



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS OEIRAS
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

JÉSSICA JACKELLYNE DOS SANTOS ARAÚJO

**USO DA SIMULAÇÃO VIRTUAL NO ENSINO DE FÍSICA: uma revisão de
literatura**

OEIRAS – PI

2021

JÉSSICA JACKELLYNE DOS SANTOS ARAÚJO

**USO DA SIMULAÇÃO VIRTUAL NO ENSINO DE FÍSICA: uma revisão de
literatura**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Física, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – Campus Oeiras – PI.

Orientador: Prof. Me. Wilton de Carvalho Lopes.

OEIRAS – PI

2021

USO DA SIMULAÇÃO VIRTUAL NO ENSINO DE FÍSICA: uma revisão de literatura

Jéssica Jackellyne dos Santos Araújo¹
Wilton de Carvalho Lopes²

RESUMO

Este trabalho apresenta uma pesquisa bibliográfica que investigou as práticas educativas mediadas por simulações virtuais no ensino de Física, a partir da análise de publicações realizadas entre 2010 e 2021 em periódicos especializados. O objetivo consistiu em compreender de que forma esse recurso tem sido explorado por professores e pesquisadores, evidenciando as metodologias propostas, as potencialidades pedagógicas e as contribuições para o processo de aprendizagem. A investigação foi realizada em periódicos em língua portuguesa disponíveis na plataforma da Capes, com foco em estudos da área de Ensino de Física. A seleção dos trabalhos ocorreu a partir da leitura dos títulos e dos resumos, o que possibilitou identificar 25 artigos relacionados ao tema. Os resultados demonstraram que as simulações virtuais são empregadas para estimular o raciocínio científico, promover a interação, incentivar a postura investigativa e tornar o aluno protagonista de seu aprendizado. Verificou-se ainda que os recursos multimídia e as tecnologias de realidade virtual aparecem como ferramentas mais utilizadas para tornar as aulas dinâmicas e reflexivas. Conclui-se que o uso de simulações virtuais se configura como uma alternativa metodológica capaz de potencializar a prática pedagógica, favorecendo a construção do conhecimento e despertando maior motivação nos estudantes.

Palavras-chave: ensino de Física; simulação virtual; aprendizagem; práticas educativas.

ABSTRACT

This study presents a bibliographic research that investigated educational practices mediated by virtual simulations in Physics teaching, based on the analysis of publications produced between 2010 and 2021 in specialized journals. The objective was to understand how this resource has been explored by teachers and researchers, highlighting the proposed methodologies, the pedagogical potential, and the contributions to the learning process. The investigation was carried out in Portuguese-language journals available on the Capes platform, focusing on studies in the field of Physics Education. The selection of studies was conducted through the analysis of titles and abstracts, which made it possible to identify 25 articles related to the topic. The results showed that virtual simulations are employed to stimulate scientific reasoning, promote interaction, encourage an investigative attitude, and foster student protagonism in the learning process. It was also found that multimedia resources and virtual reality technologies are the most frequently used tools to make classes more dynamic and reflective. It is concluded that the use of virtual simulations represents a methodological alternative capable of enhancing pedagogical practice, favoring knowledge construction, and awakening greater motivation among students.

Keywords: teaching physics; virtual simulation; learning; educational practices.

Data de aprovação: 21/09/2021.

¹ Licenciada em Física pelo IFPI – Oeiras. E-mail: jessicajackellyne@gmail.com

² Orientador.

1 INTRODUÇÃO

É de grande importância que o ensino de Física esteja alicerçado na interdisciplinaridade e na contextualização com ênfase tanto aos conceitos básicos quanto à tecnologia envolvida, uma vez que a educação em ciências deve ter um enfoque amplo, não se restringindo somente a discussões metodológicas, mas estendido às dimensões culturais e tecnológicas (Zara, 2011).

Atualmente, o desenvolvimento tecnológico da sociedade vem sendo associado ao desenvolvimento das ciências aplicadas enquanto a prática pedagógica de muitos professores, especialmente na área de Física, continua baseada na utilização de quadro-negro e giz, com pouco ou nenhum uso de atividades experimentais ou de novas tecnologias de ensino. O uso do computador pode contribuir sobremaneira na educação devido à capacidade de apresentar ao estudante aspectos do conteúdo difíceis de serem visualizados. Logo, aumenta as possibilidades de implantação de novas técnicas de ensino uma vez que hoje, o custo financeiro para implantação e manutenção de laboratórios de informática é relativamente baixo (Zara, 2011).

Existem muitas formas de utilizar a informática educativa no ensino de Ciências, especialmente *softwares* de simulação que funcionam como verdadeiros laboratórios virtuais e que podem ser de grande valia em sala de aula, principalmente nas escolas que não possuem laboratórios adequados para aulas práticas. No entanto, falta ainda compreensão da atual realidade do uso da informática no ensino de Física, em especial, deve-se ter a clareza de que os experimentos virtuais não podem ser substitutos de atividades práticas em laboratório, mas sim como uma ferramenta auxiliar ao ensino.

A falta de compreensão de alguns princípios fundamentais da Física é uma realidade que vem sendo enfrentada atualmente tanto nas atividades didáticas na escola quanto no cotidiano. No caso específico do ensino de Física, segundo teóricos do desenvolvimento das matrizes de competências e habilidades na escola (Brasil, 2002), o professor deve desenvolver continuamente algumas competências, como o uso de novas tecnologias, que terão reflexo direto no trabalho com os alunos.

Neste contexto o uso de simuladores em sala de aula auxilia no processo de ensino-aprendizagem uma vez que as simulações permitem ao estudante centrar-se na essência do problema, tornando mais eficiente a absorção dos conteúdos. Além disso, a utilização de simuladores permite o estudo de situações que, na prática, seriam difíceis ou até mesmo inviáveis de serem realizadas. De acordo com Silvério (2015), o uso dessa ferramenta pelo

educador pode também contribuir para a clareza, dinâmica e interatividade com o conteúdo, reforçando e fixando os conceitos aprendidos em aulas teóricas e facilitando o desenvolvimento de atividades práticas de laboratório, imprescindíveis para o efetivo aprendizado de Ciências.

