

# O Impacto das Tecnologias Avançadas na Aprendizagem das Disciplinas de Exatas: Um Mapeamento Sistemático Sobre o Uso de Plataformas EAD

Lucas Marques Dourado<sup>1</sup>, Raul Augusto da Silva Neto<sup>1</sup>,  
João Marques Alves<sup>1</sup>, Daniel Da Conceição Santos<sup>1</sup>, Gilton José Ferreira Da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Computação (DCOMP) – Universidade Federal de Sergipe (UFS)  
Av. Marechal Rondon, s/n – Jardim Rosa Elze – CEP 49100-000  
São Cristóvão – SE – Brazil

raulneto@dcomp.ufs.br, guru01@dcomp.ufs.br

lucasmrques23@academico.ufs.br, joaozin@academico.ufs.br)

gilton@dcomp.ufs.br

**Abstract.** *This study investigates the use of innovative digital tools in distance education (EAD) for exact sciences, evaluating their impact on learning and the challenges involved. Through a literature analysis, technologies such as interactive virtual environments and adaptive learning systems are mapped. The results show that these tools increase student engagement and understanding, but significant barriers remain, such as limitations in infrastructure and the need for teacher training. The study proposes recommendations aimed at enhancing the understanding of technologies in distance education, contributing to the effectiveness and inclusivity of educational practices.*

**Resumo.** *Este estudo investiga o uso de ferramentas digitais inovadoras no ensino a distância (EAD) para disciplinas exatas, avaliando seu impacto no aprendizado e os desafios envolvidos. Através de uma análise da literatura, mapeiam-se tecnologias como ambientes virtuais interativos e sistemas adaptativos de aprendizagem. Os resultados mostram que essas ferramentas aumentam o engajamento e a compreensão dos alunos, mas há barreiras significativas, como limitações de infraestrutura e a necessidade de capacitação docente. O estudo propõe recomendações que visam melhorar a compreensão das tecnologias no ensino a distância, contribuindo para a eficácia e inclusão nas práticas educacionais.*

## 1. Introdução

O panorama educacional contemporâneo é profundamente influenciado pela revolução digital, especialmente no contexto do Ensino a Distância (EAD) [Xia 2023]. Este estudo examina como as inovações tecnológicas estão remodelando o ensino de disciplinas exatas nesse cenário, com foco nas oportunidades e desafios que emergem dessa interseção entre tecnologia e educação [Rueda-Gómez et al. 2024].

As disciplinas exatas, tradicionalmente consideradas desafiadoras por muitos estudantes, encontram nas plataformas de EAD um terreno fértil para novas abordagens pedagógicas [Wong et al. 2022]. Ferramentas como simulações interativas e laboratórios virtuais permitem aos alunos visualizar e manipular conceitos abstratos, potencialmente facilitando uma compreensão mais profunda e intuitiva [Kapici et al. 2022].

No entanto, a implementação de tecnologias na educação enfrenta obstáculos, como a disparidade no acesso à infraestrutura digital e a adaptação dos métodos de ensino, especialmente para alunos com necessidades educacionais especiais [Hermita et al. 2023]. A transição para o ensino remoto, acelerada pela pandemia de COVID-19, evidenciou essas questões. Pesquisas indicam que o ensino online pode prejudicar alunos com dificuldades de autodisciplina [Wong et al. 2022], enquanto outros estudos destacam o impacto positivo do metaverso no engajamento, ressaltando a necessidade de uma abordagem inclusiva na implementação dessas tecnologias [Chen et al. 2024].

Este estudo realiza um mapeamento sistemático das tecnologias atualmente empregadas no ensino de disciplinas exatas em ambientes EAD. Os objetivos específicos incluem:

1. Identificar e categorizar as principais ferramentas tecnológicas em uso;
2. Avaliar o impacto dessas tecnologias no desempenho e engajamento dos estudantes;
3. Analisar os desafios enfrentados na implementação e uso efetivo dessas ferramentas;
4. Propor estratégias para otimizar a integração dessas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem.

A relevância desta pesquisa se fundamenta na crescente dependência de plataformas digitais no ensino superior e na necessidade de compreender como essas ferramentas podem ser utilizadas de forma eficaz, especialmente em disciplinas que tradicionalmente apresentam altos índices de dificuldade e evasão.

