



ENSINO DE FÍSICA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA SOBRE O USO DE SIMULAÇÕES COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA

REVISÃO INTEGRATIVA

LEITE, Girlane Castro Costa ^[1], LEITE, Gilson Carlos Castro Costa ^[2]

LEITE, Girlane Castro Costa. **Ensino de Física: uma revisão integrativa sobre o uso de simulações como ferramenta pedagógica**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano. 08, Ed. 07, Vol. 04, pp. 69-87. Julho de 2023. ISSN: 2448-0959, Link de acesso:

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/simulacoes-como-ferramenta>,

DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/educacao/simulacoes-como-ferramenta

RESUMO

No meio educacional, a preocupação dos educadores em melhorar a motivação e o desempenho dos alunos na área de física é uma constante. Neste contexto, a educação por meio do uso de simulações tem conquistado espaço e credibilidade no ensino de física. A viabilidade do uso de simulações como estratégia de ensino na área de física é investigada neste estudo. Utilizou-se o método de pesquisa bibliográfica, com dados coletados nas bases de dados Portal de Periódicos Capes, Eric e Scielo, e análises qualitativas e quantitativas dos resultados obtidos. Os dados evidenciaram que o uso de simulações tem sido uma alternativa metodológica promissora no meio educacional. Considera-se que os resultados deste estudo podem ser úteis aos educadores no desenvolvimento de estratégias de aprendizagem mais efetivas.

Palavras-chave: Ensino de física, Simulações, Software, Estratégia, Metodologia de ensino.

INTRODUÇÃO

Estudos mostram que pesquisas sobre o ensino de física em contextos escolares evidencia um ponto de concordância: o desinteresse dos alunos pela disciplina (BARBOSA; OLIVEIRA; SILVA, 2023). A constatação desse desinteresse não é recente, e há diversas dificuldades encontradas no ensino da disciplina, tais como: o



elevado número de alunos em sala de aula, a grande quantidade de conteúdo a ser abordado em um número limitado de aulas semanais, a falta de domínio de conteúdos por parte de alguns professores e a escassez de didática para o ensino desses conteúdos (FONTES et al., 2016).

Trabalhos recentes indicam que ferramentas de modelagem, simulações por computador e ambientes colaborativos virtuais podem apoiar os professores no aprimoramento do processo ensino-aprendizagem (CARDINOT; NAMEN, 2017). Nesta perspectiva, o uso de tecnologias pode ser uma alternativa promissora para estabelecer uma conexão mais efetiva entre a teoria e a prática, na qual observa-se que a elaboração de objetos de aprendizagem pode ser uma forma eficaz de favorecer a compreensão significativa de conceitos na área de física (ARISTON et al., 2022).

As tecnologias estão cada vez mais presentes na sociedade atual e têm um impacto significativo no modo de vida das pessoas. Percebe-se que dispositivos como smartphones, notebooks e outros aparelhos computacionais estão cada vez mais presentes em nossas atividades cotidianas, o que faz com que sejam necessários no âmbito educacional. Nesse contexto, a utilização dessas tecnologias pode transformar a educação e criar novas e atraentes oportunidades de ensino e aprendizagem (SILVA et al., 2021).

Diante desse cenário, docentes de física têm procurado meios alternativos para adaptar suas aulas às ferramentas disponibilizadas pelas instituições de ensino e às necessidades dos estudantes (EGUEZ; VELOSO, 2021; ROSSINI et al., 2021). Entre as opções mais frequentemente adotadas, destaca-se a simulação, que é uma ferramenta educacional baseada nos princípios do ensino orientado em tarefas, que utiliza a reprodução completa ou parcial delas em um modelo artificial conhecido como simulador (EGUEZ; VELOSO, 2021).

O uso dessa ferramenta tem ganhado espaço no ensino de física e pode estimular o interesse dos alunos durante o processo de aprendizagem, proporcionando a visualização de conceitos abstratos que, em muitos casos, não seriam facilmente



compreendidos em ambientes reais, criando, assim, um ambiente de aprendizagem interativo e imerso (CARDINOT; NAMEN, 2017).

