

## **RECURSOS DIDÁTICOS INTERATIVOS PARA O ENSINO DE FÍSICA: SOFTWARES DE APOIO AO ENSINO REMOTO OU HÍBRIDO**

Marcelo Franco Leão<sup>1</sup>, Samara Sales da Silva<sup>2</sup>

### **RESUMO**

Muitos estudantes consideram o estudo da Física como disciplina difícil, algo complexo, por envolver muita teoria e cálculos, o que torna o aprendizado monótono e desinteressante. Ao longo dos anos, têm sido realizados estudos que visam elaborar metodologias de ensino e recursos pedagógicos que contribuam para facilitar o ensino de Física, tornando as aulas mais atrativas e interessantes. Assim, o objetivo desse estudo foi expor softwares interativos utilizados em aulas de Física de acordo com os artigos publicados desde 2010 pelo Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Trata-se de um estudo de caráter exploratório e qualitativo, cuja fonte de dados foi um periódico especializado na área e com o recorte temporal compreendido entre 2010 a 2021. Ao todo foram encontrados 29 artigos que trouxessem abordagens mais atualizadas sobre o uso de recursos digitais em seu desenvolvimento como Softwares, simuladores e/ou ambientes virtuais de aprendizagem, que visam tornar o ensino de Física mais atrativo. A maior incidência de artigos foi voltada ao Ensino Médio e Ensino Superior. Ampla maioria deles buscou inserir tais ferramentas no processo de ensino e alguns outros estudos foram voltados à formação de professores, cuja preocupação foi promover o contato dos docentes com as ferramentas digitais para que conhecessem e introduzissem em suas aulas. Logo, a realização deste estudo permitiu constatar que o ensino de Física foi beneficiado com o uso desses recursos pedagógicos digitais, o que demonstra a potencialidade e viabilidade de serem utilizados amplamente nas aulas, principalmente nesse momento de transição entre o ensino remoto, híbrido, e retorno ao presencial.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, recursos tecnológicos, simulações computacionais.

## **INTERACTIVE TEACHING RESOURCES FOR PHYSICS TEACHING: SOFTWARE TO SUPPORT REMOTE OR HYBRID TEACHING**

---

<sup>1</sup> Doutor em Educação e Ensino de Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professor EBTB efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus de Confresa. E-mail: [Marcelo.leao@cfs.ifmt.edu.br](mailto:Marcelo.leao@cfs.ifmt.edu.br).

<sup>2</sup> Licenciada em Física pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Confresa. E-mail: [samarasalescfs@gmail.com](mailto:samarasalescfs@gmail.com).

## ABSTRACT

Many students consider the study of Physics as something complex, as it involves a lot of theory and calculations, which makes learning monotonous and uninteresting. Over the years, studies have been carried out to develop teaching methodologies and pedagogical resources that contribute to the teaching of Physics, making classes more attractive and interesting. Thus, the objective of this study was to describe interactive software used in Physics classes according to articles published since 2010 by the *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. This is an exploratory and qualitative study, whose data source was a specialized journal in the area and with a time frame between 2010 and 2021. In all, 29 articles were found that brought more up-to-date approaches on the use of digital resources in its development as Software, simulators and/or virtual learning environments, which aim to make Physics teaching more attractive. The highest incidence of articles was focused on High School and Higher Education. A large majority of them sought to insert such tools in the teaching process and some other studies were focused on teacher training, whose concern was to promote the contact of teachers with digital tools so that they could get to know and introduce them in their classes. Therefore, carrying out this study showed that the teaching of Physics has benefited from the use of these digital pedagogical resources, which demonstrates the potential and feasibility of being widely used in classes, especially in this moment of transition between remote, hybrid and return teaching in person.

**KeyWords:** Teaching Physics, technological resources, computer simulations.

## INTRODUÇÃO

É de reconhecimento geral que a Educação é a base de uma sociedade bem estruturada. Países classificados como de “primeiro mundo” possuem as melhores bases educacionais em seu contexto de desenvolvimento. A catalogação das descobertas científicas ao longo dos anos pelos mais diversos pesquisadores e o incentivo a publicação e preservação dos achados históricos nos fizeram entender como se desenvolveu a Humanidade desde a Era pré-histórica até os dias atuais. Por tais registros catalogados e busca por novos conhecimentos é que hoje temos as mais diversificadas profissões e um ciclo de informações que juntamente com novas descobertas, justificam os avanços da sociedade mundial.

Muito se tem discutido a respeito dos avanços tecnológicos em todas as áreas estruturais da sociedade mundial, pois é algo indispensável a todos os seguimentos da sociedade a inclusão da Tecnologia. Para se implantar algo tecnológico em qualquer área se faz necessário o domínio de sua história. Tal fato faz com que países como Estados Unidos e Inglaterra sejam nações naturalmente investidores da Tecnociência e conservadores de toda sua história por meio de museus, eventos, teses, artigos, livros e vídeos (CARVALHO, 2006). No Brasil, o pouco conteúdo histórico disponível sobre o assunto é em sua maioria estrangeiro, especialmente norte-americano uma vez que suas origens estão ligadas a tal continente (CARVALHO, 2006).

É de suma importância entender que, apesar do pouco conteúdo histórico disponível para entendimento da Tecnologia e o baixo investimento por parte do governo, temos conseguido avanços culturais em nossa sociedade. Os mais notórios deles estão no campo dos estudos científicos e da pesquisa, tendo como referencial recente do nosso país a pesquisadora Jaqueline Goes de Jesus que foi homenageada pelo Conselho Nacional de Saúde (CNS) com a comenda Zilda Arns 2020 após junto com sua equipe ter mapeado os primeiros genomas do novo coronavírus (SARS-CoV-2). Tal representatividade desta mulher brasileira nos faz acreditar na importância do incentivo à inclusão da Tecnologia ao sistema educacional brasileiro.

O que hoje conhecemos como tecnologias digitais de Informação e Comunicação (TDICs) assume então no âmbito do sistema educacional uma função necessária para que o professor consiga entregar um ensino de qualidade. Neste momento, o professor assume a postura de interlocutor desse processo, pois não basta ter acesso às informações; é preciso construir relações, fazer análises críticas, enfim, refletir sobre elas (LEÃO; SOUTO, 2015).

Em um contexto nacional, inicialmente, o sistema educacional brasileiro contava basicamente com apoio de livros didáticos e cartilhas para o processo de ensino. Um dos primeiros itens de caráter tecnológico utilizados na facilitação do ensino nas escolas foi o mimeógrafo, aparelho utilizado para fazer cópias de escritos em grande escala. Apesar de ser lançado em 1880, o mimeógrafo chegou apenas no

século XX em sala de aula, sendo este o marco inicial do avanço e implantação da tecnologia ao ambiente educacional (SOUZA; EZEQUIEL, 2021).

No início das décadas de 1980-1990, considerando-se o incentivo à redução do consumo de papel surgiu nas escolas o uso dos computadores, retroprojetores e início da Internet, sendo intensificado nas escolas públicas do Brasil, apenas a partir dos anos 2000 (MONTEIRO, 2001). Cabe aqui ressaltar que, na primeira década deste século atual, o Programa Nacional de Informática na Educação (Proinfo) propagou o uso das tecnologias em várias escolas do Brasil. Assim, diversas metodologias de ensino foram-se reinventando e acompanhando o crescimento da Tecnologia; o uso do computador por meio de softwares, por exemplo, passou a ser mais uma ferramenta para o ensino de Física.