Nas seções seguintes, apresenta-se uma revisão da literatura pertinente, seguida pela descrição detalhada da metodologia empregada no mapeamento sistemático. Em seguida, os resultados são discutidos, culminando em uma análise crítica das implicações para o futuro do ensino de disciplinas exatas em ambientes EAD. Por fim, abordam-se as limitações do estudo e sugerem-se direções para pesquisas futuras nesse campo em constante evolução.

## 2. Fundamentação Teórica

Nesta seção, serão discutidos os principais conceitos e teorias que norteiam o estudo sobre o impacto das tecnologias avançadas na aprendizagem das disciplinas de

exatas em plataformas de Educação a Distância (EAD). As subseções a seguir abordarão definições, características e discussões presentes na literatura sobre o uso de tecnologias como inteligência artificial, aprendizado adaptativo, realidade aumentada, e outras inovações no contexto educacional. Serão utilizados trabalhos confiáveis, com destaque para artigos advindos do Periódico Capes e outras fontes reconhecidas.

### **2.1. Tecnologias Avançadas em EAD**

A inteligência artificial (IA) desponta como uma das tecnologias mais promissoras na transformação da educação. A IA possibilita o desenvolvimento de plataformas que oferecem suporte personalizado, com base no desempenho e nas necessidades específicas de cada aluno, promovendo uma aprendizagem mais adaptada e eficiente [Xia 2023]. Ferramentas de aprendizado adaptativo, que utilizam algoritmos para ajustar o conteúdo de acordo com o progresso do estudante, têm mostrado resultados positivos na melhoria do engajamento e no desempenho acadêmico [Wong et al. 2022].

A realidade aumentada (RA) e a realidade virtual (RV) são inovações que têm revolucionado o ensino de disciplinas exatas, permitindo aos alunos explorar conceitos complexos por meio de ambientes imersivos e interativos. Essas tecnologias promovem uma experiência de aprendizagem mais prática e envolvente, facilitando a compreensão de conceitos abstratos que são frequentemente desafiadores em disciplinas como física, química e matemática [Kapici et al. 2022]. No entanto, a implementação dessas tecnologias requer uma infraestrutura digital robusta e pode enfrentar desafios em contextos de desigualdade de acesso [Hermita et al. 2023].

As discussões presentes na literatura também destacam a necessidade de abordagens pedagógicas que considerem as particularidades dos alunos em ambientes digitais. Pesquisas apontam que o ensino em plataformas de EAD demanda não apenas tecnologias avançadas, mas também estratégias de ensino inclusivas, capazes de apoiar estudantes com diferentes níveis de autonomia e autodisciplina [Chen et al. 2024].

### **2.2. Impacto na Aprendizagem das Disciplinas de Exatas**

O impacto das tecnologias avançadas na aprendizagem de disciplinas exatas é amplamente estudado, apontando para uma melhora significativa no desempenho acadêmico dos alunos. A adoção de plataformas de aprendizado online facilita o acesso a recursos educacionais de alta qualidade e a personalização do ensino [Rueda-Gómez et al. 2024].

Pesquisas também indicam que o uso de simulações computacionais em disciplinas como física pode melhorar a compreensão dos alunos sobre conceitos complexos. Em um estudo realizado em uma turma de física do ensino médio, foi observado que os alunos que utilizaram simulações tiveram um desempenho superior àqueles que seguiram métodos tradicionais de ensino [Abtokhi et al. 2024]. Essa abordagem permite que os alunos explorem diferentes cenários e observem os resultados de forma dinâmica, o que não seria possível em um ambiente de aprendizado convencional.

### **2.3. Desafios e Limitações**

Apesar dos benefícios, a implementação de tecnologias avançadas em plataformas EAD enfrenta desafios significativos. A resistência de alguns professores à adoção de novas tecnologias, muitas vezes relacionada à falta de treinamento adequado ou ao receio

de não dominar as ferramentas, limita o potencial dessas inovações [Wong et al. 2022]. Além disso, a desigualdade no acesso a dispositivos tecnológicos e à internet de alta qualidade permanece uma barreira para muitos estudantes, especialmente em regiões menos desenvolvidas [Chen et al. 2024].

