


UMA REVISÃO INTEGRATIVA SOBRE A UTILIZAÇÃO DAS SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS PARA POTENCIALIZAR O PROCESSO DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE FÍSICA

AN INTEGRATIVE REVIEW ON THE USE OF COMPUTER SIMULATIONS TO ENHANCE THE LEARNING PROCESS IN PHYSICS TEACHING

Louise Tereza da Silva Pereira¹

Gustavo Fontoura de Souza²

 <https://orcid.org/0000-0002-9934-1256>

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi construir uma revisão integrativa sobre a utilização dos simuladores no Ensino de Física e sua influência no processo de aprendizagem dos alunos, apresentando uma discussão sobre o panorama atual dos dados apresentados. Para isso, foi feita uma revisão integrativa com periódicos publicados nos últimos cinco anos, classificados com Qualis A1-B1. A busca foi realizada em bases de dados como Scidirect, Google Acadêmico, Scielo e também diretamente na lista de periódicos publicados na área do Ensino de Física, a partir dos descritores previamente estabelecidos. Como resultados, foi possível observar, nos registros dos artigos, que através do uso dos simuladores computacionais no cotidiano escolar os alunos passam a ter uma visualização mais ampla do conteúdo que está sendo abordado em sala de aula, facilitando o processo de aprendizagem, além de contribuir para a realização das aulas práticas ao mesmo tempo em que proporciona aos alunos um ensino ativo e interativo. Esse estudo permitiu verificar experiências nas quais os simuladores se apresentam como uma alternativa que potencializa o processo ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Aprendizado. Ensino das Ciências. Simuladores. Tecnologias Digitais.

ABSTRACT

The objective of this work was to build a bibliographical review on the use of simulators in Physics Education and its influence on the students' learning process, presenting a discussion about the current panorama of the presented data. For this, an integrative review was carried out with journals published in the last five years, classified as Qualis A1-B1. The search was carried out in databases such as Scidirect, Google Academic, Scielo and also directly in the list of journals published in the field of Physics Education, based on previously established descriptors. As a result, it was observed that through the use of computer simulators in everyday school life, students now have a broader view of the content being addressed in the classroom, facilitating the learning process, in addition to contributing to the realization of practical classes while providing students with active and interactive teaching. This paper allowed us to verify experiences where use of virtual simulator are an alternative that enhances the teaching-learning process.

¹ Especialista em Ensino de Ciências e Matemática/IFRN. E-mail: louise.tereza@outlook.com.

² Doutor em Engenharia Elétrica e da Computação/UFRRN. E-mail: gustavo.fontoura@ifrn.edu.br.

Keywords: Learning. Science Teaching. Simulators. Digital Technologies.

1. INTRODUÇÃO

O Ensino de Física no Brasil enfrenta dificuldades tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior, visto que de acordo com Moreira (2018), os alunos não são estimulados a terem interesse em aprender física, como seria esperado para uma aprendizagem significativa, mas sim apresentam uma repulsa pela disciplina. Esse comportamento pode estar atrelado ao fato de que os conteúdos são abordados da maneira mais tradicional possível, totalmente centrada no professor, baseada no modelo de narrativa. No contexto atual, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) deveriam dar suporte ao ensino de Física. No entanto, isso não acontece na maioria dos casos (MOREIRA, 2018).

Com o passar dos anos o Ensino de Física tem apresentado um desenvolvimento contínuo, e ao mesmo tempo, vem adquirindo novos formatos para desenvolver uma conexão entre os recursos tecnológicos e o processo de ensino e aprendizagem. Diante desse contexto, estratégias e ferramentas para o Ensino da Física foram implementadas, visto que existem inúmeras limitações que inviabilizam a realização de experimentos no ensino de Física, ocasionado por diversos fatores, assim como também os elevados índices de repetência associados a essa disciplina, sendo considerada a que mais reprova durante o Ensino Médio (SILVA, 2019). Nesse sentido, torna-se necessário a busca por alternativas que permitam transformar esse panorama, uma dessas alternativas diz respeito a utilização TIC's, desde que o s professores estejam cada vez mais preparados para o emprego das tecnologias como recurso didático. Contudo a implementação das TIC's na educação tem sido vista como desafiadora, já que exige que os alunos e todo o corpo docente, além da estrutura da instituição de ensino, estejam aptos e preparados para que a sua inserção ocorra de maneira positiva (SILVA, 2019). As TIC's consistem em um conjunto de ferramentas digitais (software e hardwares) que permitem a mediação dos processos de comunicação visando as mais diversas aplicações, inclusive o processo ensino-aprendizagem.

Materiais didáticos digitais de apoio à aprendizagem vêm sendo cada vez mais produzidos e aplicados como ferramentas durante o ensino médio, principalmente na

disciplina de Física. Esses materiais são desenvolvidos e utilizados como recursos educacionais a fim de facilitar o processo de aprendizagem, tanto no ensino a distância, quanto no apoio ao ensino presencial. Segundo Sousa e Gomes (2020) o uso dos simuladores no Ensino de Física permite ao professor ampliar as metodologias de ensino. A utilização desses recursos promove situações que conduzem o aluno a argumentar e criar hipóteses.

Como já citado, o emprego da tecnologia no Ensino de Física pode beneficiar o desenvolvimento da aprendizagem a partir da utilização de recursos digitais atrativos e de incentivo científico. Dentre as suas competências, podem ser descritas o uso de diversas ferramentas de software e aplicativos com a finalidade de compreender e produzir conteúdo em diversas mídias, simular fenômenos e processos das diferentes áreas do conhecimento. A aplicação desses recursos possibilita que o professor aborde conteúdos de forma mais atrativa e dinâmica, além disso, recursos como os simuladores computacionais, modelagem computacional, laboratórios virtuais e dentre outras ferramentas deveriam estar naturalmente integrados ao Ensino de Física no século XXI (BRASIL, 2018).

As simulações computacionais são recursos pedagógicos valiosos que facilitam a aprendizagem e podem auxiliar a desmistificar a imagem da Física no âmbito escolar; e ainda, a familiaridade com a tecnologia e o interesse, podem ainda ser um aliado para incrementar as aulas de Física. Esses recursos auxiliam na apresentação de um determinado assunto e eliminam parte das abstrações (SOUZA & HUGUENIN, 2017). De acordo com Silva (2019), as simulações computacionais vão além das simples animações. Eles englobam uma vasta classe de tecnologias, do vídeo à realidade virtual, que podem ser classificadas em certas categorias e são baseadas fundamentalmente no grau de interatividade entre o aprendiz e o computador. Para mais, os simuladores são representações ou modelagens de objetos específicos podendo ser reais ou imaginados de sistemas ou fenômenos.

