



# O USO DE SIMULADORES VIRTUAIS NO ENSINO DE FÍSICA EM CURSOS DE ENGENHARIA A DISTÂNCIA: UMA ABORDAGEM BASEADA EM LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS

THE USE OF VIRTUAL SIMULATORS IN PHYSICS EDUCATION IN DISTANCE ENGINEERING COURSES: A PROJECTILE LAUNCH-BASED APPROACH

Márcio Heron da Silveira Júnior<sup>1</sup>, Renan Zunta Raia<sup>2</sup>, Karina Gomes Rodrigues<sup>3</sup>

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v44p267-276.2025

**RESUMO:** O ensino de Física I em cursos de Engenharia a distância apresenta desafios significativos, principalmente no que tange à compreensão e à aplicação prática dos conceitos teóricos. A ausência de um laboratório físico pode dificultar a assimilação de temas como cinemática e dinâmica. Nesse contexto, os laboratórios virtuais surgem como alternativas eficazes para possibilitar a experimentação e a análise de fenômenos físicos de maneira interativa e acessível. Este artigo investiga a eficácia do uso de um laboratório virtual, especificamente o PhET da Universidade do Colorado, na realização de uma aula prática sobre lançamento de projéteis. A metodologia adotada envolveu a utilização do simulador para a análise de variáveis como altura inicial, ângulo e velocidade de lançamento. Os resultados indicam que a simulação proporcionou uma melhor compreensão dos fenômenos físicos, favorecendo a visualização e a análise dos conceitos em um ambiente controlado. Além disso, os estudantes puderam realizar previsões, comparar resultados experimentais e matemáticos e identificar padrões de comportamento do projétil. Conclui-se que o uso de laboratórios virtuais é uma ferramenta pedagógica eficaz para complementar o ensino de Física em cursos EAD, promovendo maior engajamento e aprendizado ativo por parte dos alunos.

**PALAVRAS-CHAVE:** ensino de Física; Engenharia; educação a distância; laboratório virtual; lançamento de projéteis; simuladores virtuais.

**ABSTRACT:** The teaching of Physics I in distance engineering courses presents significant challenges, mainly concerning the understanding and practical application of theoretical concepts. The absence of a physical laboratory can hinder the assimilation of topics such as kinematics and dynamics. In this context, virtual laboratories emerge as effective alternatives to enable experimentation and the analysis of physical phenomena in an interactive and accessible manner. This article investigates the effectiveness of using a virtual laboratory, specifically the PhET simulator from the University of Colorado, in conducting a practical lesson on projectile motion. The adopted methodology involved using the simulator to analyze variables such as initial height, launch angle, and launch velocity. The results indicate that the simulation provided a better understanding of physical phenomena, facilitating the visualization and analysis of concepts in a controlled environment. Additionally, students were able to make predictions, compare experimental and mathematical results, and identify projectile behavior patterns. It is concluded that the use of virtual laboratories is an effective pedagogical tool to complement the teaching of Physics in distance learning courses, promoting greater engagement and active learning among students.

**KEYWORDS:** Physics teaching; Engineering; distance education; virtual laboratory; projectile motion; virtual simulators.

<sup>1</sup> Centro Universitário UniBrasil, marciosilveira@unibrasil.com.br, orcid.org/0000-0001-5703-4242

<sup>2</sup> Centro Universitário UniBrasil, renanraia@unibrasil.com.br, orcid.org/0000-0002-8775-3763

<sup>3</sup> Centro Universitário UniBrasil, karinarodrigues@unibrasil.com.br, orcid.org/0000-0001-9315-3249



## INTRODUÇÃO

O ensino de disciplinas fundamentais, como Física I, em cursos de Engenharia a distância, exige estratégias didáticas inovadoras para garantir o aprendizado efetivo dos alunos. A compreensão de conceitos físicos depende, em grande parte, da experimentação prática, que possibilita a verificação e a visualização de fenômenos naturais (Norton e Schmidt, 2020). No entanto, no contexto do ensino a distância, a falta de laboratórios físicos representa uma barreira para a experimentação direta. Como alternativa, os laboratórios virtuais oferecem simulações interativas que permitem aos alunos manipularem variáveis, realizar medições e observar resultados em tempo real (Wilson e Lowe, 2019).