Partindo da construção desse contexto, pode-se questionar: É viável utilizar simulações como alternativa metodológica no ensino de física? Para responder a essa questão norteadora, definiu-se como objetivo investigar a viabilidade do uso de simulações como estratégia de ensino na área de física.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura. Para realização desta revisão, foram seguidos alguns passos que envolveram a elaboração da pergunta de pesquisa, a busca dos trabalhos na literatura, coleta de dados, análise crítica dos estudos, discussão dos resultados e apresentação da revisão (GIL, 2017).

Inicialmente foi determinada a questão norteadora: É viável utilizar simulações como alternativa metodológica no ensino de física? Posteriormente, realizou-se a busca dos materiais durante o mês de fevereiro de 2023. Esse processo aconteceu nas seguintes bases de pesquisa: Portal de Periódicos Capes, Eric e Scielo.

Para realização da primeira seleção dos estudos, foram utilizadas palavras-chave. Foram empregados os cruzamentos: “ensino de física” AND software (Portal de Periódicos Capes); “*physics teaching*” AND *simulation* (Eric); e “ensino de física” AND *simula** (Scielo). Para elegibilidade dos artigos, foi considerado alguns critérios de seleção.

Em seguida, deu-se início à definição dos critérios de elegibilidade para a seleção dos trabalhos. Como critérios de inclusão, considerou-se estudos publicados nos últimos dez anos, independentemente do idioma e que apresentassem abordagem quantitativa e/ou qualitativa. Por outro lado, foram excluídos artigos repetidos, estudos inconclusos ou com alto risco de viés, bem como outras revisões de literatura.

Após a exclusão de duplicatas, mediante software gerenciador de referências EndNote, o processo de seleção dos materiais foi realizado de forma independente



por dois revisores. Dessa forma, se houvesse divergência com relação a elegibilidade, bastava que um dos revisores o considerasse elegível para que ele fosse incluído nas etapas seguintes da revisão. Essa abordagem assegurou um processo de seleção rigoroso e imparcial dos materiais para a realização da pesquisa.

A seleção dos estudos ocorreu inicialmente através da avaliação dos títulos e resumos de cada registro para verificar compatibilidade com o tema abordado. Em seguida, todo o texto foi analisado para extração das informações pertinentes a discussão da temática. Essa extração dos dados também foi realizada de forma independente entre os pesquisadores e as informações foram comparadas.

Alguns dados principais incluindo variáveis como: autor, ano, tipo de simulação, principais resultados e conclusão foram utilizados para análise crítica e consequente síntese dos dados através de formulário próprio de coleta de dados, elaborado pelos autores.

Os dados foram analisados de acordo com as recomendações de análises de estudos qualitativos e/ou quantitativos incluindo análise com o software jamovi, por meio da discussão e síntese dos principais dados encontrados por intervenção de comparação entre informações e análise da literatura.