Tratando-se do novo cenário causado pela pandemia da COVID-19, as escolas tiveram que se adequar a uma nova realidade virtual e essas ferramentas metodológicas e tecnológicas passaram a ser ainda mais importantes durante o período de isolamento social, onde o ensino passou a ser aplicado de maneira remota síncrona/assíncrona. Nesse contexto, o uso de ferramentas virtuais que venha a substituir as aulas práticas presenciais se transformou em algo imprescindível no

Ensino de Física; e a aplicação dos simuladores computacionais tornou-se extremamente importante nesse sentido. Além de preencher essa lacuna, também possibilitam ampliar os conhecimentos que os alunos já possuem, contribuindo de maneira geral para o processo de aprendizagem (COELHO & SANTOS, 2020).

Diante desse exposto, são necessárias as discussões relacionadas a essa alternativa, inseridas no Ensino de Física, vinculada ao conhecimento dos atuais e futuros professores da área, enquadrando as possibilidades, potencialidades e limitações desta ferramenta. Diante disso, este trabalho tem como objetivo construir uma revisão bibliográfica sobre a utilização das simulações no Ensino de Física e sua influência no processo de aprendizagem dos alunos, apresentando os principais estudos publicados em periódicos da área da Física. Com essa revisão procuramos entender as maneiras que as experiências de utilização de simuladores no ensino de Física proporcionam aprendizado. Para isso, organizamos esse artigo mostrando as seções que apresenta o ensino de física e suas dificuldades, as definições dos simuladores virtuais e uma seção sobre suas aplicações com ênfase no simulador PHET. Apresentamos, em seguida a metodologia do trabalho, com relação a obtenção dos artigos a serem revisados e por fim as considerações finais e conclusões.

2. O ENSINO DE FISICA, DIFICULDADES E TRADICIONALISMO

O Professor, agente responsável por lecionar e ajudar os alunos em aprendizagens significativas, encontra diversas dificuldades no exercício de sua profissão. Há muito tempo a forma de lecionar para os discentes é engessada, tradicionalista, e tida como algo imutável, que respeita as regras desde quando foram iniciados os primeiros preceitos pedagógicos.

Um grande problema a respeito das dificuldades encontradas pelos alunos perante disciplinas e erros contínuos. É válido observar que assim como afirma Prado (2000, p. 52) “gasta-se muito, gasta-se mal, o sistema é ineficaz, as taxas de repetência são extremamente elevadas e o aluno reprovado é submetido a sucessivos fracassos, muitas vezes tende ao abandono e/ou à evasão”.

A disciplina de Física é considerada como uma das mais difíceis para a maioria dos alunos. Os professores encontram diversas dificuldades ao se deparar com algumas realidades em sala de aula. Para Sousa (2020, p. 83):

O Ensino de Ciências, em especial o Ensino de Física, enfrenta, atualmente, diversos problemas relacionados aos métodos de ensino utilizados, já que muitos professores têm-se pautado na utilização de métodos tradicionais, com repetição mecânica de conhecimento e memorização de equações. Essa metodologia, que visa a utilização de equações sem a possibilidade de questionamento do conteúdo, torna o aluno receptor passivo de informações, impossibilitando sua interação na construção do conhecimento.

É muito comum que os professores em função de diversos motivos, inclusive por motivos relacionados a sua formação, acabam por aplicar metodologias mais tradicionais que privilegiam a transferência simples do conhecimento. Durante a vivência dos estágios supervisionados passam por momentos que validam da mesma prática tradicionalista e é comum que ao chegar ao campo profissional repliquem a mesma postura. Em um estudo realizado por Moreira (2018), o qual fez uma análise do Ensino de Física, foi considerado que “é o mesmo de sempre: aulas expositivas e listas de problemas, quadro-de-giz (slides em PowerPoint é a mesma coisa), livro de texto único (ou apostila única), conteúdos desatualizados, aprendizagem mecânica (“decoreba”) de fórmulas e respostas corretas”.

O ensino de Física permeia por variadas características e por isso “(...) envolve conceitos e conceitualização, modelos e modelagem, atividades experimentais, competências científicas, situações que façam sentido, aprendizagem significativa, dialogicidade e criticidade (MOREIRA, 2021)”. Aprendizagem significativa requer a exploração de conceitos antes aprendidos pelos discentes e que serão aproveitados nos conteúdos. Esses conceitos relacionam-se também com questões empíricas, que foram absorvidas a partir da observação do aprendiz. Para Luz (2013), na aprendizagem significativa “relacionamos um novo conteúdo, ideia ou informação com conceitos existentes na nossa estrutura cognitiva e quando isso ocorre essa nova informação é assimilada pela nossa estrutura”.

Perante isso, podemos trazer os conceitos de Ausubel (2000) que publicou teorias a respeito das formas de aprendizagem e relata como pode ocorrer a imposição de uma aprendizagem significativa. O autor observou que informações poderão tornar-se significativas quando há conceitos que os alunos poderão relacionar com o novo conteúdo apresentado. Todavia, o autor também observa que esse novo conteúdo deve ser introduzido significativamente, pois mesmo que as

teorias apresentadas sejam significativas, se impostas arbitrariamente, os discentes poderão ter, na verdade, uma aprendizagem mecânica, ou até mesmo não obter essa aprendizagem.

Segundo Moreira (2021), há uma progressão na aprendizagem significativa. A busca por conceitos, a relação de conceitos já aprendidos e as formas que os conteúdos são passados podem estar acontecendo essa construção. Todavia, a respeito da conceituação e problematização de uma aprendizagem mecânica, que contrapõe a significativa, no ensino de Física nas escolas, Moreira (2021, p.3) fala a respeito da mecanicidade para apresentação de conteúdos e pondera:

Aprender “respostas corretas”, sem compreensão, para apresentá-las nas provas, é aprendizagem mecânica. Decorar fórmulas, sem entendê-las, para aplicá-las em problemas conhecidos é também aprendizagem mecânica. É o mais comum no ensino da Física, ou seja, um ensino que estimula a aprendizagem mecânica de fórmulas, definições, leis, respostas, para usá-las, e passar, nas provas, esquecendo tudo pouco tempo depois.

O olhar atento para as teorias de aprendizagem e o conhecimento acerca de novas formas de ensino pode ajudar o professor a enfrentar as dificuldades que permeiam o ensino de Física. Além disso, não basta relacionar a aprendizagem significativa com o aluno, mas é necessário também despertar o interesse pelo conhecimento a partir da individualidade de cada aprendiz.

Todavia, pode ser pensada uma forma que venha a chamar a atenção dos alunos com a inclusão de tecnologias como ferramentas pedagógicas. Para Moreira (2018) as TIC's – Tecnologias da Informação e Comunicação deveriam penetrar as teorias para o ensino da disciplina de Física. Já Souza e Mello (2017, p. 531) observaram que “as aulas de Física, em algumas escolas, estão se tornando mais lúdicas e interativas, estimulando os estudantes a terem uma atitude mais ativa diante do processo de ensino-aprendizagem”.