Além de fornecer um ambiente seguro para experimentação, os simuladores virtuais também permitem a repetição ilimitada dos testes, favorecendo a aprendizagem baseada na tentativa e erro. Segundo Santos e Oliveira (2022), os estudantes que utilizam laboratórios virtuais apresentam um nível maior de retenção do conhecimento em comparação com aqueles que apenas realizam leituras teóricas. Assim, a adoção dessas ferramentas pode contribuir significativamente para a democratização do ensino, tornando o aprendizado mais acessível e eficiente.

Outro aspecto relevante do uso de simuladores no ensino de Física I é a possibilidade de personalização dos experimentos. De acordo com Lima, Souza e Alves (2021), a adaptação dos parâmetros de simulação de acordo com as necessidades individuais dos alunos melhora a compreensão dos conceitos e estimula o pensamento crítico. Dessa forma, a inclusão de simuladores no Ensino de Engenharia a distância amplia as possibilidades didáticas, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico e interativo.

## METODOLOGIA

A metodologia adotada consistiu na utilização do simulador “Movimento de Projéteis” do PhET, que permite aos estudantes explorarem de forma interativa as equações do movimento de um projétil. Foram analisadas as variáveis envolvidas no fenômeno, como altura inicial, ângulo de lançamento e velocidade inicial, e os estudantes foram incentivados a fazer previsões e compará-las com os resultados obtidos no simulador.



Segundo Costa e Pereira (2020), o uso de simulações computacionais no ensino de ciências melhora a assimilação de conceitos abstratos, uma vez que os alunos conseguem visualizar os fenômenos em um ambiente dinâmico e de fácil manipulação. Além disso, os simuladores oferecem um nível de controle que dificilmente seria alcançado em experimentos físicos, permitindo que os estudantes observem detalhes minuciosos sobre a trajetória e o comportamento dos projéteis.

Para verificar a eficácia da atividade, os alunos foram orientados a registrar imagens das simulações realizadas, destacando diferentes configurações e variáveis do experimento. Essas imagens foram posteriormente analisadas para comparar os resultados obtidos na simulação com os cálculos teóricos, evidenciando possíveis discrepâncias e reforçando a importância da experimentação digital no ensino da Física.