Outro desafio é a necessidade de adaptação dos currículos e métodos de avaliação para incorporar efetivamente essas tecnologias. Muitos sistemas educacionais ainda se baseiam em modelos tradicionais de ensino, que podem não ser adequados para a integração de tecnologias como IA e RA [Xia 2023]. A criação de ambientes de aprendizado eficazes requer uma reestruturação profunda dos processos educacionais e investimento contínuo em formação docente e infraestrutura tecnológica.

### **3. Metodologia**

A metodologia adotada neste estudo baseia-se em uma revisão sistemática sobre o uso de tecnologias avançadas em plataformas de Educação a Distância (EAD) voltadas para o ensino de disciplinas de exatas. A revisão é orientada por questões de pesquisa específicas, que abordam as tecnologias empregadas, sua eficácia, as disciplinas beneficiadas, os desafios e limitações, além do impacto na performance e engajamento dos alunos.

#### **3.1. Questões de pesquisa**

1. Quais são as principais tecnologias avançadas empregadas em plataformas EAD para o ensino de disciplinas de exatas?
2. O quanto é a eficácia dessas tecnologias em ambiente EAD?
3. Quais disciplinas de Exatas são beneficiadas com a Implementação de Tecnologias em plataformas de EAD?
4. Quais desafios e limitações têm sido identificadas no uso de tecnologias avançadas em EAD?
5. Como os estudos existentes avaliam o impacto dessas tecnologias na performance e engajamento dos alunos?

#### **3.2. Estratégia de busca**

Descrição das estratégias de busca, informando as bases e as strings utilizadas.

Foram utilizadas as seguintes bases de pesquisa:

- Scopus (<http://www.scopus.com/>);
- IEEE Xplore Digital Library (<http://ieeexplore.ieee.org/>);
- Web of Science <https://www.webofknowledge.com/>;
- Science Direct (<http://www.sciencedirect.com/>);
- ACM Digital Library (<http://portal.acm.org/>);

Na Tabela 1 é apresentada as palavras-chave para as buscas nas bases apresentadas.

**Tabela 1. Palavras-Chave utilizadas na string de busca.**

Palavras-chave	<i>Sinônimos em inglês</i>
Estudantes	<i>students, learners, undergraduates</i>
Plataformas EAD	<i>traditional teaching, face-to-face learning</i>
Ciências exatas	<i>academic performance</i>
Desempenho acadêmico	<i>mathematics, physics, chemistry, exact sciences</i>

Na tabela 2 é apresentada a string de busca utilizada nas buscas nas bases apresentadas.

**Tabela 2. String utilizada para realizar as buscas nas bases**

( (students OR learners OR undergraduates) AND ("online learning platforms" OR "distance education" OR "online learning") AND ("academic performance" OR "conceptual understanding") AND (mathematics OR physics OR chemistry OR "Exact sciences") )

A seguir os Critérios de Inclusão:

1. Estar disponíveis por completo;
2. Estudos de apoio a decisões;
3. Estudos que utilizam tecnologia no ensino de disciplinas de Exatas.

A seguir os Critérios de Exclusão:

1. Artigo não disponível por completo;
2. Conferência não é utilizado;
3. Estudos Secundários e Terciários;
4. Estudos duplicados;
5. Estudos em qualquer idioma que não seja Inglês e Português;
6. Estudos que não utilizam tecnologia no ensino de Exatas;
7. Excluir artigos anteriores a 2015;
8. Excluir Literatura cinza (manuais, relatórios, teses, dissertações);

### **3.3. Justificativa para o Período de Busca**

A escolha do período de busca a partir de 2015 foi motivada pelas significativas transformações no uso de tecnologias educacionais, especialmente no ensino a distância (EAD), ocorridas a partir desse período. A partir de 2015, o desenvolvimento de plataformas EAD e o uso de tecnologias avançadas para o ensino de ciências exatas aumentaram substancialmente, com novas abordagens pedagógicas e ferramentas mais eficazes para a educação online. Além disso, o objetivo é capturar uma visão clara do cenário antes e depois da pandemia de COVID-19, para avaliar o quanto a crise sanitária global acelerou e intensificou o uso dessas tecnologias no ensino. Esse recorte temporal permite observar como a pandemia influenciou a transição para o ensino remoto e impulsionou o uso de novas ferramentas no contexto educacional.