Para Moreira (2021, p. 2), “Se o Ensino da Física der mais atenção aos conceitos físicos do que ao formalismo matemático estará contribuindo para uma maior compreensão da Física e para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes.” Essa forma de visualização do ensino da disciplina que o autor referenciado destacou poderá induzir os alunos para uma melhor adaptação ao Ensino de Física, já que foi

visto que os alunos teriam mais aprendizagem a partir da valorização dos conceitos. Assim, se um aluno começa a aprender com mais facilidade a disciplina por meio das práticas relatadas, por consequência ele começa a querer aprender cada vez mais.

Em um estudo que analisou soluções para os problemas encontrados no Ensino de Física, inclusive citando simulações computacionais, Bata e Matos (2015, p. 82) fizeram algumas considerações a respeito da metodologia tradicional e exemplificou que ela não deve ser excluída. Veja:

Portanto, a ideia não é excluir a metodologia tradicional, teórica por natureza, mas mesclar várias metodologias que integrem o conhecimento a fim de melhorar a compreensão do aluno, o que possibilitar percebe que estas metodologias alternativas são ideias fundamentais na construção de um entendimento mais satisfatório sobre a disciplina de Física.

Há muitas formas de ensinar e aprender. Todavia, não se pode excluir e/ou menosprezá-las, pois todas elas podem ser válidas, mescladas e trabalhadas em sala de aula; e além dela para que o processo de ensino aprendizagem seja efetivado. No final, a intenção é facilitar o processo para o aluno e valorizar as ações dos professores. No entanto, para o ensino de Física o que se pode avaliar é a ajuda da tecnologia para entreter o aluno e fazer com que o mesmo sinta vontade de aprender a referida disciplina. Diante desse contexto, as TIC's tornam-se ferramentas bem observadas para serem trabalhadas no Ensino de Física, para que assim possam ser incluídas como ferramentas pedagógicas, sem excluir outras ferramentas que também venham a contribuir para a efetiva aprendizagem. Dessa forma o tradicionalismo encontrado na maioria das instituições escolares seria mais fácil de ser diminuído.

3. SIMULADORES: UMA FERRAMENTA PEDAGÓGICA E TECNOLÓGICA A SER EXPLORADA

Os simuladores podem ser vistos como ferramentas pedagógicas que contribuem para o ensino-aprendizagem de alunos em variadas disciplinas. No entanto, atentaremos aqui apenas com a tecnologia usada exclusivamente para o Ensino de Física. Inicialmente falaremos sobre essa ferramenta tecnológica que está sendo cada vez mais utilizada de forma inovadora; na tentativa de diversificar os

métodos tradicionais de ensino e elevar o número de alunos que conseguem absorver melhor os conteúdos, levando o aluno a apropriação de conceitos pelo resto da vida. “Nesse contexto, o uso das tecnologias no ambiente escolar representa uma grande inovação para educação, uma vez que propicia a ampliação do trabalho em colaboração, podendo estimular a investigação tanto dos alunos quanto dos professores” (ARAÚJO, NASCIMENTO, SILVA & ANDRADE, 2021, p. 6).

No trabalho de Sousa (2020) ele analisou que a pandemia ocasionada pelo novo Coronavírus trouxe a necessidade ainda maior de utilizar tecnologias educacionais e a reinvenção do professor para prosseguir com o ensino. Enfatizou ainda que a tecnologia oferece variadas formas de aprendizagem e de ensino; podendo usar os mais variados recursos didáticos, incluindo também a possibilidade de simulações, pois as mesmas podem ser utilizadas pelos alunos, no conforto de suas casas. Dessa forma, foi possível prosseguir o ensino de forma remota, mesmo que as disciplinas necessitassem de laboratórios. O mundo digital oferece muitas possibilidades positivas perante as práticas educacionais.

Diante da exposição dessas ideias, é necessário entender a possibilidade do uso das tecnologias no ensino de Física e observar como o processo de ensino aprendizagem funciona para que essas tecnologias sejam implantadas com notoriedade e o avanço que elas representam para ajudar os professores a lecionar essa disciplina tão desafiadora, pois “Nesse sentido, torna-se necessário entender que ferramentas tecnológicas não são ponto central no processo de ensino e aprendizagem, mas sim recursos que proporcionam a mediação entre professor, aluno e os saberes escolares” (SOUSA, 2020, p. 23).

O Ensino de Física, visto como desafiador para a grande maioria dos profissionais da educação; e de difícil entendimento por boa parte dos alunos, busca formas inovadoras para realizar a aprendizagem efetiva dos discentes da disciplina de Física. Embora tenha essa busca por inovação nessa área de ensino, ainda há indicadores negativos para a disciplina. Todavia, as pesquisas relacionadas com as ciências da natureza trazem novas ferramentas pedagógicas com a tentativa de diminuir essas dores sentidas pelos profissionais e educandos. “Diante do cenário atual desfavorável do ensino de Física (...), novas estratégias metodológicas são sugeridas para propor uma aprendizagem significativa. O uso de simuladores virtuais

(...) se inserem nesse contexto como potencial alternativa para tratar essa questão” (ARAÚJO et.al, 2021, p. 1).

As tecnologias incluídas para o Ensino de Física a que se refere esse trabalho são voltadas para a possibilidade do uso de simuladores como ferramenta pedagógica. Para isso, as TIC's precisam de recursos tecnológicos para serem empregadas nos contextos escolares. O computador entra como principal recurso para a prática dos simuladores virtuais. Veja a argumentação de Bata e Matos (2015, p. 81):

O computador, conforme argumentado, pode ajudar consideravelmente os professores em sala de aula, com o uso de simulações interativas, programação computacional, produção de vídeos educacionais, uma vez que o aluno está constantemente conectado à internet, porém o professor deve ser cauteloso com a forma que essas tecnologias serão inseridas, pois devem ser considerados os processos de ensino adequados ao corpo discente.

Bata e Matos (2015) ainda consideraram que a simulação por via da computação aproxima a Física real para os aprendizes e, além disso, oferece a possibilidade de interação do aluno com um mundo compreendido por ele, e muitas vezes ultrapassando o mundo físico dele. Argumentam ainda que o baixo custo oferecido pelas simulações computacionais valida a aprendizagem dos alunos, pois pode relacionar a rotina dele com os fenômenos do mundo da disciplina em questão. “Especialmente em Física, o uso de recursos digitais pode facilitar a compreensão dos conceitos e pode instigar a investigação no estudante que, ao recorrer a estas ferramentas, descobrirá diversas soluções para os problemas discutidos” (ARAÚJO et.al, 2021, p. 7).