Tratando-se da área objetiva desta pesquisa, que é o ensino de Física a distância, em decorrência da pandemia do Vírus da COVID-19 (SARS-CoV-2), podemos afirmar que as TDICs exerçam, sim, um papel fundamental na contextualização dos conteúdos. Contudo, diante de tantas evolutivas tecnológicas questiona-se: Como construir um ensino de Física de qualidade com uso em tempo integral de softwares que até então eram usados esporadicamente como ferramentas de suporte? Os estudantes conseguirão assimilar o conteúdo abordado de forma satisfatória?

Com anos de vivência no âmbito escolar seja como estudante seja como professor, notamos que ao longo de muitos anos a Física foi ensinada ao Ensino Médio e Superior por meio do método mais tradicional, que se embasava num conjunto de teorias e exercícios para verificação de tais teorias. E tão fundamental quanto a teoria e os exercícios, os experimentos físicos se fazem necessários para melhor compreensão do conteúdo abordado uma vez que os professores conseguem contextualizar de variadas formas os conceitos físicos abordados, trazendo-os para a realidade do estudante.

Neste momento de pandemia global em decorrência da COVID-19, após as aulas terem se tornado remotas em prevenção à propagação do vírus, os softwares possibilitaram aos professores um ensino de Física mais amplo aos estudantes. Com as TDICs, os estudantes conseguiram interagir com os experimentos virtuais indo mais

além do que se estivessem em um laboratório comum. Tais simuladores são capazes de simularem, por exemplo, como se comportam as partículas subatômicas, apresentando versões simplificadas de conceitos que até então pareciam ser muito abstratas, e ensejavam aos estudantes interagir com modelos científicos que não podem ser observados por vivência direta (HEINECK; VALIATI; ROSA, 2007). Além disso, os estudantes desenvolverão um dos princípios básicos da educação que é analisar melhor as informações adquiridas e adotar posicionamentos críticos em relação a elas.

Mesmo cientes das limitações do ensino em escolas de países subdesenvolvidos, é notório que a cada ano o ensino híbrido e remoto é uma realidade presente não apenas devido à pandemia global, mas por causa da procura por flexibilidade e conforto na hora dos estudos. Tal modalidade de ensino propicia ao estudante fazer seu próprio horário de estudo estando dentro de sua casa; prova disso é o crescente número deles que optam por instituições de ensino a distância (EaD) na sua busca por graduação.

Ao pé que o ensino remoto pode ser proveitoso por seu conforto e flexibilidade, pode vir a se tornar prejudicial, uma vez que nem todos estão acostumados com tal rotina, podendo desencadear uma série de estudantes desinteressados e procrastinadores com relação ao próprio estudo. A matéria de Física em si, exige um concentrado nível de atenção por isto pode ser taxada de difícil e desinteressante, dando ao professor uma missão extra, manter os estudantes conectados na sala virtual e prestando atenção nas aulas. Neste quesito, os softwares são uma ferramenta extremamente interessantes por serem lúdicos e interativos, numa geração de internautas onde tudo se resume a tecnologias. Os softwares, então, podem ser um valioso aliado na captura de atenção dos estudantes ao conteúdo ministrado.

Deste modo, faz-se necessário o engajamento de softwares interativos como ferramentas de apoio ao ensino presencial e remoto, o qual é o objetivo de estudo deste estudo: descrever softwares interativos utilizados em aulas de Física de acordo com os artigos publicados desde 2010 pelo Caderno Brasileiro de Ensino de Física.

Para tal objetivo, foram necessárias serem realizadas análises de artigos voltados para o estudo de softwares, buscando-se encontrar os mais acessíveis e pesquisar em artigos, que têm por finalidade expor exemplos de vivência do ensino de Física por meio de tais softwares, no caso de sucesso ao abordar dado conceito físico estudado aos estudantes.

## **REFLEXÕES SOBRE OS RECURSOS INTERATIVOS DISPONÍVEIS AO ENSINO DE FÍSICA**

Como referido, dentro das escolas a Física é uma matéria taxada como “difícil e desinteressante”, uma vez que os estudantes adotam este pré-julgamento da matéria e acabam por não se dedicarem ou não compreendem o que os professores buscam ensinar (LAPA, 2008).

Neste sentido, por meio da explosão de Tecnologia dos anos 90 e 2000 houve uma crescente necessidade de atualização das ferramentas de ensino, uma vez que estes recursos midiáticos e tecnológicos têm grande potencial educativo (LEÃO; SOUTO, 2015).

Porém, como sabemos, há muitos incentivos para pesquisas e desenvolvimentos de novos softwares, porém os recursos financeiros investidos nas escolas para essa finalidade são limitados, isso para que eles façam parte dos métodos didáticos das escolas pois, na maioria das vezes, os motivos da não utilização no processo educativo são falta de tempo ou de acesso dos professores a esses recursos (LEÃO; SOUTO, 2015).

Para que uma aula de Física introduzindo ferramentas digitais de ensino e seja bem ministrada, o professor precisa estar seguro de como manusear a ferramenta, de que forma ela poderá esclarecer tal conteúdo abordado ao estudante e de que forma se dá essa contextualização (LEÃO; SOUTO, 2015).

Além disso, os softwares utilizados como ferramentas de apoio devem ser uma junção de ícones, diagramas, gráficos, simuladores, ou seja: conter uma aparência convidativa ao ensino do conteúdo abordado. A medida para que uma aula de Física,

que foi ministrada, tendo como suporte os softwares interativos, seja considerada como “um sucesso” é notar uma ancoragem entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio do estudante. A participação ativa do estudante é *sine qua on* seja operando o software ou interagindo com os colegas de classe e professores (SOUZA FILHO, 2010).

A escolha do conteúdo a ser trabalhado por meio de simulações computacionais passa pela identificação, com base na bibliografia de pesquisa em ensino de Física, de pontos específicos que apresentam alto nível de dificuldade de apreensão por parte do estudante e que são de difícil explanação por meio das ferramentas tradicionais de ensino (SOUZA FILHO, 2010).

Tendo delimitado toda esta parte da dificuldade do estudante sobre determinado tema, o essencial agora é identificar no âmbito das diversas opções do mundo mediático o que mais traria um diferencial ao software onde tal possa oferecer ao estudante maior acesso ao conteúdo ou o uso de novas estratégias ao professor (SOUZA FILHO, 2010). Cabe ressaltar que deve haver um respeito com relação ao princípio da congruência e apreensão para então estar embasado para a construção inicial de um software.

Por fim, o software deve atender ao objetivo principal que é ser visto como um objeto de aprendizagem, no qual para tal requisito, se exige apresentar alta granularidade e potencialidade de ser combinado a diferentes outras ferramentas de ensino, ser reutilizado em diversos contextos, além de ser passível de catalogação em um banco de objeto de aprendizagem (SOUZA FILHO, 2010).

Em seus estudos, Ferreira et al. (2021) desenvolveram um projeto de pesquisa utilizando o software “Física interativa” na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professora Yolanda Chaves em Bragança-PA. Ao todo, 40 estudantes do primeiro ano do Ensino Médio participaram do projeto ministrado em duas aulas, que resolveram questões pautadas no tema relacionado a cinemática sendo este “velocidade média” de duas formas. Na primeira aula, utilizando o método tradicional com livros didáticos e apoio dos professores e na segunda aula as mesmas

questões agora com o auxílio do software Física interativa, obtiveram um resultado surpreendente onde dos 40 estudantes somente 10% conseguiram resolver as questões propostas com auxílio do livro didático e dos professores e 95% destes mesmos 40 estudantes conseguiram responder a tais questões com o auxílio do software.