## **ANÁLISE DAS QUESTÕES DA AULA PRÁTICA**

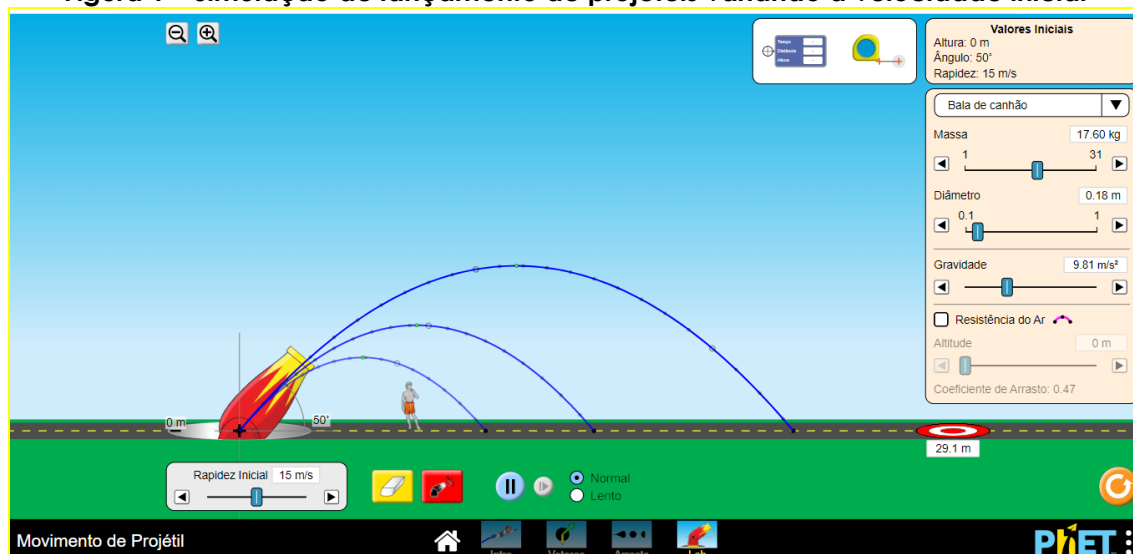
Para aprofundar a investigação sobre o lançamento de projéteis e a eficácia dos laboratórios virtuais no ensino de Física I, foram aplicadas questões práticas utilizando o simulador “Movimento de Projéteis” do PhET (Wieman e Perkins, 2008). As atividades tinham como objetivo explorar como diferentes variáveis influenciam a trajetória do projétil e permitir que os alunos realizassem previsões e comparações com os resultados simulados, promovendo a aprendizagem ativa.

### **Questão 1: influência da velocidade inicial no alcance**

Nesta atividade, os alunos mantiveram a altura inicial e o ângulo de lançamento constantes (0 m e 50°, respectivamente) e variaram a velocidade inicial para analisar seu efeito no alcance do projétil. O experimento demonstrou que, à medida que a velocidade inicial aumentava, a distância percorrida na direção horizontal também se ampliava, confirmando a relação entre esses parâmetros.



Figura 1 – Simulação de lançamento de projéteis variando a velocidade inicial



Fonte: PrintScreen do PhET, acervo dos autores.

Equação do alcance do projétil:  $R = v_0^2 \cdot \sin(2\theta)/g$ .

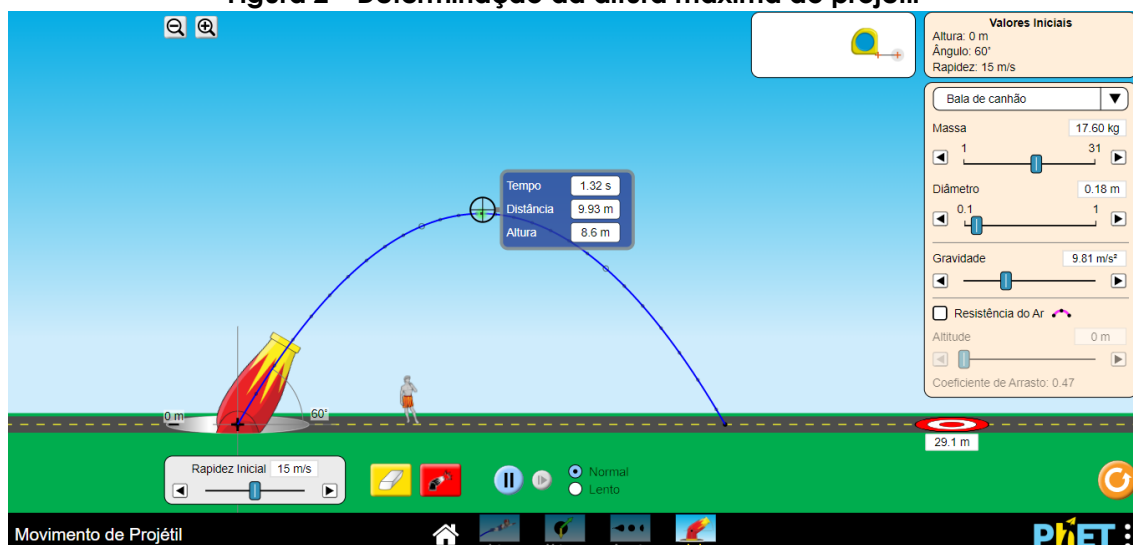
Tal equação mostra que o alcance horizontal é diretamente proporcional ao quadrado da velocidade inicial ( $v_0$ ), assumindo que o ângulo de lançamento ( $\theta$ ) e a aceleração da gravidade ( $g$ ) são constantes (Halliday, Resnick e Walker, 2011). A atividade também destaca a importância da análise quantitativa no entendimento dos efeitos físicos, permitindo aos estudantes uma visualização concreta de como pequenas variações nos parâmetros iniciais afetam significativamente os resultados (Costa e Pereira, 2020).