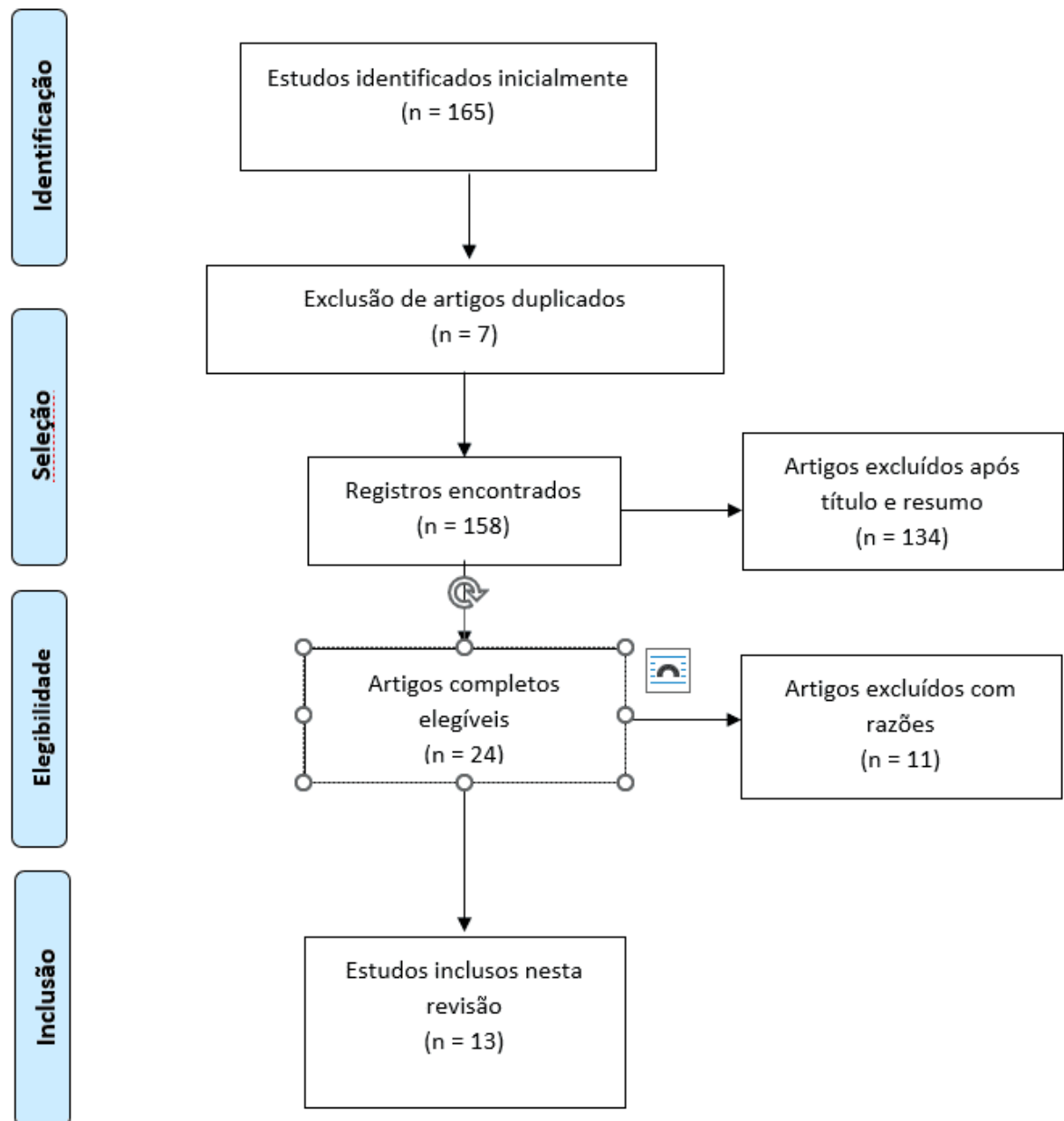
RESULTADOS

Inicialmente, foram identificados 165 estudos por meio da estratégia de busca em diferentes bases de dados, sendo que 71 estudos foram encontrados na Scielo, 20 estudos na Eric e 74 estudos no Portal de Periódicos Capes. Posteriormente, foi utilizado o gerenciador de referências EndNote para excluir 7 estudos que se apresentaram como duplicados.

Após a análise dos títulos e resumos dos artigos, identificou-se que 134 estudos não se adequaram aos critérios de inclusão predefinidos e, portanto, foram excluídos. Em seguida, as 24 publicações restantes foram consideradas potencialmente elegíveis e passaram por uma análise na íntegra. Entretanto, constatou-se que 11 delas não tinham capacidade de atender aos objetivos da pesquisa. Desse modo, apenas 13

estudos foram selecionados para compor a versão final desta revisão, como pode ser observado no fluxograma abaixo.

Figura 1: Fluxograma de seleção dos estudos segundo o PRISMA (2020)



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

A maioria dos estudos publicados são de pesquisa aplicada em sala de aula para estudantes do ensino superior, usando como um dos métodos, a aplicação de



questionários. Por outro lado, foram publicados estudos que discutem como os simuladores podem ser usados na substituição de uma aula experimental ou teórica.

A grande maioria dos artigos incluídos nesse estudo foram publicados em revistas específicas de educação, como a Revista Brasileira de Ensino de Física e Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Constatou-se que a publicação dos estudos identificados ocorreu no período de 2015 a 2023, disponíveis com predominância em português.

Algumas características dos estudos analisados foram sintetizadas no quadro 1. A apresentação dos resultados contempla informações relevantes, tais como autoria, ano, idioma, objetivo, tipo de simulação e conclusão.