O que não se pode esquecer é que embora os computadores sejam a maior fonte de tecnologia nos laboratórios das instituições educacionais, os celulares smartphones são comumente utilizados pela grande maioria dos aprendizes. Acerca das TIC'S, “merece destaque o Smartphone, aparelho portátil com um enorme potencial pedagógico, pois o mesmo permite tirar fotos, gravar vídeos, acessar a internet e baixar jogos e aplicativos diversos como calculadoras, dicionário, tradutores da língua, simuladores, etc” (BARBOSA, GOMES, CHAGAS & FERREIRA, 2017, p. 1).

Para Barbosa et.al (2017), o uso de simulação no Ensino de Física permite a apropriação de uma aprendizagem com um menor índice de teorias abstratas, distantes do mundo real do aluno; o uso dos simuladores permite a interação do aluno com fenômenos realísticos, os quais acabam por facilitar a aprendizagem da disciplina de Física. Os simuladores tornam-se assim, a ferramenta de eficácia para a prática de ensino.

Em um trabalho realizado por Carvalho et.al (2019), que estudava os Objetos Digitais no Ensino de Física, a exemplo do uso de simuladores, eles puderam concluir que ao passo que os estudantes são submetidos a ferramenta pedagógica a qual esse estudo tematiza, eles participam das aulas mais motivados, assim como também apresentam um nível elevado de aprendizagem e de senso de ajuda para com os colegas de classe. No entanto, os autores também observaram que apesar dessa ferramenta apresentar resultados muito positivos, ela não é exclusiva para o ensino de Física e não funciona como única opção para sanar as dificuldades de aprendizagem da disciplina e sugeriram que a partir dos conceitos analisados no estudo, há a necessidade imperativa em balizar a pluralidade de metodologias para o Ensino de Física nas instituições de ensino.

“Portanto, as simulações são consideradas, por muitos, a solução dos vários problemas que os professores de Física enfrentam ao explicar aos alunos fenômenos demasiadamente abstratos para serem visualizados apenas com o uso da imaginação” (GOMES, FRANCO & ROCHA, 2020, p. 55). A imaginação é o que faz com que o aluno tenha dificuldades no ensino de física. Os conceitos abstratos, já referenciados neste trabalho, distancia o querer aprender dos discentes perante os conteúdos da disciplina de Física.

Barbosa et.al (2017, p. 5) observaram quais são as vantagens que o uso dos simuladores oferece para o ensino da disciplina de física e os impactos positivos na aprendizagem do aluno. Veja:

Em se tratando das vantagens que o simulador proporciona ao ensino de Física, o que interessa em primeiro lugar é o seu benefício cognitivo. Ao manipular variáveis e parâmetros em uma simulação, o aluno poderá ter uma melhor compreensão sobre as relações de causa e efeito presentes no modelo estudado, experiência esta que não se assemelha ao conhecimento teórico, ou aula prática, nem mesmo ao acúmulo de uma tradição oral.

Acerca do uso das tecnologias e das simulações, Gomes, Franco e Rocha (2020) observaram que o uso dos simuladores é capaz de produzir experiências jamais realizadas. A possibilidade de realizar em poucos minutos uma ação que demandaria muito tempo de ser realizada e observada, faz com que o uso de simuladores como ferramenta pedagógica tenha a capacidade de melhorar o ensino da disciplina de Física.

4. SIMULADORES – O PORTAL PHET COMO FERRAMENTA INTERATIVA A PARTIR DA TECNOLOGIA COMPUTACIONAL

O uso de simuladores para o ensino de Física, tema central desse trabalho, possibilita a aprendizagem a partir do uso de tecnologias. As simulações colaboram para levar conceitos abstratos que se aproximam do mundo real para os alunos. Portanto, nesta seção será demonstrado algumas teorias relacionadas com as vantagens obtidas a partir do uso do simulador interativo PhET - Physics Education Technology, portal onde é possível a realização de várias simulações. Esse portal específico foi escolhido para ser o tema central desse tópico devido a ser um dos simuladores mais citados durante uma pesquisa realizada no Google Acadêmico.

Para iniciar um conhecimento mais aprofundado do que é esse simulador interativo, Gomes, Franco e Rocha (2020, p. 57) fazem as seguintes considerações:

O PhET é um Portal que, inicialmente, fornecia somente simulações na área da Física, o que deu origem ao nome Physics Education Technology (PhET). O projeto PhET Simulações Interativas foi fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman na Universidade de Colorado Boulder. Devido a popularização do projeto, acabou se expandindo para outras áreas como a Química, Biologia e Matemática.

Ainda sobre as considerações enriquecedoras do trabalho de Gomes, Franco e Rocha (2020) acerca do PhET, os autores também afirmam que é oferecido de forma gratuita, englobando os mais variados níveis de ensino, inclusive oferecendo a possibilidade de encontrar roteiros realizados por pesquisadores do mundo inteiro. No portal, as atividades chamam a atenção dos alunos e acabam por motivá-los para a

aprendizagem na disciplina de Física, o que é um desafio a ser alcançado pela grande maioria dos professores.

As considerações observadas por Ribeiro (2020) a respeito da integração do laboratório virtual PhET foi de que o uso do laboratório tem bastante eficácia para o ensino da disciplina de Física, tendo em vista que alunos obtiveram maior desempenho quando os conceitos da disciplina foram relacionados com simuladores na plataforma anteriormente mencionada. O mesmo autor ainda concluiu que a participação dos alunos é mais incisiva quando há o uso do simulador, pois permite uma maior interação e aproximação do mundo real.

“Neste laboratório virtual há simulações interativas, no modelo de jogos online, onde ao inserir os alunos neste ambiente, há desenvolvimento de habilidades de exploração e descoberta” (Ribeiro, 2020, p. 3). A descoberta é algo que pode induzir o aluno a querer explorar cada vez mais o campo da física a partir das simulações no laboratório virtual. Além disso, a capacidade de desenvolver novas habilidades torna essa ferramenta pedagógica bastante eficaz na conceituação para a aprendizagem significativa na disciplina de física.

O desafio do professor para o ensino de física está muitas vezes relacionado com as dificuldades em repassar o conteúdo a partir de conceitos que aproximem o cotidiano e conhecimento empírico do aluno com as fórmulas introduzidas como necessárias para o ensino da disciplina. Dessa forma, a respeito do uso dos simuladores virtuais na plataforma PhET, pode ser dito que “O uso programado pelo professor permite que o ensino não seja apenas memorização de fórmulas, já que neste caso das simulações, as equações aparecem após a experimentação e a compreensão de como as variáveis se articulam e influenciam o fenômeno” (GOMES, FRANCO E ROCHA, 2015, p. 58).

Além disso, no mesmo estudo citado anteriormente, os autores Gomes, Franco e Rocha (2015, p. 58) também acerca do PhET, ponderam:

Outro fator determinante é a sua simplicidade e o uso algumas vezes intuitivo, o que faz com que os alunos possam utilizá-lo de várias maneiras, interagindo e construindo conhecimento. Contudo, é importante salientar que uma simulação computacional, mesmo complexa, não configura um experimento de laboratório, já que na maioria das vezes é uma simplificação dos conceitos físicos.