O uso de simuladores facilita a construção do conhecimento ao oferecer representações visuais dos conceitos físicos, o que é especialmente relevante no ensino remoto ou em ambientes com infraestrutura laboratorial limitada (Santos e Oliveira, 2022).

## Questão 2: cálculo da altura máxima e tempo de voo

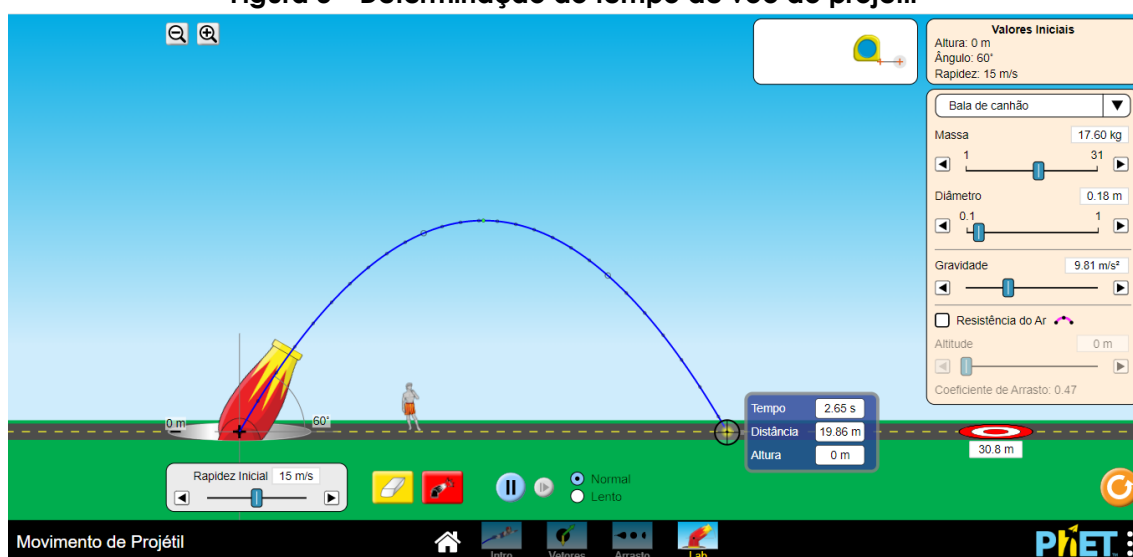
Nesta atividade, os alunos lançaram o projétil com uma velocidade inicial de 15 m/s e um ângulo de 60°. Com base nesses dados, calcularam a altura máxima, o tempo até o ponto mais alto, a distância percorrida nesse ponto e o tempo total de voo. A resolução requer a decomposição da velocidade inicial em suas componentes horizontal e vertical.

Figura 2 – Determinação da altura máxima do projétil



Fonte: PrintScreen do PhET, acervo dos autores.