Quadro 1: Características dos estudos

Autor	Ano/Idioma	Objetivo	Tipo de simulação	Conclusão
ARAÚJO, F. V. de et al.	2015/Português	Avaliar possibilidades e limitações do Portal Tecnologia Educacional em Física (PhET) nas aulas de Física, investigando melhorias na aprendizagem de conceitos básicos de eletricidade e do uso das TIC.	PhET	O uso das TICs, em particular do Portal PhET, influenciou satisfatoriamente os educandos a um melhor aprendizado sobre os conteúdos de eletricidade propostos neste trabalho.
ARISTON, M. M. et al.	2022/Português	Ratificar o uso de smartphones como ferramenta aliada ao processo de ensino e	Lux Câmera	A utilização dos smartphones facilita a compreensão do estudante na percepção das práticas e dos



		aprendizagem nas aulas de Física.		conceitos teóricos, desta forma assimilando-os com mais clareza.
CARDINOT, M.; NAMEN, A.	2017/Português	Motivar os alunos a partir do estudo contextualizado, possibilitando a compreensão de conceitos físicos com uso de aplicações práticas.	Stellarium	Com a criação da funcionalidade de simulação de chuvas de meteoros no Stellarium, o usuário foi capaz de obter informações reais sobre a ocorrência das chuvas, bem como a sua visibilidade para um determinado local e data.
CRUZ, F. M. <i>et al.</i>	2019/Português	Criar uma ferramenta interativa para visualizar a propagação de ondas de tensão em uma linha de transmissão similar ao que acontece à transmissão e reflexão de ondas eletromagnéticas que incidem em meios dielétricos diferentes, permitindo a inserção de	MATLAB	O simulador desenvolvido, além de importante como apoio didático, pode funcionar como uma ferramenta de inclusão, pois, apesar do MATLAB não ser um software livre, o simulador criado com auxílio desse software baseia-se em um executável



		<p>dados pelo usuário, a fim de facilitar a consolidação do conhecimento.</p>		<p>com todas as funcionalidades já mencionadas, e que pode ser instalado em qualquer computador que se utiliza do Windows como sistema operacional, sem a necessidade do MATLAB instalado.</p>
MEDEIROS, L. F.; CROVADOR, Á.; SILVA, H. P.	2018/Português	<p>Apresentar um simulador computacional para demonstrar as propriedades de um gás ideal bidimensional, a partir da dedução da equação de estado para o caso de duas dimensões, permitindo visualizar como a partir do fenômeno microscópico das colisões se obtém as grandezas macroscópicas do gás.</p>	Simulador construído em Javascript/HTML	<p>este artigo teve a intenção de demonstrar, por meio do simulador, a visualização da transição entre o fenômeno microscópico, a partir das colisões elásticas seguindo a mecânica newtoniana, e a emergência das grandezas macroscópicas relacionadas com o fenômeno termodinâmico. Ainda que seja com a suposição de um gás ideal em duas dimensões, o experimento permite a compreensão do argumento teórico por trás da ideia revolucionária do século XIX sobre o comportamento</p>



				de um gás estar relacionado intimamente ao movimento dinâmico das moléculas que o compõem.
OLIVEIRA, E. S.	2023/Português	Aplicar software Máxima ao Ensino de Física utilizando o exemplo da solução numérica da equação de condução de calor unidimensional.	Software Máxima	O software Máxima é uma excelente ferramenta computacional-algébrica, especialmente para o professor que deseja informatizar o processo de ensino aprendizagem, tornando o seu processo criativo ainda mais rico.
DIAS, N. L.; CASTRO, G. S.; COELHO, A. A.	2021/Português	Criar uma simulação utilizando o programa Geogebra para fazer atividade remota em substituição às aulas experimentais durante o isolamento social imposto pela pandemia de Covid-19.	Geogebra	A compreensão do funcionamento do interferômetro e a fixação dos conceitos trabalhados no experimento não apresentam uma perda pedagógica em relação ao experimento realizado presencialmente antes da pandemia.
DOMINGOS, R. B. e TEIXEIRA, R. R. P.	2022/Português	Investigar as possibilidades de uso de simulações de fenômenos da natureza no	PhET	As simulações ajudaram principalmente na compreensão e na visualização