Pode-se dizer, assim, que embora a inclusão as TIC's como ferramentas pedagógicas possam ser vistas como algo difícil de ser implementado pelas pessoas que não são nativas digitais, a utilização dos simuladores do PhET é de fácil compreensão. Além disso, pode ser utilizada a qualquer momento, de forma gratuita. No mais, embora os simuladores ofereçam uma gama de possibilidades para imitar a realidade por meio de interações realísticas, ele não exclui a importância de praticar experimentos em laboratórios reais.

5. METODOLOGIA

Nesse estudo foi construída uma revisão integrativa de literatura sobre o uso dos simuladores no Ensino de Física e sua influência como potencializadores no processo de aprendizagem. De acordo com Souza et al. (2017) a revisão integrativa é construída através da coleta de dados realizada a partir de fontes secundárias, por meio de levantamento bibliográfico e baseada nos relatos científicos descritos na literatura. Em outras palavras, a revisão integrativa consistem em de reunir e sintetizar achados de estudos realizados, com o intuito de contribuir para o aprofundamento do conhecimento relativo ao tema investigado (SOUZA, SILVA, 2016).

A estratégia para o levantamento dos artigos foi realizada por meio de uma busca nas seguintes bases de dados: Scidirect, Google Acadêmico® e Scielo, onde foram selecionados os artigos com data de publicação dos últimos cinco anos (2017 a 2021), a fim de obter um panorama atual sobre as divulgações desta área de pesquisa. Também foi realizada uma busca diretamente nos sites dos respectivos periódicos. As revistas que foram utilizadas como base para construção dessa revisão tiveram como critério de escolha serem classificadas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e apresentarem Qualis A1 – B1 de acordo com a classificação de Periódicos quadriênio 2017-2020.

Foram utilizados os descritores em português e inglês para realizar a busca dos artigos, sendo eles: “simuladores/simulators”; “simulações/simulations”; “ensino de física/physics teaching” e “simulador de física/Physics simulator”. O Quadro 1 apresenta o número total de artigos encontrados nas diferentes bases de dados para cada descritor que foi utilizado. Já o Quadro 2 apresenta as revistas científicas utilizadas como referência para essa pesquisa.

Quadro 1. Número total de artigos encontrados nas bases de dados Scidirect, Google Acadêmico® e Scielo a partir dos descritores utilizados na busca entre os anos de 2017 a 2021.

	Scidirect	Google Acadêmico®	Scielo
Descritor	Total de artigos	Total de artigos	Total de artigos
Simulações/simulations	222	217	316
Simuladores/simulators	222	637	134
Ensino de física/physics teaching	12	3.160	1.258
Simulador de física/Physics simulator	25	69	15

Fonte: Autoria própria.

Quadro 2 – Revistas científicas da área Física que foram utilizadas como referência para busca refinada dos artigos compilados nessa revisão.

Revista	Ano de fundação	Periodicidade	Qualis	ISSN	Área de avaliação
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	1984	Quadrimestral	A1	2175-7941	Ensino
Revista de Enseñanza de La Física	1985	Semestral	A3	0326-7091	Educação
Scientia Plena	2005	Mensal	A4	1808-2793	Ciência
Revista Novas Tecnologias na Educação	2003	Semestral	A4	1679-1916	Educação
Ensino & Educação	--	Quadrimestral	A3	2359-4381	Educação
Revista Desafios	2014	Quadrimestral	A4	2359-3652	Interdisciplinar
Revista de La Facultad de Ciencia Y Tecnologia	1991	Semestral	A1	0121-3814	Educação e Ciências
Revista Brasileira de Ensino de Física	1979	Quadrimestral	A1	1806-1117	Educação
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	2001	Anual	A1	1984-2686	Educação e Ensino
Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología	2011	Semestral	A4	1850-9959	Tecnologia e Educação
Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática	--	Semestral	B1	2595-7376	Educação
Revista Comunicações	2007	Quadrimestral	A3	2238-121X	Educação
Revista Signos	1975	Semestral	A3	1983-0378	Educação e Ensino

Enseñanza de Las Ciencias	2002	Trimestral	A1	2174-6486	Ciências
---------------------------	------	------------	----	-----------	----------

Fonte: Autoria própria.

Dentre o total de artigos encontrados nas diferentes revistas e nas bases de dados, 43 foram consultados e foram adotados os seguintes critérios para seleção dos artigos: todas as categorias de artigo (original, revisão de literatura, relato de experiência e entre outros); palavras chaves que possuíam relação com o tema do estudo; artigos com resumos e textos completos; publicação nos últimos cinco anos nos idiomas português ou inglês e por fim os artigos que contivessem em seus títulos ou resumos os descritores que foram utilizados na pesquisa. Os critérios de exclusão dos artigos foram: estudos que não atendessem os critérios de inclusão já supracitados, além dos estudos duplicados e com resultados conflitantes.

Do material obtido, 43 artigos foram lidos minuciosamente e após aplicados os critérios de exclusão e inclusão, apenas 15 artigos foram selecionados e analisados por fazerem referência ao tema desse estudo, e serviram como base para discussão. A partir da leitura dos dados apresentados nos respectivos artigos, os estudos foram agrupados por ordem cronológica, onde foram construídos tabelas e gráficos a fim de comparar os resultados obtidos.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Quadro 3 foi construído de modo a simplificar as principais informações e proporcionar uma melhor visualização de cada artigo utilizado nessa revisão. Com base nos artigos compilados nesse estudo, foi possível observar que em geral, os autores buscaram discutir em suas pesquisas as aplicações das simulações computacionais no Ensino de Física, seja de forma prática ou teórica. Nesse sentido, 73 % dos artigos apresentaram aplicação prática das simulações computacionais, enquanto 27 % avaliaram a importância e aplicação desse recurso apenas de forma teórica. Dentre os tipos de simulações utilizados, 50 % delas foram realizadas no software PhET Colorado, sendo todos de acesso livre.

Quadro 3. Artigos que abordaram a aplicação das simulações computacionais como recurso para o Ensino de Física.

