas. A adaptação do processo educativo, como discutido por Selwyn (2019), permite entender a utilização das TD na Educação Matemática.

Nesta mesma linha, Calder, Larkin e Sinclair (2021) sintetizam pesquisas em relação ao potencial dessas tecnologias na compreensão matemática, destacando a importância de abordagens inovadoras. Hennessy, Ruthven e Brindley (2020) enfatizam como abordagens multimídia podem enriquecer a aprendizagem matemática, oferecendo interatividade e dinamismo à sala de aula.

Desta forma, a PNED surge como um marco para promover a integração das TD nas aulas de matemática. Esta política não apenas enfatiza a formação de professores para a utilização pedagógica, mas destaca a necessidade de utilização ética e responsável. No contexto brasileiro, a pesquisa em Educação Matemática tem avançado, explorando os desafios e as oportunidades proporcionadas pelo mundo digital, se adaptando aos novos valores culturais e tecnológicos emergentes (Costa; Souto, 2023).

A inclusão digital permite preparar estudantes e professores para um mundo digital em constante evolução (Brasil, 2023). Desta forma, participar ativamente de um ambiente computacional, utilizar ferramentas digitais e produzir mídias não apenas fortalece habilidades técnicas, como a compreensão de conceitos matemáticos, mas pode promover uma educação acessível, alinhada às demandas contemporâneas.

Estratégias, impactos e desafios da implementação da PNED

Os desafios enfrentados pelos professores na utilização das TD nos processos de ensino e de aprendizagem de Matemática são numerosos e um dos principais é a formação insuficiente dos educadores para a utilização dessas tecnologias (Borba; Souto; Canedo Júnior, 2022).

Diante disso, a formação continuada possibilita que o professor se mantenha em constante aprendizagem. Segundo Nóvoa (2019), ela é capaz de suprir determinadas carências da formação inicial. Nesse sentido, quando se fala na integração das TD no contexto escolar, se espera que o professor procure continuamente processos formativos, de modo a conhecer recursos e metodologias que se atualizam a todo momento (Rocha *et al.*, 2021).

A formação continuada de professores favorece a incorporação das TD em suas práticas pedagógicas (Brasil, 2023). Os programas de capacitação contínua que abordam a utilização pedagógica das TD e o desenvolvimento de competências digitais são iniciativas que proporcionam aos professores oportunidades para experimentar e refletir acerca das TD em suas aulas, facilitando a adaptação das práticas pedagógicas às novas demandas (Rocha *et al.*, 2021).

Desta forma, o desenvolvimento de recursos educacionais digitais deve estar alinhado com as diretrizes da PNED para a integração das TD no ensino e na aprendizagem de matemática. Incentivar a produção de materiais didáticos por professores e alunos, de modo que, eles tenham acesso a recursos interativos, pode favorecer o processo educacional. Estes devem ser projetados para atender a diferentes estilos de aprendizagem e promover a exploração de conceitos matemáticos (Costa; Souto, 2023).

De acordo com Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020), as TD podem representar uma possibilidade de mudanças educacionais que podem colocar os estudantes como protagonistas em sala de aula e contribuir para que modelos de aulas tradicionais sejam alterados para ambientes colaborativos.

A utilização de tecnologias, como os vídeos, provoca alterações nas formas de pensamento, de expressão e nos processos e nas

atitudes mentais, sublinhando que o conhecimento é produzido pela interação entre seres humanos e tecnologias (Borba; Souto; Canedo Júnior, 2022). Em consonância, a produção e utilização de vídeos digitais em sala de aula oferecem oportunidades para construir discursos que estimulam os sentidos e enriquecem a produção de conhecimento por meio desta interação (Neves, 2020).

Nesta mesma linha, Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020) argumentam que os vídeos devem ser integrados à sala de aula, pois representam uma das formas predominantes de comunicação da nova geração. Nesse contexto, o TikTok, uma plataforma amplamente utilizada para a criação e o compartilhamento de vídeos curtos, surge como uma ferramenta auxiliar para o ensino e a aprendizagem de Matemática, se alinhando com essas novas formas de expressão e construção de conhecimento.

Souza (2022) destaca que os vídeos curtos no TikTok podem tornar a aprendizagem mais acessível e envolvente, permitindo que conceitos matemáticos sejam apresentados de maneira visual e dinâmica, auxiliando a compreensão dos alunos. Além disso, Vázquez (2023) aponta que a utilização de vídeos curtos promove a participação ativa dos estudantes, que podem criar e compartilhar seus próprios conteúdos, transformando-os em agentes ativos do seu processo de aprendizagem.

Assim, é necessário investir em infraestrutura digital nas escolas, pois de acordo com Prensky (2023), os "nativos digitais" estão acostumados a um ambiente digital e precisam de ferramentas adequadas para prosperar. O acesso à internet de qualidade e dispositivos tecnológicos para todos os estudantes e professores ajudam a criar um ambiente de aprendizagem inclusivo. Uma infraestrutura adequada permite a implementação de atividades interativas e colaborativas (Borba; Almeida; Gracias, 2019), que são fundamentais nos processos de ensino e de aprendizagem de matemática.

Neste contexto, implementar mecanismos de avaliação para acompanhar o progresso na integração das TD podem auxiliar a identificar áreas de melhoria no ensino e na aprendizagem e

compartilhar boas práticas. Selwyn (2019) destaca a importância de uma visão crítica das políticas e práticas educacionais, o que implica a necessidade de avaliar continuamente a utilização das TD no processo educacional.

As parcerias entre escolas, universidades, empresas e comunidades locais pode ser uma estratégia para ampliar o acesso a recursos em TD. Calder, Larkin e Sinclair (2021) discutem como a colaboração entre diferentes instituições pode enriquecer o ensino e a aprendizagem de matemática. Essas colaborações podem facilitar o compartilhamento de melhores práticas e inovações, promovendo um ambiente educacional interconectado (Borba; Almeida; Gracias, 2019).

A implementação da PNED visa promover a integração das Tecnologias Digitais (TD) na educação básica como um todo, oferecendo diretrizes para o desenvolvimento de competências digitais essenciais. No contexto das aulas de Matemática, essa política pode favorecer o uso de recursos educacionais interativos, contribuindo para a melhoria do ensino e da aprendizagem. Para que essa aplicação seja efetiva, a formação continuada dos professores é fundamental, especialmente diante de desafios como a falta de preparo inicial para o uso pedagógico das TD (Brasil, 2023).

Alinhadas às demandas do século XXI — como alfabetização e letramento digital, resolução de problemas complexos e colaboração global — as estratégias de integração das TD buscam preparar estudantes e educadores para atuar em uma sociedade digital em constante transformação.

Metodologia

A abordagem metodológica adotada neste trabalho se baseia na pesquisa qualitativa. Seguindo essa abordagem, Araújo e Borba (2023, p. 25) relatam que “pesquisas que utilizam abordagens qualitativas nos fornecem informações mais descritivas, que primam pelo significado dado às ações”.

A pesquisa é do tipo análise documental. Segundo Gil (2021), a análise documental é um método de pesquisa que envolve a coleta, organização e interpretação sistemática de dados a partir de

documentos oficiais e que se baseia principalmente na análise de documentação escrita disponível (Ludke; André, 2019). Esse tipo de abordagem é denominado estudo documental, em que

São considerados documentos quaisquer materiais escritos que possam ser usados como fonte de informação sobre o comportamento humano. Estes incluem desde leis e regulamentos, normas, pareceres, cartas, memorandos, diários pessoais, autobiografias, jornais, revistas, discursos, roteiros de programas de rádio e televisão até livros, estatísticas e arquivos escolares (Ludke; André, 2019, p. 38).

No contexto das políticas educacionais relacionadas às TD, como a PNED, a análise documental permite identificar as diretrizes, os objetivos, as estratégias, os desafios e as oportunidades da inclusão das TD na educação. Conforme Cellard (2008, p. 303), “é o momento em que se reúnem todos os elementos – problemáticos ou teóricos, contexto, autores, interesses, confiabilidade, natureza do texto e conceitos-chave”. De acordo com o autor, ela ocorre em duas etapas: a preliminar e a propriamente dita.

A primeira envolve a investigação do contexto, dos autores, da autenticidade e confiabilidade do texto, da natureza do documento, dos conceitos-chave e da lógica interna do texto. A segunda, por sua vez, busca obter informações que elucidam o objeto de estudo e contribuem para a resolução dos problemas de pesquisa propostos.

Assim, a abordagem metodológica adotada neste trabalho, fundamentada na pesquisa qualitativa, se revelou eficiente para compreender de forma contextualizada os fenômenos estudados. A análise documental, conforme descrita por Gil (2021) e Ludke e André (2019) e seguindo as etapas propostas por Cellard (2008) proporcionou uma compreensão das diretrizes, dos objetivos, das estratégias, dos desafios e das oportunidades da PNED.

Resultados e Discussões

A integração das Tecnologias Digitais (TD) no ensino de matemática tem mostrado benefícios, desafios e estratégias para seu uso pedagógico. Embora os estudos analisados tenham sido desenvolvidos antes ou no mesmo ano da promulgação da Política

Nacional de Educação Digital (PNED), identificam-se alinhamentos com suas diretrizes, desafios a serem enfrentados e estratégias para potencializar a utilização dessas tecnologias no contexto educacional.

A pesquisa proposta evidenciou que a utilização das TD nas aulas de matemática promove uma participação expressiva dos alunos (Costa; Souto, 2023). A inclusão de tecnologias interativas e recursos multimídia auxiliam a compreensão de conceitos matemáticos, tornando a aprendizagem mais dinâmica (Borba; Souto; Canedo Júnior, 2022).

Desta forma, a integração das TD permite a personalização do ensino e da aprendizagem. A produção de recursos didáticos digitais possibilita que os alunos aprendam no seu próprio ritmo, explorando diferentes abordagens e métodos para resolver problemas matemáticos (Vázquez, 2023). Essa flexibilidade atende a diversidade de estilos de aprendizagem presentes nas salas de aula (Souza, 2022).

Embora os benefícios da PNED sejam evidentes, a pesquisa identificou desafios na sua implementação. Um dos principais obstáculos é a formação insuficiente dos professores na utilização das TD. Conforme destacado por Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020), muitos educadores ainda não possuem as competências digitais necessárias para integrar essas tecnologias em suas práticas pedagógicas. A formação continuada, como sugere Nóvoa (2019), diminui essas carências e promove a atualização dos professores.

Outro desafio é a infraestrutura tecnológica nas escolas. A falta de acesso à internet de qualidade e a escassez de dispositivos tecnológicos adequados são barreiras que limitam a implementação de iniciativas alinhadas à PNED. Embora os trabalhos analisados tenham sido desenvolvidos antes ou no mesmo ano da promulgação da lei (Lei nº 14.533/2023), é possível observar alinhamentos entre suas proposições e as diretrizes estabelecidas pela política. Prensky (2023) ressalta a importância de fornecer um ambiente digital completo para que os alunos possam explorar todo o potencial das tecnologias disponíveis.

Além disso, segundo o Censo Escolar 2022, divulgado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio

Teixeira (INEP), muitas escolas públicas brasileiras ainda enfrentam sérias limitações estruturais, como ausência de laboratórios de informática, equipamentos obsoletos e conexões instáveis de internet, comprometendo a efetividade das ações pedagógicas baseadas no uso das TD. Prensky (2023) ressalta a importância de fornecer um ambiente digital completo para que os alunos possam explorar todo o potencial tecnológico disponível.

Para enfrentar os desafios e garantir os benefícios das TD, várias estratégias foram identificadas e discutidas. A formação continuada de professores, conforme defendido por Rocha *et al.* (2021) e os programas de capacitação contínua que abordem a utilização pedagógica das TD e o desenvolvimento de competências digitais devem ser promovidos para preparar os educadores para as demandas do século XXI (Brasil, 2023).

Diante disto, o desenvolvimento de recursos educacionais tecnológicos alinhados com as diretrizes da PNED é essencial. A produção de recursos didáticos digitais, como a produção de vídeos, pode enriquecer os processos de ensino e de aprendizagem de matemática, proporcionando aos alunos uma experiência educativa diversificada (Costa; Souto, 2023).

Os investimentos em infraestrutura digital possibilitam a garantia de acesso à internet de qualidade e dispositivos tecnológicos para todos os estudantes e professores é o passo inicial para criar um ambiente de aprendizagem inclusivo (Prensky, 2023). A implementação de mecanismos de avaliação é necessária para monitorar o progresso na integração das TD e identificar áreas de melhorias e o compartilhamento de boas práticas entre as escolas (Selwyn, 2019).

Por fim, a promoção de parcerias entre escolas, universidades, empresas e comunidades locais pode expandir o acesso a recursos tecnológicos (Calder; Larkin; Sinclair, 2021), oferecendo oportunidades de desenvolvimento profissional para professores e possibilitando a implementação de programas educacionais para os alunos. Essa colaboração conjunta poderá fortalecer a integração das TD no contexto educacional e garantir a implementação da PNED.

Considerações Finais

A implementação das TD nos processos de ensino e de aprendizagem de Matemática, conforme as diretrizes da PNED, apresenta um potencial significativo para transformar a educação brasileira (Brasil, 2023). No entanto, para que essa transformação aconteça, é necessário superar desafios relacionados à formação de professores e à infraestrutura tecnológica, além de adotar estratégias para a integração das TD.

A pesquisa abordou a questão central de como as Tecnologias Digitais (TD) podem impactar o ensino e a aprendizagem de Matemática, mostrando que, com o suporte adequado, as TD não apenas enriquecem o contexto educacional, mas também promovem a inclusão e preparam os alunos para os desafios do mundo digital contemporâneo. Os dados revelaram que a utilização das TD contribui para o aumento da participação dos alunos e facilita a compreensão de conceitos matemáticos, alinhando-se com as expectativas da pesquisa.

Considerando os resultados encontrados, sugerimos que futuras investigações explorem a aplicação das TD em contextos educacionais diversos, avaliem a sustentabilidade a longo prazo das estratégias de integração e examinem suas potencialidades em disciplinas além da Matemática. Essas ações são fundamentais para consolidar a implementação da PNED e garantir que a integração das TD seja eficaz e abrangente em todo o sistema educacional.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências

ARAÚJO, J. L.; BORBA, M. C. **Construindo Pesquisas Coletivamente em Educação Matemática.** In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Org.) Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática, Belo Horizonte: Autêntica, 2023.

BERNARDES, M. Os desafios e impactos para a implantação da nova Política Nacional de Educação Digital. **Bett Blog**, 10 fev. 2023. Disponível em: <https://brasil.bettshow.com/bett-blog/os-desafios-e-impactos-para-implantacao-da-nova-politica-nacional-de-educacao-digital>. Acesso em: 24 out. 2023.

BORBA, M. C.; ALMEIDA, H. R. F. L.; GRACIAS, T. A. S. **Pesquisa em Ensino e Sala de Aula**: Diferentes Vozes em uma Investigação. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

BORBA, M. C.; SCUCUGLIA, R.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2020.

BORBA, M. de C.; SOUTO, D. L. P.; CANEDO JÚNIOR, N. da R. C. **Vídeos na Educação Matemática**: Paulo Freire e a quinta fase das tecnologias digitais. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2022.

BRASIL. Lei nº 14.533, de 11 de janeiro de 2023. **Institui a Política Nacional de Educação Digital e altera as Leis nºs 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), 9.448, de 14 de março de 1997, 10.260, de 12 de julho de 2001, e 10.753, de 30 de outubro de 2003**. Diário Oficial da União, Brasília, 11 jan. 2023.

CALDER, N.; LARKIN, K.; SINCLAIR, N. **Using Mobile Technologies in the Teaching and Learning of Mathematics**. New York: Springer, 2021.

CELLARD, A. **A Análise Documental**. In: POUPART, J. et al. (Orgs.). A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008. p. 295-316.

CIBOTTO, R. A. G.; OLIVEIRA, R. M. M. A. TPACK – conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo: uma revisão teórica. **Imagens da Educação**, v. 7, n. 2, p. 161-172, 2017. Disponível em: <http://doi.org/10.4025/imagenseduc.v7i2.34615>. Acesso em: 19 ago. 2024.

GAROFALO, D. O que você precisa saber sobre a Política Nacional de Educação Digital. **Revista Educação**, v. 2, n. 1, p. 20-32, 2023. Disponível em: [https://revistaeducacao.com.br/2023/02/17/politica-nacional-de-educacao-digital/#:~:text=A%20PNED%20vem%20para%20fomentar,-Nacional%20Comum%20Curricular%20\(BNCC\)](https://revistaeducacao.com.br/2023/02/17/politica-nacional-de-educacao-digital/#:~:text=A%20PNED%20vem%20para%20fomentar,-Nacional%20Comum%20Curricular%20(BNCC)). Acesso em: 16 ago. 2024.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. 4. ed. São Paulo: EPU, 2019.

NEVES, L. X. **Intersimioses em vídeos produzidos por licenciandos em Matemática da UAB**. 304 f. 2020. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas,

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2020.

NÓVOA, A. **Educação 2021: Tempo para Agir**. Lisboa: Fundação Francisco Manuel dos Santos, 2019.

PRENSKY, M. **The Global Education Revolution: How Technology and Innovation Are Transforming Education Worldwide**. New York: Routledge, 2023.

ROCHA, F. S. M.; ZIMER, T. T. B.; CAMARGO, S.; MOTTA, M. S. Formação continuada de professores de matemática para o uso de tecnologias digitais: uma análise a partir de um curso de extensão sobre o software scratch. **REVEMAT**, Florianópolis, v. 16, n. 6, p. 01-21, jan./dez. 2021.

HENNESSY, S.; RUTHVEN, K.; BRINDLEY, S. **Pedagogy and Technology: Designing Effective Teaching and Learning with Digital Tools**. Cambridge: Cambridge University Press, 2020.

SANTOS, D. T.; SANTOS, S. C.; JAVARONI, S. L. **O Conceito de Tecnologia e Seres-Humanos-Com-Mídias: Aspectos Epistemológicos da cibernetica e Educação Matemática**. In: BORBA, M. C.; XAVIER, J. F.; SCHÜNEMANN, T. A. (Org.) **Educação Matemática: múltiplas visões sobre Tecnologias Digitais**, Belo Horizonte: Autêntica, 2023.