A utilização de simulações virtuais no ensino de Física possibilita ao estudante desenvolver a compreensão de conceitos, conduzindo-o a participar efetivamente no seu processo de aprendizagem, saindo de uma postura passiva e começando a perceber e a agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando-o com acontecimentos.

Atualmente, os professores estão adotando o uso da simulação virtual para facilitar a visualização dos fenômenos físicos, o que é muito importante e eficiente, pois chama a atenção dos alunos e mostra que a Física é muito mais do que cálculos matemáticos. O uso de simuladores apresenta algumas vantagens, como interatividade e participação mais efetiva dos alunos, baixo custo, pouco tempo de duração e os alunos podem trabalhar um experimento com mais variáveis.

Assim, esse estudo propõe fazer uma revisão bibliográfica dos artigos que abordam a inserção da simulação virtual no ensino de Física, com a finalidade de apresentar quais as atuais discussões a respeito do assunto, as contribuições que o uso da simulação virtual pode proporcionar para a aprendizagem, quais ferramentas são utilizadas para elaboração das simulações, que *sites* são indicados para fazer *download* ou uso de simulações já prontas, entre outras informações.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As simulações computacionais são abordadas na literatura científica, pelo menos desde quatro décadas anteriores. Elas podem ser utilizadas no contexto científico e escolar, oferecendo alternativas para resolução de problemas. No âmbito científico, as simulações computacionais assumem um papel mais relevante do que uma ferramenta, elas constituem uma nova forma de produção científica. Esse novo modo de produzir conhecimento científico aumentou o número de fenômenos que podem ser modelados e aumentou significativamente a capacidade de testar hipóteses de modelos que são inviáveis de testes reais (Greca; Seone; Arriasecq, 2014).

A utilização das simulações computacionais, no contexto escolar, é defendida por proporcionar um ambiente interativo, tanto entre o aluno e o objeto de estudo quanto entre ele e seus colegas ou professores. Também permite um processo de ensino e aprendizagem no

qual o aluno pode ser ativo, testar suas hipóteses, obter um *feedback* rápido, avançar no processo de acordo com suas capacidades e desenvolver habilidades e competências que são exigidas para um bom entendimento da ciência.

Além disso, se o objetivo é formar os alunos numa visão da natureza da ciência mais próxima do trabalho de pesquisa que hoje prevalece, faz-se necessário incluir simulações nas práticas de ensino de ciências, uma vez que epistemólogos concordam que as simulações computacionais não constituem apenas um novo instrumento, mas uma nova forma de produção científica e se aproximam das tarefas diárias da ciência contemporânea, especialmente as relacionadas com a aprendizagem baseada em modelos e o trabalho experimental (Greca; Seone; Arriasecq, 2014).

Essas vantagens oferecidas pelas simulações computacionais estão de acordo com algumas das teorias de aprendizagens mais discutidas atualmente, como Aprendizagem Significativa (Ausubel, 2000) Sociointeracionismo (Vygotski, 2001), Modelos Mentais (Johnson-Laird, 1994).

A ideia de utilizar teorias de aprendizagem para fundamentar a elaboração e aplicação de abordagens com simulações computacionais faz surgir um questionamento: Como utilizar essas tecnologias para promover o aprendizado? As pesquisas afirmam que, como qualquer outra ferramenta educacional, elas são, dependentes da forma como são usadas. Nesse sentido, conforme Smetana e Bell (2012), a literatura enfatiza o papel do professor na orientação e apoio, bem como a relevância de abordagens educacionais planejadas e estruturadas de acordo com um referencial teórico adequado ao contexto de aplicação.

Isso sugere que, diante da evolução tecnológica e dos avanços na programação que possibilitam a criação de animações e simulações computacionais sofisticadas, torna-se necessário discutir quais são as reais possibilidades do uso dessa tecnologia, qual papel ela assume e quais são suas limitações, bem como os critérios a serem seguidos, de acordo com as teorias de aprendizagem, para que seu uso seja eficiente e não apenas um jeito diferente de fazer o mesmo.

De acordo com Toniato (2007) a simulação computacional proporciona ao aluno um ambiente interativo e construtor do conhecimento e que aliado ao uso de computadores assume um papel relevante no ensino da Física, o de laboratório. O que é relevante para o estudo da Física, pois possibilita a interação do aluno com o objeto de estudo, interação essa que, muitas vezes, não seria possível no laboratório tradicional, seja por falta de estrutura ou por inviabilidades relacionadas ao experimento.

Medeiros e Medeiros (2002) elencam uma série de possibilidades oferecidas pelas simulações computacionais, entre elas: visualização dinâmica de fenômenos, concentração nos conceitos abordados, coleta de dados em pouco tempo e espaço para gerar e testar hipóteses, engajamento em tarefas interativas; visualização de conceitos abstratos; contribuição para resolução de problemas; interação com modelos científicos e formação de conceitos. Todas essas possibilidades são favoráveis ao ensino de Física e oportunizam a aprendizagem em um ambiente construtivista, então, o que falta para que isso seja realidade nas salas de aula?

Segundo Heidemann, Araújo e Veit (2014), além dos aspectos relacionados à infraestrutura das escolas e a capacitação dos professores, um dos fatores que influenciam o uso, ou não uso, das simulações computacionais em sala de aula é o conhecimento teórico que os professores têm a respeito das potencialidades e limitações dessa alternativa.

Isso justifica a necessidade de mais discussões e disseminação dessa temática, bem como uma formação inicial que capacite os futuros professores a trabalharem com essas novas estratégias, uma familiarização com as diversas ferramentas disponíveis *online*, seja para uso imediato ou para criação de suas próprias simulações, e oportunize discussões a respeito da eficácia dessas alternativas.

3 MÉTODOS

Este estudo trata-se de uma pesquisa quantitativa a partir de um levantamento bibliográfico em periódicos voltados para a divulgação de estudos no Ensino de Física, classificados com Qualis A1 e A2 no *WebQualis* do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A pesquisa foi realizada consultando e identificando artigos que tinham como foco o uso da simulação virtual no ensino de Física, disponibilizados pelas revistas *online* selecionadas para compor a base de dados desse levantamento.