Já Pastana e Neide (2017) desenvolveram uma pesquisa de cunho qualitativo com 36 estudantes da Escola Pública Estadual da Cidade de Macapá-AP. Os autores optaram por aplicar um questionário estruturado prévio sobre funções trigonométricas ligadas ao movimento harmônico simples usando como ferramenta o software Modellus. Por meio de uma avaliação qualitativa chegaram aos dados conclusivos de que, sem a utilização do modellus, dos 36 estudantes apenas 4 conseguiram chegar a uma resposta conexa porém com cálculos incompreensíveis e 6 não foram assertivos a nenhuma das respostas, demonstrando que não tinham conhecimento de como eram as características das funções trigonométricas aplicadas a Física.

Após o uso do software Modellus como ferramenta de ensino do mesmo conteúdo anteriormente estudado, houve uma mudança satisfatória nos resultados apresentado pelos estudantes, uma vez que a função do software é organizar as ideias gerais em torno de conceitos mais específicos e rerepresentá-los aos estudantes com uma roupagem menos abstrata, os estudantes conseguiram uma contextualização e, por consequência, respostas conexas ao tema estudado (PASTANA; NEIDE, 2017).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este é um estudo de natureza exploratória descritiva, básico, do tipo qualitativo por meio de uma abordagem bibliográfica. Segundo Gil (2017), as pesquisas exploratórias trazem maior familiaridade ao problema visando assim torná-lo mais explícito ou construir hipóteses. E do tipo qualitativo por meio de uma abordagem bibliográfica uma vez que envolve uma catalogação de informações sobre softwares que são usados como recursos didáticos interativos para ensino remoto. As pesquisas qualitativas buscam aproximar a teoria e os fatos onde o pesquisador chega a



resultados particularizados possibilitando o máximo de comparação entre os casos (BERTO; NAKANO, 2000).

Este artigo foi desenvolvido durante o segundo semestre de 2021 e como procedimento de busca foi utilizado o acervo de artigos publicados pelo Caderno Brasileiro de Ensino de Física, sendo este um periódico quadrimestral, arbitrado, indexado, voltado prioritariamente para cursos de formação de professores de Física. Inicialmente foram inseridas palavras-chave como objetos educacionais para o ensino de Física, softwares para o ensino de Física, simuladores virtuais para o ensino de Física e ferramentas pedagógicas no ensino de Ciências no período compreendido entre os anos de 2010 a 2021. Posteriormente a plataforma dispôs de vários artigos, os quais foram lidos, delimitados e escolhidos, levando-se em consideração o desenvolvimento de pesquisas e usando-se softwares como ferramenta de aprendizagem. Foi levada em consideração ainda o quão recentes tais pesquisas foram realizadas, a fim de serem obtidos dados que estejam de acordo com nossa atual realidade.

A cada ano a plataforma publica três volumes que são sequenciados numericamente de 1 a 3. Em cada volume são publicados cerca de 11 artigos dos mais variados temas da Física e em alguns casos existem volumes especiais como foi o caso dos anos de 2010 e 2012. Todos os 29 arquivos encontrados de alguma forma abordam o tema e objeto deste estudo.

Os arquivos foram baixados e lidos, e a cada leitura eram separadas as características dos recursos didáticos e comparados com a teoria do referencial teórico, a fim de que fosse compreendido como esses recursos midiáticos digitais auxiliam no desenvolvimento de uma aula de Física.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A tabulação dos resultados ocorreu por meio da elaboração de um quadro, o qual sintetiza os critérios de análise pré-estabelecidos na investigação dessa produção

científica. No Quadro 1, estão apresentadas as análises dos textos selecionados, que totalizaram 29 textos. No entanto, os resultados foram apresentados por recurso didático de caráter experimental virtual.

Quadro 1 - Descrição dos textos analisados.

Estudo	Tipo de recurso	Etapa	Conteúdos abordados	Maneira como foi utilizado
Siqueira e Torres (2010)	Ambiente educacional virtual próprio-Eureka	Ensino Superior	Eletricidade na Engenharia	Os estudantes foram colocados em contato com temas interdisciplinares relacionados ao estudo da eletricidade e com conteúdo curriculares profissionais delimitados por meio de mapas conceituais elaborados no software gratuito IHCM Cmap Tools, vídeos narrados e legendados e figuras de experimentos realizados em laboratórios de Física para avaliarem se houve uma melhor aprendizagem do conteúdo.
Longhini e Menezes (2010)	Software Stellarium (versão 0.10.1)	Ensino Médio	Astronomia	Foram criadas situações-problema sobre temáticas abordadas no âmbito do conteúdo de Astronomia e tais situações foram resolvidas usando o software Stellarium visando apresentar o software como uma ferramenta de ensino eficaz.
Bezerra Jr et al (2012)	Software Tracker	Ensino Médio	Movimento parabólico e segunda lei de Newton	Foram criadas duas situações a partir dos temas escolhidos em uma sala de aula do Ensino Médio de escola pública, tais situações foram gravadas e o vídeo lançado no software Tracker para obtenção e análise de resultados.
Macedo, Dickman e Andrade (2012)	Software PhET Colorado	3º ano Ensino Médio	Eletromagnetismo-condutores e isolantes	O artigo propõe uma aplicação de aula roteirizando as temáticas escolhidas, utilizando simulações, em seguida foi aplicado questionários que deveriam ser respondidos baseados no que o estudante aprendeu naquela aula.
Cardoso e Dickman (2012)	Software PhET Colorado	3º ano Ensino Médio.	Efeito Fotoelétrico	O artigo traz uma proposta de ensino, utilizando-se a teoria de ensino proposta por Ausubel junto ao simulador construído, um plano de aula, realizando-se um pré-teste do conteúdo com a turma, em seguida utilizando o simulador e abordando o mesmo conteúdo do pré-teste. Posteriormente a aplicação de um teste final

				para avaliar as mudanças e evolutivas no processo de aprendizagem
Betz e Teixeira (2012)	Softwares planilha eletrônica, Modells, HotPotatoes e CmapTools	Especialização	Métodos computacionais no ensino de Física.	O objetivo deste artigo é apresentar 4 tipos de softwares que oferecem aportes teóricos para professores na construção de uma aula, sendo esses softwares para construção de planilhas eletrônicas, modelagem e animação, elaboração de testes eletrônicos e construção de mapas conceituais.
Souza et al. (2012)	Estudante Web 2.0	2º ano Ensino Médio	Ondas	Foi criado um ambiente de aprendizagem virtual para aprendizagem dos estudantes, no qual foi proposta uma atividade de ondas e tal atividade foi disposta na plataforma de aprendizagem para os estudantes avaliarem o quanto facilitador foi a aprendizagem.
Duarte (2012)	Applets I, II e III.	1º ano Ensino Médio	Dinâmica das rotações	Foi desenvolvido um software de caráter java que, combinado a um experimento em sala de aula, ensejou uma abordagem mais explicativa do conteúdo aos estudantes, os quais interagiram com o software em suas três etapas.
Paula e Talim (2012)	Laboratório virtual simulador circuitos	1º ano Ensino Médio	Circuitos Elétricos	Trabalho de caráter investigativo, no qual os estudantes tiveram aulas com experimentos de laboratório, simulações, produção de relatórios dos experimentos, aulas expositivas; demonstrações e investigações compartilhadas feitas em sala de aula, listas de exercícios, livro didático, registros feitos no caderno de classe, e posteriormente responderam aos questionários, avaliando os métodos de ensino e qual mais facilitou a aprendizagem.
Pereira et al (2012)	Software StrobeMovie	Ensino superior	Cinemática (movimento harmônico de pendulo simples,	O artigo visa demonstrar como ocorre o desenvolvimento de atividades, utilizando-se o AVA, o mesmo dispuseram aos estudantes o conteúdo bem como as atividades propostas no Moodle onde os estudantes deveriam realizá-las por meio da plataforma aos quais após obtidos os resultados, foi jogado em

