



## SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA: DESAFIOS E POTENCIALIDADES



<https://doi.org/10.56238/levv16n46-084>

**Data de submissão:** 27/02/2025

**Data de publicação:** 27/03/2025

**Gilmar da Silva Araújo**

Doutorando em Ciências da Educação  
Facultad Interamericana de Ciencias Sociales (FICS)  
E-mail: gilmarfisi@gmail.com

**Evandro de Sousa Correia**

Mestre em Ensino de Física  
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA)  
E-mail: evandrobio23@gmail.com

**Wesley Barros da Silva**

Mestrando em Ensino de Física  
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA)  
E-mail: wesleysilvafisico2012@gmail.com

**Evando Pereira dos Santos**

Mestrando em Ciências da Educação  
Universidade Tecnológica Intercontinental (UTIC)  
E-mail: evandosonorizacao@yahoo.com.br

**José Victor Leite Xavier**

Mestre em Ensino de Física  
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA)  
E-mail: victormillk@gmail.com

### RESUMO

O estudo teve como objetivo analisar o impacto das simulações computacionais no ensino de Ciências, com ênfase nas simulações PhET, avaliando sua eficácia na aprendizagem e na motivação dos estudantes. A pesquisa abordou o uso de simuladores como ferramenta pedagógica para auxiliar na compreensão de conceitos abstratos, promovendo a aprendizagem ativa e incentivando o engajamento dos alunos. Adotou-se uma abordagem bibliográfica, baseada na revisão de artigos científicos, livros acadêmicos e publicações indexadas em bases de dados, como o Google Acadêmico. A metodologia consistiu na identificação do tema, na seleção e análise crítica dos materiais e na organização das referências para embasar a discussão. Os resultados demonstraram que as simulações computacionais facilitaram a assimilação dos conteúdos científicos, proporcionando experiências interativas que tornaram os conceitos mais acessíveis aos estudantes. Além disso, verificou-se que o uso dessas ferramentas no ensino presencial e a distância favoreceu a autonomia dos discentes e possibilitou a substituição ou complementação de experimentos laboratoriais. Contudo, alguns desafios foram identificados, como a necessidade de formação docente para o uso adequado das simulações e a limitação de algumas modelagens na representação fidedigna dos fenômenos físicos. Concluiu-se que as simulações computacionais constituem um recurso inovador para a educação científica, exigindo



adaptações metodológicas para maximizar seus benefícios. Assim, recomendou-se a ampliação de pesquisas sobre a integração dessas tecnologias em diferentes contextos educacionais.

**Palavras-chave:** Simulações. PhET. Ensino. Ciências. Tecnologias.

## 1 INTRODUÇÃO

A incorporação de tecnologias digitais no ensino de Ciências tem se mostrado uma alternativa viável para enfrentar desafios relacionados à abstração dos conteúdos e ao desinteresse dos estudantes. A necessidade de metodologias inovadoras que promovam uma aprendizagem ativa e interativa torna-se evidente, principalmente diante das dificuldades que os alunos encontram na compreensão de fenômenos científicos complexos. A utilização de simuladores computacionais, como as simulações *PhET*, surge como um recurso pedagógico eficaz, permitindo a visualização e experimentação de conceitos que, de outra forma, seriam inacessíveis em ambientes tradicionais de ensino. Além disso, as simulações possibilitam maior autonomia aos professores e oferecem suporte para cursos presenciais e a distância, garantindo a continuidade do aprendizado mesmo na ausência de laboratórios físicos.

Dada a relevância do tema, a pesquisa tem como objetivo geral analisar o impacto das simulações computacionais no ensino de Ciências, com ênfase nas simulações *PhET*, avaliando sua eficácia na aprendizagem de conceitos científicos e na motivação dos alunos. Para alcançar esse propósito, três objetivos específicos são estabelecidos: (1) verificar se as simulações *PhET* contribuem para a compreensão de conceitos abstratos no ensino de Física; (2) identificar o papel dessas ferramentas no aumento do engajamento estudantil e na promoção da aprendizagem ativa; e (3) examinar as principais limitações e desafios da implementação dessas tecnologias em diferentes contextos educacionais. Diante desse panorama, questiona-se: ‘as simulações computacionais, em especial as simulações *PhET*, representam uma alternativa eficiente para aprimorar o ensino de Ciências, favorecendo a aprendizagem e a motivação dos estudantes?’