Na fase de investigação, foi realizada uma busca por artigos científicos publicados e disponíveis no Portal da CAPES. A consulta ao *WebQualis* retornou com 11 (onze) periódicos selecionados: Ciências e Educação, Revista Brasileira de Ensino de Física, Revista de Pesquisa e Educação em Ciência, Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, *Acta Sciental* (ULBRA) Revista de Ensino de Ciências e Matemática, Araté: Revista Amazônica do Ensino de Ciência, Caderno Brasileiro de Física, Investigação em Ensino de

Ciência, Rencima, Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologias e Revista de Educação Ciência e Matemática.

A pesquisa pelos artigos foi feita diretamente no *site* dos periódicos por meio das ferramentas de busca de cada um deles. Foi estipulado um intervalo de tempo para a seleção dos artigos, de 2010 até 2021, pois havia o interesse de investigar as publicações dos últimos onze anos e obter um panorama atual dessa área de pesquisa. A seleção dos artigos foi feita com base nos títulos, resumos e palavras-chave. As palavras chaves usadas foram Ensino de Física (AND) Simulação Virtual (AND) Aprendizagem (AND) Práticas Educativas. A Tabela 1 mostra a quantidade de trabalhos encontrados em cada periódicos.

Tabela 1 – Periódicos e nº de artigos encontrados.

Periódicos	Nº de artigos encontrados
Ciência e Educação	1
Revista Brasileira de Ensino de Física	11
Revista de Pesquisa em Educação em Ciência	2
Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia	0
<i>Acta Sciential</i> (ULTRA) Revista de Ensino de Ciência e Matemática	2
Araté: Revista Amazônica de Ensino de Ciência	0
Caderno Brasileiro de Ensino Física	5
Investigação em Ensino de Ciência	0
Rencima	2
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologias	2
Revista de Educação Ciência e Matemática	0
Total	25

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Ao todo foram encontrados 25 artigos, que foram divididos em 2 grupos, com base na Análise de Conteúdo de acordo com o método usado no trabalho de referência (Mendes; Miskulin, 2017). De posse dos títulos e resumos foi possível observar que se encaixavam em 2 grupos diferentes.

Grupo 1 - Artigos de natureza teórica, que abordam a temática da simulação virtual no Ensino de Ciências/Física.

Grupo 2 - Artigos que apresentem um *software* ou simulação educacional para o Ensino de Física

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultados, foram levantados 25 artigos. As distribuições quantitativas dos artigos levantados em função do tempo podem ser vistas a partir do Quadro 1.

Quadro 1 – Publicações com uso de simulações no ensino de Física (2010- 2021).

	Q u a l i s	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	Total
Ciência e Educação	A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Revista Brasileira de Ensino de Física	A1	2	1	2	0	1	2	0	0	0	1	1	1	11
Revista de Pesquisa em Educação em Ciência	A1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia	A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acta Sciential (ULTRA) Revista de Ensino de Ciência e Matemática	A2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
Araté: Revista Amazônica de Ensino de Ciência	A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	A2	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	5
Investigação em Ensino de Ciência	A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rencima	A2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologias	A2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
Revista de Educação Ciência e Matemática	A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Pode-se verificar que, no geral, o número anual de artigos por periódicos oscila entre zero e dois, e em alguns periódicos não há publicações referentes ao tema que está sendo trabalhado. No Quadro 1 pode-se notar que os periódicos que mais publicam acerca desse tema é a Revista Brasileira de Ensino de Física e o Caderno Brasileiro de Ensino de Física.

Os artigos encontrados nos periódicos foram divididos em dois grupos, com base em seus títulos e resumos, de acordo com suas características. A seguir é apresentada uma síntese do primeiro grupo. Nele, foram unitizados 10 artigos que abordaram de maneira teórica o tema Simulação Virtual no Ensino de Física, cujos títulos e seus resumos estão descritos no Quadro 2.

Quadro 2 – Artigos de natureza teórica que abordam a simulação virtual no ensino de Física.

Nº	Artigos	Metodologia
1º	Experimentos mentais e suas potencialidades didáticas (Kiouranis; Souza; Santin Filho, 2010).	Neste artigo buscou-se analisar algumas características de experimentos que potencializam como instrumentais para o ensino de Física.
2º	Física de plasma especial utilizando simulação computacional de partículas (Simões JR <i>et al.</i> , 2011).	Apresentamos neste trabalho algumas características das simulações computacionais e exemplos onde estas simulações podem ser aplicadas.
3º	Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (Pena; Filho, 2009).	Análise de relatos de experiências pedagógicas publicados em periódicos nacionais da área de Ensino de Física, as dificuldades apontadas por professores e/ou pesquisadores para o uso da experimentação no ensino de Física.
4º	A Influência das Simulações no Aprendizado de Colisões Mecânicas em Física (Serrano; Fernando; Wolff, 2014).	O uso de simulações computacionais influencia as imagens mentais de estudantes sobre colisões mecânicas e como isso se relaciona com a aprendizagem significativa e conceitos físicos, em especial as leis da conservação.
5º	Demonstrações Experimentais de Física em Formato Audiovisual Produzidas por Alunos de Ensino Médio (Pereira <i>et al.</i> , 2011).	O engajamento intelectual nas tarefas e atividades faz da aprendizagem um processo recursivo.
6º	Física para o Ensino Médio usando Simulações e Experimentos de Baixo Custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação (Duarte, 2012).	Corriqueiro a esses estudantes a ideia de que a ciência é puramente abstrata e desvinculada da realidade.
7º	Atividades prático-experimentais no ensino de Física (Pereira; Moreira, 2017).	Para tal, trouxemos autores que não somente defendem seu uso como também aqueles que são críticos sobre a função pedagógica dessas atividades tal como são realizadas, sobretudo entre os pesquisadores que associam seu uso ao reforço de uma visão ingênua e positivista das ciências.
8º	Gamificação como estratégia de	Neste trabalho são apresentados os resultados do ganho de