SELWYN, S. **Should Robots Replace Teachers? AI and the Future of Education**. Cambridge: Polity Press, 2019.

SOUZA, R. S. **Alimentos e TikTok: uma proposta de aprendizagem significativa e interdisciplinar para o ensino de Ciências da Natureza e Matemática**. 2022. 88 f. Dissertação de mestrado (Educação Básica) – UFRJ, 2022. Disponível em: www.ppgeb.cap.uerj.br/wp-content/uploads/2023/05/Dissertacao-Rayane-Silva-de-Souza-REVISAO-CONCLUIDA.pdf. Acesso em: 06 ago. 2023.

VÁZQUEZ, L. M. TikTok como recurso para el Aprendizaje Matemático en Telesecundaria. **Revista Científica Multidisciplinar Ciéncia Latina**, v. 7, n. 2, 6059-6075, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5772. Acesso em: 17 maio. 2023.

Sobre os autores

Marinete Santana Wutke Welmer

marinete.santana@hotmail.com

Mestre em Ensino na Educação Básica na linha de Ciências Naturais e Matemática pelo PPGEEB/CEUNES/UFES (2024). Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade Federal do Espírito Santo (2004), Aperfeiçoamento em Educação Especial e Inclusiva pelo IFES (2021), Especialização em Matemática pela FIJ (2006) e Especialização em Matemática, Suas Tecnologias e o Mundo do Trabalho pela UFPI

(2022). Atualmente, é orientadora da Pós-graduação em Práticas Pedagógicas do IFES e professora da rede estadual de São Mateus - ES.

Valdinei Cezar Cardoso

valdinei.cardoso@ufes.br

Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas (2014). Mestre em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática pela Universidade Estadual de Maringá(2010). Especialista em Educação Matemática pela União das Escolas Superiores do Vale do Ivaí (2002). Graduado em Matemática pela Universidade Estadual de Maringá(2001), Professor Adjunto do Departamento de Matemática Aplicada e do Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica do Centro Universitário Norte do Espírito Santo da Universidade Federal do Espírito Santo. É coordenador do Grupo de pesquisa Mídias e Matemática (MidMat) no Centro Universitário Norte do Espírito Santo(CEUNES) da Universidade Federal do Espírito Santo.

DOI: 10.47456/5e96e859

Aplicativo PlantNet como ferramenta para a aprendizagem sobre plantas daninhas

PlantNet application as a tool for learning about weeds

Renata Fernandes de Matos

Resumo: Os aplicativos digitais têm proporcionado ganhos significativos para o processo de aprendizagem. Esse estudo tem por objetivo descrever como o aplicativo PlantNet pode contribuir para a aprendizagem sobre plantas daninhas. Foi desenvolvida uma pesquisa qualitativa em um curso de Agronomia de uma instituição federal de ensino superior, no estado do Ceará, no semestre 2024.2, com a participação de 23 alunos. Utilizou-se quatro abordagens: (I) instruções para download do aplicativo; (II) exploração das funcionalidades do aplicativo; (III) uso do aplicativo para pesquisa de espécie conhecida; e (IV) uso do aplicativo para identificação de espécies desconhecidas. Os alunos foram instruídos a realizar o download do aplicativo e, a partir da barra de ferramentas, a utilizar as funções “feed”, “grupos”, “identificação”, “espécies” e “perfil”. Realizou-se a busca pela espécie caruru (*Amaranthus viridis*), a qual já era conhecida pelos estudantes, obtendo informações sobre morfologia, classificação e distribuição. O aplicativo foi utilizado para identificar espécies que os estudantes haviam fotografado e que, até então, lhes eram desconhecidas, gerando uma série de informações. Conclui-se que o aplicativo PlantNet é uma ferramenta valiosa para o aprendizado sobre plantas daninhas, destacando as ferramentas digitais como essenciais para modernizar o ensino tradicional e torná-lo mais atraente e interativo.

Palavras-chave: Tecnologias digitais; Ensino-aprendizagem; Agronomia.

Abstract: Digital applications have provided significant gains for the learning process. This study aims to describe how the PlantNet application can contribute to learning about weeds. Qualitative research was developed in an Agronomy course at a federal higher education institution, in the state of Ceará, in the 2024.2 semester, with the participation of 23 students. Four approaches were used: (I) instructions for downloading the application; (II) exploration of the application's functionalities; (III) handling the application for observing known species; and (IV) use of the application to identify unknown species. Students were instructed to download the application and, from the toolbar, use the “feed”, “groups”, “identification”, “species” and “profile” functions. A search was carried out for the caruru species (*Amaranthus viridis*), which was already known to the students, obtaining information on morphology, classification and distribution. The application was used to identify species that the students had photographed and that, until then, were unknown to them, generating a series of information. It is concluded that the PlantNet application is a valuable tool for learning about weeds, highlighting digital tools as essential for modernizing traditional teaching and making it more attractive and interactive.

Keywords: Digital technologies; Teaching-learning; Agronomy.

Introdução

A utilização das ferramentas digitais tem proporcionado ganhos significativos para a área da educação. Essas ferramentas possibilitam ao professor e ao aluno o desenvolvimento de competências e habilidades que envolvem a busca por informações e a construção da autonomia pessoal (Tezani, 2011), o que ocorre em associação com a melhoria dos processos educacionais (Carvalho Junior, 2017).

Novas abordagens pedagógicas têm sido possíveis com o uso da tecnologia (Araújo *et al.*, 2017), as quais se revelam promissoras por permitir uma rápida difusão das informações e possibilitar a interação entre pessoas e sistemas (Saccòl; Schlemmer; Barbosa, 2011). Tecnologia e educação precisam assim andar juntas, pois se completam e aceleram o processo de ensino-aprendizagem (Barros; Araújo, 2019).

Embora as tecnologias digitais ofereçam inúmeros benefícios, ainda há a necessidade de repensar o papel do professor na incorporação destas ao ambiente de sala de aula (Soares *et al.*, 2018). O docente é constantemente desafiado a acompanhar o ritmo acelerado das inovações tecnológicas e a inseri-las em suas aulas, sem que essas desviem a atenção dos alunos quanto ao conteúdo abordado (Pinto, 2019).

Nesse contexto, a utilização de aplicativos móveis se faz de grande importância para a melhoria do aprendizado. Aplicativos como o PlantNet tem sido desenvolvido para a identificação de plantas (Cervelli, 2005), gerando contribuições assertivas para cursos em que se faz o estudo de espécies vegetais, como os cursos de Agronomia.

O aplicativo PlantNet surgiu de uma parceria entre a Floris'Tic e a Fundação Agropolis, em 2009, com o objetivo de desenvolver formas de identificar, catalogar e compartilhar informações sobre espécies vegetais. Seu lançamento ocorreu durante a 50ª Feira Internacional Agrícola, em 2013 (Eitzel *et al.*, 2017), passando a ser utilizado para identificação e estudo de diferentes espécies vegetais.

São diversos os trabalhos já realizados envolvendo a utilização do aplicativo PlantNet na área da educação. Pesquisas desenvolvidas por Silva *et al.* (2017), Faria *et al.* (2020), Milanez *et al.* (2020) e Silva, Dantas e Santos (2020) demonstram o quanto essa ferramenta pode ser

útil para os processos de aprendizagem sobre as plantas e o quanto ela tem contribuído para a construção do conhecimento.

Nesse contexto, a utilização do aplicativo PlantNet no estudo das plantas daninhas pode ser uma ferramenta valiosa para facilitar a aprendizagem. Embora o aplicativo inclua seções específicas para plantas daninhas e plantas invasoras, ele ainda é pouco conhecido pelos alunos, sendo de grande importância a promoção do seu conhecimento e de sua utilização no ambiente de sala de aula.

Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo descrever como o aplicativo PlantNet pode ser utilizado como uma ferramenta para a aprendizagem sobre plantas daninhas.

Metodologia

A pesquisa foi conduzida com a abordagem qualitativa, que, conforme Denzin e Lincoln (2011), permite ao pesquisador atuar como observador, valorizando e preservando as informações coletadas. Esse tipo de pesquisa possibilita ainda a interpretação dos dados e dos fatos observados, atribuindo significado e destacando o tema investigado (Pinto; Campos; Siqueira, 2018).

O estudo foi conduzido em um curso de Agronomia ofertado por uma instituição pública federal, localizada no estado do Ceará. A atividade foi desenvolvida na disciplina “Controle de Plantas Daninhas”, no semestre 2024.2, a qual contou com a participação de 23 alunos.

Ao ser abordado o tema “Identificação de plantas daninhas” foi promovida uma prática em sala de aula com a utilização do aplicativo PlantNet. O objetivo dessa atividade foi demonstrar aos alunos como o referido aplicativo pode ser utilizado como uma ferramenta de apoio à aprendizagem sobre as plantas daninhas.

A condução da prática se deu com base em quatro abordagens, as quais foram: (I) instruções para download do aplicativo; (II) exploração das funcionalidades do aplicativo; (III) uso do aplicativo para pesquisa de espécie conhecida; e (IV) uso do aplicativo para identificação de espécies desconhecidas.

Resultados e discussão

A seguir serão apresentados os resultados e discussão do estudo em questão. Esses estão estruturados em: Instruções para download do aplicativo; Exploração das funcionalidades do aplicativo; Uso do aplicativo para pesquisa de espécie conhecida; e Uso do aplicativo para identificação de espécies desconhecidas.

Instruções para download do aplicativo

Inicialmente indicou-se aos alunos que seria utilizado o aplicativo PlantNet para a condução da prática. Sua utilização foi justificada pela facilidade no manuseio e pela gratuidade na utilização, sendo mencionada a história do surgimento do aplicativo e indicado o quanto ele tem sido utilizado para a observação de espécies vegetais.

Pediu-se que os alunos utilizassem seus celulares e passou-se a estes as instruções para o download do aplicativo. Alguns alunos já conheciam esta ferramenta e já o tinham baixado em seus aparelhos, a maioria, no entanto, realizou este procedimento pela primeira vez. Nesta etapa pode-se observar a nota de avaliação que o aplicativo apresentava e o número de visualizações no momento.

Exploração das funcionalidades do aplicativo

Para que os alunos pudessem utilizar o aplicativo para o estudo das plantas daninhas, foi necessário inicialmente instruí-los sobre as funcionalidades que o mesmo apresentava. Essa etapa foi conduzida com base na observação das opções presentes na barra de ferramentas do PlantNet (Figura 1), a qual pode ser visualizada na parte inferior da tela do aparelho utilizado.

Figura 1 - Barra de ferramentas do aplicativo PlantNet



Fonte: PlantNet, 2024.

Na opção “Feed” são observadas as postagens registradas pelos usuários do aplicativo, as quais indicam o autor da postagem, a data em que ela foi realizada e as fotos que foram publicadas, aparecendo estas em ordem decrescente de publicação. Os alunos perceberam que na data em que estava sendo realizada a prática, algumas postagens haviam sido realizadas, o que demonstrou como esta ferramenta é útil para a divulgação de informações sobre as plantas.

No ícone “Grupos” são observados os grupos criados para o compartilhamento de informações sobre diferentes tipos de plantas, podendo ser encontrado grupos com usuários de diferentes partes do mundo. Indicou-se aos alunos que havia sido criado um grupo para a disciplina, na qual seriam compartilhadas as imagens das espécies de plantas daninhas observadas durante a disciplina.

O ícone “Identificação” foi indicado como o que seria mais utilizado pelos estudantes. Nesse pode ser feita a identificação das espécies de plantas daninhas a partir de imagens capturadas em tempo real pelo celular, ou a partir de imagens que estejam salvas na galeria de fotos do aparelho. Com isso pode-se demonstrar o quanto o aplicativo é funcional e prático.

Na aba “Espécies” é encontrada uma variedade de informações sobre as espécies vegetais registradas no aplicativo. Nessa aba é possível fazer buscas a partir das categorias Família, Gênero e Espécie, as quais apresentam informações em ordem alfabética crescente. Dessa forma, caminhos diferentes podem ser utilizados para se obter informações sobre as espécies vegetais, o que é de grande utilidade para o estudo das plantas daninhas.

Na opção “Perfil” são encontradas as informações pessoais do usuário, bem como o histórico das postagens por esse realizadas. Solicitou-se aos alunos que criassem uma conta no aplicativo e registrassem seus perfis, de modo a possibilitá-los o acompanhamento das etapas seguintes que seriam realizadas na aula.

Uso do aplicativo para pesquisa de espécie conhecida

Para que os alunos aprendessem a manusear o aplicativo na busca por informações sobre as plantas daninhas, realizou-se a

pesquisa por uma espécie que já era do conhecimento destes a qual foi o caruru (*Amaranthus viridis*). O caruru foi escolhido por ser conhecido por todos os estudantes, por apresentar grande incidência na região, e por já ter sido observado em campo durante a ocorrência de aulas práticas na disciplina.

Para que isso fosse possível, os alunos foram instruídos a selecionar no aplicativo o tipo de flora que melhor se adequava ao contexto da aula, a qual foi “Ervas daninhas”. Ao baixar o aplicativo geralmente observa-se a flora “Brasil” e, para que ocorra a mudança, foi necessário acessar a opção floras especiais e nesta selecionar a opção ervas daninhas.

Além desta flora, o aplicativo disponibiliza a flora denominada de plantas invasoras, à qual também é de grande utilidade para o estudo na disciplina. Contudo, indicou-se que os alunos poderiam posteriormente acessá-la e se aprofundar nas espécies que nessa poderiam ser encontradas.

Após a definição da flora, foi utilizado o ícone “Espécies” e nesse clicado na categoria “Espécies”. Na sequência, ao observar a lupa presente na tela, os estudantes fizeram a busca da espécie caruru, o que se deu pelo seu nome científico, *Amaranthus viridis*. Isso foi necessário porque existem vários nomes comuns para o caruru, de forma que na busca realizada foi observada a denominação bredo acompanhada do nome científico (Figura 2).

Figura 2 - Busca pela espécie *Amaranthus viridis* no aplicativo PlantNet



Fonte: PlantNet, 2024.

Além disso, existem várias espécies de caruru que poderiam ser indicadas pelo aplicativo. As mais comuns são o caruru comum

(*Amaranthus viridis*), caruru-de-espinho (*Amaranthus spinosus*), caruru rasteiro (*Amaranthus deflexus*), caruru gigante (*Amaranthus retroflexus*), caruru blitum (*Amaranthus blitum*), caruru híbrido (*Amaranthus hybridus*) e caruru palmeri (*Amaranthus palmeri*) (Moreira; Bragança, 2011).

Com a observação do *Amaranthus viridis* pode-se demonstrar aos alunos como o aplicativo PlantNet é uma ferramenta que pode auxiliar na aprendizagem sobre as plantas daninhas. Ao clicar no nome da espécie, a aplicativo direciona o usuário para uma página onde podem ser observadas imagens sobre a espécie pesquisada, conforme Figura 3.

Figura 3 - Imagens da espécie *Amaranthus viridis* disponibilizadas pelo aplicativo PlantNet



Fonte: PlantNet, 2024.

Ao visualizar a tela, o usuário encontra inicialmente o nome da família botânica e do gênero da espécie. Isso demonstra que o aplicativo oferece informações básicas sobre a classificação das plantas daninhas, podendo ser complementadas por outras fontes

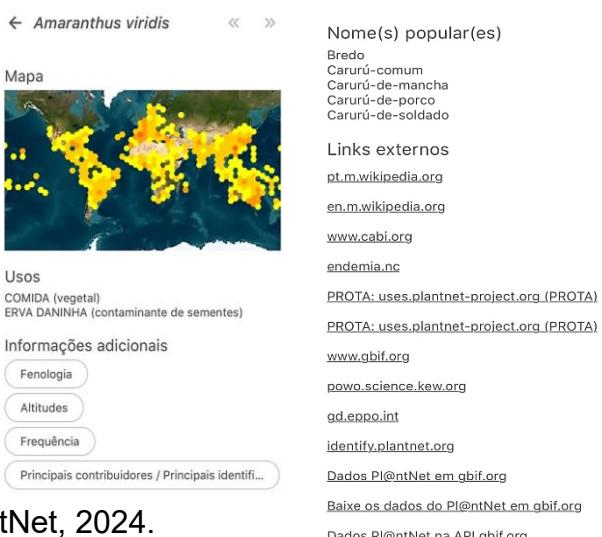
que forneçam dados mais detalhados sobre a taxonomia dessas plantas.

Na sequência são observadas as fotos registradas no aplicativo para a espécie. No momento da prática havia 1652 fotos registradas, as quais eram oriundas de 1258 observações realizadas por diferentes usuários. Essas estão organizadas nas categorias “Flor”, “Folha”, “Fruto”, “Casca”, “Hábito” e “Outros”, possibilitando aos alunos encontrar imagens relacionadas a cada uma destas.

A visualização das imagens permite que os estudantes adquiram informações sobre a morfologia das plantas daninhas, aspecto fundamental para o entendimento dessas espécies (Menezes *et al.*, 2019; Melo *et al.*, 2021). Cada órgão observado fornece uma série de conhecimentos, como as flores, que possibilitam a obtenção de informação sobre o tipo de reprodução e a forma de dispersão.

Após a observação das imagens, outras informações são disponibilizadas sobre o caruru, como pode ser observado na Figura 4. Nessa visualiza-se o mapa de observações da espécie, o qual é oriundo dos registros realizados com o uso do aplicativo e permite identificar os locais em que o mesmo se encontra e já foi registrado com o uso da ferramenta.

Figura 4 - Informações sobre o *Amaranthus viridis* no aplicativo PlantNet



Fonte: PlantNet, 2024.

Após o mapa, observam-se informações sobre a forma de uso da espécie, a qual é indicada como utilizada para “comida” e “planta

daninha". Os alunos já conheciam a atuação do caruru como planta daninhas, mas passaram a compreender que seu uso se dá para fins alimentícios, a qual é tida como uma PANC (Planta Alimentícia Não Convencional) (Juan *et al.*, 2007).