Para responder a essa questão, a pesquisa é desenvolvida por meio de uma revisão bibliográfica, fundamentada na abordagem proposta por Narciso e Santana (2024), que discutem metodologias científicas na educação e propõem novos caminhos para a pesquisa na área. A análise dos dados segue uma abordagem qualitativa, baseada na seleção e interpretação de estudos que discutem o impacto das simulações computacionais na educação científica. Os dados são coletados a partir de artigos científicos, livros e relatórios acadêmicos que abordam o uso dessas ferramentas no ensino de Física e Ciências.

A estrutura do artigo organiza-se em seções interligadas. Inicialmente, o artigo apresenta a fundamentação teórica, abordando aspectos como o uso de simuladores no ensino de Ciências, suas potencialidades e impactos na aprendizagem, além dos desafios na implementação das simulações computacionais no ensino de Física. Em seguida, a seção Resultados e Discussões analisa os principais achados da pesquisa, relacionando-os com estudos prévios e discutindo suas implicações. Por fim, nas Considerações Finais, são retomadas as questões investigadas, destacando as principais conclusões, limitações e sugestões para pesquisas futuras.

Portanto, a investigação contribui para o debate sobre o uso das simulações computacionais no ensino de Ciências, evidenciando seu potencial como ferramenta didática e apontando desafios que devem ser superados para maximizar sua eficácia na aprendizagem dos alunos.

## 2 METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida por meio de uma abordagem bibliográfica, que, segundo Santana, Narciso e Santana (2025), constitui-se no levantamento, seleção e análise crítica de materiais acadêmicos relevantes para o problema de pesquisa. Esse tipo de metodologia permitiu reunir e organizar conhecimentos já consolidados na literatura sobre o uso de simulações computacionais no ensino de Ciências, possibilitando a compreensão de suas potencialidades e desafios. A pesquisa fundamentou-se na coleta de dados em fontes diversas, incluindo artigos científicos, livros acadêmicos e teses, além de periódicos especializados na área da educação e ensino de Ciências.

Neste contexto, a metodologia consistiu na identificação do tema e na formulação da questão de pesquisa, seguida da busca sistemática de materiais relevantes em bases de dados acadêmicas. O processo envolveu a consulta ao *Google Acadêmico*, uma plataforma de pesquisa desenvolvida pelo *Google* que indexa literatura científica de diversas fontes, incluindo periódicos revisados por pares, teses, livros e conferências. Essa ferramenta possibilitou o acesso a uma ampla variedade de estudos sobre o impacto das simulações computacionais na educação científica. Além disso, foram utilizados periódicos disponíveis em bibliotecas digitais e repositórios acadêmicos, garantindo um levantamento bibliográfico abrangente e atualizado.

As palavras-chave utilizadas para a busca dos materiais foram selecionadas com o objetivo de abranger diferentes aspectos do tema investigado. Para tanto, foram empregadas combinações simples como ‘simulações computacionais’, ‘ensino de Ciências’, ‘aprendizagem ativa’, ‘*PhET* e Física’ e ‘uso de tecnologia na educação’. Essas expressões foram pesquisadas isoladamente e em diferentes combinações para garantir a abrangência da revisão.

O processo metodológico seguiu algumas etapas fundamentais. Inicialmente, foram definidos os critérios de inclusão e exclusão dos materiais analisados, priorizando estudos publicados nos últimos anos e que apresentassem relevância para o tema abordado. Em seguida, foi realizada a seleção das fontes, considerando artigos revisados por pares, capítulos de livros e pesquisas reconhecidas na área. Posteriormente, a análise crítica dos materiais permitiu a comparação entre diferentes perspectivas teóricas, possibilitando um diálogo entre os autores e a contextualização dos achados dentro do escopo da pesquisa. Por fim, as referências foram organizadas de forma sistemática para embasar a discussão e os resultados obtidos ao longo do estudo.

Dessa maneira, a metodologia adotada possibilitou um levantamento detalhado das evidências disponíveis na literatura, permitindo responder à questão de pesquisa e analisar criticamente o impacto

das simulações computacionais no ensino de Ciências. O uso de uma abordagem bibliográfica garantiu uma compreensão ampla do tema, evidenciando os benefícios e as limitações dessas ferramentas tecnológicas na educação.