			queda livre e tentativa de movimento retilíneo uniforme)	planilhas também virtuais para obtenção de resultados.
Silva (2012)	Laboratório virtual de Física-Simuladores.	Ensino superior	Circuitos elétricos (resistor e capacitor)	Nesse artigo o pesquisador traz a explicação de um experimento físico de um circuito elétrico onde a coleta de dados se dá por meio de um cartão instalado no microcomputador. Compara com o simulador, que já simula o funcionamento do circuito trazendo fontes, número de canais, tensão no fototubo, ganho no amplificador, tempo de contagem e cálculos tudo virtualmente.
Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2015)	Módulos temáticos virtuais	Especialização	Metodologias de ensino	A autor faz um apanhado de várias bases teóricas que constitui um módulo temático virtual e traz uma abordagem explicativa de como trabalhar em tais módulos.
Ferreira e Souza Filho (2016)	PhET Colorado	Ensino Médio	Dupla fenda com partículas	O autor faz a explanação do conteúdo por meio do experimento virtual onda em corda disponível na plataforma PhET Colorado onde mostra a participação dos estudantes na interação com o experimento fazendo-os identificar os benefícios e limitações do experimento na aprendizagem.
Moro, Neide e Rehfeldt (2016)	Energy 2D e PhET Colorado	2º ano Ensino médio	Condução, Convecção e Radiação.	O pesquisador utiliza três tipos de experimento com os estudantes. Buscou-se verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os temas e em seguida foram apresentados na mesma temática em experimentos virtuais, buscando-se a observação/discussão de algumas particularidades de fenômenos físicos onde só são possíveis de serem desenvolvidas com recursos computacionais.
Silva et al (2016)	Algodoos	Ensino Médio, Superior e pós-graduações	Movimento Browniano	O artigo apresenta um novo software que não tem intenção de substituir um experimento físico, mas sim, dar um aporte maior para a compreensão do conteúdo. O software facilita a visualização do conteúdo estudado onde simula o movimento aleatório das moléculas em um fluido e joga

				o resultado em gráficos, tornando mais acessível o estudo de tal conteúdo a estudantes que não tenham acesso a laboratórios mais completos.
Silva, Nunes e Mercado (2016)	Simuladores	Ensino superior	Metodologias de ensino	O artigo traz uma experiência com estagiários regentes onde é disponibilizada uma lista com uma série de simuladores e seus respectivos sites de acesso onde os estagiários deveriam avaliá-los de forma a apontar as contribuições do uso dos simuladores em regências.
Mota e Rezende Jr (2017)	Ambiente virtual de aprendizagem	Ensino Médio	Astronomia	Foi elaborado um curso de Astronomia a distancia para estudantes dos três níveis de Ensino Médio e aplicado pelo AVA onde foi avaliado o desempenho e a conceitualização dos estudantes no desenvolver do curso.
Araujo et al (2017)	FiBra, Moodle, MOOCS	Ensino superior	Ensino de Física, Matemática e Astronomia.	Este artigo revisa os principais problemas que circundam o ensino das áreas científicas citadas, destinando destaque a ferramentas não formais para o ensino da Matemática, Física, Química e Astronomia, em especial aos modernos ambientes virtuais de ensino modelados pela Ciência da Computação.
Souza e Mello (2017)	Jogos e Software Modells	Ensino Médio	Hidrodinâmica	Este artigo apresenta uma pesquisa no ensino de Física, utilizando como técnica de ensino-aprendizagem uma sequência didática construída a partir de jogos educacionais como cruzadinhas, caça palavras e jogo dos sete erros e atividades experimentais e simulações computacionais com aviões como modelo por meio do software modells.
Netto, Ostermann e Cavalcanti (2018)	simulação computacional do Interferômetro de Mach-Zehnder	Doutorado	Física Quântica	Neste trabalho, os autores apresentam um conjunto de atividades didáticas que podem ser utilizadas para explorar conceitos de Física Quântica a partir da simulação computacional do Interferômetro de Mach-Zehnder onde tais atividades didáticas, cuja principal função é atuar como ferramentas mediadoras no processo de ensino-aprendizagem. Podem servir como ponto de partida para abordagens mais fenomenológicas da Física Quântica (sem, necessariamente, se

				restringir a elas) tanto nos cursos de licenciatura quanto de bacharelado em Física.
Medeiros, Crovador e Silva (2018)	Simulador Javascript/HTML5	Ensino superior	Gás ideal em 2D	Este artigo apresenta um simulador computacional para demonstrar as propriedades de um gás ideal bidimensional, a partir da dedução da equação de estado para o caso de duas dimensões, permitindo visualizar como a partir do fenômeno microscópico das colisões se obtém as grandezas macroscópicas do gás.
Hidalgo, Schivani e Silva (2018)	Wolfram, TED-Ed, Banco Internacional de Objetos Educacionais, PhET Colorado	Ensino Superior	História e Filosofia da Ciência	O artigo traz uma intervenção didática onde uma turma de 19 licenciandos escolheram uma temática histórica sobre pressão atmosférica e discussões sobre o vazio. Dentre essas temáticas trabalharam sob três objetos virtuais, sendo elas "Torricelli's Experiment" da Wolfram, "The history of the barometer (and how it works)" da TED-Ed e uma animação interativa com sequência de quadros sobre o experimento de Torricelli <sup>9</sup> , disponibilizada pelo Banco Internacional de Objetos Educacionais.
Arruda, Zapparoni e Passos (2019)	Facebook	Público em geral	Astronomia	O artigo faz uma pesquisa qualitativa em comunidades do Facebook que contemplam a área da Astronomia amadora. Os autores buscaram analisar as discussões desenvolvidas em torno da publicação das páginas, visando angariar os mais diversos pontos de vista em torno da temática, tornando os grupos de Astronomia Amadora como ambientes de aprendizagem informal e ao longo da vida.
Neide et al (2019)	Software Modells	Curso de formação continuada	Cinematika- MRU	Esta pesquisa é de carácter qualitativo. Teve como objetivo expor os resultados obtidos em relação à utilização de uma modelagem computacional com o software <i>Modellus</i> num curso de formação continuada para professores da Educação Básica. O curso envolveu doze professores com formação nas áreas de Física, de Matemática e de Ciências Exatas, sendo que uma parte da formação foi destinada para o desenvolvimento de atividades de modelagem computacional envolvendo