Na sequência são observadas Informações adicionais sobre: Fenologia, Altitude, Frequência e Principais contribuidores/Principais identificadores da espécie. Ao clicar em cada um destes campos, pode-se acessar informações relevantes a respeito de espécie, o que contribui para a construção do conhecimento dos alunos.

Em seguida, são apresentados os nomes populares já registrados no aplicativo para a espécie. Esses nomes permitem compreender como o caruru é denominado nas regiões onde foi observado, além de enriquecer o vocabulário dos estudantes, os quais relataram conhecer a espécie por nomes diferentes dos apresentados pelo PlantNet.

Por fim, o aplicativo disponibiliza links externos que direcionam os usuários a páginas com informações adicionais sobre a espécie pesquisada. Dessa forma, os estudantes podem ampliar seus conhecimentos por meio dos recursos fornecidos pelo próprio aplicativo.

Uso do aplicativo para identificação de espécies desconhecidas

A etapa final da prática consistiu na utilização do aplicativo PlantNet para identificar espécies de plantas daninhas desconhecidas pelos estudantes. Para isso, foi solicitado previamente que cada aluno fotografasse uma planta daninha que ainda não era do seu conhecimento e deixasse a imagem salva em seu celular.

Os estudantes foram orientados a utilizar o ícone "Identificação" para carregar a imagem da planta daninha. Para isso foi necessário indicar a parte da planta que estava sendo visualizada, selecionando a categoria a qual pertencia. Isso foi essencial para que o aplicativo realizasse a identificação, uma vez que a planta pode, por exemplo, não estar na fase reprodutiva e, portanto, não apresentar flores.

Ao processar a imagem, o aplicativo apresentou uma lista de possíveis espécies correspondentes, indicando a probabilidade de

cada uma ser a correta, de forma que sempre a primeira indicada conta com a maior chance de ser a correta. Ao clicar na opção com maior porcentagem, os alunos foram direcionados à página que continha as informações detalhadas sobre a espécie, assim como observado anteriormente para o caruru.

Os estudantes obtiveram diversas informações sobre a planta daninha que, até então, lhes era desconhecida, despertando a curiosidade e o interesse em utilizar a ferramenta para futuras identificações. Dessa forma, as tecnologias digitais promovem a aprendizagem autônoma e aumentam a motivação dos alunos, atendendo as necessidades individuais (Liaw, 2017) e estimulando o desenvolvimento da criatividade e do senso crítico (Papastergiou, 2009).

O aplicativo PlantNet se mostrou assim como uma valiosa ferramenta para o aprendizado sobre as plantas daninhas, revelando-se como uma ótima estratégia para se fazer a identificação destas espécies. Esse, ao ter sido utilizado em ambiente de sala de aula, pode passar a ser empregado pelos alunos nos mais diferentes contextos de suas vidas que envolvem as espécies vegetais.

O aplicativo PlantNet demonstrou ser uma ferramenta valiosa para o aprendizado sobre as plantas daninhas, revelando-se como uma excelente estratégia para a aquisição de informações sobre essas espécies. Após ser utilizado em sala de aula, ele pode ser facilmente incorporado nos diferentes contextos de vivência dos alunos, os auxiliando em suas atividades acadêmicas e pessoais.

Considerações finais

O aplicativo PlantNet revelou-se uma ferramenta eficaz para o aprendizado sobre plantas daninhas, oferecendo acesso prático e rápido a informações sobre morfologia, classificação e distribuição das espécies. Ao possibilitar que os alunos se aprofundassem no estudo de espécies já conhecidas, assim como na aquisição de conhecimentos sobre novas espécies, essa tecnologia demonstrou-se de grande relevância para diversificar o ensino tradicional.

O incentivo ao uso das ferramentas digitais no estudo das plantas daninhas se mostra essencial para modernizar o processo de ensino-aprendizagem, tornando-o mais atraente e interativo. A simplicidade de uso e a gratuidade de aplicativos como o PlantNet oferecem uma excelente oportunidade para que professores dinamizem suas aulas e promovam maior engajamento dos estudantes, contribuindo para uma educação mais inovadora e eficiente.

No entanto, é necessário considerar limitações no uso da ferramenta e necessidades de adaptação a cada realidade de ensino. Dessa forma, é importante que tanto esse, como outros aplicativos, sejam testados nos diferentes contextos de aprendizagem a fim de identificar as melhores formas para incorporá-los ao processo de construção do conhecimento.

Referências

- ARAUJO, S. P.; VIEIRA, V. D.; KLEM, S. C. S. KRESCIGLOVA, S. B. **Tecnologia na Educação: Contexto Histórico, Papel e Diversidade**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Licenciatura em Pedagogia - Universidade Estadual de Londrina, 2017.
- BARROS, D. F.; ARAÚJO, N. F. Educação Básica: o ensino diante das novas tecnologias na educação. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 11, n. 10, p. 104-113, 2019.
- CARVALHO JUNIOR, A. F. P. As Tecnologias nas Aulas de Educação Física Escolar. In: **XIX CONBRACE**, 2017.
- CERVELLI, J. **Landscape Design with Plants: Creating Outdoor Rooms**. Lecture at Kentucky School, 2005.
- DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **O manual Sage de pesquisa qualitativa**. Sage, 2011.
- EITZEL, M. V.; CAPPADONNA, J. L.; SANTOS-LANG, C.; DUERR, R. E.; VIRAPONGSE, A.; WEST, S. E.; KYBA, C. C. M.; BOWSER, A.; COOPER, C. B.; SFORZI, A.; METCALFE, A. N.; HARRIS, E. S.; THIEL, M.; HAKLAY, M.; PONCIANO, L.; ROCHE, J.; CECCARONI, L.; SHILLING, F. M.; DÖRLER, D.; HEIGL, F.; KIESSLING, T.; DAVIS, B.; JIANG, Q. Citizen Science Terminology Matters: Exploring Key Terms. **Citizen Science: Theory and Practice**, v. 2, n.1, p. 1-20, 2017.
- FARIA, G. H.; CORREA, S. D.; VAZ, C. E. V.; NASCIMENTO, E. C. O uso de mídias móveis aplicado ao ensino-aprendizagem de paisagismo. **Arquitetura Revista**, v. 16, n. 2, p. 361-379, 2020.

GONÇALVES, A.; SOARES, M. Occurrence of noxious weeds under different soil management systems. **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 19, n. 1, p. 2061-2072, 2021.

JUAN, R.; DÍAZ, J. E. P.; ALAIZ, M.; MEGIAZ, C.; VIOQUE, J. Caracterización proteica de las semillas de once especies de amaranto. **Grasas y Aceites**, v. 58, n. 1, p. 49-55, 2007.

LIAW, S. S. Investigating students' perceived satisfaction, behavioral intention, and effectiveness of e-learning: A case study of the Blackboard system. **Computers & Education**, v. 57, n. 2, p. 1394-1404, 2017.

MELO, A. K.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; SIQUEIRA, R.; SILVA, E.; MEDEIROS, R. D.; SOUZA, K.; SOUZA, L.; GONÇALVES, A.; SOARES, M. Occurrence of noxious weeds under different soil management systems. **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 19, n. 1, p. 2061-2072, 2021.

MENEZES, P. H. S.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; SMIDERLE, J. O.; MEDEIROS, R. D.; ALVES, J. M. A.; GIANLUPPI, D. Occurrence of weeds in areas submitted to tillage managements for soybean cultivation in the cerrado of Roraima. **Planta Daninha**, v. 37, n. 1, p. 1-7, 2019.

MILANEZ, É. C. M.; AOYAMA, E. M.; GRADELLA, D. B. T.; SOUZA, M. A. A. Identificando a flora do ambiente escolar e residencial. **Health and Biosciences**, v. 1, n. 3, p. 110-121, 2020

MOREIRA, H. J. C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes - Hortifrúti**. Campinas: FMC, 2011. 510 p.

PAPASTERGIOU, M. Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. **Computers & Education**, v. 52, n. 1, p. 1-12, 2009.

PINTO, D. O. **Tecnologia e educação: quais os desafios de implantá-la no ensino**. Documento eletrônico, 2019.

PINTO, I. F.; CAMPOS, C. J. G.; SIQUEIRA, C. Investigação qualitativa: perspectiva geral e importância para as ciências da nutrição. **Acta Portuguesa de Nutrição**, v. 14, n. 1, p. 30-34, 2018.

SILVA, F. G.; DANTAS, A. S.; SANTOS, A. V. A arte na esqueletização de folhas com o uso do aplicativo plantnet. **Revista de Desarrollo Sustentable, Negocios, Emprendimiento y Educación**, v. 2, n. 12, p. 1-7, 2020.

SACCOL, E.; SCHLEMMER, A.; BARBOSA, J. **M-learning e U-learning: Novas Perspectivas da Aprendizagem Móvel e Ubíqua**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

SILVA, M. L. O.; SILVA, M. T. O.; FILHO, A. B.; SANTO, A. C. E.; LEGEY, A. P. Proposta de sequência didática com o uso de tecnologias digitais

para o desenvolvimento do letramento científico. **Revista Carioca de Ciência, Tecnologia e Educação**, v. 2, n. 2, p. 1-13, 2017.

SOARES, D. M. R.; TELES, G.; SENA, T. B. Q. L.; LOUREIRO, R. C.; LIMA, L. As Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs) na prática docente: Formação de professores Universitários. **CIET:EnPED**, 2018.

TEZANI, T. A educação escolar no contexto das tecnologias da informação e da comunicação: desafios e possibilidades para a prática pedagógica curricular. **Revista FAAC**, v. 1, n. 1, p. 35-45, 2011.

Sobre a Autora

Renata Fernandes de Matos

renata.matos@ufc.br

É professora da Universidade Federal do Ceará (UFC), Curso de Agronomia, Departamento de Fitotecnia. É Engenheira Agrônoma formada pela Universidade Federal do Ceará, Campus Cariri. Possui Mestrado e Doutorado em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará.

DOI: 10.47456/5h8p2s12

Explorando o uso do chatgpt em situações-problema de proporcionalidade

Exploring the Use of ChatGPT in Proportionality Problem-Solving Situations

Amanda Freitas Cazadine
Valdinei Cezar Cardoso

Resumo: Este artigo apresenta resultados de uma pesquisa qualitativa que investiga o uso do ChatGPT no ensino da proporcionalidade. A temática é relevante, pois a proporcionalidade é um conteúdo fundamental da matemática, com aplicações em outras disciplinas, como a física. A pesquisa justifica-se pela necessidade de analisar o potencial de agentes conversacionais no apoio aos processos de ensino e de aprendizagem. O problema de pesquisa consiste em avaliar se o ChatGPT pode contribuir efetivamente para o ensino de proporcionalidade. O objetivo é analisar e comparar as respostas fornecidas pelo ChatGPT com as soluções de materiais didáticos e o gabarito fornecido, se as respostas são coerentes. A metodologia envolveu a seleção do conteúdo, aplicação de três problemas ao ChatGPT e análise das respostas. Os resultados mostraram que o ChatGPT adota métodos de resolução variados e, nas versões mais recentes, apresenta menor propensão a erros. Verificou-se que ele pode ser um recurso complementar, favorecendo o desenvolvimento do senso crítico dos alunos. Para pesquisas futuras, sugere-se ampliar a análise para outros conteúdos e áreas do conhecimento, visando aprofundar a compreensão das possibilidades pedagógicas da inteligência artificial.

Palavras-chave: ChatGPT; Chatbot; Educação Matemática; Inteligência Artificial; Tecnologias Digitais.

Abstract: This article presents the results of a qualitative study that investigates the use of ChatGPT in teaching proportionality. The topic is relevant, as proportionality is a fundamental concept in mathematics, with applications in other disciplines, such as physics. The study is justified by the need to analyze the potential of conversational agents to support teaching and learning processes. The research problem consists of evaluating whether ChatGPT can effectively contribute to the teaching of proportionality. The objective is to analyze and compare the answers provided by ChatGPT with the solutions from didactic materials and the official answer key, verifying the coherence of the responses. The methodology involved selecting the content, applying three problems to ChatGPT, and analyzing the responses. The results showed that ChatGPT adopts varied resolution methods and, in its more recent versions, presents a lower propensity for errors. It was found that the tool can serve as a complementary resource, promoting the development of students' critical thinking skills. For future research, it is suggested to expand the analysis to other mathematical contents and areas of knowledge, aiming to deepen the understanding of the pedagogical possibilities of artificial intelligence.

Keywords: ChatGPT; Chatbot; Mathematics Education; Artificial Intelligence; Digital Technologies.

Introdução

As tecnologias se fazem presentes em vários campos de estudos e entretenimento. Sistemas informatizados buscam agilizar os processos de atendimento e de informação. Algumas vezes usamos as tecnologias para nos ajudar a resolver problemas. “O ser humano parece ser aficionado por tecnologias. Esse apreço se dá, principalmente, pela necessidade de adaptação ao seu cotidiano” (Borba; Almeida; Gracias, pos. 753)

O estudo das tecnologias no ensino e na aprendizagem surgiu a partir da trajetória profissional e acadêmica da autora onde foi notado uma disparidade em relação a uma falta de integração efetiva de tecnologias nas escolas, especialmente em relação ao ensino de matemática.

A partir dos estudos desenvolvidos por Vieira Pinto (2005a) e Vieira Pinto (2005b) no qual define que a tecnologia emerge a partir de uma necessidade e vem como solução para resolver um problema ou servir para atender alguma necessidade de uma sociedade e assim se transforma num meio que promove inovações que irão refletir no avanço da racionalidade.

A transformação tecnológica na sociedade levanta questionamentos, sendo vista de maneira positiva por alguns e negativa por outros. Cada contribuição tecnológica traz vantagens e desvantagens. No contexto educacional, é fundamental que a tecnologia seja utilizada para promover os processos de ensino e de aprendizagem, em vez de ser uma ferramenta para respostas rápidas. O desafio é integrar a tecnologia nas escolas de maneira eficaz, melhorando o ensino sem comprometer o andamento das aulas, e ensinar os alunos a usá-la de forma consciente como um aliado.

No contexto da Educação Matemática Borba e Villarreal (2005) apresentam uma perspectiva na qual um sistema composto por Seres-Humanos-com-Mídias está alinhado com uma moldagem recíproca. Nesse sentido, Borba (2012), nos leva a refletir que as regras se transformam com as tecnologias; as mídias influenciam a produção de conhecimento, não se reduzindo a um mero acessório, mas suscitando transformações.

Lévy (1999), Takahashi (2005) e Habowski e Conte (2019) apontam que educar em uma sociedade da informação é mais do que ensinar a usá-las, mas de desenvolver competências, construir novas formas de conhecimento, para que sejam capazes de usar positivamente e consigam lidar com a contínua e acelerada transformação das tecnologias. O que implicará em uma mudança de mentalidade para lidar as transformações tecnológicas.

Dessa forma, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) apontam que um dos papéis da escola é proporcionar a formação do aluno para que ele tenha a capacidade de lidar com as tecnologias. A proposta do aluno de ter um instrumento que se assemelha à linguagem humana, junto com a facilidade de acessá-la, possibilita o despertar da curiosidade e a superação de algumas defasagens que ocorreram ao longo das etapas escolares anteriores. Borges (2023, p. 76) destaca que a integração da inteligência artificial no currículo de matemática pode trazer benefícios, como a personalização do aprendizado, o feedback imediato e o desenvolvimento do pensamento crítico.

Diante dessas ideias: Como podemos considerar que as tecnologias permitem a transformação social? pois são instrumentos que servem como meio para resolver problemas, melhorar as condições de vida e promover transformações.

A pesquisa Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) Educação 2022, realizada pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br), apontou que 94% dos estudantes possuem acesso à internet. No entanto, o Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) indicou uma redução nas proficiências, o domínio de habilidades básicas está regredindo como, por exemplo, às habilidades do nível 3 de proficiência, como determinar o quarto valor em uma proporção com base nos outros três valores fornecidos.

As tecnologias não irão substituir o professor e nem serão responsáveis pelo ensino, mas fazem parte da nossa cultura e integrá-las. Cope *et al.* (2020), uma inteligência artificial (IA) nunca "assumira" o papel desempenhado por um educador. Pois, apesar de uma IA

simular à linguagem natural, ela ainda não consegue ter a mesma sensibilidade que um professor, que é capaz de notar um comportamento diferente em seu aluno e de provocar estímulo no seu aluno ou até mesmo chamar a sua atenção para que seu foco retorne para a aula.

Com o avanço da internet, novas formas de comunicação foram surgindo o que contribui para um tráfego de informações para um número maior de pessoas Kenski (2008), defende que as convergências online vão além de mídias e conteúdos dispersos na web. Elas convergem para as interconexões entre pessoas que buscam usá-las para proveito pessoal ou grupal ao aprender, visto que é impossível lidar com o grande volume de informações disponíveis. Como o aluno pode desenvolver métodos para, de forma saudável, filtrar o que pode ser usado dentro dessa quantidade de informações e aplicá-las para favorecer sua formação? Ainda não temos uma resposta para essa questão, mas, como docentes, podemos auxiliar na construção desse percurso, visto que cada aluno pode desenvolver uma estratégia que melhor o favoreça, de modo a mitigar a desinformação.

Segundo diversos estudos (Lévy, 2004, 2010; Santaella, 2004; Petarnella, 2008), as tecnologias digitais provocam mudanças nas pessoas e, por consequência, na sociedade. Seu uso não se restringe apenas a tarefas repetitivas; elas afetaram nossos processos cognitivos. Por exemplo, ao ficar em dúvida sobre o significado de uma palavra, é comum recorrermos ao Google. Lévy (2011) traz que o raciocínio pode ser desenvolvido por meio das IA.

Alguns trabalhos (Vicari, 2018; Santos, Zimmermann e Guimarães, 2022; Veiga e Andrade 2019) buscam apontar as contribuições das IA na educação assim podemos entender que quanto mais nos apropriarmos dos recursos tecnológicos e das IA, teremos mais possibilidades de buscar formas de mitigar as dificuldades que surgem nos processos de ensino e de aprendizagem. O feedback em tempo real, a identificação de lacunas no aprendizado e a sugestão de intervenções que possam melhorar o desempenho dos discentes são algumas contribuições que o uso da IA pode viabilizar.