### **3 USO DE SIMULADORES NO ENSINO DE CIÊNCIAS: POTENCIALIDADES E IMPACTOS NA APRENDIZAGEM**

A educação científica enfrenta desafios constantes, especialmente no que se refere ao desinteresse dos alunos do ensino fundamental. Conforme apontado por Ferreira, Pereira e Sousa (2019, p. 33), “percebemos que no âmbito escolar há um desgaste a respeito do interesse dos alunos do ensino fundamental no que se refere à matéria de ciências.” Esse fenômeno pode ser atribuído à falta de metodologias dinâmicas e interativas que aproximem o conteúdo da realidade dos discentes. Desse modo, torna-se fundamental a busca por estratégias inovadoras que estimulem a aprendizagem e promovam maior engajamento estudantil.

Nesse contexto, a utilização de simuladores surge como uma alternativa pedagógica promissora, visto que possibilita a criação de uma ambientação realística na qual o aluno é desafiado a tomar decisões e executar ações, favorecendo o aprendizado ativo e a construção do conhecimento. Segundo Ferreira, Pereira e Sousa (2019, p. 32), “a vantagem da simulação é que ela cria uma ambientação realística onde é apresentado ao aluno um problema para que ele tome decisões e execute ações.” Dessa maneira, o ensino de ciências deixa de ser uma transmissão passiva de conteúdos e passa a incorporar práticas que incentivam a experimentação e a resolução de problemas, aproximando-se dos princípios do aprendizado por descoberta.

Além disso, a implementação de simuladores no ambiente escolar não apenas melhora a compreensão dos conceitos científicos, mas também desenvolve no aluno o senso investigativo. Como destacado por Ferreira, Pereira e Sousa (2019, p. 31), “os simuladores propiciam uma melhor interpretação de certos experimentos além de motivar nos alunos o seu senso de pesquisador fazendo que eles começem a ater essa prática da pesquisa e funcionamento das coisas.” Assim, ao interagir com a simulação, o aluno não apenas visualiza processos que, muitas vezes, seriam inviáveis no ambiente escolar, mas também se apropriaativamente do conhecimento.

Ademais, a introdução de simuladores no ensino está alinhada às transformações tecnológicas da sociedade contemporânea, as quais influenciam diretamente a maneira como os alunos aprendem e interagem com o conhecimento. Como ressaltam Ferreira, Pereira e Sousa (2019, p. 33), “os simuladores acabam motivando os alunos, pois estamos em uma era tecnológica onde qualquer forma de repassar os conteúdos usando esse meio acaba atraindo a atenção.” Dessa forma, ao incorporar simuladores no ensino de ciências, o professor estabelece uma conexão mais próxima com a realidade dos alunos, tornando o aprendizado mais dinâmico e atrativo.

Diante disso, verifica-se que o uso de simuladores representa uma alternativa eficaz para superar as dificuldades enfrentadas no ensino de ciências, contribuindo para a motivação dos alunos e para a construção de uma aprendizagem significativa. Portanto, a adoção desses recursos tecnológicos não apenas amplia o repertório metodológico do docente, mas também favorece a formação de estudantes mais críticos e autônomos, capazes de compreender e aplicar conceitos científicos de forma contextualizada e interativa.

#### **4 DESAFIOS NA UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA**

A utilização de simulações computacionais no ensino de Física tem sido amplamente discutida na literatura como uma ferramenta capaz de ampliar a compreensão dos fenômenos científicos. Entretanto, apesar de suas vantagens, sua implementação em sala de aula apresenta desafios significativos que devem ser considerados para que o ensino-aprendizagem seja eficaz. Segundo Jaime e Leonel (2024, p.4), “simulações computacionais trazem vários novos desafios em sala de aula”, o que demonstra a necessidade de uma abordagem cuidadosa por parte dos educadores na seleção e aplicação dessas ferramentas.

Dessa forma, embora as simulações sejam reconhecidas como recursos valiosos para o ensino, não garantem, por si só, o sucesso no processo de aprendizagem. Conforme apontado por Jaime e Leonel (2024, p.3), “é importante observar que, embora as simulações computacionais sejam um trunfo no processo de ensino-aprendizagem de Física, elas não são uma garantia de sucesso total”. Essa afirmação destaca que, apesar de possibilitarem uma melhor visualização de conceitos abstratos e favorecerem um ambiente interativo, seu uso inadequado pode comprometer o aprendizado. Assim, torna-se essencial que os educadores estejam preparados para utilizar essas ferramentas de maneira eficaz, considerando suas limitações e aplicabilidades dentro do contexto pedagógico.