		processo de aprendizagem de conteúdos de física na educação básica e no ensino superior		dos conceitos físicos envolvidos, estimulando, dessa forma, a imaginação acerca dos fenômenos físicos abordados.
MONTALVO, R. A. e CHOQUE, J. I.	2020/Espanhol	Criar uma ferramenta computacional e comparar o seu resultado com o dispositivo ótico desenvolvido com o software OSLO EDU, para o ensino de ótica geométrica paraxial de primeira ordem para um curso introdutório de ótica.	OSLO EDU	A versão educacional do OSLO EDU permitiu visualizar o detalhe da aplicação dos modelos de ótica geométrica e paraxial, onde os alunos puderam, com códigos simples, recriar, simular e melhorar sua compreensão dos processos de formação da imagem em diferentes dispositivos ópticos.
SANTOS, M. A. D. C. D. <i>et al.</i>	2016/Português	Usar o Mathematica® para a produção de imagens animadas para simular ondas eletromagnética se propagando, atravessando polarizadores e meios opticamente ativos.	Mathematica®	Ficou evidente que na turma em que houve o uso da multiplicidade de recursos, ocorreu uma melhor aprendizagem dos conceitos como propagação da luz, polarização e intensidade.



SILVA, S. R.; SOUSA MELO, C. A.	2016/Português	Usar simulações computacionais, como recurso no processo de ensino-aprendizagem e divulgar junto aos professores de Física da série inicial do Ensino Médio a utilização desses objetos de aprendizagem.	PhET	Utilizar a familiaridade do educando com o computador a seu favor apresentou um bom resultado, onde os educandos mostraram-se entusiasmados com a alternativa contrária ao modelo tradicional de ensino, onde a fonte de aprendizagem deixa de estar apenas na oralidade do professor.
SOARES, A. A.; MORAES, L. E.; OLIVEIRA, F. G.	2015/Português	Utilizar junto a duas turmas do ensino médio da rede pública algumas maneiras de fazer uso do computador e de simuladores interativos para uma melhor compreensão de alguns fenômenos físicos nessa área.	PhET	A utilização de simuladores no ensino dos temas aqui abordados contribuiu para que os estudantes entendessem melhor os conteúdos apresentados.
WEHMANN, C. F. <i>et al.</i>	2017/Português	Analisar e comparar, com fins didáticos, soluções obtidas numericamente com soluções analíticas e empíricas,	ANSYS CFX	Observou-se claramente a capacidade da aplicação dos métodos computacionais para a



		comumente apresentadas em sala de aula e de interesse de laboratórios de graduação, de problemas clássicos envolvendo dinâmica dos fluidos e transferência de calor.		resolução de problemas de Mecânica dos Fluidos e Transmissão de Calor, na formação dos alunos das ciências exatas e engenharias, uma vez que para as situações de malhas adequadamente refinadas o erro obtido não foi maior do que 11%.
--	--	--	--	--

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Pode-se observar que o percentual de publicações anuais, referente às simulações utilizadas como estratégia no ensino de física, apresenta maior magnitude no ano de 2016, correspondendo a 23,1%. Nos demais anos, verificou-se uma variação no intervalo de 7,7% e 15,4% (Tabela 1).

Tabela 1: Frequências de publicações por ano incluídas na revisão

Ano de publicação	Contagens	% do Total	% acumulada
2015	1	7.7 %	7.7 %
2016	3	23.1 %	30.8 %
2017	1	7.7 %	38.5 %
2018	2	15.4 %	53.8 %
2019	1	7.7 %	61.5 %
2020	1	7.7 %	69.2 %
2021	1	7.7 %	76.9 %
2022	2	15.4 %	92.3 %
2023	1	7.7 %	100.0 %

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).



Foi identificado um total de dez tipos de simuladores relacionados ao objetivo da pesquisa. São eles: PhET, Lux Câmera, Stellarium, MATLAB, um simulador construído em Javascript/HTML, o Software Máxima, Geogebra, Oslo Edu, Mathematica® e ANSYS CFX. Esses simuladores estão disponíveis em plataformas digitais, incluindo computadores (CARDINOT; NAMEN, 2017; ARAÚJO et al., 2015; CRUZ et al., 2019; MEDEIROS; CROVADOR; SILVA, 2018; OLIVEIRA, 2023; DIAS; CASTRO; COELHO, 2021; DOMINGOS; TEIXEIRA, 2022; MONTALVO; CHOQUE, 2020; SANTOS et al., 2016; SILVA; SOUSA MELO, 2016; SOARES; MORAES; OLIVEIRA, 2015; WEHMANN et al., 2017) e smartphones (ARISTON et al., 2022).