				situações de cinemática, em especial o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU).
Ferreira e Souza Filho (2019)	Experimento virtual Interferência de Onda-PhET Colorado	Ensino Médio	Dupla Fenda: comportamento corpuscular e ondulatório da Luz	O artigo traz uma revisão bibliográfica do livro “Lições de Física de Feynman: mecânica quântica (FEYNMAN et al., 2008) devido a complexidade matemática do tema (para o Ensino Médio) de trabalhar com vetores de estado onde, junto com o simulador virtual, analisa detalhadamente o comportamento da dualidade da onda no sentido de interferências
Pszybylski, Motta e Kalinke (2020)	Smartphones	Mestrado	Metodologias de ensino	O artigo trata de uma pesquisa de mestrado realizada em periódicos da Capes, a partir do ano de 2015, a fim de demonstrar que o ensino de Física pode ir além do âmbito escolar por meio do uso de smartphones, o qual possibilita a interação de estudantes com jogos digitais educacionais, simuladores e outros objetos educacionais digitais.
Costa et al (2021)	Simuladores Unity 3D	Ensino Superior	Teoria Eletrofraca	Os autores pontuam três alternativas de simulação virtual que podem ser utilizadas para o ensino da Teoria Eletrofraca, ou, separadamente, para o ensino dos tópicos de paridade nas interações fracas, correntes neutras, bósons da interação fraca e aceleradores de partículas. As simulações foram programadas com Unity 3D.
Silva et al (2021)	Laboratórios online RELLE (AVEA)	Ensino Médio	Queda livre para as turmas do 1º; Calor e sua propagação para as turmas do 2º e eletrodinâmica para as turmas de 3º ano.	Este estudo explorou os laboratórios online e suas potencialidades, para atividades práticas de Física no Ensino Médio. A pesquisa, aplicada, de abordagem quantitativa, utilizou como estratégia um estudo de caso. Participaram da pesquisa, realizada em 2019, 179 estudantes, de 10 turmas de 1º, 2º e 3º anos, nas aulas de Física, de duas escolas públicas estaduais, em Criciúma/SC. Os softwares usados foram os laboratórios virtuais plano inclinado, Condução de Calor em barras metálicas e painel elétrico CC e CA todos disponibilizados, com acesso livre, na Plataforma RELLE do Laboratório de Experimentação Remota (RExLab) da Universidade Federal de Santa Catarina.

Fonte: Dados coletados na pesquisa (2021).

Com a análise dos artigos selecionados, percebeu-se que dos 29 (vinte e nove) arquivos voltados para o ensino de Física, sua maioria era dirigida ao Ensino Médio, sendo um total de 14 (quatorze) e Ensino Superior 9 (nove). Os artigos apresentam modelos de aulas que foram utilizadas, ferramentas pedagógicas virtuais, tais como softwares, laboratórios virtuais e ambientes virtuais de aprendizagem, visando destacar os benefícios adquiridos com a inserção da abordagem nas aulas. Dentre os 6 (seis) demais artigos analisados nesta pesquisa a temática é voltada para a formação de professores em especializações de mestrado e doutorado. Foi notado ainda que apenas um artigo fosse voltado ao público em geral, podendo ser inserido no Ensino Fundamental.

A falta de publicações de artigos destinados para objetos de aprendizagem de caráter virtual pode ensejar conexão com o fato de o assunto não ter sido mais valorizado na última década no meio acadêmico. No Brasil, além do pouco material disponível em português para análise e coleta de dados, ainda há pouco incentivo à pesquisa por parte do governo, o que dificulta a saída de publicações concernentes à temática estudada. Além disso, todo material estudado tem caráter experimental visando provar que tais abordagens pedagógicas são eficazes no processo de ensino e no cenário atual em decorrência da pandemia da COVID-19. Destarte, faz-se mais necessária ainda a inclusão de tais ferramentas para garantir um ensino de Física de qualidade.

Apesar de ser uma quantidade significativa de artigos pesquisados, ainda se notou uma certa repetição do conteúdo e dos softwares utilizados. Os softwares mais comuns nos artigos foram o Modellus e o PhET Colorado, sendo utilizados para a pesquisa em conjunto com a plataforma Moodle da Google (plataforma mais usual no ensino a distância atualmente no Brasil). Esses fatos são justificados pela necessidade de serem oferecidas aos estudantes as melhores condições e a maior acessibilidade possível dentro das condições e realidade de cada estudante. Sabemos que a baixa usabilidade das ferramentas de aprendizagem não se deve somente à falta de material



para novas descobertas ou desenvolvimentos de novos softwares, mas sim, à falta de recursos que a maior parte do sistema educacional brasileiro enfrenta no cenário atual (falta de acesso a internet, falta de acesso a tecnologias hoje consideradas básicas no ensino, como o computador, por exemplo. Falta até mesmo de energia elétrica que entra como o básico da sobrevivência).

Em razão destes desafios a serem gradativamente superados os professores Física precisam adequar o ensino às formas mais acessíveis possíveis e tirar o máximo de proveito do pouco conteúdo disponível para pesquisa para desenvolver uma aula de Física de qualidade, onde os laboratórios virtuais, os simuladores e os ambientes de aprendizagem virtual suprem bem essa necessidade, uma vez, que para se entender os conceitos teóricos da Física, se faz necessária a explanação por meio de experimentos para auxiliar na contextualização do conteúdo.

Com base no quadro 1, é possível observar que os autores dos artigos enfatizam a importância do uso dos recursos digitais nas aulas com os estudantes do Ensino Médio ou superior criando espaços para que haja contato dos estudantes com os softwares. Tal manobra é importante para que o estudante desenvolva o senso da pesquisa que vai mais além de catalogar dados já existentes, ou seja: o processo de o estudante ter o contato com o recurso midiático pode despertar nele a curiosidade de usar o recurso para entendimentos e descoberta de novos temas dentro da Física.

Siqueira e Torres (2010) apresentam um software denominado Eureka, desenvolvido para uso próprio da instituição (PUC-PR), cuja proposta do Software é oferecer ao estudante uma plataforma onde ele pode ter acesso aos materiais desse componente curricular, assim como no Moodle, porém com mais alternativas de ferramentas, mais gráficos e animações, tornando o conteúdo mais atrativo para ser estudado. A pesquisa foi desenvolvida com 44 estudantes do ensino superior, que foram colocados em contato temas interdisciplinares relacionados ao estudo da eletricidade, temas esses delimitados por mapas conceituais também produzidos em ambiente virtual. A pesquisa só foi possível pois foi constatado que 95% dos

estudantes possuíam computador e outros tipos de tecnologia como Smartphones e tabletes em casa.

No artigo de Longhini e Menezes (2010), os autores usam um software que até então eu desconhecia e por isto acho importante ressaltá-lo nesta pesquisa. O software chama-se Stellarium e suas funções permitem mostrar o céu em condições muito próximas às reais, simulando o que podemos ver à vista desarmada ou empregando instrumentos astronômicos. Além disso, disponibiliza informações acerca dos corpos celestes e também possibilitando a visualização do céu a partir de ambientes como Marte, Lua e Oceanos, ou de sua própria residência ou escola, dependendo da versão empregada. Posterior à leitura deste artigo acredito muito na capacidade de ser empregado no Ensino Fundamental, seja no pouco conceito teórico das aulas de Física do 9º ano seja nas aulas de Ciências do 6º e 7º ano.

No artigo de Bezerra Jr et al. (2012), os autores fizeram uma análise do contexto em que o cenário educacional se encaixava naquele dado momento para a escolha do software trabalhado. O cenário descrito no artigo era de escolas sem disponibilidade de laboratórios experimentais e carga horária do componente curricular de Física sendo muito baixa. Tendo tais obstáculos os autores desenvolveram a pesquisa utilizando o software Tracker, que além de ter fácil manuseio, mantém o cuidado com a qualidade acadêmica e com o potencial significativo para a aprendizagem.