	aprendizagem ativa no ensino de Física (Silva; Sales; Castro, 2019).	aprendizagem proporcionado pela gamificação aplicada como estratégia de aprendizagem ativa nas aulas de Física com alunos do Ensino Médio. A gamificação consiste na utilização dos elementos de <i>design</i> de jogos no ambiente de aprendizagem para engajar, motivar e melhorar o desempenho dos alunos.
9º	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 (Wehmann <i>et al.</i> , 2017).	Neste estudo o foco maior foi dado a problemas de transferência de calor. Para o cálculo das soluções numéricas foi utilizado um dos <i>softwares</i> representantes do estado da arte de DFC, o ANSYS CFX 12.1.
10º	Processo de desenvolvimento de simulações virtuais de experimentos históricos para o Ensino de Física (Costa <i>et al.</i> , 2021).	Nesse sentido, este artigo se propõe a apresentar uma abordagem de desenvolvimento de simulações virtuais de experimentos históricos voltadas para o Ensino de Física, considerando aspectos de áreas como a Física, Didática das Ciências, História e Filosofia da Ciência, Design e Ciência da Computação para obter um recurso didático que reflita competências das áreas envolvidas.

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Em aspectos gerais, alguns desses trabalhos, mostrados no Quadro 2, discutem as implicações e debates envolvendo as simulações virtuais e o desenvolvimento do conhecimento científico e escolar, por exemplo, as diferenças entre as simulações científicas e educativas.

A principal diferença é, que enquanto as simulações científicas buscam uma melhor compreensão de fenômenos complexos e processos baseados na construção de modelos computacionais, usando teorias bem conhecidas (ou considerações teóricas), bem como outras fontes de informação, as simulações educacionais visam desenvolver um entendimento entre os alunos do modelo subjacente e, a partir dele, os princípios teóricos (Greca; Seone; Arriassecq, 2014, p. 12).

Os cinco primeiros artigos apresentados no Quadro 2 refletem a respeito do uso de simulações computacionais em laboratórios virtuais. Os trabalhos apresentam as simulações computacionais como uma alternativa frente às dificuldades de realização de atividades experimentais convencionais, dadas as ocasiões em que o experimento real pode oferecer algum risco, depende de altos recursos financeiros, é muito rápido ou muito lento, entre outros fatores que tornam experiências reais de difícil execução.

A proposta dos trabalhos é utilizar computadores para simular processos físicos e permitir o trabalho colaborativo entre os estudantes, conscientes de que a tecnologia em si não vai promover a aprendizagem sem uma estratégia didática que corresponda às necessidades do ensino.

Os objetivos da proposta eram permitir o sentido lógico nas relações entre representações matemáticas, entender as equações como relações físicas entre medidas, construir modelos mentais de sistemas físicos, proporcionar experiências de aprendizagem ativas, fomentar a interação entre os estudantes e favorecer o processo de ensino e aprendizagem. Para isso foi necessário selecionar e adaptar os *softwares* disponíveis *online* e em seguida passá-los por um processo de avaliação que incluíam critérios como: qualidade de acesso, suporte, adaptabilidade, requisitos de equipamento, portabilidade, interatividade, entre outros.

O 6º, 7º e 8º artigos discutem uma breve história da simulação computacional no âmbito científico e escolar, desde seu surgimento até os dias atuais, bem como aspectos epistemológicos envolvidos nas aplicações das simulações. Além disso, abordam diferentes tipologias de simulações e *softwares* e suas implicações em indícios de aprendizagem, tanto em nível de Educação Básica como em Ensino Superior. Um dos exemplos é a investigação da Realidade Virtual e a simulação computacional tradicional. Uma investigação semelhante é feita também com videogames e outra discute a utilização da lousa digital.

Entre esses trabalhos de natureza teórica o 9º artigo fez uma revisão de literatura a respeito do assunto com a finalidade de apresentar os impactos da utilização dessa abordagem na aprendizagem de ciências e apresentar o que vem sendo discutido nessa área de pesquisa. Os resultados gerais indicam que as simulações computacionais são eficientes tanto, ou até mais, quanto às abordagens tradicionais no que compete a promoção do conhecimento de conteúdo científico, no desenvolvimento de habilidades de processo e na reestruturação dos conhecimentos prévios (Smetana; Bell, 2012).

Outro aspecto discutido foi em relação às simulações em 3D, os perfis de aprendizagem e o trabalho colaborativo. De acordo com os autores, essas atividades geram dois tipos de comunicações, a interação entre o estudante e o objeto e a interação entre o estudante e outros estudantes.

Com relação aos perfis de aprendizagem, também aparecem dois, um responsável por organizar, assumir e distribuir responsabilidades, tomar decisões, colaborar, liderar o trabalho em grupo e ser persistente. Outro responsável por ser comunicativo, expressivo e com potencial para motivar o grupo, apoiando-se no conhecimento dos integrantes do grupo para aprender e desenvolver suas atividades.

Para finalizar a discussão desse grupo, o 10º artigo abordou os Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem, como *softwares* educacionais centrados no usuário, colocando em discussão o papel da computação na concepção de sistemas educacionais de qualidade.

A seguir, no Quadro 3, é apresentada a síntese do Grupo 2 que agrupa os artigos que descrevem alguma simulação ou *software* computacional aplicado ao Ensino de Física.

Quadro 3 – Artigos que apresentam um *software* ou simulação educacional para o ensino de Física.