Dos estudos que fizeram uso de simuladores computacionais, quatro deles criaram sua própria simulação por meio de softwares específicos (CRUZ et al., 2019; MEDEIROS; CROVADOR; SILVA, 2018; DIAS; CASTRO; COELHO, 2021; MONTALVO; CHOQUE, 2020). É importante destacar que a maioria dos simuladores utilizados nos estudos em questão são disponibilizados de forma gratuita, e mesmo entre aqueles que requerem pagamento, é possível obter licenças sem custo adicional através das instituições de ensino, como no caso do software MATLAB, ou com opções de licenças de baixo custo, a exemplo do software Mathematica®.

Nos estudos analisados, foram abordados os seguintes assuntos: óptica (MONTALVO; CHOQUE, 2020), intensidade luminosa e microscopia (ARISTON et al., 2022), ondas eletromagnéticas (SANTOS et al., 2016) e (CRUZ et al., 2019), trabalho e força (SILVA; SOUSA MELO, 2016), física moderna (SOARES; MORAES; OLIVEIRA, 2015), fenômenos da natureza (DOMINGOS; TEIXEIRA, 2022), interferômetro de Michelson (DIAS; CASTRO; COELHO, 2021), astronomia (CARDINOT; NAMEN, 2017), termodinâmica (MEDEIROS; CROVADOR; SILVA, 2018), eletricidade básica (ARAÚJO et al., 2015), condução de calor (OLIVEIRA, 2023), dinâmica dos fluidos e transferência de calor (WEHMANN et al., 2017). O público-alvo foi constituído por estudos aplicados no ensino médio (3,4,17,18,19), ensino superior (CRUZ et al., 2019; MEDEIROS; CROVADOR; SILVA, 201; OLIVEIRA, 202; DIAS; CASTRO; COELHO, 2021; MONTALVO; CHOQUE, 2020; WEHMANN et al., 2017), estudo aplicado simultaneamente no ensino médio e



superior (DOMINGOS; TEIXEIRA, 2022), e educação profissional (ARAÚJO et al., 2015).

DISCUSSÃO

As simulações são importantes no ensino de física, já que as leis naturais são expressas através de modelos teóricos que podem ser difíceis de serem compreendidos pelos alunos. Dessa forma, os simuladores permitem que os estudantes intervenham nesses modelos, transformando-os em construtores e testadores de hipóteses (LAPA, 2014).

Os estudos revelam que houve uma tendência de maior interesse e utilização de simulações no ano de 2016, o que foi evidenciado pelo número de publicações sobre o assunto. No entanto, pode-se ressaltar que nos anos posteriores ocorreu uma variação nos percentuais, indicando uma possível diminuição do foco em simulações como estratégia de ensino. Essa variação pode ter ocorrido por diversos fatores, como utilização de outros recursos pedagógicos, mudanças no assunto de interesse da pesquisa ou a disponibilidade de outros recursos alternativos. Esse resultado pode sugerir uma necessidade de buscar novas estratégias de ensino a fim de estimular o interesse e a participação ativa dos alunos durante o processo de ensino-aprendizagem.

A análise dos estudos realizada mostra que o simulador PhET é o principal tipo de simulação utilizado como recurso didático no ensino de física, representando 30,8 % dos estudos encontrados (ARAÚJO et al., 2015; DOMINGOS; TEIXEIRA, 2022; SILVA; SOUSA MELO, 2016; SOARES; MORAES; OLIVEIRA, 2015). A ampla utilização do PhET pode ser atribuída a fatores, tais como a sua facilidade de uso, sua disponibilidade gratuita e a sua possibilidade de personalização pelo professor para deixar de acordo com as necessidades dos alunos e das disciplinas, provando ser uma das ferramentas eficazes no processo de ensino aprendizagem (NAJIB; MD-ALI; YAACOB, 2022; AJREDINI; ZAJKOV; MAHMUDI, 2012; ABDULLAH; SHARIFF, 2008).



Além disso, é interessante destacar que a escolha do simulador mais adequado para cada situação de ensino deve ser feita de forma criteriosa, considerando as características dos alunos e da disciplina, bem como a disponibilidade e acessibilidade dos recursos utilizados.