Figura 3 – Determinação do tempo de voo do projétil



Fonte: PrintScreen do PhET, acervo dos autores.

$$\text{Altura máxima: } H = v_0^2 \cdot \sin^2(\theta) / (2g)$$

$$\text{Tempo até o ponto mais alto: } t_{\text{subida}} = v_0 \cdot \sin(\theta) / g$$

$$\text{Tempo total de voo: } t_{\text{total}} = 2 \cdot t_{\text{subida}}$$

$$\text{Alcance horizontal até o ponto mais alto: } x = v_0 \cdot \cos(\theta) \cdot t_{\text{subida}}$$

Essas fórmulas refletem a natureza bidimensional do movimento de projéteis e reforçam a compreensão dos conceitos de cinemática, como a independência entre os movimentos nas direções vertical e horizontal (Martins, Oliveira e Silva, 2022). A atividade também evidencia conceitos como simetria temporal e

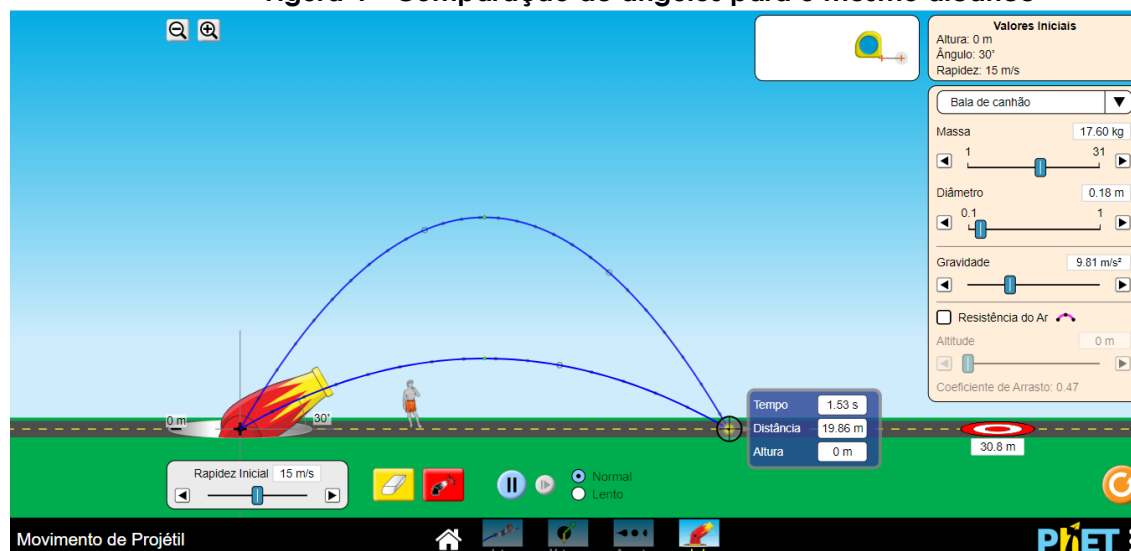
conservação de energia: no ponto mais alto, a energia cinética na vertical é nula, sendo toda a energia mecânica convertida em energia potencial gravitacional (Barbosa e Almeida, 2023).

O recurso ao simulador contribui para o entendimento da aplicação dessas leis físicas em situações reais, consolidando o raciocínio matemático por meio da experimentação visual (Moreira e Ostermann, 2000).

### Questão 3: Comparação de ângulos para o mesmo alcance

A última atividade desafiou os alunos a identificar um ângulo alternativo que resultasse no mesmo alcance horizontal do lançamento de  $60^\circ$ . Constatou-se que um ângulo de  $30^\circ$  também produziria a mesma distância percorrida.

Figura 4 – Comparação de ângulos para o mesmo alcance



Fonte: PrintScreen do PhET, acervo dos autores.

Equação do alcance com ênfase na simetria do seno:  $R = v_0^2 \cdot \sin(2\theta)/g$

Como  $\sin(2 \cdot 60^\circ) = \sin(120^\circ)$ ,  $\sin(2 \cdot 30^\circ) = \sin(60^\circ)$  e  $\sin(120^\circ) = \sin(60^\circ)$ , os ângulos de  $60^\circ$  e  $30^\circ$  produzem o mesmo valor de alcance. Esse resultado demonstra a simetria da função seno em torno de  $90^\circ$ , o que é uma propriedade fundamental da trigonometria (Halliday, Resnick e Walker, 2011).