Macedo, Dickman e Andrade (2012) escolheram abordar com o Ensino Médio uma série de experimentos todos dispostos na plataforma PhET Colorado; a plataforma é em HTML; então é acessível de qualquer aparelho telefônico que disponha de acesso à Internet. Tal escolha foi embasada no fato de os experimentos serem atrativos, agradáveis e motivadores aos estudantes e também considerar o desafio de manter um estudante focado no conteúdo abordado além de acreditarem que o ensino estritamente restrito à sala de aula, no qual o professor pressupõe ser o único dono do saber, está totalmente ultrapassado.

Cardoso e Dickman (2012) ousaram e testaram a eficácia do ensino de Física antes e posterior ao uso dos simuladores para o mesmo conteúdo. Foi proposto a turma do Ensino Médio trabalhada, a saber, a turma do 3º ano, uma aula sobre o efeito

fotoelétrico, no qual, posterior à aula, os estudantes fizeram um teste avaliativo. Em seguida foram inseridos ao mesmo conteúdo alguns experimentos da plataforma PhET concernentes ao tema para que de alguma forma os estudantes pudessem contextualizar todo aquele conteúdo e em seguida aplicado novo teste. Os resultados não poderiam ser esperados de outra forma que não fosse o sucesso. Como as simulações oferecem aos estudantes opções para testar hipóteses e situações inusitadas, pressupõe-se que isto enseje ao aprendiz a formular perguntas, participando ativamente do processo e o induzindo ao entendimento mais proveitoso do conteúdo.

Voltando o assunto para a formação de professores, não poderia ser diferente, pois o que muda é a visão de pesquisador adquirida por meio da interação com os softwares que serão usados em prol de aprimorar abordagens de ensino. No cenário atual, podemos notar que há certa dificuldade por parte dos professores no quesito manuseio de ferramentas digitais. O sistema de educação ainda em sua maioria conta com a abordagem mais tradicional. Sucedeu-se que a eclosão da pandemia da COVID-19 surpreendeu a muitos professores que se viram diante de um cenário novo e digital em que não haveria escolha, a não ser utilizar os recursos inovadores para ministração das aulas.

Ainda de acordo com o quadro 1, analisando os artigos desenvolvidos para as especializações, mestrados e doutorados, podemos notar a preocupação dos autores em introduzir uma atualização das ferramentas pedagógicas no sistema educacional. No cenário atual é inegável o uso de softwares interativos no ensino de Física. Ainda que, com os avanços da Ciência, consigamos vencer o vírus da COVID-19, o sistema educacional bem como o mercado de trabalho e outros setores da sociedade já vêm adquirindo uma configuração a distância, hoje considerada como Modalidade Híbrida (por ainda ter um momento presencial) ou no caso do mercado de trabalho “Home Office”, portanto se faz essencial o conhecimento por parte dos professores de tais ferramentas de ensino.

Um artigo de destaque nesta pesquisa e que trata da formação docente, foi o de Neide et al. (2019), que fizeram uma pesquisa de caráter qualitativo e para desenvolvê-la colocaram os professores em posição de estudantes durante um curso de formação continuada de professores da educação básica, ou seja: a pesquisa foi além de apresentar um software e explicar como é manuseado ou apenas propor um modelo de aula. A pesquisa envolveu aquela equipe de 22 professores de Física, fazendo-os interagir diretamente com o software. Por meio desta interação, os professores conseguiram usar o software com os seus estudantes causando uma maior interação dos estudantes com a atividade proposta, além de substituir experimentos reais que podem ser caros, perigosos, complexos ou até mesmo impossíveis de serem reproduzidos em sala de aula.

Outro artigo também voltado para a formação de professores com ênfase no aprendizado ao uso de ferramentas pedagógicas virtuais, apresentado no quadro 1, é de Betz e Teixeira (2012). Os autores fazem uma abordagem bem diversificada utilizando softwares de construção de planilhas eletrônicas, além do Modellus e o HotPotatoes e Cmap Tools, em que tais softwares oferecem ao professor apoio tecnológico digital na construção de planilhas eletrônica, modelagem e animação, elaboração de testes eletrônicos e construção de mapas conceituais.

Deste modo, fica evidente a necessidade de haver uma “reciclagem” no meio do corpo docente uma vez que o próprio meio já passa por modificações significantes diariamente. E se tratando de inovações no meio, durante a pesquisa, um artigo se destacou por abordar o uso de redes sociais que pelo ponto de vista dos autores, também podem ser consideradas meios de ensinamentos digitais, ainda que informalmente.

Arruda, Zapparoli e Passos (2019) trazem uma pesquisa de alcance ao público geral, na qual realizaram análises para entender se há e como se dá o processo de aprendizagem de Astronomia relacionados aos focos: conhecimento, prática, reflexão e comunidade em páginas do Facebook. Para tal, caracterizaram a pesquisa da seguinte forma: O ambiente natural apresentou-se como fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento; os dados coletados foram predominantemente descritivos; a preocupação com o processo foi muito maior do

que com o produto; o significado que as pessoas deram às coisas e à sua vida foram focos de atenção especial do pesquisador; a análise dos dados tendeu a seguir um processo indutivo sem a preocupação em buscar evidências que comprovassem hipóteses.

Ainda segundo Arruda, Zapparoli e Passos (2019), os critérios para escolha das comunidades do Facebook, que foram analisadas, tinham as seguintes características: mais de três anos de existência (nesse caso, as criadas antes de 2014); com membros e discussões ativas em julho de 2016; com mais de mil membros inscritos; com discussões relacionadas ao ensino, à observação, à astrofotografia e/ou efemérides. Esses critérios foram essenciais para pesquisar comunidades ativas, ou seja: com membros e moderadores participativos, evitando-se assim discussões sem cunho científico ou suposições fantasiosas. Além disso, a escolha dos assuntos das postagens seguiu as mesmas características dos que são aceitos pelos astrônomos amadores no Encontro Paranaense de Astronomia (EPAST) e Encontro Nacional de Astronomia (ENAST) realizados, mantendo-se a coesão do texto e a possível relação dos membros das comunidades e grupos de Astronomia Amadora atuantes.

Cabe ressaltar que, por meio das análises dos artigos pesquisados e publicados ao longo da década, podemos notar uma organização bem didática e estruturada. Entretanto, há pouco conteúdo disponível para pesquisa e desenvolvimento de novos softwares voltados ao ensino e aprendizagem, consistindo em um campo muito vasto e cheio de oportunidades para desenvolvimentos de novas pesquisas e novos softwares que poderão ser usados como ferramentas de suporte ao ensino, ou ainda vir a substituir os métodos mais tradicionais como livros didáticos e quadro branco.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A realização desta pesquisa permitiu a análise de alguns recursos virtuais utilizados no ensino e aprendizagem, cuja experiência dos autores tem sido publicada no Caderno Brasileiro de Ensino de Física desde 2010. Foi averiguado que, para o novo

modelo de ensino que vem surgindo ainda mais intenso com o surgimento da pandemia do COVID-19, é a modalidade de ensino a distância que se faz necessária, com a inserção desses recursos digitais.