Nº	Artigos	Metodologia
1º	Simulador de propagação de ondas mecânicas sem meios sólidos para o ensino da Física (Piubelli <i>et al.</i> , 2010).	O dispositivo foi construído com o objetivo de minimizar as dificuldades relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem de conceitos da Física, em especial do conteúdo de ondas. Trata-se de um experimento demonstrativo que pode ser feito em sala de aula ou em laboratórios didáticos.
2º	Simulação de experimentos históricos no ensino de Física: uma abordagem computacional das dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula (Ribeiro Junior; Cunha; Laranjeiras, 2012).	Apresentamos uma classe de simulação computacional didática, caracterizada aqui como Simulação Didática Interativa (SDI), utilizando o <i>software Modellus</i> para apresentar a experiência do plano inclinado proposta por Galileu Galilei (1564-1642) em sua obra Discursos e Demonstrações Matemáticas em Torno de Duas Novas Ciências (1638), onde a lei da queda dos corpos é investigada.
3º	Desenvolvimento de instrumentos virtuais para obtenção e caracterização de propriedades físicas (Rosa <i>et al.</i> , 2016).	Seguindo estas linhas, este artigo descreve a construção de um instrumento virtual usando um sistema de aquisição de dados que integra um conhecido <i>software</i> e um método físico particular.
4º	O uso de tecnologias móveis no ensino de Física: uma avaliação de seu impacto sobre a aprendizagem dos alunos (Monteiro, 2016).	Desenvolvemos um micro portal que disponibiliza diferentes recursos multimídias visando facilitar a aprendizagem de conceitos relativos aos fenômenos ondulatórios e magnéticos, a partir das tecnologias móveis.
5º	Simulação de Colisões Dirigidas ao Ensino de Física (Aurora; Reis, 2002).	Foram selecionados cinco programas que simulam colisões mecânicas e que podem ser utilizados no estudo de conceitos e leis importantes para o tema.
6º	Simulações de Física no <i>Second Life</i> : uma análise de viabilidade (Dos Santos, 2012).	Neste momento, o <i>Second Life</i> parece ser uma das plataformas mais promissoras disponíveis no mercado, já que, em estudos comparativos, ele destaca-se como a plataforma que oferece mais serviços e ferramentas para desenvolvimento de aplicações com qualidade, e, também, já não pode mais ser visto como apenas um game.
7º	Animações interativas como Organizadores Prévios para o ensino da Física (Sanches; Schimiguel, 2013).	Desenvolvida uma animação interativa, denominada Energia no Bate-Estaca. Estudo que avaliou a influência da utilização desse recurso junto a alunos de uma escola pública

		de Ensino Médio.
8º	Simulações Computacionais como Ferramentas para o Ensino de Conceitos Básicos de Eletricidade (Macêdo; Dickman; Andrade, 2012).	Utilizam as simulações Kit para Construção de Circuitos (KCC) e Laboratório de Eletromagnetismo, ambas desenvolvidas pelo projeto Tecnologia no Ensino de Física (PhET) da Universidade do Colorado e disponíveis gratuitamente online. O roteiro desenvolvido para introduzir o tópico “Condutores e isolantes” foi aplicado a uma turma do terceiro ano do Ensino Médio.
9º	Ensino de matéria e radiação no ensino médio com o auxílio de Simuladores Interativos (Soares; Moraes; Oliveira, 2015).	Realizamos nossas análises a partir da perspectiva sócio interativa de Vygotsky. Foram explorados os tópicos de espectroscopia, radioatividade e física nuclear usando as simulações interativas desenvolvidas pelo projeto <i>Physics Educational Technology</i> (PhET) da Universidade do Colorado.
10º	Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio (Pedroso; Teixeira de Araújo, 2018).	Para as atividades experimentais e as simulações computacionais foram planejadas atividades para desenvolver o senso crítico do aluno frente aos experimentos.
11º	Uma ferramenta para simulação de sistemas Super para magnéticos (Gonçalves; Zucolotto, 2020).	Apresentamos um <i>software</i> desenvolvido com o objetivo de proporcionar um melhor entendimento do comportamento de sistemas super para magnéticos sujeitos a campos magnéticos externos, sem o conhecimento de prévio em pré-definição. O simulador reproduz o comportamento da magnetização em função de diversas variáveis, tais como temperatura, magnetização de saturação e diâmetro médio dos momentos magnéticos.
12º	Simulador didático para análise dos transientes de ondas de tensão em uma linha de transmissão semelhante à transmissão e reflexão de ondas eletromagnéticas (Cruz <i>et al.</i> , 2019).	Este trabalho trata da criação de uma ferramenta interativa para visualizar a propagação de ondas de tensão em uma linha de transmissão semelhante ao que acontece à transmissão e reflexão de ondas eletromagnéticas que incidem em meios dielétricos diferentes, permitindo a inserção de dados pelo usuário, um fim de facilitar a consolidação do conhecimento.
13º	Um simulador virtual para o ensino do Movimento Harmônico Simples desenvolvido utilizando o GeoGebra (Soares; Do Carmo, 2016).	Neste trabalho apresentamos uma proposta de simulador virtual para o ensino do Movimento Harmônico Simples. Desenvolvemos o simulador utilizando o <i>software</i> dinâmico GeoGebra. O simulador obtido apresenta uma interface gráfica bastante leve e objetiva, permitindo ao professor explorar o fenômeno de forma intuitiva junto a seus estudantes do EM. O fato de o código que rege o simulador ser acessível ao usuário permite que ele possa

		ajustá-lo de acordo com suas necessidades.
14º	Geração de imagens animadas GIF com o Mathematica: Simulações didáticas de ondas eletromagnéticas e polarização da luz (Santos <i>et al.</i> , 2016).	Neste artigo é apresentado o uso do Mathematica para a produção de imagens animadas para simular ondas eletromagnéticas propagando, atravessando polarizadores e meios opticamente ativos. As imagens são no formato GIF (<i>Graphics Interchange Format</i>), que se notabiliza pela facilidade de inclusão em <i>softwares</i> de apresentação, como o <i>PowerPoint</i> , ou em navegadores de internet, como Explorer ou Chrome.
15º	Ferramenta interativa para uma simulação da propagação de ondas transversais eletromagnéticas em diferentes materiais meios (Amaral; Rios; Aguiar Júnior, 2021).	Neste trabalho é apresentado uma ferramenta interativa cujo objetivo é auxiliar o processo de ensino-aprendizagem do eletromagnetismo. O aplicativo permite a visualização da propagação de ondas transversais eletromagnéticas em diferentes meios, sendo possível a alteração dos parâmetros que caracterizam a onda e o material.