Estudos mostram que as simulações podem melhorar o ensino de física, tornando-o mais interativo e possibilitando uma compreensão dos princípios físicos (ARAÚJO et al., 2015; SOARES; MORAES; OLIVEIRA, 2015). Esses resultados corroboram com outros estudos que apontam os benefícios na implementação de simuladores no ensino de física (ARISTON et al., 2022; DOMINGOS; TEIXEIRA, 2022; SANTOS et al., 2016). Portanto, verifica-se que essa abordagem pode ser vantajosa para os estudantes que apresentam dificuldade para compreender conceitos abstratos ou que não têm acesso a equipamentos de laboratório.

O uso de simuladores no ensino de física é uma metodologia que tem sido bastante utilizada nos últimos anos. No entanto, é importante salientar que esses recursos devem ser usados como uma complementação e não como uma substituição de uma aula prática ou tradicional.

Considerando essa discussão, diversos trabalhos têm sido realizados para avaliar a eficácia das simulações no processo de ensino e aprendizagem. De acordo com estudos recentes (CARDINOT; NAMEN, 2017; MEDEIROS; CROVADOR; SILVA, 2018; MONTALVO; CHOQUE, 2020; SOARES; MORAES; OLIVEIRA, 2015), as simulações podem contribuir facilitando uma melhor visualização dos conceitos ministrados, oferecendo uma metodologia importante para o apoio didático dentro da sala de aula.

Entretanto, em apenas um dos estudos incluídos nessa revisão houve uma substituição das aulas experimentais pela simulação durante o isolamento social. Esse artigo demonstrou que os alunos não apresentaram perda pedagógica em relação à aula experimental realizada presencialmente anteriormente (DIAS; CASTRO; COELHO, 2021).



Dessa forma, os resultados indicam que as simulações são frequentemente usadas como um complemento na aprendizagem de física, com a finalidade de auxiliar na compreensão de conceitos abstratos e mais complexos. No entanto, em situações de impossibilidade de aulas presenciais, elas podem ser uma alternativa viável e eficaz.

CONCLUSÃO

Com base nas informações apresentadas neste estudo, fica claro que o tema é de suma importância e que as simulações apropriadas são um requisito fundamental para garantir a eficácia no ensino de física.

Além disso, foi observado um grande interesse na utilização de simulações como estratégias de ensino, uma vez que elas se mostram uma alternativa promissora em comparação com o método de ensino tradicional. Essa abordagem contribui significativamente para melhorar a compreensão do conteúdo por parte dos alunos, em conjunto com o trabalho do professor.

Diante dos fatos apresentados, é possível concluir que a utilização de simulações como uma ferramenta no ensino de física é viável, uma vez que elas têm a capacidade de complementar efetivamente a aprendizagem tradicional. Entretanto, é importante que os professores as utilizem de forma adequada, considerando tanto as suas limitações quanto seus benefícios, a fim de proporcionar aos alunos uma experiência de aprendizagem mais completa.

Esse trabalho contribui para conhecimento da sociedade sobre como as simulações podem ser utilizadas como estratégias de ensino nas diferentes áreas da física. Além disso, apresenta resultados que podem servir como parâmetro para que os professores desenvolvam um método de ensino mais dinâmico e interativo, que facilite a compreensão dos estudantes e a aplicação dos conceitos em situações reais do dia a dia.

Uma limitação deste estudo foi a falta de informações decorrente da não inclusão de artigos publicados em periódicos que não disponibilizam acesso gratuito, bem como a heterogeneidade dos estudos devido às variações nos participantes e nos métodos



utilizados, dificultando a combinação dos resultados em uma única análise. Como sugestão para pesquisas futuras, é recomendada a investigação das diferenças no aprendizado entre o uso de simulações e métodos de ensino tradicionais, visando uma melhor adequação do ensino às necessidades dos alunos. Esse tipo de pesquisa pode fornecer importantes contribuições para a prática educacional.

REFERÊNCIA

ABDULLAH, S.; SHARIFF, A. The effects of inquiry-based computer simulation with cooperative learning on scientific thinking and conceptual understanding of gas laws. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, 4(4), 387-398, 2008.

AJREDINI, F.; ZAJKOV, O.; MAHMUDI, N. Case study on the influence of simulations and real experiments on higher order skills. **Macedonian Physics Teacher**, 2012.

ARAÚJO, F. V. et al. Uma aplicação do software educacional PhET como ferramenta didática no ensino da eletricidade. **Informática na educação: teoria & prática**, 18(2):145–61, 2015.

ARISTON, M. M. et al. O uso de smartphones para o desenvolvimento de atividades experimentais no ensino de física. **Revista Insignare Scientia-RIS**, 5(3), 105-124, 2022.