Autores/Ano	Revista	Título do artigo
-------------	---------	------------------

Araújo et al. (2017)	Revista Comunicações	Estados físicos da matéria. Simulações computacionais no 5º ano de escolaridade
Barbosa et al. (2017)	Scientia Plena	O uso de simuladores via smartphone no ensino de ciência como ferramenta pedagógica na abordagem de conteúdos contextualizados de Física
Barbosa et al. (2017)	Scientia Plena	O uso de simuladores via smartphone no ensino de física: O experimento de Oersted
Figueiredo & Brasil (2017)	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	Fundamentos Pedagógicos para o Uso de Simulações e Laboratórios Virtuais no Ensino de Ciências
Nascimento et al. (2017)	Revista Signos	A modelagem e a simulação computacional como ferramentas tecnológicas no ensino de física
Pastorio & Sauerwein (2017)	Enseñanza de Las Ciencias	Uma revisão de literatura sobre o computador no ensino de física
Quartieri et al. (2018)	Revista de La Facultad de Ciencia Y Tecnologia	Simulações computacionais e a metacognição no ensino de física
Carvalho et al. (2019)	Revista Novas Tecnologias na Educação	Objetos Digitais de Aprendizagem no Ensino de Física Básica: Um estudo de caso com simuladores virtuais em uma escola de ensino público estadual
Moura et al. (2019)	Revista de Enseñanza de La Física	Simulador didático para análise de campos elétricos e magnéticos de linhas de transmissão de circuitos duplos
Pereira et al. (2019)	Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología	Práticas com simulações computacionais para melhoria de desempenho para lidar com situações de emergências
Santos & Dickman (2019)	Revista Brasileira de Ensino de Física	Experimentos reais e virtuais: proposta para o ensino de eletricidade no nível médio
Silva & Mercado (2019)	Ensino e Educação	Revisão sistemática de literatura acerca da experimentação virtual no ensino de Física
Sousa & Gomes (2020)	Revista Desafios	Uso de sequências didáticas com simuladores computacionais para uma aprendizagem significativa de conteúdos no 2º ano do Ensino Médio
Araújo & Bracho (2020)	Revista de La Facultad de Ciencia Y Tecnologia	Simuladores com software GeoGebra com objetos de aprendizagem para o Ensino da Física
Junior et al. (2021)	Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática	Atividades experimentais e computacionais no ensino de física: Uma revisão da literatura

Fonte: Autoria própria.

Conforme ilustra o Quadro 3, o estudo realizado por Carvalho et al. (2019) reporta a dificuldade que os alunos possuem ao estudarem a disciplina de Física.

Nesse sentido os autores buscaram avaliar a influência que as TICs, especificamente os simuladores computacionais, possuem sobre a motivação e interesse dos estudantes. Eles perceberam que 42 % dos estudantes gostavam pouco de estudar física e 8 % não possuía afinidade nenhuma, no entanto, 71 % deles reconhecem a importância da disciplina. A pesquisa apontou também que 82 % dos professores utilizavam recursos digitais durante as aulas. Porém, os estudantes relataram que utilizam os laboratórios de informática apenas ocasionalmente 81 % e 15 % nunca utilizavam. Já Pereira et al. (2019) afirmaram que 80 % dos estudantes avaliaram que o uso das simulações tornaria mais fácil o aprendizado teórico-prático. Foi identificado também que 62 % dos estudantes alegaram possuir pouca compreensão sobre o uso dessas ferramentas.

Diante desses resultados, é extremamente importante pontuar que os laboratórios de informática possuem uma grande diversidade de aplicativos e softwares educacionais que devem ser utilizados de forma mais abrangente, visto que podem enriquecer os conhecimentos dos estudantes e tornar a aula mais dinâmica. A importância que as tecnologias possuem atualmente sobre o âmbito educativo refletiu-se de forma positiva nos métodos de ensino.

Barbosa et al. (2017) analisaram a atuação dos simuladores via smartphone no Ensino de Física e constaram que através deles, as simulações orientadas de forma pedagógica podem tornar esses aparelhos em uma espécie de laboratório virtual portátil nas aulas de Física, ampliando o processo de aprendizagem dos alunos. Contudo, os autores observaram como fator negativo o fato em que nem todo estudante possui um smartphone. No entanto, a principal finalidade da proposta foi avaliar o uso desta ferramenta em sala de aula de forma a trazer contribuições para o ensino. Em um segundo estudo do grupo, os autores discutiram metodologias também voltadas para o uso de simuladores via smartphone e determinaram que os aparelhos trouxeram mais ludicidade aos conteúdos de Física. Além disso, usualmente, os smartphones fazem parte da vida dos jovens e sendo utilizado dessa forma, acaba amenizando a utilização dos aparelhos durante as aulas de maneira inadequada.

Figueiredo e Brasil (2017) estudaram os fundamentos pedagógicos para aplicação das simulações computacionais durante o Ensino de Ciências. Os autores determinaram por meio de um estudo teórico que esses recursos utilizados nos laboratórios virtuais e nos smartphones possuem grande abrangência, contudo suas

aplicações devem ser bem planejadas e elaboradas. Visto que é extremamente importante conhecer bem as limitações e potencialidades dos mesmos, Junior et al. (2021) pontuaram que a partir da análise da revisão bibliográfica realizada, foi possível inferir que uso das atividades experimentais e as simulações computacionais quando associadas, se complementam no sentido de auxiliarem nos processos de ensino e de aprendizagem, favorecendo assim que seja desenvolvido o interesse do aluno para o entendimento dos conceitos físicos, citando ainda esse processo de integralização das atividades experimentais com as computacionais como sendo desafiador.

Araújo e Bracho (2020), ao avaliarem de forma prática o uso de simuladores computacionais desenvolvidos através do software GeoGebra, um software de matemática que oferece um ambiente de geometria dinâmica, constataram então que os simuladores utilizados (simulador de tiro livre de futebol e simulador de pêndulo simples) apresentaram todas as características que definem todo o processo de aprendizagem, identificando então que eles possuem facilidade de uso, são reutilizáveis, interativos, não dependem de objetos externos para serem utilizados e podem ser aplicados por até duas aulas, dentre outras vantagens. Nos resultados de Moura et al. (2019), os autores averiguaram o uso dos simuladores como recurso didático desenvolvidos a partir do software MATLAB, determinando que a partir deles foi possível construir as soluções dos campos (elétricos e magnéticos) gerados pelas linhas de transmissão de alta tensão de circuito duplo. Vale ressaltar também o aspecto inovador que a ferramenta proposta apresentou como recurso didático. Nesse sentido, os respectivos simuladores apresentaram um grande leque de possibilidades de exploração e aplicação transformando os métodos tradicionais de ensino em tendências educativas que apresentam influência positiva no processo de aprendizagem dos alunos.

Adicionalmente, o trabalho realizado por Araújo et al. (2017) ao avaliarem quatro diferentes estratégias de integração curricular de duas simulações computacionais no estudo das alterações do estado físico da matéria e da propriedade dos gases, os autores identificaram que as simulações computacionais foram consideradas em seu estudo como um suporte fundamental no ensino das ciências, apresentando uma influência significativa no processo de aprendizagem conforme são integradas no currículo.