## **4. Resultados e Discussão**

Nas próximas seções, serão discutidas as respostas para as perguntas de pesquisa levantadas, com base na análise de artigos científicos revisados. Além disso, será apresentado um fluxograma detalhando o processo de extração e seleção dos artigos, destacando os critérios utilizados para inclusão e exclusão. Por fim, serão discutidos os principais achados e implicações para o ensino de disciplinas de exatas em plataformas de EAD.

## 4.1. Resultados

A primeira etapa do processo de seleção dos artigos consiste na leitura dos títulos dos artigos retornados pela base de dados, seguida pela análise das palavras-chave, resumos e conclusões. São excluídos os artigos cujos títulos não estão relacionados ao impacto das tecnologias avançadas na aprendizagem de disciplinas exatas ou ao uso de plataformas de EAD. Inicialmente, identifica-se um total de 795 artigos nas bases de dados. Após a leitura dos títulos, resumos, palavras-chave e conclusões, restam 9 artigos, que são selecionados para leitura completa e inclusão na síntese final, conforme apresentado na Figura 1.

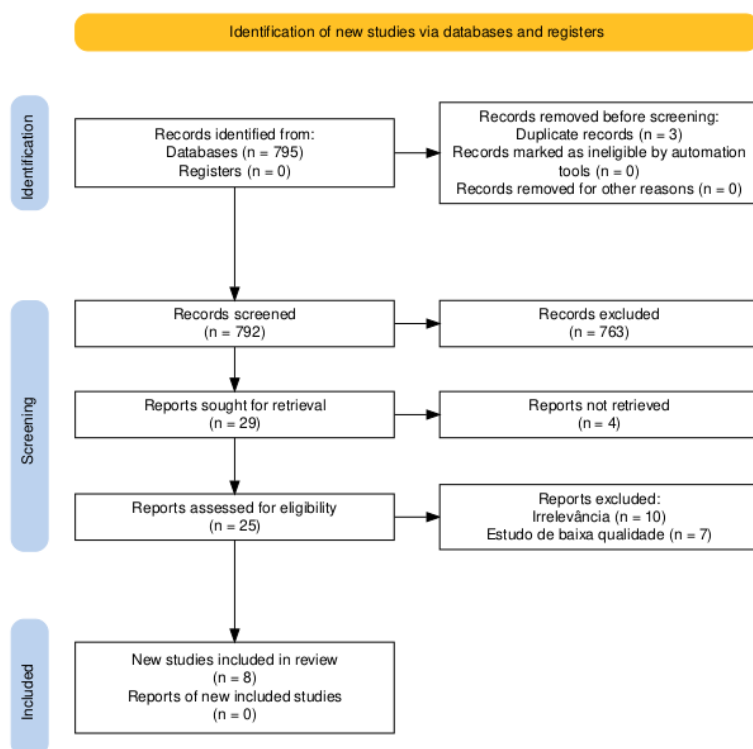


Figura 1. Gráfico de prisma com a extração de dados

## 4.2. Resumos dos trabalhos

O estudo de [Hermita et al. 2023], analisa os fatores que influenciam a intenção de professores do ensino fundamental em usar livros didáticos digitais, com base em dados de 493 professores em Riau, Indonésia. Usando modelagem de equações estruturais, os resultados mostram que expectativa de desempenho, esforço, influência social, oportunidades de aprendizagem, autoeficácia e condições facilitadoras afetam positivamente essa intenção, sendo a influência social o fator mais relevante. Por outro lado, atitudes, hábitos de uso de TIC, gênero, idade e nível educacional não tiveram impacto significativo. O estudo oferece insights úteis para o governo e escolas sobre a adoção de livros digitais.