Podemos pensar em situações em que o ChatGPT pode contribuir na formação do aluno, algumas vezes eles não entendem o que o professor explicou na aula e o ChatGPT pode ser um aliado para que o aluno faça perguntas e consiga entender o conteúdo, associar com o que o professor explicou em aula ou até mesmo pode solicitar uma informação detalhada de determinada resolução. O ChatGPT pode servir como um auxílio para o aluno que não dispõe de um professor particular.

Entre as vantagens do ChatGPT, se destaca habilidade de produzir uma linguagem natural e com capacidade de personalizar a experiência (Santos *et al.*, 2023). Negar a tecnologia não vai fazer com que ela desapareça, para Romancini (2010, p.187) “Um temor ou uma restrição infundada e paradoxal à tecnologia, portanto, significará uma provável diminuição de possibilidades na educação online”.

No campo educacional, os benefícios potenciais para os estudantes ao utilizarem a IA são a promoção do aumento do interesse pela aprendizagem (Lin; Chang, 2020). No uso das IA, os alunos podem ser apresentados a tarefas individualizadas (Hirankerd; Kittisunthonphisarn, 2020). Além disso, é possível, com a análise das tarefas realizadas, fornecer *feedback*, o que incentiva autorreflexão, a aprendizagem autodirigida e a autorregulação, pois, a identificação das dificuldades possibilita melhorias nos processos de ensino e de aprendizagem (Chiu *et al.*, 2023a).

Adicionalmente, ao empregar a IA na educação, o aluno desenvolve o pensamento crítico e a criatividade, o que pode ajudar a promover um pensamento analítico (Chiu *et al.*, 2023b). Outra contribuição é a melhora da capacidade de aprendizagem informal, que pode colaborar para a melhoria da qualidade do ensino, sendo um meio de acesso para as populações mais vulneráveis socialmente, que não possuem recursos para investir em aulas particulares. (Jain *et al.*, 2018).

Ao estudar com o auxílio da IA, há um desenvolvimento da autoconfiança (Hsieh, 2020). Os discentes com baixo desempenho ao utilizar a IA passaram a se sentir mais confiantes e úteis, diminuindo a vergonha que sentiam ao fazer perguntas. Crompton *et al.* (2019)

realizaram um estudo onde foi observado que a intervenção educacional baseada em IA foi promissora na redução da ansiedade dos estudantes.

Ao utilizar o ChatGPT, o aluno tem a possibilidade de esclarecer suas dúvidas imediatamente, o que pode aprimorar a aprendizado. Ele receberá uma resposta instantânea à pergunta que fez essa continuidade pode favorecer sua busca por respostas, uma vez que sua linha de raciocínio não será interrompida por outros fatores, como um professor atendendo a outro aluno ou o encerramento da aula.

Diante disso, (Chiu *et al.*, 2023b; Jain *et al.*, 2018; Hsieh, 2020); Crompton *et al.* 2019) as IA podem melhorar a motivação dos discentes, personalizar o ensino fornecendo um *feedback* imediato e contínuo o que pode servir como um apoio na aprendizagem de matemática, além de ajudar os alunos que podem ter questões como, por exemplo, vergonha ou baixa autoestima que o impeça de fazer perguntas durante a aula. Ao usar uma IA estamos promovendo uma aprendizagem colaborativa, onde ela nos ensina e aprende.

Generative pre-trained transformer (gpt) e o chatgpt na educação

Utilizando a ferramenta BuscaD, desenvolvida por Mansur e Altoé (2021), realizamos a revisão de literatura com os filtros: inteligência artificial, ChatGPT, aluno e ensino. Foram encontrados 13 trabalhos de mestrado e doutorado, dos quais apenas dois contribuíram diretamente para nossa pesquisa: *Em busca de compreensões sobre inteligência artificial e programação intuitiva na Educação Matemática* (Mattos, 2022) e *Sociedade do conhecimento e políticas públicas educacionais: uma revisão bibliográfica sobre a inteligência artificial no campo da educação* (Vasconcelos, 2022). Apesar do número reduzido de referências iniciais, os artigos selecionados possibilitaram a identificação de outras fontes relevantes que ampliaram nosso arcabouço teórico. Outras contribuições importantes para este trabalho vieram de sugestões do grupo de estudo MidMat, de professores que acompanharam a pesquisa e da participação no XXVII EBRAPEM.

Apesar do crescente acesso às tecnologias, como smartphones e

outros dispositivos, por parte dos alunos, a interação com o ChatGPT pode representar um diferencial nos processos de ensino e aprendizagem. Essa ferramenta pode ser utilizada para sanar dúvidas que os alunos não expressaram em sala de aula, seja por vergonha ou falta de tempo, além de estimular questionamentos que favoreçam a construção do conhecimento. Observa-se que os estudantes demonstram interesse em interagir com tecnologias, o que potencializar o uso do ChatGPT como recurso educativo.

O ChatGPT é um modelo específico que foi desenvolvido para a conversação, sendo uma implementação específica do GPT e se baseia em algoritmos na aprendizagem de máquina, o que permite extrair padrões de um grande volume de dados. Atualmente, existe a versão do ChatGPT-4¹, que possui uma interface melhorada e mais simples de usar do que a versão ChatGPT-3.5

É impressionante como o ChatGPT pode gerar uma prosa plausível, relevante e bem estruturada sem ter nenhuma compreensão do mundo, sem ter fatos explicitamente representados ou outras coisas que pensamos ser necessárias para gerar uma prosa "inteligente", disse o psicólogo Steven Pinker, da Universidade Harvard, nos Estados Unidos, à Harvard Gazette (Andrade, 2022, p. 20)

Considerando que o ChatGPT foi treinado para combinar dados e gerar texto com base em aprendizado de máquina, é importante reconhecer que o modelo pode cometer equívocos para isso Santos *et al.* (2023) destacam a importância de uma comunicação clara na linguagem natural. Para Jain *et al.* (2018) a IA pode melhorar a qualidade do ensino informal, reforçando o uso de uma linguagem acessível ao vocabulário do aluno e revisão de conteúdo.

Levy (2004; 2010), Santaella (2004) e Petarnella (2008) discutem a aplicação das tecnologias na resolução de exercícios e revisão de conteúdo. Kenski (2008) ressalta que a conexão entre pessoas e tecnologias é eficaz para o ensino. Kenski (2008) destaca que a interação entre pessoas e tecnologias pode ser proveitosa, pois melhorar a qualidade do ensino informal devido ao fato de está

¹ O ChatGPT-4 modelo mais avançado foi lançado em 14 de março de 2023, está disponível exclusivamente para usuários que pagam a assinatura. Disponível em: <https://openai.com/gpt-4>. Acesso em 24 de out. de 2023.

disponível no horário que for conveniente ao discente, o feedback no momento em que está estudando.

O ChatGPT utiliza o mesmo método que os seres humanos para resolver problemas, mas precisa de um *prompt*² adequado, quanto mais informações melhor a resposta. No entanto, ele não verifica se os passos seguidos estão corretos, o que pode levar a respostas equivocadas ou incompletas. O ChatGPT não deve ser visto de forma negativa, pois seu desempenho melhora com cada atualização, mas é importante que os usuários sejam críticos com as respostas obtidas. O estudante deve questionar as resoluções do ChatGPT, pois em algumas situações, o aluno pode acertar enquanto o ChatGPT pode errar.

Metodologia

A pesquisa é de natureza exploratória, que, segundo Gil (2008), tem como objetivo desenvolver e modificar ideias, visando à formulação de problemas ou hipóteses para estudos futuros. A metodologia para o desenvolvimento do presente trabalho se pautou no método qualitativo, onde vamos descrever, explorar e analisar o ChatGPT para resolver problemas que envolvem o conteúdo de proporcionalidade, nesse sentido nos pautamos sobre as ideias de que '[...] o mundo seja examinado com a ideia de que nada é trivial, que tudo tem potencial para constituir uma pista que nos permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do nosso objeto de estudo' (Bogdan; Biklen, 1994, p.49).

O objetivo desta investigação é compreender os fenômenos qualitativos relacionados ao ChatGPT para resolver problemas envolvendo o conteúdo de proporção. Os procedimentos adotados foram: a seleção do chatbot, a escolha dos problemas matemáticos, o uso do ChatGPT para obter respostas e a análise das respostas fornecidas. Nossa pesquisa tem as características definidas por

² Weni. (2023). *Os prompts do ChatGPT são comandos que você escreve para orientá-lo nas respostas.* Weni Blog. Disponível em <https://weni.ai/blog/prompts-chatgpt/>. Acesso em: 08 out. 2024.

Bogdan e Biklen (1994):

A fonte direta de dados é o ambiente natural, com o investigador como principal instrumento.

A investigação qualitativa é descritiva.

O foco está mais no processo do que nos resultados ou produtos.

A análise dos dados é indutiva.

O significado é fundamental na abordagem qualitativa.

Serão apresentadas, a seguir, as razões para a escolha do ChatGPT, o material utilizado na seleção das questões e a definição do chatbot e dos recursos empregados na pesquisa. Escolhemos o ChatGPT devido à sua popularidade, sendo o Brasil o quinto país com maior tráfego no site da OpenAI (4,3% do total). O conteúdo selecionado abrange grandezas e medidas, conforme a BNCC (competência 3), que inclui habilidades de interpretação, construção de modelos e resolução de problemas utilizando noções e procedimentos quantitativos (Brasil, 2018, p. 535). Este assunto facilita a formulação de problemas matemáticos reais, sem a necessidade de fórmulas ou símbolos matemáticos complexos.

Optamos por utilizar materiais do portal da OBMEP e questões do ENEM devido à confiança nas suas fontes e à qualidade do material. A escolha se baseou no gosto pessoal e nas convicções de que esses recursos oferecem conteúdos relevantes e bem elaborados, visto que um dos autores deste artigo utiliza em suas atividades docentes com os alunos do ensino médio. O objetivo foi comparar as respostas fornecidas pelo ChatGPT com o gabarito desses materiais, sem avaliar a qualidade dos problemas em si.

Resultados e discussões

As questões selecionadas buscam considerar aspectos como a diversidade de aplicações de proporcionalidade, portanto selecionamos as que envolvem diferentes contextos e abordagens nas quais julgamos que iriam contribuir com a análise. A primeira questão envolve conceitos de velocidade média e tempo, que além de

aplicações matemáticas e físicas testa a capacidade do ChatGPT de resolver problemas que envolvem frações e proporções na prática.

Essa questão foi selecionada pois exige que se tenha uma compreensão da aplicação em um trabalho combinado, pois temos as condições de realização de um trabalho para cada máquina separadamente e nesse caso o ChatGPT precisa entender a combinação desse tempo quando trabalharem juntas o que necessita de uma compreensão mais complexa para calcular esses tempos. Assim podemos avaliar a precisão do ChatGPT em resolver questões no qual envolvem taxas diferentes.

Questão1: (Portal OBMEP, [s.d.]) Uma máquina A é capaz de fabricar 1200 peças de computador em três horas. Uma máquina B faz o mesmo trabalho em quatro horas. Se duas trabalharem juntas, em quanto tempo as peças estarão prontas?

Solução: Em uma hora, a primeira máquina fabrica $\frac{1}{3}$ das peças, ao passo que a segunda fabrica $\frac{1}{4}$ das peças. Juntas, podem fazer $\frac{1}{3} + \frac{1}{4} = \frac{7}{12}$ do trabalho em uma hora. Restará, então, $1 - \frac{7}{12} = \frac{5}{12}$ do serviço para a próxima hora. Agora, como a razão entre $\frac{5}{12}$ e $\frac{7}{12}$ é

$$\frac{5}{12} \div \frac{7}{12} = \frac{5}{12} \cdot \frac{12}{7} = \frac{5}{7}$$

E $\frac{5}{7}$ de uma hora, o que corresponde, aproximadamente, a $\frac{5}{7} \cdot 60 = \frac{300}{7} \cong 43$ minutos. Portanto, trabalhando juntas as máquinas completarão o serviço em aproximadamente 1 hora e 43 minutos.



Boa tarde! Vamos resolver essa questão juntos.

Primeiro, vamos determinar a taxa de produção de cada máquina:

- A máquina A fabrica 1200 peças em 3 horas. Portanto, a taxa de produção da máquina A é:

$$\text{Taxa de A} = \frac{1200 \text{ peças}}{3 \text{ horas}} = 400 \text{ peças por hora}$$

- A máquina B fabrica 1200 peças em 4 horas. Portanto, a taxa de produção da máquina B é:

$$\text{Taxa de B} = \frac{1200 \text{ peças}}{4 \text{ horas}} = 300 \text{ peças por hora}$$

Quando as duas máquinas trabalham juntas, suas taxas de produção se somam:

$$\text{Taxa total} = 400 \text{ peças por hora} + 300 \text{ peças por hora} = 700 \text{ peças por hora}$$

Agora, precisamos determinar quanto tempo levará para produzir as 1200 peças juntas. Usamos a fórmula:

$$\text{Tempo} = \frac{\text{Quantidade total de peças}}{\text{Taxa total}}$$

$$\text{Tempo} = \frac{1200 \text{ peças}}{700 \text{ peças por hora}} \approx 1,71 \text{ horas}$$

Convertendo para minutos:

$$1,71 \times 60 \text{ minutos} \approx 102,86 \text{ minutos}$$

Portanto, as duas máquinas trabalhando juntas levarão aproximadamente 1 hora e 43 minutos para fabricar as 1200 peças.

Fonte: <https://chatgpt.com/share/ac6d44a7-080b-4999-82c8-a3509f95b85d>

Para as questões acima o ChatGPT apresentou uma solução usando números decimais enquanto a solução do material recorreu ao uso de fração. Em ambos os casos está correta a resolução, o que pode vir a contribuir com diferentes formas de se encontrar uma solução.

Esta questão além de envolver a interpretação de dimensões, vem com o intuito de analisar a compreensão do ChatGPT em situações problemas nas quais o treinamento humano faz diferença, pois é um problema que envolve figuras espaciais, logo devemos imaginar a figura em um plano com o que se deseja, a seguir a questão:

Questão 2.(Enem 2022) Um casal está reformando a cozinha de casa e decidiu comprar um refrigerador novo. Observando a planta da nova cozinha, desenhada na escala de 1: 50, notaram que o espaço destinado ao refrigerador tinha 3,8 cm de altura e 1,6 cm de largura. Eles sabem que os fabricantes de

refrigeradores indicam que, para um bom funcionamento e fácil manejo na limpeza, esses eletrodomésticos devem ser colocados em espaços que permitam uma distância de, pelo menos, 10 cm de outros móveis ou paredes, tanto na parte superior quanto nas laterais. O casal comprou um refrigerador que caberia no local a ele destinado na nova cozinha, seguindo as instruções do fabricante. Esse refrigerador tem altura e largura máximas, em metro, respectivamente, iguais a:

- a) 1,80 e 0,60. b) 1,80 e 0,70. c) 1,90 e 0,80. d) 2,00 e 0,90. e) 2,00 e 1,00.



Para resolver essa questão, precisamos primeiro entender as medidas reais do espaço disponível na cozinha, usando a escala fornecida. A escala é de 1:50, o que significa que 1 cm na planta corresponde a 50 cm na realidade.

Passo 1: Converter as medidas da planta para medidas reais

- Altura: A altura do espaço na planta é de 3,8 cm. Convertendo para a medida real:

$$\text{Altura real} = 3,8 \text{ cm} \times 50 = 190 \text{ cm} = 1,90 \text{ m}$$

- Largura: A largura do espaço na planta é de 1,6 cm. Convertendo para a medida real:

$$\text{Largura real} = 1,6 \text{ cm} \times 50 = 80 \text{ cm} = 0,80 \text{ m}$$

Passo 2: Considerar o espaço necessário para ventilação e manuseio

Segundo a instrução do fabricante, é necessário deixar 10 cm de espaço em cada lado (superior e laterais). Portanto, precisamos subtrair 20 cm (10 cm de cada lado) das medidas reais.

- Altura disponível:

$$\text{Altura máxima do refrigerador} = 1,90 \text{ m} - 0,10 \text{ m} = 1,80 \text{ m}$$

- Largura disponível:

$$\text{Largura máxima do refrigerador} = 0,80 \text{ m} - 0,20 \text{ m} = 0,60 \text{ m}$$

Passo 3: Resposta

Com base nos cálculos, a altura máxima permitida para o refrigerador é de 1,80 m, e a largura máxima permitida é de 0,60 m. Portanto, a alternativa correta é:

- a) 1,80 e 0,60.

Fonte:<https://chatgpt.com/share/ac6d44a7-080b-4999-82c8-a3509f95b85d>

O Chat apresentou a resolução correta, trouxe a questão de transformação de escalas de modo breve, mas de fácil compreensão, para encontrar o tamanho real fez as conversões indicadas, usando as transformações de unidades de medidas. No passo no qual ele analisa

o espaço necessário para a ventilação e manuseio temos que na altura disponível ele subtrai 10 cm e na largura 20 cm. Este passo poderia ter uma explicação do motivo, porque subtrair essas quantidades diferentes. Visto que uma geladeira é projetada para que sua altura em relação ao solo não prejudique o funcionamento do eletrodoméstico, mas poderia haver outras situações nas quais fosse necessário subtrair 20cm em todas as direções.

A próxima questão foi escolhida por abordar o conteúdo de proporcionalidade, por meio de tarifas proporcionais, onde vamos avaliar a capacidade de relação do tempo e dinheiro. Existem maneiras de encontrar a solução, porém é comum o uso de sistemas lineares.

3. Portal OBMEP, [s.d.]) Uma operadora de telefonia móvel oferece um plano que consiste em uma tarifa fixa (que é paga independente do uso) mais um valor por cada minuto utilizado. No mês de janeiro, Carla utilizou seu celular por 12 minutos e pagou 27 reais. Em fevereiro, utilizou 15 minutos e pagou 33 reais. Qual é o valor pago por cada minuto e qual é a tarifa fixa desse plano? Solução: Observe que, de um mês para o outro, houve um acréscimo de $15 - 12 = 3$ minutos utilizados, o que correspondeu a um acréscimo de $33 - 27 = 6$ reais na conta. Isso significa que se cobra $6:3 = 2$ reais por cada minuto. (Veja que, aqui, utilizamos o conceito de proporcionalidade: se três minutos correspondem a seis reais, então um minuto corresponderá a dois reais.) Dessa forma, no primeiro mês foram cobrados $12 \cdot 2 = 24$ reais pelos minutos que Carla utilizou o telefone. Portanto, a tarifa fixa é $27 - 24 = 3$ reais.