Outro estudo muito interessante compilado nessa revisão foi desenvolvido por Quartieri et al. (2018), que avaliaram as simulações computacionais aliada a metacognição como recurso no Ensino de Física através da aplicação de questionários, percebendo então que o pensamento metacognitivo nos estudantes não é explícito, exigindo assim uma maior atenção por parte do pesquisador. Visto isso, mesmo com o uso das simulações computacionais para obtenção da percepção dos indícios de metacognição, os autores verificaram que esse processo acontece aos poucos, pois exige tempo. Com base nos dados apresentados nesse estudo, é possível verificar que seria necessário o desenvolvimento e aplicação de outras atividades por meio das simulações computacionais para obtenção de resultados mais conclusivos.

Em outro estudo realizado por Sousa e Gomes (2020) os autores buscaram avaliar o modo como o professor poderá utilizar as simulações e abordar os conteúdos da física dentro de cada simulação computacional. Visto isso, foi possível desenvolver sequências que puderam ajudar o professor a preparar as aulas de maneira mais dinâmica, além de estimular os alunos a serem mais argumentativos, proporcionando assim maior autonomia em seu processo de aprendizagem.

Conforme apresentado nesse estudo, percebe-se então que o Ensino de Física possui recursos que podem ser aplicados com êxito, sendo utilizado de maneira que não limite as práticas de ensino ao tradicional e mecanicista. Nesse sentido, o Quadro 4 foi construído com base nas simulações que foram realizadas dos artigos que compõem essa revisão.

Quadro 4. Relação das simulações computacionais realizadas pelos autores a partir de diferentes softwares reportados nesse estudo.

Tipo de simulação	Objetivo	Software	Plataforma	Referência
Kit para Montar Circuito DC	Explorar as relações básicas de eletricidade	Lab Virtual	Windows	Carvalho et al.(2019)
Simulador do tiro livre de futebol	Avaliar os movimentos parabólico e harmônico simples	GeoGebra	Windows	Araújo e Bracho (2020)
Simulador do pêndulo simples	Avaliar os Movimentos parabólico e harmônico simples	GeoGebra	Windows	Araújo e Bracho (2020)
Mudanças de estado físico da matéria	Introduzir e explorar a natureza corpuscular da matéria, rever os estados	PhET Colorado	Mac/Windows/ Linux	Araújo et al. (2017)

	físicos e as mudanças de estado			
Propriedade dos gases	Explorar algumas propriedades do ar e a relação entre pressão, o volume e a temperatura	PhET Colorado	Windows	Araújo et al. (2017)
Simulador Oersted	Promover a união entre a eletricidade e o eletromagnetismo	SEB*	Android	Barbosa et al. (2017)
O olho humano	Abordar a anatomia do olho humano	SEB*	Android	Barbosa et al. (2017)
Defeitos visuais	Trabalhar os principais defeitos da visão e os tipos de lentes de correção	SEB*	Android	Barbosa et al. (2017)
Linhas de transmissão	Visualizar o cálculo de campos elétricos e magnéticos	MATLAB	Windows	Moura et al. (2019)
Kit de Construção de Circuito (AC+DC)	Avaliar o eletromagnetismo	PhET Colorado	Mac/Windows/Linux	Quartieri et al (2018)
Lei de Ohm	Compreender a Lei de Ohm em circuitos elétricos simples	PhET Colorado	Mac/Windows/Linux	Quartieri et al (2018)
Sequências de Ensino Investigativo	Comprovar a articulação entre as simulações e os conteúdos do 2º ano	PhET Colorado	Mac/Windows/Linux	Sousa e Gomes (2020)
Lei de Ohm	Ensinar circuitos elétricos	PhET Colorado	Mac/Windows/Linux	Santos e Dickman (2019)
Modelagem do sistema solar	Estudar a Lei da Gravitação Universal e Leis de Kepler	Modellus	Windows	Nascimento et al. (2017)

*SEB = Sistema Brasileiro de Ensino S.A

Fonte: Autoria própria.

Silva e Mercado (2019) pontuaram que o uso dessas simulações computacionais no Ensino de Física possibilita uma redução significativa no tempo necessário para preparação e execução dos experimentos, além de repeti-los várias vezes caso necessário, ampliar o número de alunos que podem manipular os experimentos, realizar experimentos que não podem ser executados em laboratórios convencionais, ; manipular parâmetros físicos e abordar um número maior de fenômenos num intervalo de tempo menor e dentre outras possibilidades.

7. CONCLUSÃO

O número de estudos encontrados que versam sobre o tema do uso de simuladores virtuais nas aulas de Física é bastante representativo nas revistas, periódicos e bases de dados utilizados na pesquisa. Foi possível observar as mais variadas formas de inclusão das Tecnologias de informação e Comunicação, considere aqui os simuladores, sendo utilizadas para avançar a aprendizagem dos alunos e tentar fazer com que eles se interessassem pela disciplina de Física. Entre os estudos foi possível também observar que a aplicação dos simuladores foi de forma prática. Além disso, outros estudos que apenas introduziram a teoria para efeito de análise a respeito do uso dos simuladores também chegaram a conclusões positivas a respeito da prática tecnológica supracitada.

No decorrer da revisão foi possível perceber que a aprendizagem da disciplina de Física a partir do uso de simuladores virtuais torna-a muito mais eficaz e interativa para os alunos, tendo em vista que os mesmos compreendem conceitos abstratos a partir da aproximação com o cotidiano real deles durante o uso dos simuladores. Os efeitos positivos na aprendizagem de Física dos alunos observados na revisão dos artigos analisados a partir das simulações, foi visto por muitos autores. Além disso, a interatividade entre alunos e professores a partir do uso dos simuladores, e a fácil utilização de alguns softwares que foram utilizados nos mesmos estudos foi uma prática relatada pelos autores.

Foi visto que a percepção dos conteúdos de Física com o uso dos simuladores proporciona aos alunos a direcionarem mais atenção para a disciplina. Isso facilita o processo de ensino aprendizagem e impulsiona os professores a adequarem suas técnicas para as TIC's.

A facilidade de apresentar aulas práticas com os simuladores torna-se um suporte fundamental para que professores distanciem-se do ensino tradicional, cheio de regras, de centralidade e de um sistema que pede a decoração de termos, onde os aprendizes têm uma aprendizagem momentânea e singularmente mecânica; diferente da observada com o apoio dos simuladores, onde os alunos retêm uma aprendizagem significativa, levando conceitos para o resto da vida e apropriando idéias reais para exemplificar as abstratas observadas no Ensino de Física.

O estudo apresentado revela um cenário favorável a utilização dos simuladores no ensino Física uma vez que, os simuladores estão cada vez mais acessíveis, disponível e com mais recursos. É possível por exemplo utilizá-lo a partir de smartphones ou sem custos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Evando Santos et al. O uso de simuladores virtuais educacionais e as possibilidades do PhET para a aprendizagem de Física no Ensino Fundamental. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 3, p. 1-25, 2021.