A pesquisa de [Hung and Young 2021] investiga a integração da aprendizagem online aberta em uma sala de aula de física térmica em Taiwan, permitindo que os 89 alunos escolham seus modos de aprendizagem preferidos, como ensino presencial e online. A

pesquisa utilizou um design quase-experimental, avaliando o desempenho acadêmico por meio de testes e questionários. Os resultados mostram que a tecnologia da informação transforma o ensino, adaptando-se às diversas necessidades dos alunos e criando um aprendizado centrado no aluno nas instituições de ensino superior.

O estudo de [Abtokhi et al. 2024], investiga a implementação da aprendizagem colaborativa na educação em Física Básica utilizando o Moodle (LMS). Foram formados 17 grupos com 51 alunos para participar de discussões presenciais e online. A análise comparou os resultados antes e depois do uso do LMS, mostrando que o Moodle melhorou significativamente as discussões em grupo e a resolução de problemas, destacando seu potencial para enriquecer a aprendizagem colaborativa e aumentar o engajamento dos alunos.

O estudo de [Xia 2023], explora o impacto da aprendizagem assistida por computador na transição de aulas presenciais para o formato online, focando em matemática. Embora essa tecnologia seja comum em aulas presenciais, seu uso online ainda é pouco explorado. A pesquisa destaca a importância de fatores como desempenho, autoeficácia e motivação, oferecendo insights para aprimorar a educação a distância.

A pesquisa de [Wong et al. 2022] explora o impacto da pandemia de COVID-19 na educação superior, destacando a transição para o aprendizado online em disciplinas de matemática discreta. Embora o ensino online ofereça flexibilidade, pode prejudicar alunos com dificuldades de autodisciplina, afetando seu engajamento. Os resultados indicam que um maior nível de engajamento não necessariamente se traduz em melhor desempenho acadêmico, e a conclusão de tarefas não correlaciona com o desempenho dos alunos. Isso sugere que é essencial desenvolver estratégias online diversificadas para promover tanto o engajamento quanto o desempenho acadêmico na criação de cursos virtuais.

O estudo de [Rueda-Gómez et al. 2024], examina a implementação da plataforma online "PREIN" em uma instituição de ensino superior na Colômbia desde 2018, voltada para cursos como Administração, Contabilidade e Engenharia. Professores acompanharam a implementação e observaram melhorias no desempenho acadêmico, com aumento nas taxas de aprovação e redução da evasão. Grupos focais com professores identificaram fatores de sucesso, como motivação extrínseca por recompensas, contribuição tecnológica, conhecimento prévio dos alunos e a metodologia de ensino. A plataforma não só facilita o aprendizado, mas também promove maior interação entre alunos e professores.

A pesquisa de [Chen et al. 2024] investiga a utilização do metaverso na educação, apresenta potencial para transformar o ensino ao integrar ambientes digitais interativos. Um estudo realizado com 278 alunos do ensino médio e fundamental na China explora os efeitos dessa tecnologia no desempenho acadêmico, engajamento e motivação dos estudantes. Os resultados indicam melhorias significativas nas notas em diversas disciplinas, como matemática, literatura e história para alunos do sétimo ano, e em língua chinesa, literatura e química para alunos do décimo ano. Além disso, os níveis de engajamento e motivação foram maiores no grupo que utiliza o metaverso, demonstrando o impacto positivo dessa tecnologia no ambiente educacional.

O trabalho de [Kapici et al. 2022], o estudo compara os argumentos escritos de professores de ciências em formação (PSTs) em laboratórios práticos (HL) e virtuais

(VL), utilizando a abordagem Science Writing Heuristic (SWH). Os PSTs em ambos os ambientes produziram argumentos de qualidade intermediária, com desempenho superior no VL, principalmente nas seções de questões, evidências e representações multimodais. O uso de ferramentas online no VL facilita a apresentação de evidências mais confiáveis, enquanto no HL surgiram dificuldades com representações multimodais e limitações de tempo. A pesquisa conclui que o SWH é eficaz em ambos os ambientes, indicando que a combinação de HL e VL pode gerar resultados melhores.