A simulação permitiu aos alunos observar que, embora o alcance seja o mesmo, o tempo de voo, a altura máxima e a trajetória diferem significativamente. Essa análise comparativa estimula o pensamento crítico e a argumentação científica, como apontado por Lima, Souza e Alves (2021). O exercício também



reforça a importância da modelagem matemática no entendimento de fenômenos físicos e da experimentação virtual como recurso pedagógico (Giannotti e Massi, 2016).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A atividade permitiu que os estudantes visualizassem graficamente os efeitos das variações dos parâmetros iniciais do lançamento, promovendo um aprendizado mais intuitivo e interativo. A simulação confirmou a validade das equações do movimento uniformemente acelerado na direção vertical e do movimento uniforme na direção horizontal, conforme descrito na literatura (Halliday, Resnick e Walker, 2011). Além disso, a experiência demonstrou que o ângulo de lançamento influencia diretamente o alcance do projétil, corroborando com os fundamentos teóricos da cinemática bidimensional.

As imagens registradas durante a atividade permitiram uma análise mais detalhada dos experimentos, facilitando a identificação de padrões e discrepâncias nos cálculos. Segundo Barbosa e Almeida (2023), o uso de registros gráficos no ensino de ciências auxilia na compreensão dos fenômenos e contribui para a fixação do conteúdo. Ao comparar as trajetórias geradas pela simulação com as previsões matemáticas, os estudantes puderam verificar a aplicabilidade das equações da cinemática bidimensional de maneira mais concreta.

Além disso, os resultados reforçaram a importância dos simuladores para o ensino de disciplinas técnicas, pois eles permitem que os alunos experimentem diferentes cenários sem as limitações impostas por equipamentos físicos (Carvalho e Azevedo, 2021). A flexibilidade oferecida pelos simuladores pode ser especialmente útil para cursos a distância, em que a falta de laboratórios pode dificultar a compreensão de conceitos fundamentais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do laboratório virtual PhET para o estudo do lançamento de projéteis se mostrou uma alternativa eficaz para cursos de Engenharia a distância. A experiência permitiu uma compreensão mais intuitiva dos conceitos físicos e ampliou o engajamento dos estudantes, promovendo um aprendizado mais





dinâmico e interativo. A análise dos resultados demonstrou que a simulação favorece a correlação entre teoria e prática, proporcionando um ambiente de experimentação acessível e replicável (Melo *et al.*, 2021).

Além disso, a inclusão de imagens das atividades simuladas contribuiu para a documentação dos experimentos e facilitou a identificação de padrões e tendências nos dados coletados.

Ao refletir sobre a aplicabilidade dos simuladores em cursos de Engenharia a distância, a experiência demonstrou que essas ferramentas podem superar algumas das limitações impostas pela modalidade, como a falta de infraestrutura física adequada. A utilização de laboratórios virtuais pode, assim, aumentar a acessibilidade ao conhecimento e melhorar a qualidade do aprendizado, especialmente em disciplinas que exigem experimentação prática para a consolidação de conceitos.

Entretanto, a utilização de simuladores também apresenta desafios que devem ser considerados. Um dos pontos que pode ser aprimorado é a necessidade de uma maior personalização dos ambientes simulados para atender a diferentes contextos de aprendizagem e perfis de estudantes. Além disso, a dependência da tecnologia requer uma infraestrutura mínima adequada para garantir que todos os alunos tenham acesso pleno às ferramentas, o que pode ser um obstáculo em regiões com limitações tecnológicas.

No futuro, a integração de simuladores em disciplinas de Física e outras áreas da engenharia pode ser expandida, tanto em termos de complexidade dos experimentos quanto na diversidade de cenários simulados. O avanço das tecnologias de realidade aumentada (AR) e realidade virtual (VR), por exemplo, pode tornar os ambientes de simulação ainda mais imersivos, ampliando as possibilidades de experimentação e a interação dos alunos com os conceitos teóricos. Esse tipo de desenvolvimento poderá transformar significativamente a educação a distância, tornando-a ainda mais envolvente e eficaz.