BARBOSA, M. A. B.; OLIVEIRA A. E. P.; SILVA, E. **As metodologias ativas no ensino de Física: uma análise de publicações referentes ao ensino fundamental e médio**. Editora Licuri, 170-184, 2023.

CARDINOT, M.; NAMEN, A. Astronomia no Ensino de Física: Uma Abordagem com o Uso de Simulações de Chuvas de Meteoros em um Planetário Virtual. **Ciência & Desenvolvimento-Revista Eletrônica da FAINOR**, 10(1):65–83, 2017.

CRUZ, F. M. et al. Simulador didático para análise dos transientes de ondas de tensão em uma linha de transmissão similar à transmissão e reflexão de ondas eletromagnéticas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 41, 2019.

DIAS, N. L.; CASTRO, G. D. S.; COELHO, A. D. A. Simulação interativa do interferômetro de Michelson usando o GeoGebra. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 43, 2021.

DOMINGOS, R. B.; TEIXEIRA, R. R. P. Simulações de fenômenos da natureza no ensino de Física. **RCT-Revista de Ciência e Tecnologia**, 8, 2022.



EGUEZ, B. A. P.; VELOSO, M. S. S. O. Uso de tecnologias na Física: Possibilidades contemporâneas na transmissão de conhecimentos. **Revista Insignare Scientia-RIS**, 4(3), 418-431, 2021.

FILHO, A. P.; SCARPELINI S. Simulação: Definição. **Medicina, Ribeirão preto**, 40 (2): 162-166, 2007.

FONTES, A. D. S. et al. Jogos adaptados para o ensino de Física. **Ensino, Saúde e Ambiente**, 9(3), 2016. DOI: <https://doi.org/10.22409/resa2016.v9i3.a21239>.

GIL A.C. Como delinear um levantamento?. In: **Como Elaborar Projeto de Pesquisa**. 6a edição. São Paulo: Atlas, 99–102, 2017.

LAPA, J. M. **Laboratórios virtuais no Ensino de Física**: Novas veredas didático-pedagógicas. Dissertação (Mestrado em Ensino) 2014. Universidade Federal da Bahia e da Universidade Estadual de Feira de Santana. Salvador, 2008.

MEDEIROS, L. F.; CROVADOR, Á.; SILVA, H. P. Simulador Computacional para Demonstração das Propriedades um Gás Ideal em 2D. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 35(2), 573-591, 2018.

MONTALVO, R. A.; CHOQUE, J. I. Simulación de trazos de rayos de un triplete de Cooke. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 42, 2020.

NAJIB, M. N. M.; MD-ALI, R.; YAACOB, A. Effects of PhET interactive simulation activities on secondary school students' Physics achievement. **South Asian Journal of Social Sciences and Humanities**, 3(2), 73-78, 2022.

OLIVEIRA, E. S. Simulações de condução de calor unidimensional com o software Maxima. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 45, 2023.

ROSSINI, M. R. et al. Determinação do módulo de elasticidade de Young por meio de um smartphone. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 43, 2021. Disponível em: <http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172021000100466>.

SANTOS, M. A. D. C. D. et al. Geração de imagens animadas GIF com o Mathematica®: Simulações didáticas de ondas eletromagnéticas e polarização da luz. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 38:1–8, 2016.

SILVA, J. B. et al. Laboratórios on-line em aulas de Física no Ensino Médio: proposta de uso em sequências didáticas investigativas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 38(3), 1478-1508, 2021.

SILVA, S. R.; SOUSA MELO, C. A. A utilização da simulação “força e movimento” da plataforma PHET, como recurso didático no processo de ensino-aprendizagem no ensino médio. **Revista Educação e Emancipação, São Luís**, p. 257-277, 2016.



SOARES, A. A.; MORAES, L. E.; OLIVEIRA, F. G. Ensino de matéria e radiação no ensino médio com o auxílio de simuladores interativos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 32(3), 915-933, 2015.

WEHMANN, C. F. et al. Estudo e aplicação de simulação computacional em problemas simples de mecânica dos fluidos e transferência de calor-Parte II: Problemas clássicos de transmissão de calor. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 40:1–9, 2017.

Enviado: 23 de maio, 2023.

Aprovado: 20 de junho, 2023.