### **4.3. Principais Tecnologias Avançadas em Plataformas EAD para Disciplinas de Exatas**

Com base no artigo e nas referências citadas, as principais tecnologias avançadas empregadas em plataformas EAD para o ensino de disciplinas de exatas incluem:

- Gamificação: Implementação de elementos de jogos para aumentar a motivação e o engajamento dos alunos [Wong et al. 2022]
- Simulações interativas e laboratórios virtuais: Permitem a visualização e interação com fenômenos físicos complexos [Abtokhi et al. 2024]
- Sistemas de tutoria inteligente baseados em IA: Oferecem feedback personalizado e adaptativo em tempo real [Xia 2023]
- Realidade Virtual (VR): Utilizada para criar experiências imersivas de aprendizagem [Chen et al. 2024]
- Análise de aprendizagem: Ferramentas que analisam dados dos estudantes para otimizar o processo de aprendizagem [Kapici et al. 2022]

### **4.4. Eficácia das Tecnologias em Ambientes EAD**

A eficácia dessas tecnologias em ambientes EAD tem se mostrado promissora, embora variável dependendo do contexto e da implementação:

- A gamificação demonstrou aumentar significativamente a motivação e o engajamento dos alunos, levando a melhores resultados de aprendizagem [Wong et al. 2022].
- Simulações e laboratórios virtuais proporcionam uma compreensão mais profunda de conceitos abstratos em disciplinas como física [Abtokhi et al. 2024].
- Sistemas de tutoria inteligente têm se mostrado eficazes na adaptação às necessidades individuais dos alunos, especialmente em problemas matemáticos complexos [Xia 2023].
- A análise de aprendizagem tem demonstrado potencial para melhorar o desempenho dos alunos, por meio da personalização do ensino [Chen et al. 2024].

### **4.5. Disciplinas de Exatas Beneficiadas**

As disciplinas de exatas que mais se beneficiam da implementação de tecnologias em plataformas EAD incluem:

- Matemática: Beneficia-se de sistemas de tutoria inteligente e ferramentas de visualização [Xia 2023].
- Física: Utiliza simulações interativas e laboratórios virtuais para demonstrar conceitos complexos [Abtokhi et al. 2024].
- Ciência da Computação: Aproveita ambientes de programação virtual e realidade virtual [Chen et al. 2024].

### **4.6. Desafios e Limitações Identificados**

Os principais desafios identificados incluem a resistência dos professores em adotar novas tecnologias, frequentemente devido à falta de treinamento e ao receio de não



dominá-las [Wong et al. 2022]. Essa resistência impede a inovação e reforça a necessidade de programas de capacitação contínua que apoiem os docentes na utilização de ferramentas digitais. Além disso, a desigualdade no acesso a dispositivos e internet de qualidade agrava as disparidades educacionais, exigindo políticas públicas que garantam maior acessibilidade tecnológica [Rueda-Gómez et al. 2024]. A adaptação curricular e dos métodos de avaliação é igualmente crucial, pois uma reestruturação é necessária para integrar efetivamente as inovações tecnológicas no ensino [Kapici et al. 2022].

#### **4.7. Impacto na Performance e Engajamento dos Alunos**

Os impactos das tecnologias avançadas na performance e engajamento dos alunos incluem melhorias significativas no desempenho acadêmico, especialmente em disciplinas de exatas, conforme demonstrado por diversas pesquisas [Rueda-Gómez et al. 2024]; maior compreensão de conceitos complexos por meio de simulações interativas, como evidenciado em estudos sobre o uso de laboratórios virtuais [Abtokhi et al. 2024]; e aumento da motivação e participação dos alunos através de plataformas de aprendizado personalizadas e interativas, que têm mostrado resultados positivos em contextos de ensino adaptativo [Chen et al. 2024].

### **5. Ameaças à validade**

Ao utilizar nossa string de busca, obtivemos um total de 795 artigos. No entanto, identificamos algumas ameaças à validade deste mapeamento, que incluem:

- **Dificuldades de Acesso:** Apesar de utilizarmos o Periódico Capes, enfrentamos problemas de acesso a alguns artigos, o que pode ter limitado a abrangência da nossa pesquisa.
- **Artigos Antigos:** Um número considerável de artigos incluídos na busca é de fontes muito antigas, o que pode comprometer a relevância das informações e resultados para o contexto atual do ensino das disciplinas exatas.
- **Conteúdo Irrelevante:** Alguns artigos encontrados apresentaram conteúdos que não possuem lógica ou conexão com o tema abordado, o que pode distorcer as conclusões do mapeamento.
- **Perspectiva dos Autores:** Embora a maioria dos autores apresente resultados positivos em relação a novas formas de ensino de disciplinas exatas e ao acesso a inovações educacionais, é importante destacar que as dificuldades identificadas são numerosas e requerem soluções significativas.