Em conclusão, a utilização de simuladores virtuais para o estudo do lançamento de projéteis, no contexto de cursos de engenharia a distância, mostrou-se uma estratégia promissora e potencialmente eficaz, especialmente do ponto de vista qualitativo. A simulação contribuiu para a visualização dos conceitos físicos e promoveu um ambiente mais dinâmico e interativo de aprendizagem. Embora os resultados não incluam medições quantitativas formais, os registros gráficos e a análise das atividades sugerem que a combinação entre teoria, simulação prática e representação visual pode enriquecer o processo de aprendizagem.



## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, A.; ALMEIDA, P. Uso de simulações no ensino de ciências: benefícios e desafios. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 45, n. 2, p. 78-92, 2023.
- BARBOSA, J. R.; ALMEIDA, F. C. Aprendizagem significativa e simulações virtuais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 45, n. 2, p. 1-9, 2023.
- CARVALHO, J. A.; AZEVEDO, R. L. A simulação computacional como recurso didático no ensino de lançamento oblíquo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, e20210425, 2021.
- COSTA, R.; PEREIRA, M. Simulações computacionais no ensino de ciências: impacto na aprendizagem. **Revista de Educação Científica**, v. 8, n. 1, p. 45-63, 2020.
- COSTA, R. A.; PEREIRA, M. T. O uso de simuladores como recurso didático em aulas de Física. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 3, p. 82-94, 2020.
- GIANNOTTI, M.; MASSI, L. R. A simulação computacional como ferramenta didática no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 848-871, 2016.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: volume 1 – mecânica**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- LIMA, F.; SOUZA, H.; ALVES, J. Personalização de experimentos virtuais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências**, v. 9, n. 2, p. 112-130, 2021.
- LIMA, P. R.; SOUZA, T. M.; ALVES, J. F. Simulações interativas e ensino de Física: potencialidades no desenvolvimento do pensamento científico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 2, p. 233-248, 2021.
- MARTINS, L.; OLIVEIRA, C.; SILVA, P. Simuladores como ferramenta de ensino na engenharia a distância. **Revista de Ensino Tecnológico**, v. 6, n. 3, p. 98-115, 2022.
- MELO, J. *et al.* A importância dos laboratórios virtuais no ensino de física. **Educação & Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 34-50, 2021.
- MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. A abordagem científica no ensino de Física: uma proposta baseada na aprendizagem significativa. **Ciência & Educação**, v. 6, n. 2, p. 219-232, 2000.
- NORTON, K.; SCHMIDT, B. Estratégias didáticas para o ensino de física a distância. **Journal of Distance Learning Physics**, v. 5, n. 2, p. 67-82, 2020.
- SANTOS, L. S.; OLIVEIRA, D. F. Ensino remoto e o uso de simuladores: contribuições para o ensino de Física. **Revista Docência do Ensino Superior**, v. 12, p. 1-15, 2022.
- SANTOS, M.; OLIVEIRA, F. Retenção de conhecimento por meio de laboratórios virtuais. **Revista de Educação a Distância**, v. 4, n. 1, p. 23-41, 2022.
- UNIVERSITY OF COLORADO BOULDER. **PhET Interactive Simulations – projectile motion**. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion_pt_BR.html). Acesso em: 27 jan. 2025.



WIEMAN, C. E.; PERKINS, K. K. PhET: simulações interativas de física para ensino e aprendizagem. **The Physics Teacher**, v. 45, n. 1, p. 18–23, 2008.

WILSON, T.; LOWE, R. A experimentação remota no ensino de Física. **International Journal of Physics Education**, v. 11, n. 2, p. 56-74, 2019.