Vamos resolver essa questão determinando a tarifa fixa e o custo por minuto do plano da operadora.

Podemos representar o custo total pago por Carla como:

$$C = t + m \times x$$

onde:

- C é o custo total pago,
- t é a tarifa fixa,
- m é o custo por minuto,
- x é o número de minutos utilizados.

Passo 1: Estabelecer as equações

Para janeiro, Carla utilizou 12 minutos e pagou 27 reais. Assim, temos:

$$27 = t + 12m \quad (\text{Equação 1})$$

Para fevereiro, Carla utilizou 15 minutos e pagou 33 reais. Assim, temos:

$$33 = t + 15m \quad (\text{Equação 2})$$

Passo 2: Resolver o sistema de equações

Podemos resolver esse sistema subtraindo a Equação 1 da Equação 2 para eliminar t :

$$(33 - 27) = (t + 15m) - (t + 12m)$$

$$6 = 3m$$

$$m = 2 \text{ reais por minuto}$$

Agora que sabemos o valor de m , substituimos em uma das equações para encontrar t . Usando a Equação 1:

$$27 = t + 12 \times 2$$

$$27 = t + 24$$

$$t = 3 \text{ reais}$$

Passo 3: Conclusão

A tarifa fixa do plano é de 3 reais, e o custo por minuto é de 2 reais.

Fonte: <https://chatgpt.com/share/ac6d44a7-080b-4999-82c8-a3509f95b85d>

A Tabela abaixo apresenta uma comparação entre as respostas do material de apoio e as respostas geradas pelo ChatGPT para três questões que analisamos em nosso estudo.

Tabela 1: Comparativo da resposta do material de apoio e do ChatGPT

Questão	Material de Apoio	ChatGPT
---------	-------------------	---------

Questão 1	Em uma hora, a primeira máquina fabrica $1/3$ das peças, enquanto a segunda fabrica $1/4$ das peças. Explicação da fração $1/3$ e $1/4$ poderia ser mais detalhada.	Conversão de 1,71 horas em minutos, resultando em aproximadamente 102,86 minutos. As duas máquinas levarão cerca de 1 hora e 43 minutos para fabricar as 1200 peças. Conversão de minutos para horas e minutos poderia ser mais bem explicitada.
Questão 2	Apresenta apenas a resposta correta, sem detalhamento do processo de resolução ou explicações intermediárias.	Explicação do significado da escala utilizada, favorecendo a compreensão do problema e a correta conversão das medidas para suas dimensões reais.
Questão 3	Abordagem dialogada, estruturando o raciocínio de forma gradual.	Elaboração de um sistema de equações para relacionar o custo total, a tarifa fixa e o preço por minuto.

Fonte: Os autores.

Os resultados apresentados pelo ChatGPT foram confiáveis; porém, é importante ressaltar que a confiabilidade das respostas geradas deve ser verificada e não tomada como verdade absoluta. Essa prática pode, inclusive, contribuir para o desenvolvimento do senso crítico do aluno. O fato de uma resposta ser diferente da apresentada no material evidência que diferentes abordagens podem colaborar com os processos de ensino e aprendizagem, visto que o aluno dispõe de mais opções para comparar. Ao não compreender uma resolução, há a possibilidade de seguir outro caminho.

Considerações finais

O ChatGPT respondeu corretamente aos problemas, desenvolvendo um raciocínio e apresentando as resoluções coerentes e adequadas. Podemos notar que em alguns casos usou as mesmas estratégias apresentadas no material. A OpenAI informa que as versões estão sempre recebendo atualizações e melhorias a fim de promover o aprimoramento das capacidades de coerência e precisão das respostas. As atualizações são feitas por meio de pesquisas da OpenAI e ajustes baseados no *feedback* do usuário. Por exemplo, os problemas foram resolvidos por meio do GPT-4, mas na versão GPT-4o mini que é superior a versão GPT-3.5 Turbo.

Segundo o site da OpenAI (2024) o desempenho do ChatGPT-4 é superior na proficiência em matemática do que as outras inteligências artificiais, como por exemplo, Gemini Flash que pertence ao google e o Claude Haiku que pertence à empresa Anthropic. A cada atualização o ChatGPT, tem acesso a uma base de dados melhorada e desse modo a sua capacidade de compreensão do que o usuário está questionando.

Podemos notar que a disponibilização para o público em geral contribui para essas atualizações, pois quanto mais usuários, maior o número de feedbacks, promovendo a melhoria da capacidade de interpretação do ChatGPT. Todas as versões usadas no desenvolvimento deste trabalho foram versões gratuitas.

Uma preocupação que nós, docentes, devemos ter é que o ChatGPT está sempre aprimorando, porém é passível de erros. Logo, é importante que o usuário tenha uma visão crítica das informações recebidas. É possível que ocorram informações erradas ou equivocadas. Cada versão possui melhorias, e o ChatGPT está aumentando o nível de proficiência em matemática, mas ainda não atingiu 100% de eficiência a própria empresa que o desenvolveu informa que ele é passível de erros.

O professor é um agente com a formação na área e por isso, deve ser capaz de avaliar se a informação fornecida ou se uma resolução está correta ou se há algum equívoco diferentemente do aluno, que ainda está aprendendo o conteúdo e com isso pode acabar assumindo como verdade as informações fornecidas pelo ChatGPT.

Isso não significa que o aluno não deva ter contato com o ChatGPT, mas que deve usá-lo com uma postura crítica. O ChatGPT pode ser utilizado para melhorar as aulas, comparar resoluções e analisar respostas, aprimorando o processo de ensino e aprendizagem. Como essa proposta ainda é pouco explorada na educação matemática, esperamos contribuir para o estudo de IA no ensino de matemática.

O objetivo desta investigação foi compreender os fenômenos qualitativos relacionados ao uso do ChatGPT para resolver problemas envolvendo o conteúdo de proporção. Para isso, foram selecionados problemas com diferentes contextos, para investigar a capacidade da ferramenta em interpretar e aplicar métodos de resolução. O ChatGPT conseguiu resolver corretamente as questões apresentadas, embora as respostas estejam corretas é importante sinalizar que ele pode fornecer respostas equivocadas. O ChatGPT pode ser que para o aluno um aliado para os estudos, mas o cuidado com as respostas fornecidas deve ser enfatizado. No entanto, a linguagem natural utilizada pela IA facilita a interação o que pode facilitar a compreensão dos resultados por parte dos usuários. A inserção de conceitos pedagógicos utilizando o ChatGPT pode ser positiva, considerando que tem versões gratuitas disponíveis que podem ser utilizadas em dispositivos eletrônicos.

Esperamos, assim, aproximar os professores e os alunos a incluir agentes conversacionais como o ChatGPT, com o objetivo de melhorar os processos de ensino e aprendizagem. Desejamos que pesquisas futuras incentivem a inclusão IA nas práticas educacionais.

O uso crítico do ChatGPT pode ser bastante proveitoso, considerando que se trata de uma ferramenta de fácil acesso, capaz de romper barreiras superando os sentimentos de timidez ou vergonha dos alunos e possibilitar o estudo em qualquer horário, sem a necessidade de aguardar atendimento de monitor ou professor para sanar dúvidas. Para pesquisas futuras sugerimos um número maior de análises do mesmo conteúdo e de outros, permitindo aumento do escopo para que possamos aprofundar nos aspectos da ferramenta

tanto para aplicação para outros conteúdos da matemática quanto para outros áreas.

Referências

- Portal OBMEP Material Teórico - Módulo de Razões e Proporções: A Noção de Razão e Exercícios. [s.l: s.n.]. Disponível em: https://portaldabmep.impa.br/uploads/material_teorico/bzl4vx6dr7s4c.pdf. Acesso em: 4 ago. 2024.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação**. Portugal: Porto, 1994.
- BORBA, M. C. Humans-with-Media and Continuing Education for Mathematics Teachers in Online Environments. **ZDM**, Berlim, v. 44, p. 802-814, 2012.
- BORBA, M. C.; SOUTO, D.L. P.; CANEDO JUNIOR, N. R. **Vídeos na educação matemática**: Paulo Freire e a quinta fase das tecnologias digitais. 1. Ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2022. ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio. INEP -Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Provas e Gabaritos. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem/provas-e-gabaritos>.
- BORBA, M. C.; CANEDO JUNIOR, N. R. GPIMEM, educação matemática e tecnologias: uma busca por novas formas de estar no mundo com outros. In: BORBA, M; XAVIER, J. F.; SCHUNEMANN, T. A. (Org.). **Educação Matemática: múltiplas visões sobre Tecnologias Digitais**. 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2023. P.9-21.
- BORBA, M. C.; de ALMEIDA, H. R. F. L.; de Gracias, T. A. S. Pesquisa em ensino e sala de aula: Diferentes vozes em uma investigação (Portuguese Edition). Autêntica Editora, 2020. Edição do Kindle.
- BORGES, Francisléia dos Santos. Estudos apontam que a integração da IA no currículo de matemática pode ser benéfica. **VISTACIEN** – Ciências Exatas e da Terra, Sociais, da Saúde, Humanas e Engenharia/**Tecnologias**, ISSN 2965-4858, p. 76, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8274279>.
- CHINELLATO, T. G. O uso do computador em escolas públicas estaduais da cidade de Limeira/SP. 2014. 104 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2014.
- CHIU, T. K. F.; Xia, Q.; ZHOU, X.; CHAI, C. S.; CHENG, M. Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. **Computers and Education: Artificial Intelligence**, 2023b 4, 100118. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeari.2022.100118>. Acesso em 16 de jan. 2024.

DOS SANTOS, A. A.; LUCIO, E. O.; BARBOSA, V. G.; BARRETO, M. S.; ALBERTI, R.; DA SILVA, J. A.; JOERKE, G. A. O.; PLACIDO, R. L.; PLACIDO, I. T. M. P.; SARAIVA, M. do S. G. A aplicação da inteligência artificial (ia) na educação e suas tendências atuais. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 1155-1172, 2023. DOI: 10.55905/cuadv15n2-011. Disponível em: <https://ojs.europubpublications.com/ojs/index.php/ced/article/view/1030>. Acesso em: 3 mar. 2024.

EDUCAÇÃO. Familiares: uma faceta a mais das desigualdades escolares. *Estudos Educação e Sociedade*, São Paulo, v. 32, n. , p. 953-970, 2011. Disponível em: <http://www.cedes.unicamp.br>. Acesso em: 04 jul. 2023.

FRANCISCO, B. *et al.* **Portal OBMEP Material Teórico -Módulo de Razões e Proporções:** Proporções e Conceitos Relacionados ao Sétimo Ano do Ensino Fundamental. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://cdnportaldaobmep.impa.br/portaldaobmep/uploads/material_teorico/gfi4cykgi4g0g.pdf>. Acesso em: 4 ago. 2024.

FRÖHLICH, L. F. G.; SOARES, V. D. Robotização nos relacionamentos: um estudo sobre o uso de chatbot. **Revista Científica Digital - Publicidade e Propaganda, Jornalismo e Turismo**, v. , n. , p. 5-17, 2018.

HABOWSKI, A. C.; CONTE, E. As tecnologias digitais e o desenvolvimento da criatividade humana em questão. **Revista Temas em Educação**, João Pessoa, Brasil, v. 28, n. 3, p. 295-314, set./dez. 2019.

KENSKI, V. M. Educação e comunicação: interconexões e convergências. *Educação e Sociedade*, Campinas, v. 29, n. 104 - Especial, p. 647-665, out. 2008.

KENSKI, V. M. Educação e internet no Brasil. **Cadernos Adenauer**, v. XVI, n. 3, 2015.

KENSKI, V. M.; MEDEIROS, R. A.; ORDEAS, J. Ensino superior em tempos mediados pelas tecnologias digitais. **Trabalho & Educação**, v. 28, n. 1, p. 141-152, jan./abr. 2019.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 2000a.

LINS, Bernardo Felipe Estellita. A evolução da Internet: uma perspectiva histórica. **Cadernos Aslegis**, v. 48, p. 11-45, 2013.

MATTOS, S. G. de et al. Concepções e perspectivas sobre o uso da inteligência artificial na educação matemática. In: *Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática*. Anais. Brasília (DF): On-line, 2022. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/xivenem2022/476553-CONCEPCOES-E-PERSPECTIVAS-SOBRE-O-USO-DA-INTELIGENCIA-ARTIFICIAL-NA-EDUCACAO-MATEMATICA>. Acesso em: 20 nov. 2023.

MOHAMED, M. Z. B.; HIDAYAT, R.; SUHAIZI, N. N. B.; SABRI, N. B. M.; MAHMUD, M. K. H. B.; BAHARUDDIN, S. N. B. Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review. **International Electronic Journal of Mathematics Education**, 17(3), 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.29333/iejme/12132>. Acesso em 23 de abr. 2024.

OLIVEIRA, F. T. **A inviabilidade do uso das tecnologias da informação e comunicação no contexto escolar:** o que contam os professores de Matemática? Rio Claro: UNESP, 2014. 169 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2014.

OPENAI. *ChatGPT: versions and updates*. OpenAI, 2024. Disponível em: <https://www.openai.com>. Acesso em: 29 jul. 2024.

OPENAI. **GPT-4**. Disponível em: <https://openai.com/index/gpt-4/>. Acesso em: 10 out. 2024.

PETARNELLA, L. **Escola Analógica: Cabeças Digitais. O cotidiano escolar frente às Tecnologias Midiáticas e Digitais de Informação e Comunicação**. Campinas, SP: Editora Alínea, 2008.

PIN-CHUAN LIN, M.; CHANG, D. Enhancing Post-secondary Writers' Writing Skills with a Chatbot: A Mixed-Method Classroom Study. **Educational Technology & Society**, v. 23, n. 1, 2020. Disponível em: < : <https://eric.ed.gov/?id=EJ1255759>. Acesso em 15 de jan. 2024

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2ª ed. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2013.

RESENDE, C. N. E. M. N. ESCOLHA DO ESTABELECIMENTO DE ENSINO E PERFIS FAMILIARES: UMA FACETA A MAIS DAS DESIGUALDADES ESCOLARES. Estudos Educação e Sociedade, São Paulo, 32, out.-dez 2011. 953-970. Disponível em: <http://www.cedes.unicamp.br>. Acesso em: 04 jul. 2023.

ROMANCINI, R. Web 2.0 e EAD: riscos e possibilidades. Em Questão, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 179-192, 2010. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/EmQuestao/article/view/12975>. Acesso em: 12 nov. 2023.

SANTAELLA, L. Navegar no ciberspaço: o perfil cognitivo do leitor imersivo. São Paulo: Paulus, 2004.

SANTOS, L. A.; ZIMMERMANN, J. A. T.; GUIMARÃES, U. A. A inteligência artificial na educação. RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar, v. 3, n. 7, p. e371714, 2022. ISSN 2675-6218.

TAKAHASHI, T. (org.). **Sociedade da informação no Brasil: livro verde**. Brasília: MEC, Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000.

UNESCO. **Resumo do Relatório de Monitoramento Global da Educação 2023: Tecnologia na educação: Uma ferramenta a serviço de quem?** Paris: UNESCO, 2023.

VEIGA, F.; ANDRADE, A. Inteligência Artificial e Educação: uma revisão sistemática de literatura. In: **II Seminário Internacional EXPRESSA: Re-imaginar a Comunicação Científica**, 2019.

VICARI, R. M. Tendências em inteligência artificial na educação no período de 2017 a 2030: sumário executivo. In: **Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial**, Departamento Nacional, p. 1-52, 2018.

VILLARREAL, M. E.; BORBA, M. C.; ESTELEY, C. Voices from the South: Digital Relationships and Collaboration in the Mathematics Education. In: ATWEH, B. et al. (Org.). **Internationalisation and Globalisation in the Mathematics and Science Education**. Berlim: Springer, 2007. p. 1-20.

Sobre os Autores

Amanda Freitas Cazadine
freitas.cazadine@gmail.com

Valdinei Cezar Cardoso
valdinei.cardoso@ufes.br

Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas (2014). Mestre em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática pela Universidade Estadual de Maringá(2010). Especialista em Educação Matemática pela União das Escolas Superiores do Vale do Ivaí (2002). Graduado em Matemática pela Universidade Estadual de Maringá(2001), Professor Adjunto do Departamento de Matemática Aplicada e do Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica do Centro Universitário Norte do Espírito Santo da Universidade Federal do Espírito Santo. Atua na área de pesquisa da Educação Matemática com ênfase na Modelagem Matemática na Educação Matemática, Teorias da Didática da Matemática Francesa, Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, Uso de Jogos e Vídeos Digitais no ensino de matemática, Educação à Distância e Tecnologias Educacionais da Informação e Comunicação. É coordenador do Grupo de pesquisa Mídias e Matemática (MidMat) no Centro Universitário Norte do Espírito Santo(CEUNES) da Universidade Federal do Espírito Santo.

DOI: 10.47456/7hv9t442

A utilização do aplicativo *Studio Motus* em problemas de cinemática: um relato de experiência

Using the studio motus application in kinematics problems: an experience report

Fagner de Souza Leite
André Luiz Alves

Resumo: Este trabalho é um relato do tipo descritivo, no qual se utiliza um aplicativo denominado *Studio Motus*, desenvolvido para *smartphone*, como forma de auxiliar os estudantes na identificação de variáveis durante a resolução de problemas envolvendo conceitos de cinemática. O aplicativo, desenvolvido na plataforma *App Inventor*, facilitou na escolha correta das equações a serem utilizadas na resolução dos problemas envolvendo cinemática. Como resultado da aplicação em sala de aula, houve um significativo avanço dos estudantes com relação a correta interpretação dos enunciados nos problemas propostos. A escolha em utilizar o aplicativo *Studio Motus* como ferramenta de estudo, floresceu em alguns estudantes a vontade em se aprofundar em novos conhecimentos como simulações em Física e linguagens de programação. No final da aula houve um momento informal com os grupos de estudantes que perguntaram como o aplicativo foi construído demonstrando um interesse para a temática.