No campo da Física, antes mesmo de haver a necessidade de uso de tais recursos, já era importante a inclusão de tais ferramentas como suporte de ensino. Esta pesquisa demonstrou que os simuladores virtuais podem substituir experimentos que não podem ser realizados em laboratórios físicos devido, a sua periculosidade ou por envolver elementos que não podem ser vistos a olho nu, possibilitando aos estudantes uma contextualização, a que possivelmente não teriam acesso em laboratórios de Física presenciais, seja por falta de recursos seja por não ser possível a realização presencial.

Os recursos didáticos virtuais são importantes e vêm contribuindo para melhorar o ensino de Física. Em todos os artigos analisados neste estudo, os resultados foram positivos e satisfatórios quanto aos avanços e eficácia do processo de aprendizagem, pois além de facilitar o ensino, enseja motivação ao estudante mantendo-o focado e interessado no conteúdo abordado. Analisando pelo lado da docência o uso de ferramentas pedagógicas digitais faz com que aos poucos o ensino abandone o caráter tradicional atual abrindo novas oportunidades para ensinar ao estudante a engajar-se na busca pelo próprio conhecimento.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, Carlos Coimbra; BERGOLD, Arthur; BERTICELLI, Danilene; SANTOS, Geocris; SCHREINER, Marcos; MONTE-ALTO, Helio; SPECK, Raquel; FERREIRA, Gabriela; TONEZER, Camila; ROSSET, Isac. Ações de divulgação e popularização das Ciências Exatas via ambientes virtuais e espaços não formais de educação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 34, n. 2, p. 649-668, ago. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2017v34n2p649>. Acesso em: 20 dez. 2021.

ARRUDA, Sergio de Mello; ZAPPAROLI, Ferdinando Vinicius Domenes; PASSOS, Marinez Meneghello. Aprendizagem de Astronomia em grupos do Facebook. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 36, n. 2, p. 383-413, ago. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2019v36n2p383>. Acesso em: 20 dez. 2021.

BERTO, Rosa Maria Villares; NAKANO, Davi Noboru. **A Produção Científica nos Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Um Levantamento de Métodos e Tipos de Pesquisa.** Encontro Nacional Dde Engenharia Dde Produção, 21., 2000. , Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Produção, 2000. 07 p. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/CX834BnHRMbj4RwmGNJ8Xfk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 nov. 2021.

BETZ, Michel Emile Marcel; TEIXEIRA, Rejane Maria Ribeiro. Material instrucional apresentando conteúdos de métodos computacionais para o ensino de física Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 29, n. 2, p. 787-811, out. 2012. Especial. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp2p787>. Acesso em: 20 dez. 2021.

BEZERRA JUNIOR, Arandi Ginane; OLIVEIRA, Leonardo Presoto de; LENZ, Jorge Alberto; SAAVEDRA, Nestor. Videoanálise com o software livre tracker no laboratório didático de física Física: movimento parabólico e segunda lei Lei de newtonNewton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Curitiba, v. 29, n. 1, p. 469-490, set. 2012. Especial. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp1p469>. Acesso em: 20 dez. 2021.

CARDOSO, Stenio Octávio de Oliveira; DICKMAN, Adriana Gomes. Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Belo Horizonte, v. 29, n. 2, p. 891-934, out. 2012. Especial. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp2p891>. Acesso em: 20 dez. 2021.

CARVALHO, Marcelo Sávio Revoredo Menezes de. **A trajetória da internet no brasil: do surgimento das redes de computadores à instituição dos mecanismos de governança.** 2006. 261 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências de Engenharia de Sistemas e Computação., Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <https://www.cos.ufrj.br/uploadfile/1430748034.pdf>. Acesso em: 20 set. 2021.

COSTA, Márcia da; CAMARGO, Murilo Crivellari; PEREIRA, Yago Henrique; BATISTA, Irinéa de Lourdes; BRANCHER, Jacques Duílio. Simulações virtuais de experimentos históricos para o ensino da Teoria Eletrofraca. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 38, n. 1, p. 346-404, abr. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/72923>. Acesso em: 20 dez. 2021.

DUARTE, Sergio 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**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, p. 525-542, set. 2012. Especial. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp1p525>. Acesso em: 20 dez. 2021.

FERNANDES, Geraldo W. Rocha; RODRIGUES, António M.; FERREIRA, Carlos Alberto. Módulos temáticos virtuais: uma proposta pedagógica para o ensino de ciências e o uso das TICs. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Lisboa, v. 32, n. 3, p. 934-962, dez. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2015v32n3p934>. Acesso em: 20 dez. 2021.

FERREIRA, Alexandre Jader da Silva; COSTA, Renato Araújo da; ROCHA, Adriano Santos da; FEITOSA, Robson de Sousa; ROCHA, Elaine Cristina Medeiros da; AMADOR, Davi Henrique Trindade; ROCHA, João Augusto Pereira da. A utilização do aplicativo “física interativa” no ensino de Física. **Research, Society And Development**. Vargem Grande Paulista, p. 01-09. jun. 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd>. Acesso em: 10 nov. 2021.

FERREIRA, Danilo Cardoso; SOUZA FILHO, Moacir Pereira de. O experimento virtual da dupla fenda ao nível de ensino médio (Parte I): uma análise clássica do comportamento corpuscular e ondulatório, e o desenvolvimento de um software computacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 2, p. 697-716, ago. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n2p697>. Acesso em: 20 dez. 2021.

FERREIRA, Danilo Cardoso; SOUZA FILHO, Moacir Pereira de. O experimento virtual da dupla fenda ao nível do ensino médio (Parte II): uma análise quântica do comportamento corpuscular e ondulatório da luz. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 36, n. 1, p. 302-329, abr. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2019v36n1p302>. Acesso em: 20 dez. 2021.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 04. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2002. 176 p. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo\\_C1\\_como\\_elaborar\\_projeto\\_d\\_e\\_pesquisa\\_-\\_antonio\\_carlos\\_gil.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C1_como_elaborar_projeto_d_e_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf). Acesso em: 10 nov. 2021.

HEINECK, Renato; VALIATI, Eliane Regina Alemida; ROSA, Cleci Teresinha Werner da. Software educativo no ensino de Física: análise quantitativa e qualitativa. **Revista Iberoamericana de Educación**, Passo Fundo, v. 6, n. 42, p. 01-12, 10 maio 2007. Disponível em: <https://rieoei.org/RIE/article/view/2376>. Acesso em: 20 set. 2021.



HIDALGO, Juliana M.; SCHIVANI, Milton; SILVA, Mykaell Martins da. História e Filosofia da Ciência na formação docente: trabalhando com animações digitais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 35, n. 3, p. 805-850, dez. 2018. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n3p805>. Acesso em: 20 dez. 2021.

LAPA, Jancarlos Menezes. **Laboratórios Virtuais No Ensino De Física: Novas Veredas Didático-Pedagógicas**. 2008. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia e da Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/16020>. Acesso em: 10 nov. 2021.

LEÃO, Marcelo Franco; SOUTO, Daise Lago Pereira. Objetos Educacionais Digitais para o Ensino de Física. **Revista Tecnologias na Educação**, Belo Horizonte, v. 7, n. 13, p. 01-12, dez. 2015. Disponível em: <http://tecnologiasnaeducacao.pro.br/>. Acesso em: 20 set. 2021.

LONGHINI, Marcos Daniel; MENEZES, Leonardo Donizette de Deus. OBJETO VIRTUAL DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE ASTRONOMIA: ALGUMAS SITUAÇÕES PROBLEMA PROPOSTAS A PARTIR DO SOFTWARE STELLARIUM. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 433-448, dez. 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2010v27n3p433>. Acesso em: 20 dez. 2021.