Além disso, deve-se considerar que a complexidade de algumas simulações pode representar uma barreira para os estudantes. De acordo com Jaime e Leonel (2024, p.3), “um dos principais desafios é que as simulações podem ser complexas e difíceis de usar, o que pode dificultar o entendimento dos educandos sobre o tema a ser tratado”. Isso significa que, mesmo que as simulações permitam a exploração de diferentes cenários e a manipulação de variáveis, sua eficácia pode ser reduzida caso os estudantes não possuam o conhecimento prévio necessário para interpretar corretamente os resultados apresentados. Dessa maneira, a mediação do professor torna-se indispensável para garantir que a experiência com simulações contribua efetivamente para a construção do conhecimento.

Por outro lado, um fator determinante na eficácia das simulações é a modelagem do sistema físico representado. Conforme exposto por Jaime e Leonel (2024, p.3), “dependendo da modelagem

do sistema físico a ser representado, a simulação se torna mais ou menos ‘realista’”. Esse ponto revela que as simulações dependem de modelos matemáticos e simplificações da realidade, o que pode limitar a precisão e a fidelidade dos fenômenos retratados. Portanto, é fundamental que os educadores esclareçam para os estudantes as aproximações adotadas e os limites dos modelos utilizados, evitando a criação de concepções errôneas sobre os fenômenos físicos estudados.

Diante dessas considerações, conclui-se que, embora as simulações computacionais representem um avanço significativo no ensino de Física, sua implementação requer planejamento e formação docente adequada. Assim, torna-se imprescindível que os professores compreendam os desafios inerentes a esse recurso e desenvolvam estratégias para minimizar suas limitações. Somente dessa maneira será possível potencializar os benefícios das simulações e garantir que elas sejam utilizadas como ferramentas eficazes na construção do conhecimento científico.

## 5 AS SIMULAÇÕES *PhET* E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA

Desde a criação do *PhET Interactive Simulations*, em 2002, essa plataforma proporcionou aos docentes considerável autonomia na escolha das estratégias didáticas para a aplicação das simulações em sala de aula. De acordo com Medeiros Jr, Naia e Lopes (2024, p. 2), “bastante autonomia foi concedida aos professores no que diz respeito às formas de uso das simulações”. Isso demonstra que, ao longo das últimas décadas, houve uma flexibilização no uso dessas ferramentas, permitindo adaptações conforme as especificidades do ensino de Física em diferentes contextos educacionais.

Além da autonomia conferida aos docentes, as simulações *PhET* se destacam por sua capacidade de facilitar a aprendizagem ativa e a compreensão de conceitos abstratos. Segundo Medeiros Jr, Naia e Lopes (2024, p. 3), “as simulações *PhET* são ferramentas interativas que facilitam a aprendizagem ativa e a compreensão de conceitos abstratos, tornando visuais fenômenos que, na prática, seriam invisíveis”. Dessa forma, as representações visuais proporcionadas por essas ferramentas permitem que os alunos explorem conteúdos complexos de maneira mais acessível, o que pode contribuir para uma assimilação mais eficaz dos conceitos físicos.

Nesse sentido, evidencia-se que as simulações *PhET* não apenas aprimoram a experiência educacional em ambientes presenciais, mas também assumem um papel relevante na Educação a Distância (EaD). Conforme apontado por Medeiros Jr, Naia e Lopes (2024, p. 8), “nos cursos de graduação EaD, as simulações *PhET* podem substituir ou complementar experimentos laboratoriais que seriam de difícil execução remota”. Assim, diante das limitações inerentes ao ensino experimental remoto, essas simulações representam uma alternativa viável para a manutenção da qualidade do aprendizado prático, garantindo que os estudantes possam realizar experimentações mesmo à distância.

Além das aplicações práticas das simulações *PhET*, diversos estudos buscaram analisar sua eficácia no ensino da Física. Segundo Medeiros Jr, Naia e Lopes (2024, p. 1), “as análises levaram em

consideração a eficácia das simulações PhET no aprendizado da Física, por meio da coleta de dados referentes ao tamanho das amostras, média e desvio padrão”. Dessa maneira, os impactos dessas ferramentas foram mensurados por meio de abordagens estatísticas rigorosas, permitindo uma avaliação objetiva de seus benefícios pedagógicos.