Palavras-chave: Ensino de Física; Cinemática; Linguagem de programação; *Studio Motus*.

Abstract: This work is a descriptive report, in which an application called *Studio Motus*, developed for smartphones, is used as a way of helping students identify variables when solving problems involving kinematics concepts. The application, developed with *App Inventor*, facilitated the correct choice of equations to be used in solving problems involving kinematics. As a result, there was significant progress among students in relation to the correct interpretation of the statements in the proposed problems. The choice to use the *Studio Motus* application as a study tool led to some students' desire to delve deeper into new knowledge such as Physics simulations and programming languages. At the end of the class there was an informal moment with a group of students who asked how the application was built, demonstrating an interest in the topic.

Key-words: Teaching Physics; Kinematics; Programming language; *Studio Motus*.

Introdução

A Física é uma disciplina fundamental que constitui a base de muitos campos de estudo e aplicações na sociedade moderna. Um ensino eficaz de física é de grande importância para o desenvolvimento de uma população completa e cientificamente alfabetizada. Aprender Física não é uma tarefa trivial. Esta ciência sempre foi difícil de compreender (Hsiao et al., 2023). A consciência e

a assimilação de conceitos e processos físicos, que não são óbvios, exigem dos alunos esforços intelectuais significativos (pensar, comparar, procurar analogias, avaliar criticamente, etc.). Nesse sentido, os pesquisadores na área de ensino de Física estão constantemente em busca de novas abordagens, técnicas e métodos que possam interessar os alunos em física e ajudá-los a dominar materiais complexos.

No processo educacional os dispositivos eletrônicos vêm se apresentando como um forte competidor às aulas, uma vez que os estudantes se sentem muito mais “ligados” pelas telas dos *smartphones* do que pela ministração de conteúdos em sala, que normalmente são realizadas por uma abordagem tradicional de ensino. Segundo Lima et al. (2021) em geral, o método de ensino tradicional, baseado na extensa exposição de conteúdo, desenvolve em parte dos alunos determinado grau de desinteresse pela disciplina. Em geral, isso torna as aulas cansativas, monótonas e pouco atrativas para os alunos. Muitos deles apresentam dificuldades na compreensão dos conceitos que em sua maioria são abstratos, requerendo suas “imaginações”. Dessa forma, o uso de atividades lúdicas/extras, como as baseadas em jogos, aplicadas de forma complementar às aulas expositivas, auxiliam no aprendizado e tornam as aulas mais dinâmicas.

Quando se observa o ensino de Física nas turmas da primeira série do ensino médio, é muito comum professores constatarem algumas dificuldades por parte dos estudantes recém inscritos nessa etapa de ensino. Uma questão que chama a atenção é a identificação das variáveis durante a leitura dos problemas propostos. O conjunto extenso delas dificulta a compreensão dos conceitos físicos importantes durante a resolução dos exercícios.

Em muitos casos, mesmo após a explicação do objeto de conhecimento (a matéria) fazendo uso de meios lúdicos e tecnológicos para facilitar a compreensão por parte dos estudantes, no momento da aplicação das atividades o problema pode persistir. É comum os estudantes realizarem perguntas do tipo “professor é para calcular o quê?”. Em muitos casos a dificuldade no desenvolvimento algébrico,

mesmo que superado por muitos estudantes, a resolução só acontece após serem indicados pelo professor quais as variáveis presentes no enunciado e qual a variável a ser “descoberta”.

Nos últimos anos, as tecnologias educacionais digitais surgiram como uma ferramenta promissora para melhorar o ensino de Física e envolver os alunos em experiências de aprendizagem ativas e colaborativas. Segundo Olimovna (2023), as tecnologias educacionais digitais oferecem muitos benefícios potenciais para o ensino de física, incluindo a capacidade de aumentar o envolvimento dos alunos, melhorar a compreensão conceitual e desenvolver habilidades de resolução de problemas. No entanto, o uso destas tecnologias também apresenta uma série de desafios, incluindo a necessidade de formação de professores, preocupações sobre acessibilidade e equidade, e a necessidade de investigação contínua para compreender melhor o impacto destas tecnologias nos resultados de aprendizagem dos alunos.

Atualmente, a maioria dos alunos desenvolveu competências avançadas em tecnologia digital, com alto grau de adaptabilidade ao novo. Além disso, os métodos de aprendizagem eficazes, a abundância de informação proveniente da internet e a forma atrativa de apresentação, como simulações de fenômenos físicos, ou vídeos, poderão levar a uma melhoria dos resultados. Consequentemente, a aprendizagem digital de Física com atividades interativas integradas tem um impacto positivo no aprofundamento de conceitos, vem criando um ambiente de aprendizagem mais atrativo e interessante (Tudor, 2023).

A aprendizagem digital interativa com a combinação de texto, gráficos, vídeo e som utilizando dispositivos multimídia, deve ser integrada no ensino e na aprendizagem para uma melhor compreensão de conceitos e identificação de variáveis. As atividades práticas desempenham um papel essencial, especialmente quando se utilizam ferramentas digitais, ficando os alunos mais envolvidos e atraídos pelo mundo da ciência. Isto pode ser particularmente útil para alunos que têm acesso limitado aos recursos tradicionais da sala de aula ou que preferem aprender por conta própria.

Partindo da dificuldade apresentada pelos estudantes, na identificação das variáveis relacionada aos conceitos de cinemática durante a realização das atividades, foi desenvolvido um aplicativo para *smartphone*, com a finalidade de auxiliar os mesmos a superar essas dificuldades. O mesmo foi utilizado durante a resolução das atividades em sala de aula. Esse trabalho tem como objetivo descrever as potencialidades de utilização e os desafios encontrados na aplicação do mesmo.

Metodologia utilizada

O *software* desenvolvido para o aprendizado em cinemática foi aplicado em três turmas do primeiro ano do ensino médio, em um total de aproximadamente setenta alunos. Eles estão matriculados na EEEM Professor Joaquim Fonseca, situada no município de Conceição da Barra, Estado do Espírito Santo.

Antes da aplicação do trabalho, foram realizadas aulas expositivas sobre os conceitos de cinemática a fim que os estudantes pudessem compreender as equações envolvidas nas atividades seguintes bem como as relações entre as grandezas físicas e unidades de medidas. Nessas aulas foram utilizados slides com imagens e animações numa tentativa de aproximar os conceitos abordados com a realidade do estudante.

Em um outro momento, foi disponibilizado aos estudantes uma lista de exercícios que foi resolvida em sala de aula pelo professor e com a participação ativa dos estudantes. Durante a resolução da lista foi dada ênfase na identificação das variáveis, sendo feita a leitura das questões pelo professor em voz alta e com grifos nas frases que apresentavam alguma grandeza física. Ao final da leitura sempre era perguntado aos estudantes qual era “objetivo da questão” com o intuito de fomentar e instigar a discussão em sala. Para as aulas expositivas e resolução da lista de exercícios na sala de aula foram usadas quatro aulas de 55 minutos em cada turma.

Para a utilização do aplicativo *Studio Motus* desenvolvido, cada turma da primeira série foi dividida em pequenos grupos de dois e três estudantes, em seguida foi disponibilizado, via conexão *bluetooth* a

cada grupo, o arquivo de instalação do aplicativo para ser instalado nos aparelhos dos estudantes. Depois de devidamente instalado, foi realizada uma breve demonstração da utilização e em seguida entregue a cada grupo um roteiro para utilização do aplicativo.

Este relato de experiência é um estudo descritivo qualitativo, que busca descrever a utilização de um aplicativo, denominado *Studio Motus*, desenvolvido para *smartphones*, como forma de auxiliar os estudantes na identificação de variáveis durante a resolução de problemas envolvendo conceitos de cinemática. O aplicativo foi desenvolvido na plataforma *App Inventor* (Figura 1), encontrada no link: <https://appinventor.mit.edu/>. Este aplicativo *web* de programação visual utiliza blocos, foi criado em 2010, possui código aberto, e foi originalmente desenvolvido pelo *Google* e atualmente é administrado pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). O mesmo permite que novos usuários programem computadores para criar aplicativos de *software* para o sistema operacional *Android*. Ele possui como base comandos de arrastar e soltar em um ambiente gráfico (Figura 2), tanto durante o *design* de diálogos quanto na codificação do aplicativo (Figura 3), podendo ser usado em qualquer contexto educacional.

Figura 1 – Site do aplicativo Inventor.



Figura 2 – Ambiente de desenvolvimento – design.

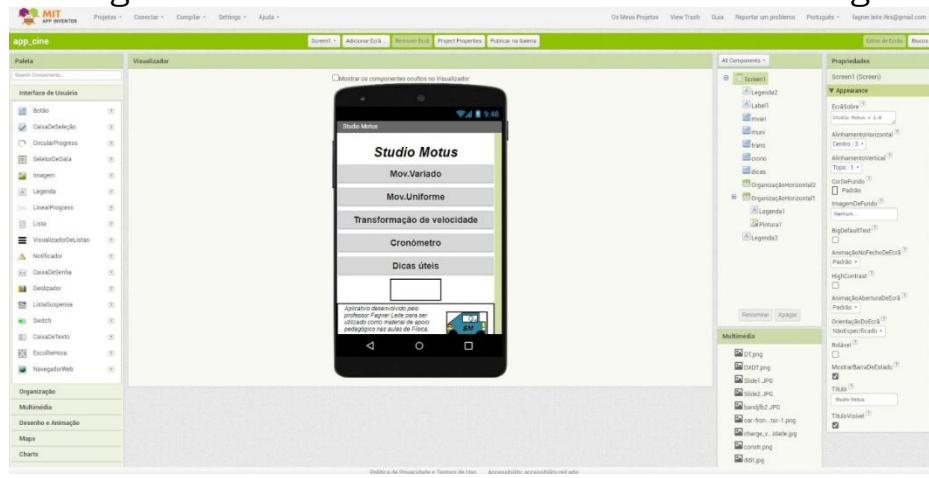
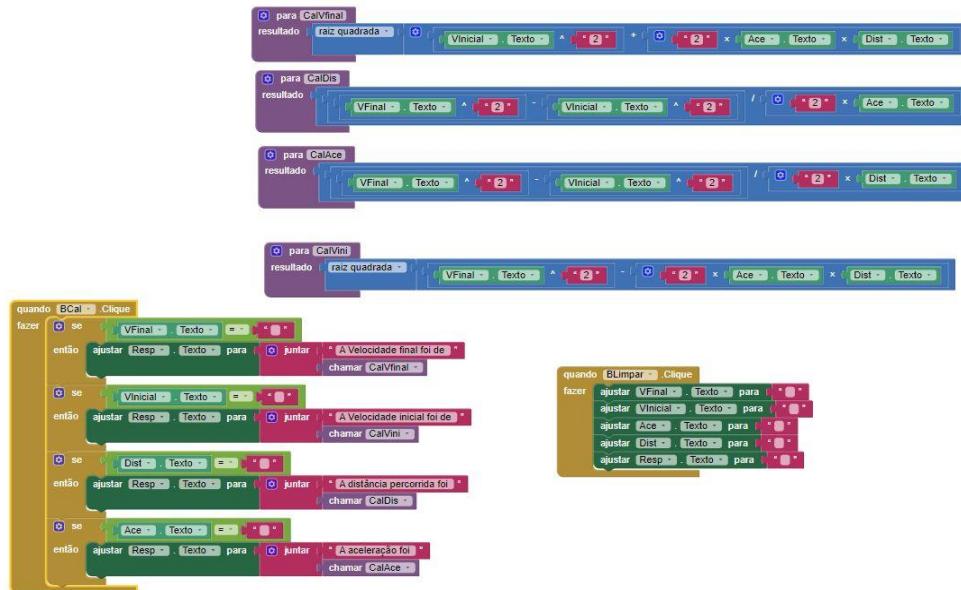


Figura 3: Ambiente de desenvolvimento - codificação via blocos



Fonte: Autoria Própria.

A tela inicial do aplicativo produzido é formada por cinco botões como indicado na Figura 3. Ao clicar na primeira opção, tem-se acesso às equações do movimento variado, visualizado na Figura 4. Vale lembrar que estas equações foram discutidas em sala de aula, por meio de uma aula tradicional. Com esta função, o estudante consegue calcular as grandezas distância percorrida, tempo, velocidade e aceleração dependendo dos valores disponíveis no enunciado do problema em estudo.

Figura 3 – Interface do aplicativo *Studio Motus*.

Studio Motus

Mov. Variado

Mov. Uniforme

Transformação de velocidade

Cronômetro

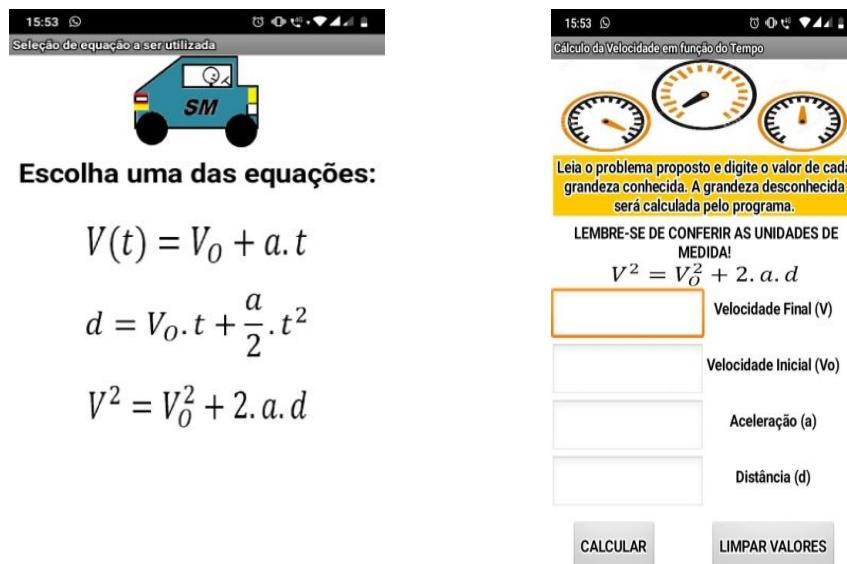
Roteiro da Atividade Experimental

Aplicativo desenvolvido pelo professor Fagner Leite para ser utilizado como material de apoio pedagógico nas aulas de Física.



Versão Beta

Fonte: autoria própria.

Figura 4 – Interface do aplicativo *Studio Motus* - Movimento Variado.

Fonte: autoria própria.

Na segunda opção da Figura 3, tem-se acesso às equações do movimento com velocidade constante. Nesta função o estudante

consegue calcular as grandezas como: deslocamento, posição, tempo e velocidades (veja a Figura 5).

Figura 5 – Interface do aplicativo Motus para o estudo do movimento variado.



Fonte: autoria própria.

Na terceira opção da Figura 3 - Transformação de velocidade, tem-se acesso a função de transformações de unidade para velocidade, em que o estudante consegue realizar a conversão de uma velocidade de quilômetros por hora para metros por segundo ou vice-versa (veja a Figura 6).

Figura 6 – Interface do aplicativo *Studio Motus* - Transformação de velocidades.



Fonte: autoria própria.

Na quarta opção da Figura 3, tem-se acesso a um cronômetro. Foi inserida essa função dentro do aplicativo pois em casos práticos/experimentais no estudo dos movimentos a grandeza tempo é de fundamental importância, além disso tem-se como perspectiva futura, a realização de outras atividades experimentais onde a mesma será utilizada. A interface pode ser vista na Figura 7.

Figura 7 – Interface do aplicativo *Studio Motus* - Cronômetro



Fonte: autoria própria.

Na quinta opção da Figura 3, tem-se acesso ao roteiro para realização da atividade proposta nesse relato de experiência. Quando se clica nesta opção tem-se acesso a um roteiro de atividades em formato pdf.

Como citado, o foco deste trabalho é auxiliar os estudantes na identificação das grandezas físicas presentes nos problemas de cinemática bem como na sua interpretação, utilizando-se do aplicativo desenvolvido. Sendo assim, um roteiro de atividade proposto no momento da aplicação direciona os estudantes durante a realização da atividade. No roteiro, há um pequeno texto explicativo indicando o objetivo do trabalho com uma sequência de dez passos a serem seguidos (Figura 8).

Figura 8 – Sequência de passos - *Studio Motus*.

Com a folha de exercícios e o seu caderno siga os passos de 1 até 10 e preencha a tabela abaixo:

- 1º Passo:** Leia o problema proposto.
 - 2º Passo:** Identifique qual o objetivo do problema.
 - 3º Passo:** Identifique as grandezas envolvidas no problema.
 - 4º Passo:** Verifique as unidades de medida de cada grandeza.
-

Agora usando o aplicativo...

- 5º Passo:** Escolha o tipo de movimento que trata o problema.
 - 6º Passo:** Escolha uma das equações.
 - 7º Passo:** Substitua o valor equivalente a cada grandeza física. *[Lembre-se das transformações de unidade se for o caso!]*
 - 8º Passo:** Clique no botão Calcular.
 - 9º Passo:** Anote em seu caderno o valor encontrado.
 - 10º Passo:** Preencha a tabela.
-

Fonte: autoria própria.

Após a leitura de cada problema o estudante preenche uma tabela (Figura 9), com as informações solicitadas, sendo que para preencher a última coluna o estudante deveria fazer uso do aplicativo. No final do roteiro foi solicitado aos estudantes que escolhessem cinco dentre os problemas apresentados que realizem os cálculos de maneira manual.

Figura 9 – Tabela a ser preenchida pelos estudantes - *Studio Motus*.