MACEDO, Josué Antunes de; DICKMAN, Adriana Gomes; ANDRADE, Isabela Silva Faleiro de. IMULAÇÕES COMPUTACIONAIS COMO FERRAMENTAS PARA O ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DE ELETRICIDADE. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Belo Horizonte, v. 29, n. 1, p. 562-613, set. 2012. Especial. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp1p562>. Acesso em: 20 dez. 2021.

MEDEIROS, Luciano Frontino de; CROVADOR, Álvaro; SILVA, Hamilton Pereira da. Simulador Computacional para Demonstração das Propriedades um Gás Ideal em 2D. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 35, n. 2, p. 573-591, ago. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n2p573>. Acesso em: 20 dez. 2021.

MONTEIRO, Luís. **A internet como meio de comunicação: possibilidades e limitações**. In: XXIV Congresso Brasileiro da Comunicação, 24., 2001, Campo Grande. Campo Grande: Intercom, 2001. 12 p. Disponível em: 165

<http://www.portcom.intercom.org.br/pdfs/62100555399949223325534481085941280573.pdf>. Acesso em: 20 set. 2021.

MORO, Fernanda Teresa; NEIDE, Italo Gabriel; REHFELDT, Márcia Jussara Hepp. Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 3, p. 987-1008, dez. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n3p987>. Acesso em: 20 dez. 2021.

MOTA, Aline Tiara; REZENDE JUNIOR, Mikael Frank. As contribuições das tecnologias da informação e comunicação em um curso de Astronomia a distância: uma análise à luz da Teoria dos Campos Conceituais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 34, n. 3, p. 971-996, dez. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2017v34n3p971>. Acesso em: 20 dez. 2021.

NEIDE, Italo Gabriel; MAMAN, Andréia Spessatto; DULLIUS, Maria Madalena; BERGMANN, Adriana Belmonte; QUARTIERI, Marli Teresinha. Percepções dos professores sobre o uso do software Modellus em uma experiência de modelagem. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 36, n. 2, p. 567-588, ago. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2019v36n2p567>. Acesso em: 20 dez. 2021.

NETTO, Jader da Silva; OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Cláudio José de Holanda. Fenômenos intermediários de interferência e emaranhamento quânticos: o interferômetro virtual de Mach -Zehnder integrado a atividades didáticas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 35, n. 1, p. 185-234, abr. 2018.

PASTANA, Claudionor de Oliveira; NEIDE, Italo Gabriel. A integração do ensino de funções trigonométricas e movimento harmônico simples por meio do software Modellus. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 40, n. 01, p. 01-07, 07 jul. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/cWKXTdJS7wzJptcSNvJNt5r/?lang=pt>. Acesso em: 10 nov. 2021.

PAULA, Helder Figueiredo; TALIM, Sergio Luiz. Uso coordenado de ambientes virtuais e outros recursos mediacionais no ensino de circuitos elétricos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Belo Horizonte, v. 29, n. 1, p. 614-650, set. 2012. Especial. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp1p614>. Acesso em: 20 dez. 2021.

PEREIRA, Omar Cléo Neves; SILVA, Waldinéia Maria da; SABINO, Ana Claudia; GOZZI, Maria Estela; SAMPAIO, Anderson Reginaldo; VISCOVINI, Ronaldo Celso. Software de efeito estroboscópico por superposição de frames de vídeos aplicados no ensino de cinemática. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Maringá, v. 29, n. 2, p. 267-282, ago. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29n2p267>. Acesso em: 20 dez. 2021.

PSZYBYLSKI, Rafael Felipe; MOTTA, Marcelo Souza; KALINKE, Marco Aurélio. Uma revisão sistemática sobre as pesquisas realizadas em programas de mestrado profissional que versam sobre a utilização de smartphones no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 37, n. 2, p. 406-427, ago. 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2020v37n2p406>. Acesso em: 20 dez. 2021.

SILVA, Ivanderson Pereira da; NUNES, Emanuely Torres; MERCADO, Luis Paulo Leopoldo. Experimentos virtuais no estágio supervisionado de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 3, p. 1115-1144, dez. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n3p1115>. Acesso em: 20 dez. 2021.

SILVA, Juarez Bento; BILESSIMO, Simone Meister Sommer; CASTRO, Ladislei Marques Felipe; SCHEFFER, Schirley Aparecida de Alano. Laboratórios on-line em aulas de Física no Ensino Médio: proposta de uso em sequências didáticas investigativas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 38, n. 3, p. 1478-1508, abr. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/76401>. Acesso em: 20 dez. 2021.

SILVA, Nelson Canzian da. Laboratório virtual de Física Moderna: atenuação da radiação pela matéria. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 29, n. 3, p. 1206-1231, dez. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29n3p1206>. Acesso em: 20 dez. 2021.

SILVA, Samir Lacerda da; GUAITOLINI JUNIOR, Judismar Tadeu; SILVA, Rodrigo Lacerda da; VIANA JUNIOR, Emilson Ribeiro; LEAL, Fábio F. Uma alternativa para ensinar e aprender um processo de difusão simples usando animações no Algodoo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 2, p. 717-731, ago. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n2p717>. Acesso em: 20 dez. 2021.

SIQUEIRA, Lilia Maria Marques; TORRES, Patrícia Lupion. O ensino híbrido da eletricidade utilizando objetos de aprendizagem na engenharia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Curitiba, v. 27, n. 2, p. 334-354, ago. 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2010v27n2p334>. Acesso em: 20 dez. 2021.

SOUZA FILHO, Geraldo Felipe de. **Simuladores computacionais para o ensino de Física básica: uma discussão sobre produção e uso**. 2010. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: [https://www.if.ufrj.br/~pef/producao\\_academica/dissertacoes/2010\\_Geraldo\\_Felipe/dissertacao\\_Geraldo\\_Felipe.pdf](https://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2010_Geraldo_Felipe/dissertacao_Geraldo_Felipe.pdf). Acesso em: 20 set. 2021.

SOUZA, Ericarla de Jesus; MELLO, Luiz Adolfo de. 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, ago. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2017v34n2p530>. Acesso em: 20 dez. 2021.

SOUZA, Igor Arume de; EZEQUIEL, Helena de Barros **Do mimeógrafo à risografia: desvendando o funcionamento dos duplicadores a estêncil**. In: 6º Simpósio De Pós-Graduação Em Design Dda ESDI, 06., 2020, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Spgd 2020, 2020. 12 p. Disponível em: [https://www.academia.edu/45421406/Do\\_mime%C3%B3grafo\\_%C3%A0\\_risografia\\_a\\_desvendando\\_o\\_funcionamento\\_dos\\_duplicadores\\_a\\_est%C3%A0ncil](https://www.academia.edu/45421406/Do_mime%C3%B3grafo_%C3%A0_risografia_a_desvendando_o_funcionamento_dos_duplicadores_a_est%C3%A0ncil). Acesso em: 20 set. 2021.

SOUZA, Pedro Alexandre Lopes de; OLIVEIRA, Geiziane Silva; BENITE, Claudio R. Machado; BENITE, Anna M. Canavarro. Estudos sobre a ação mediada no ensino de física em ambiente virtual. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Goiania, v. 29, n. 1, p. 420-447, set. 2012. Especial. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp1p420>. Acesso em: 20 dez. 2021.