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Os 15 artigos analisados nessa seção, apresentam alternativas utilizando a simulação computacional para ser aplicada no Ensino de Física, dos quais, onze tratam especificamente do Ensino Superior. Dois tratam do Ensino Fundamental e/ou Médio, e 4 deles não especificam um nível de ensino para aplicação. Tendo em vista esses aspectos, pode-se perceber que esse instrumento de ensino vem sendo mais discutido em Nível Superior, e que os demais níveis de ensino são abordados com menor intensidade.

Esse cenário sugere que os estudantes de graduação estão sendo apresentados para as simulações virtuais, seja como uma alternativa para trabalhar com experimentos virtuais ou para exemplificar fenômenos abstratos. Isso pode influenciar suas escolhas futuras como educadores, pois de acordo com a literatura (Heidemann; Araújo; Veit, 2014), escolher utilizar uma simulação computacional em sala de aula depende da familiaridade e do conhecimento das possibilidades e limitações que o professor possui a respeito desse instrumento.

A maior parte dos trabalhos se concentrou em assuntos específicos a Mecânica, e outros abordaram assuntos de Eletromagnetismo, Ótica, Física Moderna e Mecânica Quântica.

Em relação aos *softwares* e simulações utilizadas nas investigações, o *Easy Java Simulation* foi o mais citado pelos autores para a elaboração das simulações. Outro exemplo citado foi a utilização das simulações do PhET. O projeto PhET Simulações Interativas da

Universidade do Colorado Boulder elabora simulações interativas gratuitas de Matemática e Ciências, tudo embasado em pesquisas educacionais.

Assim, os professores podem optar pelo método que seja mais adequado, caso ele tenha conhecimentos técnicos de programação ele pode elaborar as simulações, caso contrário ele pode optar por *softwares* mais intuitivos, ou até mesmo pode utilizar as simulações já disponíveis na internet (Heidemann; Araújo; Veit, 2014).

A realidade virtual pode ser entendida como uma tecnologia que facilita a interação entre a máquina e o homem, no qual o usuário pode se inserir como se estivesse mesmo ali, mas tudo não passa de um sistema computacional. A tecnologia induz efeitos visuais e sonoros, permitindo total imersão no ambiente simulado virtualmente.

O uso da realidade virtual na prática educativa se justifica por favorecer a construção de um ambiente que permite aos alunos interagirem com o computador sem restrições ou até mesmo como o mínimo de restrições. Tendo umas características únicas para o meio de aprendizagem, se constitui numa poderosa ferramenta para visualização de contextos tridimensionais complexos. Nesse cenário, o aluno interage inteiramente com os objetos virtuais, executando experiências.

No Quadro 4, serão apresentadas as principais plataformas digitais em língua portuguesa retornadas nos trabalhos pesquisados, com os respectivos temas de Física abordados nos simuladores virtuais disponíveis. As plataformas citadas foram amplamente investigadas e confirmaram propostas de experimentação no contexto da Educação Básica brasileira.

Foi verificado que estas plataformas atendem às demandas requeridas para a melhoria do ensino de Física no Brasil, primeiro pela proposta alternativa de inserção da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) no processo ensino-aprendizagem e em segundo, não menos importante, pelo fato desses simuladores permitirem com que sejam trabalhadas habilidades requeridas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) como, por exemplo:

construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (Amin Aur, 2018, p. 23).

PhET	Mecânica; Ondas; Termodinâmica; Eletricidade; Magnetismo; Física Quântica.	https://phet.colorado.edu/pt_BR/	
------	--	---	---

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

As atividades tradicionais (como exercícios, seminários, trabalhos de pesquisa e elaboração de textos) não serão substituídas definitivamente pelas simulações computacionais, visto que elas fazem parte do objeto de conhecimento da disciplina de Física. A intenção do uso dessa ferramenta didática é desfazer o mito de que a Física se baseia apenas em cálculos.

Segundo Veras (2018), busca-se introduzir este recurso tecnológico atual e de uso crescente em todo o mundo como mais uma ferramenta que poderá auxiliar o processo de ensino-aprendizagem. Além de tornar as aulas mais dinâmicas e interessantes, os laboratórios virtuais a partir de simuladores são um poderoso aliado em diversas disciplinas, em especial no caso da Física. Os simuladores possuem um grande apelo visual despertando a curiosidade e a vontade de aprender conceitos abordados. Propicia a visualização de características dos fenômenos físicos reais ou ideacionais e permite que o aprendiz modifique condições para melhor observação e análise.

Algo relevante para registrar, presente em todos os trabalhos, é que poucos deles utilizaram uma teoria de aprendizagem para elaborar ou aplicar as simulações computacionais, isso pode ser justificado pelo fato de que nem todos os trabalhos apresentaram resultados de uma investigação de sala de aula. No entanto, a própria criação das simulações já poderia ser um processo que refletisse uma teoria de aprendizagem. Isso nos faz refletir a respeito de uma questão interessante, a simulação computacional, por si só, não oferece garantias de aprendizagem. É necessário que a abordagem escolhida seja pensada e fundamentada, de acordo com as teorias da aprendizagem. O que sugere que esse é um

critério a ser explorado em pesquisas futuras, dado o fato de que ainda é muito pouco explorado nas investigações atuais (Costa, 2017).

A análise também revelou que os estudos com simuladores virtuais educacionais para o ensino de Física nesta última década abordaram principalmente aspectos tais como simulação interativa, aprendizagem ativa e realidade aumentada. Aspectos esses que vêm sendo discutidos mundialmente para a melhoria do processo ensino-aprendizagem de Física.

O uso dos simuladores virtual permite uma maior compreensão dos conceitos físicos abordados, além de desenvolver, nos alunos, habilidades cognitivas para uma melhor compreensão.