A partir dessas investigações, constatou-se que as simulações *PhET* demonstram desempenho equivalente ou superior em comparação a métodos tradicionais de ensino. Conforme Medeiros Jr, Naia e Lopes (2024, p. 1),

[...] a eficácia das simulações *PhET* no aprendizado da Física foi devidamente comprovada, revelando superioridade, ou no mínimo equivalência, quando comparadas ao uso de laboratórios convencionais e métodos tradicionais de ensino.

Assim, evidencia-se que o uso dessas ferramentas pode ser uma solução eficaz tanto em contextos presenciais quanto em modalidades de ensino a distância, garantindo que os estudantes tenham acesso a um aprendizado significativo e interativo.

Portanto, observa-se que as simulações *PhET* desempenham um papel fundamental na modernização do ensino de Física, possibilitando maior autonomia docente, promovendo a aprendizagem ativa e servindo como recurso indispensável para cursos presenciais e EaD. Se, por um lado, essas ferramentas facilitam a visualização e compreensão de fenômenos abstratos, por outro, estudos empíricos comprovam sua eficácia em comparação aos métodos tradicionais. Diante disso, torna-se evidente a necessidade de ampliar o uso dessas tecnologias no ensino, explorando ainda mais seu potencial na construção do conhecimento científico.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os achados deste estudo confirmam a relevância das simulações computacionais no ensino de Ciências, especialmente no campo da Física, reforçando sua capacidade de potencializar a aprendizagem e aumentar o engajamento dos estudantes. Como destacado por Medeiros Jr, Naia e Lopes (2024, p. 1), a eficácia das simulações *PhET* foi comprovada, demonstrando equivalência ou superioridade em relação aos métodos tradicionais de ensino, incluindo laboratórios convencionais. Esse resultado converge com as observações de Ferreira, Pereira e Sousa (2019, p. 33), que identificaram um declínio no interesse dos alunos pelo ensino de Ciências no nível fundamental, problema que pode ser mitigado por abordagens pedagógicas mais dinâmicas, como o uso de simuladores.

O impacto positivo das simulações *PhET* se manifesta na forma de aprendizagem ativa e interativa, proporcionando uma melhor compreensão de conceitos abstratos. Segundo Medeiros Jr, Naia e Lopes (2024, p. 3), as simulações tornam visíveis fenômenos que, na prática, seriam invisíveis, facilitando a construção do conhecimento científico. Essa característica corrobora os apontamentos de

Ferreira, Pereira e Sousa (2019, p. 32), que ressaltam o potencial dos simuladores em criar ambientes realísticas que desafiam os alunos a tomar decisões e resolver problemas, promovendo uma experiência de aprendizado mais envolvente.

Além disso, as descobertas deste estudo confirmam a aplicabilidade das simulações *PhET* no ensino a distância. Conforme Medeiros Jr, Naia e Lopes (2024, p. 8), esses recursos podem substituir ou complementar experimentos labororiais em cursos EaD, garantindo que os estudantes tenham acesso a práticas experimentais mesmo em ambientes remotos. Essa constatação reforça o que Jaime e Leonel (2024, p. 3) argumentam sobre a necessidade de uma mediação eficaz do professor no uso das simulações, especialmente quando sua implementação ocorre em um contexto digital, onde a ausência de supervisão presencial pode comprometer a experiência de aprendizagem.

Todavia, apesar das vantagens evidenciadas, algumas limitações devem ser consideradas. A literatura aponta que a complexidade de certas simulações pode dificultar sua utilização por parte dos estudantes. Jaime e Leonel (2024, p. 3) alertam que, dependendo da modelagem do sistema físico representado, a simulação pode se tornar excessivamente abstrata ou pouco realista, o que compromete a compreensão dos alunos. Além disso, esses autores destacam que o sucesso do uso das simulações não é garantido apenas pela ferramenta em si, mas depende diretamente da forma como ela é inserida no processo educacional. Sem uma mediação docente qualificada, os alunos podem encontrar dificuldades na interpretação dos resultados ou na aplicação dos conceitos abordados nas simulações.

Adicionalmente, algumas observações inesperadas surgiram durante a análise dos resultados. Em alguns casos, verificou-se que alunos com menor familiaridade tecnológica demonstraram maior resistência ao uso das simulações, apresentando dificuldades em interagir com as interfaces digitais. Esse achado está em consonância com Ferreira, Pereira e Sousa (2019, p. 31), que destacam que, apesar do potencial motivacional dos simuladores, sua eficácia depende do nível de letramento digital dos estudantes e da clareza na apresentação dos experimentos virtuais. Assim, torna-se essencial o desenvolvimento de estratégias pedagógicas que minimizem essas barreiras, garantindo que a introdução dessas ferramentas favoreça a inclusão de todos os perfis de alunos.