### **6. Considerações Finais**

O estudo aponta que o uso de tecnologias avançadas em plataformas EAD, como gamificação, simuladores interativos e laboratórios virtuais, traz resultados positivos no ensino de disciplinas de exatas. Essas ferramentas não só melhoram o desempenho acadêmico dos alunos, mas também aumentam a motivação e o engajamento, promovendo uma experiência educacional mais dinâmica e interativa.

No entanto, desafios como a resistência à mudança e a desigualdade no acesso às tecnologias ainda precisam ser abordados. Esses fatores podem limitar o impacto das inovações educacionais e exigem atenção para garantir que todos os alunos tenham oportunidades iguais de usufruir dos benefícios proporcionados pelas tecnologias no ensino a distância.

Por fim, a pesquisa sugere que, para que essas ferramentas sejam plenamente aproveitadas, é necessário investir em formação continuada dos professores e na adaptação curricular. Isso permitirá que as tecnologias sejam integradas de maneira eficaz, contribuindo para a criação de um ambiente de aprendizagem mais flexível, personalizado e alinhado às necessidades contemporâneas da educação.

## Agradecimentos

Gostaríamos de expressar nossa sincera gratidão ao nosso orientador, por sua valiosa orientação e pelo compartilhamento de seu vasto conhecimento ao longo da realização deste artigo. Agradecemos também à Universidade Federal de Sergipe, pela oportunidade de desenvolver este trabalho em um ambiente acadêmico estimulante, além de reconhecer a infraestrutura e o suporte fornecidos, que foram essenciais para a conclusão desta pesquisa.

## Referências

- [Abtokhi et al. 2024] Abtokhi, A., Fahmi, H., and Sholahuddin, M. (2024). The impact of moodle lms integration on group discussions to support collaborative learning. In *2024 21st International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE)*, pages 642–647. IEEE.
- [Chen et al. 2024] Chen, G., Jin, Y., and Chen, P. (2024). Development of a platform for state online education services: Design concept based on meta-universe. *Education and Information Technologies*, pages 1–25.
- [Hermita et al. 2023] Hermita, N., Wijaya, T. T., Yusron, E., Abidin, Y., Alim, J. A., and Putra, Z. H. (2023). Extending unified theory of acceptance and use of technology to understand the acceptance of digital textbook for elementary school in indonesia. In *Frontiers in Education*, volume 8, page 958800. Frontiers Media SA.
- [Hung and Young 2021] Hung, H.-C. and Young, S. S.-C. (2021). Unbundling teaching and learning in a flipped thermal physics classroom in higher education powered by emerging innovative technology. *Australasian Journal of Educational Technology*, 37(4):89–99.
- [Kapici et al. 2022] Kapici, H. O., Akcay, H., and Koca, E. E. (2022). Comparison of the quality of written scientific arguments in different laboratory environments. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(1):69–88.
- [Rueda-Gómez et al. 2024] Rueda-Gómez, K. L., Rodríguez-Muñiz, L. J., and Muñiz-Rodríguez, L. (2024). Factors that mediate the success of the use of online platforms to support learning: the view of university teachers. *Education and Information technologies*, 29(2):2459–2482.
- [Wong et al. 2022] Wong, S. F., Mahmud, M. M., and Wong, S. S. (2022). Students’ performance and engagement in discrete mathematics online learning during covid-19 pandemic. In *Advances in Information, Communication and Cybersecurity: Proceedings of ICI2C’21*, pages 354–365. Springer.
- [Xia 2023] Xia, S. (2023). The impact of computer-assisted learning (cal) in distance learning on students’ mathematics performance. In *2023 IEEE 12th International Conference on Educational and Information Technology (ICEIT)*, pages 53–58. IEEE.