Assim, os resultados obtidos deixam claro que o objetivo principal do uso de simuladores é tornar o ambiente de aprendizagem mais interativo, visualmente atrativo e que favoreça a exploração de situações reais no meio virtual, de forma dinâmica, valorizando o conhecimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da revisão bibliográfica realizada, foi possível ver em detalhes o uso de tecnologias digitais no ensino e apresentar os pressupostos pedagógicos para a utilização de simuladores virtuais no ambiente escolar. Através da análise, os simuladores virtuais no ensino de Física foram explorados, com foco na sua importância e nas consequências positivas para a melhoria da aprendizagem de conceitos de Física no ensino em sala de aula.

Constatou-se que as práticas mais procuradas entre os pesquisadores são aquelas que podem desenvolver um censo investigativo/cognitivo do aluno, que desperte a curiosidade e os motive a querer sempre saber mais. Além disso, do ponto de vista dos recursos didáticos empregados, destacam-se o recurso multimídia e a tecnologia de realidade virtual.

Observou-se ainda que ações de ensino-aprendizagem desenvolvidas a partir do uso de simuladores virtuais podem tornar a aprendizagem de Física prazerosa e significativa ao aluno. Nesse contexto, foram descritas aplicações dos simuladores para a melhoria do ensino de Física. Os resultados mostraram uma grande variedade de simuladores nesse nível de ensino, distribuídos em vários temas de estudo que são trabalhados no currículo brasileiro.

Além disso, verificou-se que a proposta do uso da simulação virtual está de acordo com o que defendem os teóricos destacados neste trabalho a respeito da evolução conceitual e da aprendizagem significativa do aluno frente às constantes transformações socioculturais.

As tecnologias, como ferramenta na prática educativa, abriram novas probabilidades para o ensino da ciência em um todo e, em particular, a Física. Assim o professor dispõe de inovações para planejar, executar e avaliar a prática educativa, e os alunos, por sua vez, se beneficiam dos inúmeros percursos de aprendizagem que podem explorar.

Não se pode perder de vista que todo recurso didático, toda metodologia de ensino, possui suas vantagens e as limitações. A ação educativa é por bastante complexa para que o profissional do ensino de Física opte por um único recurso pedagógico. Uma prática educativa que se proponha progressista exige que os sujeitos da ação educativa reflitam e questionem inclusive seus próprios percursos de aprendizagem.

Em complemento, percebeu-se com base nos resultados obtidos, que a simulação virtual se mostra uma estratégia promissora para o Ensino de Física, dadas suas características de interatividade, que podem possibilitar aos alunos a oportunidade de entender melhor os conceitos científicos, bem como a dinâmica científica.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Caio Chagas do; RIOS, Luciana Antunes; AGUIAR JÚNIOR, Edisio Alves de. Ferramenta interativa para a simulação da propagação de ondas transversais eletromagnéticas em diferentes meios materiais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 43, Jul. 2021. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2021-0080>.

AMIN AUR, Bahij. Base Nacional Comum Curricular. **Boletim Técnico do Senac**, vol. 44, no. 1, 2018. <https://doi.org/10.26849/bts.v44i1.664>.

AURORA, Mari; REIS, Favero. Simulação de Colisões Dirigidas ao Ensino de Física / Collisions Simulations for Teaching Physics. **Acta Scientiae**, vol. 4, no. 2, p. 07–20, 2002.

AUSUBEL, David. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Plátano Edições Técnicas, p. 35, 2000.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza**. Brasília: Ministério da Educação, p. 1–141, 2002.

COSTA, Márcia da. Simulações Computacionais No Ensino De Física : Revisão Sistemática De Publicações Da Área De Ensino. **XV Congresso Nacional da Educação**, , p. 7531–7544, 2017.

COSTA, Márcia; CAMARGO, Murilo; PEREIRA, Yago; ORTIZ, Etiane; BATISTA, Irinéa; BRANCHER, Jacques. Processo de desenvolvimento de simulações virtuais de experimentos históricos para o Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 43, Apr. 2021. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2021-0016>.

CRUZ, Francisco Marks; MOURA, Adriano Aron Freitas de; MOURA, Ailson Pereira de; ROCHA, Ednardo Pereira da; CRISÓSTOMO, Daniel Carlos de Carvalho; LEMOS, Herick Talles Queiroz. 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**, vol. 41, no. 4, Jul. 2019. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2019-0123>.

DOS SANTOS, Renato P. Simulações de Física no Second Life: Uma análise de viabilidade. **Acta Scientiae**, vol. 14, no. 3, p. 421–438, 2012.

DUARTE, Sérgio Eduardo. Física para o Ensino Médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 1, p. 525–542, set. 2012.
DOI:10.5007/2175-7941.2012v29nesp1p525

GONÇALVES, Surriel Artur Rogowski; ZUCOLOTTI, Benjamim. Uma ferramenta para simulação de sistemas superparamagnéticos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 42, Sep. 2020. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2020-0313>.

GRECA, Ileana M; SEONE, Eugênia; ARRIASSECQ, Irene. Concerning Computer Simulations in Science and Their Implications for Science Education, **Science & Education**, Volume 23, Issue 4, pp The final publication is available Springer Epistemological issues concerning computer simulations in science and thei. vol. 23, nº. 4, p. 897–921, 2014.

HEIDEMANN, Leonardo Albuquerque; ARAÚJO, Ives Solano; VEIT, Eliane. Atividades experimentais e atividades baseadas em simulações computacionais: quais os principais fatores que influenciam a decisão de professores de conduzir ou não essas práticas em suas aulas? **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, vol. 9, no. 2, p. 42–57, 2014.

JOHNSON-LAIRD, Philip N. Mental models and probabilistic thinking. **Cognition**, vol. 50, no. 1–3, p. 189–209, 1994. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(94\)90028-0](https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)90028-0).

KIOURANIS, Neide Maria Michellan; SOUZA, Aguinaldo Robinson de; SANTIN FILHO, Ourides. Experimentos mentais e suas potencialidades didáticas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 32, no. 1, p. 1507–1510, Mar. 2010. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172010000100019>.

MACÊDO, Josué Antunes de; DICKMAN, Adriana Gomes; ANDRADE, Isabela Silva Faleiro de. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de Eletricidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 29, no. 0, p. 562–613, 2012. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp1p562>.

MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, Cleide Farias de. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, no. 2, p. 77–86, 2002. <https://doi.org/10.1590/s0102-47442002000200002>.

MENDES, Rosana Maria; MISKULIN, Rosana Giaretta Sguerra. A análise de conteúdo como uma metodologia. **Cadernos de Pesquisa**, vol. 47, no. 165, p. 1044–1066, Sep. 2017. <https://doi.org/10.1590/198053143988>.

MONTEIRO, Marco Aurélio Alvarenga. O Uso de Tecnologias Móveis no Ensino de Física: Uma Avaliação de seu Impacto Sobre a Aprendizagem dos Alunos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 16, no. 1, p. 1–15, 2016.

PEDROSO, Luciano Soares; TEIXEIRA DE ARAÚJO, Mauro Sergio. Articulação entre laboratório investigativo e virtual visando a aprendizagem significativa de conceitos de eletromagnetismo. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, vol. 9, no. 6, p. 40, 2018. <https://doi.org/10.26843/rencima.v9i6.2070>.

PENA, Fábio Luís Alves; FILHO, Aurino Ribeiro. Obstáculos para o uso da experimentação no de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 9, no. 1, p. 1–13, 2009.

PEREIRA, Marcus Vinicius; BARROS, Susana De Souza; REZENDE FILHO, Luiz Augusto De Coimbra; FAUTH, Leduc H. de Almeida. **Demonstrações experimentais de Física em formato audiovisual produzidas por alunos do ensino médio** DOI: 10.5007/2175-7941.2011v28n3p676. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 28, no. 3, p. 676–692, 2011. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2011v28n3p676>.

PEREIRA, Marcus Vinicius; MOREIRA, Maria Cristina do Amaral. Atividades práticoexperimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 34, no. 1, p. 265, 2017. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2017v34n1p265>.

PIUBELLI, Sérgio Luiz; ERROBIDART, Hudson Azevedo; GOBARA, Shirley Takeco; ERROBIDART, Nádia Cristina Guimarães. Simulador de propagação de ondas mecânicas em meios sólidos para o ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 32, no. 1, p. 1501–1506, Mar. 2010. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172010000100013>.

RIBEIRO JUNIOR, Luiz A.; CUNHA, Marcelo F.; LARANJEIRAS, Cássio C. Simulação de experimentos históricos no ensino de física: uma abordagem computacional das dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 34, no. 4, Dec. 2012. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172012000400023>.

ROSA, Patrícia F. O.; SILVA, Filipe S.; BENYOSEF, Luiz; PAPA, Andrés R.R. Desenvolvimento de instrumentos virtuais para obtenção e caracterização de propriedades físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 38, no. 1, Mar. 2016. <https://doi.org/10.1590/S180611173812015>.

SANCHES, Waltrudes E.; SCHIMIGUEL, Juliano. Animações Interativas como Organizadores Prévios para o Ensino da Física. **Acta Scientiae**, vol. 14, no. 3, p. 439–455, 2013.

SANTOS, Maria Aparecida da Conceição dos; PASSOS, Marinez Meneghello; ARRUDA, Sergio de Mello; VESCOVINI, Ronaldo Celso. Geração de imagens animadas GIF com o Mathematica®: Simulações didáticas de ondas eletromagnéticas e polarização da luz. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 38, no. 1, Mar. 2016. <https://doi.org/10.1590/S1806-11173812057>.

SERRANO, Agostinho; FERNANDO, Jeferson; WOLFF, De Souza. A Influência das Simulações no Aprendizado de Colisões Mecânicas em Física. **Acta Scientiae**, vol. 16, nº. 4, p. 25–46, 2014.

SILVA, João Batista da; SALES, Gilvandenys Leite; CASTRO, Juscileide Braga de. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 41, no. 4, Apr. 2019. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2018-0309>.

SIMÕES JR, F.J.R.; COSTA JR, E.; ALVES, M.V.; CARDOSO, F.R. Física de plasma espacial utilizando simulação computacional de partículas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 33, no. 1, p. 01–14, Mar. 2011. <https://doi.org/10.1590/S180611172011000100010>.

SMETANA, Lara Kathleen; BELL, Randy L. Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A critical review of the literature. **International Journal of Science Education**, vol. 34, no. 9, p. 1337–1370, 2012. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182>.

SOARES, Antônio Augusto; DO CARMO, Rodrigo. Um simulador virtual para o ensino do Movimento Harmônico Simples desenvolvido utilizando o GeoGebra. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, vol. 9, no. 3, p. 1–18, 2016. <https://doi.org/10.3895/rbect.v9n3.4526>.

SOARES, Antônio Augusto; MORAES, Letícia Estevão; OLIVEIRA, Franciéle Gonçalves. Ensino de matéria e radiação no ensino médio com o auxílio de simuladores interativos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 32, no. 3, p. 915, 2015. <https://doi.org/10.5007/21757941.2015v32n3p915>.

TONIATO, Júnior Diniz. **Tecnologia no Ensino de Física: Uma Revisão do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física**. 2007.

VIGOTSKI, Lev Semenovich. **Pensamento e da Linguagem**. [S. l.: s. n.], 2001.

WEHMANN, Claus Franz; ROCHA, Paulo Alexandre Costa; SILVA, Maria Eugênia Vieira da; ARAÚJO, Felipe Alves Albuquerque; CORREIA, Daniel Leite. 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**, vol. 40, no. 2, Nov. 2017. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2017-0221>.

ZARA, Reginaldo. Reflexão sobre a eficácia do uso de um ambiente virtual no ensino de Física. **II Encontro Nacional de Informática e Educação**, no. July, p. 256–272, 2011. Available at: https://www.researchgate.net/publication/267962787_Reflexao_sobre_a_eficacia_do_uso_de_um_ambiente_virtual_no_ensino_de_Fisica.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, irmão, filha, que me incentivaram nos momentos difíceis.

Aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período do curso.

À instituição de ensino IFPI – Campus Oeiras, essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso.

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso, por todos os conselhos, pela ajuda e pela paciência com a qual guiaram o meu aprendizado.