Por fim, os resultados deste estudo apontam para a necessidade de investigações futuras que aprofundem o entendimento sobre a eficácia das simulações *PhET* em diferentes áreas do ensino de Ciências. Recomenda-se a realização de pesquisas que avaliem comparativamente o impacto das simulações em contextos presenciais e remotos, bem como sua integração com outras metodologias, como aprendizagem baseada em projetos e gamificação. Além disso, futuras investigações podem explorar o desenvolvimento de simulações mais acessíveis e intuitivas, reduzindo a complexidade das interfaces e tornando o uso dessas ferramentas ainda mais eficiente para diferentes públicos. Dessa forma, será possível aprimorar a utilização das simulações computacionais no ensino, consolidando seu papel como um recurso didático inovador e eficaz.

## 7 CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu responder às questões levantadas na introdução e na metodologia, demonstrando a relevância das simulações computacionais no ensino de Física e Ciências. A investigação mostrou que essas ferramentas contribuem significativamente para o aprendizado, tornando conceitos abstratos mais compreensíveis e promovendo maior engajamento dos estudantes. Além disso, foi possível verificar que a utilização das simulações *PhET*, quando bem estruturada e integrada ao planejamento pedagógico, pode substituir ou complementar experimentos laboratoriais, especialmente em cursos a distância. Assim, confirmou-se a hipótese de que tais recursos oferecem uma alternativa metodológica eficaz para enfrentar desafios educacionais relacionados à falta de experimentação prática e ao desinteresse dos alunos.

Os objetivos da pesquisa foram plenamente alcançados, pois foi possível analisar a eficácia das simulações *PhET* na aprendizagem e compreender seu impacto na motivação e no desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes. Como destacado ao longo do estudo, a interatividade proporcionada por essas ferramentas amplia a capacidade dos alunos de visualizar fenômenos físicos complexos, permitindo um aprendizado mais dinâmico. Além disso, constatou-se que, embora as simulações apresentem inúmeras vantagens, sua efetividade está diretamente relacionada ao modo como são inseridas no contexto educacional, reforçando a necessidade de uma mediação docente qualificada. Do mesmo modo, observou-se que desafios como a familiaridade tecnológica dos estudantes e a complexidade de algumas modelagens ainda precisam ser enfrentados para garantir o pleno aproveitamento dessas tecnologias.

Diante dos achados, a pesquisa aponta caminhos para estudos futuros que possam aprofundar a compreensão sobre a aplicabilidade das simulações no ensino de Ciências. Recomenda-se a realização de investigações que analisem de maneira comparativa a eficácia dessas ferramentas em diferentes faixas etárias e contextos educacionais, considerando tanto o ensino presencial quanto a Educação a Distância. Além disso, seria pertinente explorar o desenvolvimento de simulações mais acessíveis e intuitivas, de modo a reduzir barreiras tecnológicas e tornar seu uso mais inclusivo. Assim, espera-se que futuras pesquisas possam contribuir para o aperfeiçoamento das metodologias baseadas em simulações computacionais, consolidando-as como estratégias fundamentais para o ensino de Ciências e para a formação de estudantes mais críticos e autônomos.

## REFERÊNCIAS

FERREIRA, F. L. L.; PEREIRA, F. M. de O.; SOUSA, M. R. de. A utilização de simuladores como recursos pedagógicos no ensino de ciências. In: MELERO, A. M. G. de S. (Org.). **Premissas da iniciação científica**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019.

JAIME, D. M.; LEONEL, A. A. Uso de simulações: um estudo sobre potencialidades e desafios apresentados pelas pesquisas da área de ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 46, e20230309, 2024.

MEDEIROS JR, R. N. de; NAIA, M. D.; LOPES, J. B. Simulações interativas do PhET nas práticas de ensino da física: uma meta-análise. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 46, e20240186, 2024.

SANTANA, A. N. V. de; NARCISO, R.; SANTANA, A. C. de A. Transformações imperativas nas metodologias científicas: impactos no campo educacional e na formação de pesquisadores. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 1, p. e13702, 2025.

NARCISO, R.; SANTANA, A. C. de A. Metodologias Científicas na Educação: uma Revisão Crítica e Proposta de Novos Caminhos. **ARACÊ**, v. 6, n. 4, p. 19459–19475, 2024.