ARAÚJO, Fatima Maria et al. Estados físicos da matéria. Simulações computacionais no 5º ano de escolaridade. **Comunicações**, v. 24, n. 1, p. 35-54, 2017.

GUTIÉRREZ-ARAUJO, Rafael Enrique; CASTILLO-BRACHO, Luis Andrés. Simuladores com o software GeoGebra como objetos de aprendizagem para o ensino da física. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, n. 47, p. 201-216, 2020.

BARBOSA, C. D.; GOMES, L. M.; CHAGAS, M. L. das; FERREIRA, F. C. L. O uso de simuladores via smartphone no ensino de física: O experimento de Oersted. **Scientia Plena**, [S. l.], v. 13, n. 1, 2017. DOI: 10.14808/sci.plena.2017.012712.

BARBOSA, Cairo Dias et al. O uso de simuladores via smartphone no ensino de ciência como ferramenta pedagógica na abordagem de conteúdos contextualizados de física. **Scientia Plena**, v. 13, n. 1, 2017.

<https://doi.org/10.14808/sci.plena.2017.012713>

BATA, Ismael Freire; MATOS, Robert Saraiva. Possíveis soluções para a problemática do ensino de Física: metacognição, artefatos experimentais e simulações computacionais. **Estação Científica (UNIFAP)**, v. 4, n. 2, p. 75-83, 2015.

BRASIL, MEC. Base nacional comum curricular: ensino médio. **Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica**, v. 2, n. 6, p. 31, 2018.

CARVALHO, Arley et al. Objetos Digitais de Aprendizagem no Ensino de Física Básica: Um estudo de caso com simuladores virtuais em uma escola de ensino público estadual. **RENOTE**, v. 17, n. 3, p. 263-272, 2019.

<https://doi.org/10.22456/1679-1916.99481>.

COELHO, Alexsandro Ferreira; SANTOS, Maricélia Silva. A Utilização de Simuladores Virtuais no Ensino da Robótica Durante a Pandemia. *Anais da Mostra Nacional de Robótica*, 1-6, 2020. Recuperado em 01 de junho de 2021 de <http://sistemaolimpico.org/midias/uploads/0988803df7531bfa37db77aa02df33dd.pdf>

DA SILVA, Ivanderson Pereira; MERCADO, Luis Paulo Leopoldo. Revisão sistemática de literatura acerca da experimentação virtual no ensino de Física. **Ensino & Pesquisa**, 2019. 1-29. Recuperado em 31 de maio de 2021 de <http://periodicos.unespar.edu.br/index.php/ensinoepesquisa/article/view/2381/1756>

DE MOURA, Ailson Pereira et al. Simulador didático para análise de campos elétricos e magnéticos de linhas de transmissão de circuitos duplos. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 31, n. 2, p. 71-82, 2019. Recuperado em 31 de maio de 2021 de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/26944>

DE FIGUEIREDO, Helder et al. Fundamentos pedagógicos para o uso de simulações e laboratórios virtuais no ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 75-103, 2017. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec201717175>

GOMES, Erica Cupertino; FRANCO, Xaieny Luiza de Sousa Oliveira; ROCHA, Alexsandro Silvestre da. **Uso de simuladores para potencializar a aprendizagem no ensino de Física**. Palmas: Eduft, 64 p. 2020.

SOUZA, MTS; SILVA, MD; CARVALHO, R. **Revisão integrativa: o que é e como fazer**. Einstein [serial on the internet]. 2010 [cited 2016 Nov 12];8(1):102-6. Disponível em: http://astresmetodologias.com/material/O_que_e_RIL.pdf

JÚNIOR, Rosivaldo Carvalho Gama; NEIDE, Italo Gabriel; MOREIRA, Marco Antonio. Atividades experimentais e computacionais no ensino de física: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 4, n. 1, 2021. 348-369. <https://doi.org/10.5335/rbecm.v4i1.11576>

LUZ, Renata Matos da. **O ensino de física das radiações em ambientes hospitalares: avaliação das concepções sobre raios x com enfoque na prevenção e tecnologia**. 2013. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 103p.

MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, v. 32, p. 73-80, 2018. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>

DO NASCIMENTO, Jefferson Oliveira et al. A modelagem e a simulação computacional como ferramentas tecnológicas no ensino de física. **Revista Signos**, v. 38, n. 1, 2017. <http://dx.doi.org/10.22410/issn.1983-0378.v38i1a2017.1378>

PASTORIO, Dioni Paulo; SAUERWEIN, Ricardo Andreas. Uma revisão de literatura sobre o computador no ensino de Física. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 1337-1342, 2017.

PEREIRA, Dauster Souza et al. Práticas com Simulações Computacionais para Melhoria de Desempenho para Lidar com Situações de Emergências. **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología**, n. 23, p. 61-71, 2019. <https://doi.org/10.24215/18509959.23.e07>

PRADO, Iara. LDB e políticas de correção de fluxo escolar. **Em Aberto**, v. 17, n. 71, p.49-56, 2000.

QUARTIERI, Marli Teresinha; DE MAMAN, Andréia Spessatto; NEIDE, Italo Gabriel. 8B004 Simulações computacionais ea metacognição no ensino de Física. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, p. 1-7, 2018.

RIBEIRO, João Pedro Mardegan. A Integração Do Laboratório Virtual “Phet Interactive Simulations” No Ensino De Física. In: **Anais do CIET: EnPED: 2020- (Congresso Internacional de Educação e Tecnologias| Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância)**. 2020. Recuperado em 30 de Maio de 2021 de <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2020/article/view/1607>

SANTOS, José Carlos dos; DICKMAN, Adriana Gomes. Experimentos reais e virtuais: proposta para o ensino de eletricidade no nível médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0161>

SILVA, Hialefson Matheus da. **O uso de simulações computacionais para o ensino de física nuclear**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física). Universidade Federal Fluminense. Santo Antônio de Pádua – RJ, 76 p. 2019.

SOUSA, Anna Karollyni Lopes; GOMES, Érica Cupertino. USO DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS (SD) COM SIMULADORES COMPUTACIONAIS PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONTEÚDOS DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO. **DESAFIOS-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do**

Tocantins, v. 7, n. Especial, p. 277-282, 2020. <https://doi.org/10.20873/uftsupl2020-8636>

DE SOUSA, Luís Manuel Mota et al. A metodologia de revisão integrativa da literatura em enfermagem. **Nº21 Série 2-Novembro 2017**, v. 17, 2017.

SOUZA, E. J.; MELLO, L. A. O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem: campeonato de aviões de papel e o ensino de Hidrodinâmica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 34, n. 2, p. 530-554, 2017. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2017v34n2p530>

SOUZA, Gláucia Martins Ricardo et al. **Uso de Simulações Computacionais no Ensino de Conceitos de Força e Movimento no 9º ano do Ensino Fundamental**. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física), Universidade Federal Fluminense, volta redonda. 192 f. 2015.