Questão	Qual o objetivo do problema?	Qual o tipo de movimento descrito no problema?	Quais as grandezas informadas pelo problema?	Qual a unidade de medida de cada grandeza?	Qual equação você utilizou para resolver?	Precisa transformar de unidades? SIM/ NÃO	Qual o valor encontrado?
01							
02							
03							
04							

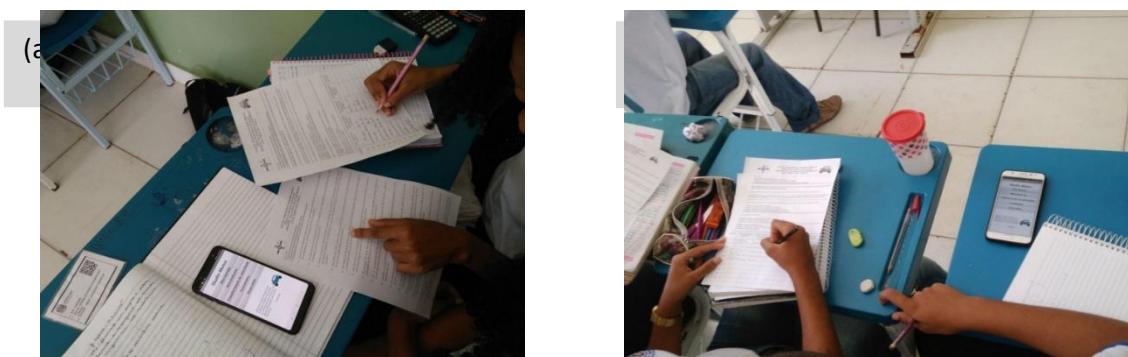
Fonte: autoria própria.

Resultados e Discussões

Durante a aplicação do projeto foi possível observar um grande empenho dos estudantes, Figuras 10 (a) – (b). Muitos ficaram surpresos com a possibilidade de utilizar o *smartphone* para atividades de Física, uma vez que o uso pedagógico do aparelho durante as aulas limitava-se na visualização de vídeos em plataformas ou no máximo a leitura de um arquivo em formato pdf quando solicitado por algum professor. Foi observado também uma facilidade na utilização do aplicativo e suas funcionalidades como acesso aos menus e a inserção de valores de variáveis em campos específicos.

No momento da aplicação, foi observada uma grande participação dos grupos durante a leitura dos enunciados, indicando que realmente havia uma preocupação com a identificação das grandezas envolvidas nos problemas, quais eram os objetivos e a correta equação a ser utilizada em cada um dos problemas propostos.

Figura 10 – Aplicação do projeto em sala de aula.



Fonte: autoria própria.

Mesmo o aplicativo tendo como principal função calcular a variável desconhecida dos problemas, foi observado que muitos

alunos fizeram questão de reproduzir os cálculos no caderno com a finalidade de verificar se estavam fazendo “as contas” corretamente. Isso se tornou bastante interessante, pois com essa atitude foi possível reiterar o desenvolvimento algébrico já discutido previamente logo após a aula expositiva, Figuras 11 e 12. Nesse momento foi possível observar que havia sido construída uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes.

Figura 11 – Tabela preenchida manualmente por um grupo durante a realização do projeto em sala.

Questão	Qual o objetivo do problema?	Quais as grandezas informadas pelo problema?	Qual a unidade de medida de cada grandeza?	Qual equação você utilizou para resolver?	Qual o valor encontrado?
01	achar o tempo	distância e velocidade	m	$v = \frac{d}{t}$	25 s
02	achar a velocidade média	distância e tempo	m	$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$	1 ms
03	achar o tempo	distância e velocidade	Km/h	$v = \frac{d}{t}$	18,18 m
04	calcular a velocidade média	distância e tempo	Km/h	$v = \frac{d}{t}$	20 Km
05	achar a velocidade média	tempo e distância	Km/h	$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$	100 Km
06	achar o tempo	velocidade e tempo	Km/h	$v = \frac{d}{t}$	10 h
07	achar a aceleração	velocidade e tempo	Km/h	$v = v_0 + a \cdot t$	2,962 m
08	achar a aceleração	velocidade e tempo	m/s	$v = v_0 + a \cdot t$	3 m/s
09	achar a distância	velocidade e tempo	m/s	$d = v_0 t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$	487,5 m
10	achar a aceleração	velocidade e tempo	Km/h	$v = v_0 + a \cdot t$	1 ms

Fonte: autoria própria.

O projeto fez parte de uma das formas de avaliação do trimestre. Entretanto, no processo avaliativo da atividade, foram utilizadas

análises qualitativas no lugar de quantitativas, uma vez que adequa-se melhor a esse tipo de prática desenvolvida.

Depois de aplicado o projeto, as atividades foram recolhidas e analisadas. Nesse processo foram observadas quais as dificuldades encontradas pelos grupos na parte de identificação das grandezas físicas, identificação dos objetivos dos enunciados e também no desenvolvimento algébrico. Constatou-se que grandes partes dos grupos atingiram os objetivos propostos pelo trabalho, porém muitos ainda apresentam dificuldades no desenvolvimento algébrico no momento de utilização das equações. Na aula seguinte foram entregues as atividades, realizada a correção de todas as questões no quadro e um momento de diálogo sobre os principais erros cometidos.

Considerações Finais

Finalizada a aplicação do projeto foi possível perceber um significativo avanço dos estudantes com relação a correta interpretação dos enunciados nos problemas de Física e também na escolha correta das equações a serem utilizadas na resolução dos problemas.

A escolha em utilizar o aplicativo *Studio Motus* como ferramenta de estudo, floresceu em alguns estudantes a vontade em se aprofundar em novos conhecimentos como ciência da computação e linguagens de programação. No final da aula houve um momento informal com um grupo de estudantes que perguntaram como o aplicativo foi construído demonstrando um interesse para a temática.

Em relação às dificuldades encontradas na aplicação do projeto, destacamos a dificuldade que alguns estudantes ainda apresentam no desenvolvimento algébrico dos problemas e a limitação apresentada pela plataforma de desenvolvimento do aplicativo, que não permite o desenvolvimento de aplicações para sistemas diferente do sistema Android. Alguns estudantes possuíam aparelhos com sistema operacional iOS.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e ao Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica (PPGEEB) pela concessão de recursos para este trabalho.

Referências

LIMA, Francisca M.J.S; Neto, Pedro E.C.; Esmeraldo, Nádia F.A. Jogos Aplicados ao Ensino de Física-Ensino em Perspectivas v.2 n.2(2021)

OLIMOVNA, Mirzayeva. THE ROLE OF DIGITAL EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN TEACHING PHYSICS.Science and Innovation:International Scientific Journal Vol.2 ISSUE 4 April.2023 (2023) <https://doi.org/10.5281/zenodo.7824362>

HSIAO, H. S., Chen, J. C., Chen, J. H., Chien, Y. H., Chang, C. P. & Chung, G. H. (2023). A study on the effects of using gamification with the 6E model on high school students computer programming self-efficacy, IoT knowledge, hands-on skills, and behavioral patterns. *EducationalTechnology Research and Development*. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10216-1>.

Tudor, G. (2023). Innovative Teaching of Physics in the Digital Technology Era. *Didactica Danubiensis*, 3(1), 107–122. Retrieved from <https://dj.univ-danubius.ro/index.php/DD/article/view/2481>

Sobre o autor

Fagner de Souza Leite

Possui graduação em Física pela Universidade Estadual de Feira de Santana (2008) e Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Atualmente é professor da educação básica - Ensino Médio, com ênfase em Ensino de Física em atividades experimentais no Laboratório Didático. Atua nas áreas de Tecnologia da Informação e Comunicação, juntamente com o Ensino Maker e Robótica Educacional.

André Luíz Alves

andre.alves@ufes.br

Possui graduação em Bacharelado e licenciatura em Física pela Universidade Federal do Espírito Santo, mestrado e doutorado Ciências da Natureza Universidade Federal do Espírito Santo. Atualmente é professor Associado IV pela Universidade Federal do Espírito Santo.

Foi coordenador laboratório de eletromagnetismo, ótica e física moderna dessa universidade. Tem experiência na área de Física, com

ênfase na caracterização de materiais magnéticos utilizando técnicas de raios-X, de espectroscopias e magnetização. Atualmente é membro do Programa de Pós-Graduação em Ensino da Educação Básica no CEUNES/UFES, atuando nas áreas de instrumentação para o ensino de Física e laboratório de Física.

DOI: [10.47456/r9t9sq79](https://doi.org/10.47456/r9t9sq79)

Desenvolvimento e Avaliação de um Curso On-line Aberto e Massivo (MOOC) no Projeto Rio Doce Escolar sobre Clubes de Ciências no Contexto da Educação Ambiental

Development and evaluation of a Massive Open On-line Course (MOOC) in the Rio Doce Project on Science Clubs in the context of Environmental Education

Andressa Antônio de Oliveira
Clovés Lins Vicente
Isaura Alcina Martins Nobre
Marize Lyra Silva Passos

Resumo: O presente estudo descreve o desenvolvimento e avaliação do curso MOOC “Clubes de Ciências como Espaço de Aprendizagem para a Educação Ambiental”, oferecido pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) no âmbito do Projeto Rio Doce Escolar. O curso foi elaborado com base no modelo ADDIEM, uma adaptação do modelo ADDIE, e direcionado a educadores ambientais nas regiões afetadas pelo crime ambiental do Rio Doce, no estado do Espírito Santo. Organizado em três módulos, o curso promoveu a disseminação de conhecimentos sobre Clubes de Ciências, com ênfase em sua aplicação para a educação ambiental. A pesquisa contou com a participação de 33 cursistas, dos quais 22 concluíram o curso, respondendo ao questionário de avaliação. Os resultados demonstram que o curso cumpriu seu objetivo, sendo considerado relevante pelos participantes, que destacaram a clareza do conteúdo e a qualidade dos materiais apresentados. O MOOC se mostrou uma ferramenta eficaz para a promoção da educação ambiental e da popularização dos Clubes de Ciências em diferentes contextos educacionais.

Palavras-chave: MOOC; Educação à distância; Clubes de Ciências; Projeto Rio Doce Escolar.

Abstract: The present study describes the development and evaluation of the MOOC course “Science Clubs as Learning Spaces for Environmental Education”, offered by the Federal Institute of Espírito Santo (IFES) within the scope of the Rio Doce School Project. The course was designed based on the ADDIEM model, an adaptation of the ADDIE model, and aimed at environmental educators in the regions affected by the Rio Doce environmental disaster in the state of Espírito Santo. Organized into three modules, the course promoted the dissemination of knowledge about Science Clubs, with an emphasis on their application in environmental education. The research included the participation of 33 students, 22 of whom completed the course and responded to the evaluation survey. The results show that the course met its objective, being considered relevant by the participants, who highlighted the clarity of the content and the quality of the materials presented. The MOOC proved to be an effective tool for promoting environmental education and the popularization of Science Clubs in different educational contexts.

Key-words: MOOC; Distance Education; Science Clubs; Rio Doce School Project.

Introdução

Após o rompimento da barragem de Fundão, pertencente à mineradora Samarco, em Mariana, Minas Gerais, a Fundação Renova foi criada para reparar os danos causados pelo crime ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Doce. Entre suas iniciativas está o Projeto Rio Doce Escolar, que visa formar educadores ambientais nas áreas afetadas no Espírito Santo, Brasil. Nesse contexto, o *Projeto Rio Doce Escolar: Formação de Educadores Ambientais nas Escolas Capixabas do Rio Doce* foi desenvolvido pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), a convite da Fundação Renova, para atender às determinações judiciais estabelecidas pelo Termo de Transação de Ajustamento de Conduta (TTAC), assinado entre os estados do Espírito Santo, Minas Gerais e a empresa Samarco, junto com suas controladoras (Amado et al., 2024).

Um dos recursos educacionais adotados nesse projeto foram os MOOCs (*Massive Open On-line Courses*), ou Cursos On-line Abertos e Massivos. Eles fazem parte da disciplina intitulada "Alfabetização Científica em Trilhas de MOOCs", com a oferta de 16 MOOCs.

Os cursos MOOCs foram desenvolvidos no meio acadêmico a partir de 2008 e permitem o acesso a uma ampla gama de conhecimentos a muitos participantes, sem restrições geográficas ou de tempo (Castañeda et al., 2018; Barin; Bastos, 2013). Em geral, um MOOC é aberto (sem pré-requisitos), on-line (sem atividades presenciais) e massivo (com capacidade para muitos alunos) (Battestin; Santos, 2019). Essas características tornam os MOOCs uma ferramenta valiosa para a educação continuada, oferecendo flexibilidade, material de qualidade e baixo custo (Skiba, 2012).

Os MOOCs, embora não substituam o ensino presencial, funcionam como uma estratégia complementar, especialmente em contextos de ensino híbrido, servindo de apoio para aulas presenciais e oferecendo atividades acessíveis de forma gratuita por instituições reconhecidas (Alario-Hoyos et al., 2014). Além disso, os MOOCs estão alinhados aos princípios dos REA (Recursos Educacionais Abertos), permitindo que os materiais sejam de domínio público ou licenciados

de forma aberta, de modo que possam ser utilizados ou adaptados por outros (Stella, 2019).

As vantagens dos MOOCs incluem a gratuidade, a possibilidade de interação com profissionais renomados, a troca cultural promovida pela ausência de barreiras geográficas e a flexibilidade, tanto de horários quanto de acessibilidade. Devido a essas características, os cursos MOOCs foram incorporados à estrutura do projeto *Formação de Educadores em Educação Ambiental nas Escolas Capixabas do Rio Doce*, oferecendo cursos de aperfeiçoamento e especialização para profissionais de escolas públicas de educação básica nos municípios da bacia do Rio Doce, no Espírito Santo.

O tema escolhido para o desenvolvimento do curso MOOC foi os Clubes de Ciências, que se destacam como espaços de educação não formal, possibilitando o exercício da criatividade, alfabetização científica e promovem a interação dos estudantes com o meio físico e social (Menezes; Schroeder, 2014). Esses clubes incentivam a curiosidade, a problematização e a busca por soluções para questões do contexto dos alunos, sendo ferramentas importantes para a aprendizagem científica, o desenvolvimento da autonomia e das relações sociais. Além disso, os Clubes de Ciências são ambientes ideais para o exercício da Educação Ambiental.

Portanto, este estudo tem como objetivo descrever as etapas de elaboração e desenvolvimento do curso MOOC intitulado *Clubes de Ciências: Espaço de Aprendizagem para a Educação Ambiental*. Acredita-se que compartilhar o processo de desenvolvimento desses recursos educacionais possa inspirar novas propostas de cursos em diferentes áreas do conhecimento, incentivando a oferta de novos MOOCs.

Metodologia

O curso MOOC foi desenvolvido e avaliado com base no modelo ADDIEM, uma adaptação do tradicional modelo ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, and Evaluate*- Análise, Projeto, Desenvolvimento, Implementação e Avaliação). O diferencial do modelo ADDIEM está nas exigências específicas para o formato de um

MOOC, que requer clareza para evitar dúvidas, visto que não há tutoria disponível. Além disso, há uma etapa adicional que identifica o curso como um MOOC (Figura 01).

Figura 01: Modelo ADDIEM utilizado para a construção do curso MOOC



Fonte: Battestin (2019).

O desenvolvimento do curso foi conduzido por uma equipe multiprofissional, composta pelos professores orientadores, por um mestrando e por um doutorando do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). O resultado foi o MOOC “Clubes de Ciências: Espaço de Aprendizagem para a Educação Ambiental”, com uma carga horária de 20 horas.

O curso foi hospedado na plataforma do Centro de Referência em Formação e Educação a Distância do IFES (CEFOR), e desenvolvido em 2023 com o objetivo inicial de atender estudantes dos cursos de aperfeiçoamento e especialização ofertados pelo Projeto Rio Doce Escolar do IFES. Posteriormente, foi aberto ao público externo, estando disponível no endereço: <https://mooc.cefor.ifes.edu.br/>.

Além da avaliação realizada por especialistas, também foi aplicado um questionário aos cursistas que concluíram o MOOC, com o objetivo de colher percepções sobre o conteúdo, a estrutura e os recursos didáticos utilizados. O questionário, de natureza mista, foi composto por 10 questões, sendo algumas fechadas (com escalas de

concordância) e outras abertas, destinadas a captar comentários espontâneos e impressões mais amplas dos participantes. A aplicação foi realizada de forma *on-line*, ao final da trilha formativa, como etapa integrante da certificação. As respostas fechadas foram analisadas por meio de estatística descritiva simples. Já os depoimentos abertos foram explorados por meio de uma leitura interpretativa, com enfoque descritivo, permitindo identificar aspectos recorrentes nas percepções dos cursistas quanto à clareza, aplicabilidade e relevância dos conteúdos abordados.

Resultados e Discussão

O curso foi disponibilizado para os alunos dos cursos de aperfeiçoamento e especialização do Programa Rio Doce Escolar em 4 de março de 2023 e amplamente divulgado por meio da aula inaugural, transmitida pelo canal do Programa Rio Doce Escolar no *YouTube*¹.

Na curadoria e elaboração do material, houve um cuidado especial para conceber um curso que fosse atrativo e de alta qualidade, atendendo às necessidades dos estudantes desses cursos, e que também pudesse, posteriormente, alcançar o público externo interessado na temática dos Clubes de Ciências.

Fases do Projeto: Fase de Análise

O curso MOOC “Clubes de Ciências: Espaço de Aprendizagem para a Educação Ambiental” possui carga horária de 20 horas e tem como objetivo capacitar os educadores ambientais participantes dos cursos de aperfeiçoamento e especialização ofertados pelo Projeto Rio Doce Escolar para a implementação de Clubes de Ciências com a promoção de atividades no contexto da Educação Ambiental.

O curso foi estruturado para ser realizado de forma autônoma, integrando estudos dirigidos, vídeos, jogos e questionários online. Durante o desenvolvimento dos conteúdos e da sala virtual, foi dedicada especial atenção à curadoria, visando criar um curso

¹ <https://www.youtube.com/@riodoceescolar>

atrativo e de alta qualidade, que atendesse às necessidades dos participantes do Programa Rio Doce Escolar. Os conteúdos foram organizados de maneira flexível, permitindo que os cursistas os explorem em qualquer ordem, de acordo com suas preferências e disponibilidade.

Fases do Projeto: Fase de Desenho

O curso foi organizado em seis módulos principais (Figura 02), nomeados da seguinte forma:

Módulo I: Área do curso

Módulo II: Boas-vindas

Módulo III: Clubes de Ciências;

Módulo IV: Espaço de Aprendizagem para Educação Ambiental;

Módulo V: Compartilhando Experiências.

Módulo VI: Certificado e Conclusão

Figura 02- Desenvolvimento e Interface do MOOC Clube de Ciências espaço de aprendizagem para Educação Ambiental



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

A estrutura dos módulos foi organizada em subdivisões, cada uma com uma função específica:

Para aprender: Inclui textos de apoio relacionados aos temas abordados;

Aprender fazendo: Apresenta tarefas avaliativas e desafios práticos;

Para ir além: Disponibiliza materiais complementares, como vídeos, links para sites relevantes e podcasts.

Essa organização visa facilitar o processo de aprendizagem, proporcionando aos alunos uma experiência rica e diversificada, com conteúdos teóricos, atividades práticas e recursos adicionais que incentivam a exploração mais aprofundada do tema.

Fases do Projeto: Fase de Desenvolvimento e Implementação

Durante essa fase, a equipe multidisciplinar desenvolveu a identidade visual do curso e criou emblemas (Figura 03) especiais para os cursistas que alcançaram mais de 60 pontos. Esses emblemas foram distribuídos tanto na plataforma *Moodle* (onde está hospedado o curso MOOC) quanto de forma física no I Encontro da Rede de Educadores Ambientais do Projeto Rio Doce (I EREA), evento que foi realizado na culminância do curso de aperfeiçoamento, ofertado pelo Projeto Rio Doce Escolar. Cada um dos 16 MOOCs da disciplina "Alfabetização Científica em Trilhas de MOOCs" possuía um emblema exclusivo, incentivando os participantes a colecionar buttons à medida que concluíam os cursos, o que contribuiu para aumentar o engajamento e fortalecer o senso de pertencimento dos cursistas. A gamificação, por meio da atribuição de emblemas, foi utilizada como uma estratégia motivacional.

Figura 03- Identidade visual e emblema entregue aos cursistas aprovados no curso MOOC Clube de Ciências espaço de aprendizagem para Educação Ambiental

The image shows the interface of a MOOC course titled 'Clube de Ciências'. The left sidebar contains a navigation menu with the following items: 'Área do curso', 'Boas-Vindas!', 'Clubes de Ciências', 'Espaço de aprendizagem para a Educação Ambiental', 'Compartilhe Experiências', and 'Certificado e conclusão'. The main content area is divided into several sections: 'Para aprender' (with a sub-section 'Livro: Clube de Ciências' containing 4 items: 'Neste livro abordaremos os seguintes temas', '1. Como podemos definir um Clube de Ciências?', '2. Um pouco dessa história', and '3. Pilares importantes nos Clubes de Ciências' followed by '4. Os Clubes de Ciências no Brasil'), 'Aprender fazendo' (with a sub-section 'Fórum: Quem de nós se vê como Coordenador de Clube de Ciências?' containing 3 items: 'Jogo da Força: Clubes de Ciências' and 'Questionário: Clubes de Ciências'), and 'Para ir além' (with a sub-section 'Conheça a Rede Internacional de Clubes de Ciências' containing 4 items: 'PODCAST - Conheça o Clube de Ciências de Mojuí/PA', 'CNECLUBE na Escola', 'Clube de Ciências no Fundamental', and 'Por que sua escola precisa de um Clube de Ciências?'). To the right of the interface is a circular logo for 'CLUBE DE CIÊNCIAS', featuring a red border and a pink center with illustrations of people in a lab setting.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Fases do Projeto: Fase de Desenvolvimento e Implementação

Ao final do desenvolvimento do curso, ele foi submetido à revisão e avaliação por especialistas, que utilizaram um questionário institucional padronizado para a avaliação. Assim, foi realizado pequenas correções e sugestões que foram identificados durante o processo de avaliação.

Avaliação do Curso

Participaram 33 cursistas matriculados no curso MOOC “*Clubes de Ciências como Espaço de Aprendizagem para a Educação Ambiental*”, dos quais 22 concluíram o curso e responderam ao questionário de avaliação, fornecendo feedback sobre os aspectos positivos e negativos. No início do curso, todos os 33 participantes preencheram o questionário de perfil, no qual se constatou que a faixa etária variou entre 19 e mais de 55 anos. A escolaridade dos cursistas abrangeu desde o Ensino Superior Completo até a Pós-graduação. Os participantes vieram dos estados do Espírito Santo e Minas Gerais, refletindo o público-alvo do Programa Rio Doce Escolar.

Quanto à motivação para a realização do curso, 81,82% dos participantes indicaram interesse na temática dos Clubes de Ciências, 27,27% afirmaram que precisavam aprender sobre o conteúdo, 21,21% participaram pela necessidade de obter certificado para atividades complementares dos cursos de aperfeiçoamento e especialização, 12,12% optaram pelo curso por ser oferecido pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), 6,06% indicaram a gratuidade do curso como fator motivacional e 3,03% mencionaram outros motivos não especificados. Cabe destacar que, no questionário aplicado, os participantes tiveram a possibilidade de selecionar múltiplas opções, considerando que suas motivações para cursar o MOOC poderiam abranger diferentes dimensões simultaneamente, como interesse temático, exigências curriculares e características institucionais.

Na pesquisa de satisfação aplicada aos 22 concluintes, observou-se que os cursistas destacaram como benefícios a utilização de vídeos e textos de apoio. Além disso, 100% dos participantes consideraram que o curso estava adequado à sua proposta, sendo bem-organizado e facilitando o processo de aprendizagem. Em termos de expectativa, 90,91% dos cursistas avaliaram o curso como “muito bom” ou superior.

No que diz respeito às atividades avaliativas e propostas do curso, 95,45% dos participantes concordaram totalmente que eram adequadas, enquanto 4,55% concordaram parcialmente. Alguns depoimentos podem ser destacados para ilustrar a percepção positiva dos cursistas:

Cursista X: “O tema foi muito bem desenvolvido, de forma clara e objetiva, proporcionando muitas reflexões e novas ideias.”

Cursista Y: “O curso trouxe uma visão ampliada sobre o Clube de Ciências, indo além dos microscópios e vidrarias. As propostas de atividades dinâmicas, os textos e vídeos foram bem-organizados, facilitando a compreensão e aguçando a curiosidade.”

Cursista Z: “Excelente curso. Devemos levar a ideia dos Clubes de Ciências para nossas escolas.”

Os depoimentos evidenciam não apenas a satisfação com os conteúdos e a estrutura do curso, mas também uma ressignificação do

conceito de Clube de Ciências por parte dos cursistas. Ao reconhecerem a potencialidade do curso em ampliar o repertório didático e em provocar reflexões sobre a prática docente, os participantes demonstraram envolvimento crítico e interesse em replicar a proposta em seus contextos escolares. Tal percepção aponta para a efetividade do MOOC como instrumento formativo, ao mobilizar conhecimento teórico-prático e fortalecer a compreensão dos cursistas sobre a interface entre educação ambiental e ensino investigativo.

Como principais resultados, destaca-se que a popularização do conhecimento sobre Clubes de Ciências no contexto da Educação Ambiental é viável por meio de MOOCs, dado o seu amplo alcance e a ausência de processo seletivo, permitindo que o conteúdo seja disseminado para diversas realidades e localidades.

As análises realizadas pelos cursistas na plataforma mostraram poucas variações em relação às funcionalidades, sejam elas positivas ou negativas. As análises realizadas pelos cursistas na plataforma indicaram uma experiência de navegação homogênea, sem relatos expressivos de dificuldades técnicas ou discrepâncias significativas no uso das funcionalidades. Isso revela que os recursos didáticos e interativos utilizados, como vídeos, fóruns e questionários, apresentaram desempenho estável, sendo considerados acessíveis e eficazes pela maioria dos participantes. De modo geral, é possível inferir que o curso contribuiu significativamente para o processo de aprendizagem dos cursistas e, sobretudo, para o aprimoramento de suas compreensões sobre os Clubes de Ciências no contexto da Educação Ambiental.

Considerações Finais

Este estudo teve como objetivo descrever o processo de planejamento e elaboração do curso MOOC *“Clubes de Ciências como Espaço de Aprendizagem para a Educação Ambiental”*, disponibilizado na plataforma MOOC do CEFOR/IFES. O curso demonstrou cumprir seu propósito ao apresentar os Clubes de Ciências como ambientes com grande potencial para a implementação da Educação Ambiental nas

escolas, inspirando os cursistas a replicar essa proposta em seus contextos educacionais.

A organização do curso favoreceu a compreensão dos participantes sobre o tema, tornando o conteúdo acessível e relevante. Vale destacar que o processo de criação do MOOC enfrentou e superou desafios, como a necessidade de produzir materiais, tanto textos quanto vídeos, de forma prática e com linguagem acessível. Essa abordagem inclusiva permitiu que o curso atingisse um público diversificado, abrangendo desde crianças até idosos.

Assim, o curso não apenas ampliou o acesso ao conhecimento, mas também quebrou barreiras de linguagem e formato, fortalecendo o papel dos Clubes de Ciências como espaços fundamentais para a Educação Ambiental em diversas faixas etárias.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o aporte financeiro da Fundação Renova, a partir de um convênio entre IFES, FACTO e Fundação RENOVA- Processo IFES nº23187.001719/2021-93.

Referências

ALARIO-HOYOS, C.; PÉREZ-SANAGUSTÍN, M.; CORMIER, D.; DELGADO-KLOOS, C. Proposal for a conceptual framework for educators to describe and design MOOCs. **Journal of Universal Computer Science**, v. 20, n. 1, p. 6-23, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.3217/jucs-020-01-0006>. Acesso em: 10 out. 2024.

AMADO, M. V.; VIEIRA, L. S. L.; KRAUZER, K. A. F.; NUNES, A. P. Educação ambiental: o que dizem os professores capixabas da bacia do rio Doce? **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, [S. l.], v. 14, n. 1, 14 jun. 2024. DOI: 10.36524/dect.v14i1.2799. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/dect/article/view/2799>. Acesso em: 10 out. 2024.

BARIN, C. S.; BASTOS, F. P. Problematização dos MOOC na atualidade: potencialidades e desafios. **Renote: Novas Tecnologias na Educação**, v. 11, n. 3, p. 1-9, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.44707>. Acesso em: 10 out. 2024.

BATTESTIN, V.; SANTOS, P. S. **Modelo ADDIEM - processo de criação de cursos MOOC**. Vitória, 2019. Disponível em: Modelo ADDIEM.docx. Acesso em: 22 fev. 2021.

CASTAÑEDA, R.; GARRISON, A.; HAEBERLI, P.; CRUMP, L.; ZINSSTAG, J.; RAVEL, A.; et al. First 'Global Flipped Classroom in One Health': from MOOCs to research on real world challenges. **One Health**, v. 5, p. 37-9, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2018.02.001>. Acesso em: 10 out. 2024.

MENEZES, C.; SCHROEDER, E. Clubes de Ciências: contribuições para a educação científica e o desenvolvimento da criatividade nas escolas. In: SCHROEDER, E.; SILVA, V. L. de S. **Novos Talentos: Processos Educativos em Ecoformação**. Blumenau: Nova Letra, 2014.

SKIBA, D. Disruption in higher education: Massively Open Online Courses (MOOCs). **Nursing Education Perspectives**, v. 33, n. 6, p. 416-417, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5480/1536-5026-33.6.416>. Acesso em: 10 out. 2024.

STELLA, L. **Desenvolvimento e validação de MOOC: uma abordagem quantitativa para a verificação de fatores positivos e negativos em sua aplicabilidade**. 2019. 32 f. Monografia (Especialização em Inovação e Tecnologias na Educação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019. Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/19629/1/CT_INTEDUC_I_2019_32.pdf. Acesso em: 9 jul. 2023.

Sobre os Autores

Andressa Antônio de Oliveira

andressa.loly@gmail.com

Orcid: 0000-0002-0720-655X

Doutoranda em Educação em Ciências e Matemática pelo Ifes (Campus Vila Velha). Mestre em Ensino na Educação Básica pela UFES (2018). Especialista em Educação Especial e Inclusiva (Multivix, 2015). Graduada em Ciências Biológicas (UFES, 2014) e em Pedagogia (Faculdade Única, 2024). Atua como professora de Ciências e Biologia na educação básica pública e privada em São Mateus-ES. Coordena o Clube de Ciências "Conhecer Ciências" e empreende com a produção de modelos didáticos tridimensionais. É pesquisadora no projeto Rio Doce Escolar (Ifes/Fundação Renova) e integra os grupos de pesquisa INOCRIE e NEFOP, com foco em inovação e criatividade no ensino de Ciências.

Clovés Lins Vicente

clovesbio@gmail.com

Orcid: 0000-0002-3646-4099

Mestre em Educação em Ciências e Matemática pelo EDUCIMAT/Ifes (2023). Especialista em Gestão Ambiental e Segurança no Trabalho

(UCAM, 2019), Informática na Educação (Ifes, 2013) e Supervisão e Coordenação Pedagógica (ISECUB, 2010). Graduado em Ciências Biológicas (Centro Universitário São Camilo, 2009) e em Pedagogia (Faculdade UNISABER, 2010). Atua como professor efetivo nas redes municipal e estadual de Marataízes (ES).

Isaura Alcina Martins Nobre

isaura.ead@gmail.com

Orcid: 0000-0002-9218-4964

Doutora (2013) e Mestre (2002) em Educação e Informática pela UFES. Bacharel em Ciência da Computação pela UFV/MG (1991). Professora e pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (EDUCIMAT/Ifes) desde 2014, orientando pesquisas sobre práticas pedagógicas e tecnologias educacionais. Atuou como professora efetiva do Ifes (1993–2018), coordenando cursos presenciais e a distância, e foi Coordenadora-Geral de Ensino do Cefor/Ifes (2018). Entre 2019 e 2021, foi Subsecretária de Planejamento e Avaliação da SEDU/ES, liderando projetos voltados à avaliação, reorganização institucional e ampliação da formação continuada. Tem interesse em Tecnologias Educacionais, Formação de Professores, Educação a Distância e Avaliação.

Marize Lyra Silva Passos

marize.passos@gmail.com

Orcid: 0000-0001-7047-5018

Professora Titular e Pesquisadora no Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), Brasil. Atua na área de inovação pedagógica com ênfase em TICs, metodologias ativas e avaliação da aprendizagem. É docente nos níveis técnico, superior e de pós-graduação, incluindo mestrado e doutorado profissional, presencial e a distância. Possui pós-doutorado pela Universidade HAMK (Finlândia, 2019), duplo doutorado em Engenharia (UFRGS, 2018) e Educação (Universidad del Norte, Paraguai, 2014), mestrado em Informática (UFES, 2000), e graduação em Engenharia de Petróleo (2006) e Administração (1999). Participou dos programas VET Teachers for the Future (2016) e FiTT (2017), realizados na Finlândia. É docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (EDUCIMAT/Ifes).

Informações aos autores

INFORMAÇÕES SOBRE A REVISTA

A KIRI-KERÊ – Pesquisa em Ensino é uma publicação do Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica (PPGEEB) dedicada a área de Ensino com uma abordagem interdisciplinar. A Revista procura atingir um público formado por pesquisadores, alunos e professores em todos os níveis.

A KIRI-KERÊ adota a publicação contínua com 2 fascículos por ano.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

A KIRI-KERÊ é destinada à divulgação de trabalhos de pesquisa e estudos teóricos em Ensino e Educação de forma ampla, envolvendo questões de fundamentação e metodologia de pesquisa educacional com relevância para o ensino das diferentes áreas. A revista também publica resenhas de livros e resumos de dissertação e teses.

Os autores devem registrar-se no sistema eletrônico de submissão (Periódicos da UFES), fornecendo todas as informações solicitadas. Dentro da área do usuário, além de submeter o seu artigo, os autores poderão acompanhar o processo editorial desde a submissão até a eventual publicação. Os artigos devem ser submetidos em formato .doc ou .docx. Os artigos devem ser inéditos no Brasil e não estar sob avaliação em nenhuma outra publicação científica congênere.

Aceitam-se artigos, resenhas, resumos de teses e dissertações e relatos de experiência em ensino em português e inglês. Os autores devem indicar a seção mais apropriada para o seu trabalho. Além do título, resumo e palavras-chave, na língua de redação do artigo, os autores devem registrar no texto do artigo as versões desses itens em português ou inglês, conforme o caso. Ou seja, os títulos, resumos e palavras-chave devem ser bilíngues.

Qualquer referência aos autores deve ser retirada do texto, inclusive das propriedades do documento.

Os artigos deverão ter no mínimo 10 e no máximo 25 páginas digitadas, em fonte Arial, corpo 12, espaçamento de 1.5. Margens de 3 cm. As citações com mais de 3 linhas de devem ser destacadas do

texto, compondo parágrafo com recuo à direita de 4 cm, em Arial, corpo 11.

As citações dos autores no texto, bem como as referências do final do artigo, devem seguir as normas da ABNT. Havendo dúvidas, os autores devem consultar artigos publicados nos fascículos mais recentes da revista, ou utilizar o *template* (modelo) disponível no sítio.

Caso a pesquisa tenha apoio financeiro de alguma instituição esta deverá ser mencionada.

A revista também aceita resenhas de obras clássicas ou recém editadas. As normas são as mesmas para os artigos, excetuando-se o tamanho que não pode ultrapassar 10 páginas.

Os resumos de teses e dissertações não podem ultrapassar 10 páginas.

Os relatos de experiência de no máximo 10 páginas devem envolver descrições de experiências em ensino.

Os autores aceitam, quando do envio de seus trabalhos, a cessão dos direitos editoriais dos mesmos.

As opiniões publicadas são de inteira responsabilidade dos autores dos textos

Todos os artigos submetidos estão sujeitos a uma verificação inicial e a um processo de avaliação por pares. As submissões que não estiverem de acordo com as normas da revista, ou que contiverem ilustrações e texto de difícil leitura ou reprodução, serão devolvidas aos autores para as devidas correções antes do processo de avaliação.