



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FÍSICA**

**ALIANE FERREIRA FELIX**

**O USO DO SIMULADOR PHET PARA O ESTUDO DA FÍSICA MODERNA**

**CAMPINA GRANDE  
2023**

ALIANE FERREIRA FELIX

## **O USO DO SIMULADOR PHET PARA O ESTUDO DA FÍSICA MODERNA**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado a/ao Coordenação do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de licenciado em Física.

**Orientadora:** Profa. Dra. Ruth Brito de Figueiredo Melo

**CAMPINA GRANDE  
2023**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

F316u Felix, Aliane Ferreira.  
O uso do simulador Phet para o estudo de Física moderna  
[manuscrito] / Aliane Ferreira Felix. - 2023.  
23 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) -  
Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e  
Tecnologia, 2023.

"Orientação : Profa. Dra. Ruth Brito de Figueiredo Melo,  
Departamento de Física - CCT. "

1. Ensino de Física. 2. Tecnologias da informação e da  
comunicação. 3. Simulações computacionais. I. Título

21. ed. CDD 539

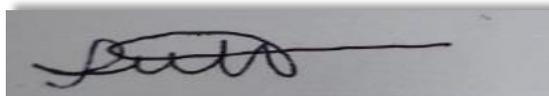
ALIANE FERREIRA FELIX

O USO DO SIMULADOR PHET NO ENSINO DA FÍSICA MODERNA

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado a/ao Coordenação do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de licenciado em Física.

Aprovada em:07/06/2023.

**BANCA EXAMINADORA**



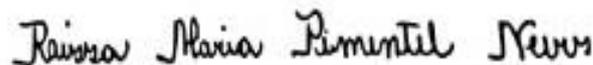
---

Profa. Dra. Ruth Brito de Figueiredo Melo (Orientadora)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Profa. Dra. Ana Roberta da Silva Paulino (Examinadora)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Profa. Dra. Raissa Maria Pimentel Neves (Examinadora)  
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>2 O USO DAS TIC NO ENSINO DA FÍSICA MODERNA.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Os softwares de simulação e suas aplicações.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 O Simulador PHET.....</b>	<b>9</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>10</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>10</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>18</b>

## O USO DO SIMULADOR PHET PARA O ESTUDO DA FÍSICA MODERNA THE USE OF THE PHET SIMULATOR FOR THE STUDY OF MODERN PHYSICS

FELIX, Aliane Ferreira<sup>1</sup>

### RESUMO

A Física Moderna se destaca por ser uma área da Física, responsável por novos estudos e concepções desenvolvidos no século passado, relacionados a matéria e ao mundo quântico, possibilitando o surgimento de novas tecnologias. Porém, apesar da sua grande importância no campo científico e tecnológico, existe um certo receio não só por parte dos professores em abordá-la no ensino médio, como também pelos alunos, em compreender a forma como muitas vezes ela é ensinada, através do ensino unicamente memorístico e matematizado. Baseado nesses pressupostos, e enfatizando a importância do uso das Tecnologias da informação e da comunicação (TIC) no ensino da Física, com o uso de simulações computacionais, o presente estudo, trata-se de uma revisão bibliográfica de caráter descritivo, de publicações de periódicos dos anos de 2018 a 2022, cujos descritores selecionados foram “O uso do simulador PHET no ensino da Física Moderna”. Após a análise das pesquisas, concluiu-se que a utilização do simulador PHET na abordagem dos conteúdos propostos, provocou nos estudantes um maior nível de interesse na aprendizagem dos fenômenos físicos relacionados a temática abordada.

**Palavras-chave:** física moderna; tic; simulador phet.

### ABSTRACT

Modern Physics stands out for being an area of Physics, responsible for new studies and concepts developed in the last century, related to matter and the quantum world, enabling the emergence of new technologies. However, despite its great importance in the scientific and technological field, it still presents a certain fear not only on the part of teachers in approaching it in high school, but also by students, in understanding the way in which it is often taught, through of purely memoristic and mathematized teaching. Based on these assumptions, and emphasizing the importance of the use of Information and Communication Technologies (ICT) in the teaching of Physics, with the use of computational simulations, the present study is a bibliographic review of a descriptive nature, of publications of journals from the years 2018 to 2022, whose selected descriptors were “The use of the PHET simulator in the teaching of Modern Physics”. After analyzing the research, it was concluded that the use of the PHET simulator in approaching the proposed contents, provoked in students a higher level of interest in learning the physical phenomena related to the theme addressed.

**Keywords:** modern physics; tic; phet simulator.

---

<sup>1</sup> Licencianda em Física. Email: [aliane.santos@aluno.uepb.edu.br](mailto:aliane.santos@aluno.uepb.edu.br).

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, as tecnologias digitais tem modificado a forma de viver e de comunicação das pessoas, e na educação isso não é diferente. Cada vez mais, professores tem buscado novas formas de ensinar com o uso das TIC, pois tem observado que os alunos nativos digitais compreendem e assimilam melhor os conteúdos propostos com o uso dessas novas ferramentas.

Uma das possibilidades do uso das TIC no ensino da Física são as simulações computacionais por meio de simuladores virtuais. Como ferramentas auxiliares nos processos de ensino e aprendizagem, elas possuem a possibilidade de despertar o interesse dos jovens, além de refletir em melhorias na sua aprendizagem. Porém, um dos desafios da utilização das TIC com os alunos no Ensino Médio é incentivar o uso da informática como ferramenta cognitiva na aprendizagem de Física através do uso de simulações virtuais, tornando as aulas mais interessantes e interativas, pois eles estão habituados a utilizar para fins de entretenimento (CORDEIRO; RODRIGUES, 2019).

Segundo Araújo, Neto e Oliveira Rodrigues (2021), o uso de laboratórios virtuais no ensino é de fundamental importância, pois são ferramentas capazes de promover uma maior percepção dos fenômenos estudados, o que favorece e contribui para uma boa formação dos alunos, uma vez que, as simulações recriam situações que podem facilitar a interpretação de um fenômeno físico.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio é um documento que determina as competências gerais e específicas, as habilidades e as aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver durante cada etapa da educação básica. Esta, por sua vez, reforça a necessidade da inserção de abordagens no nível médio da Física Moderna, como também o uso das novas tecnologias no ensino (BRASIL, 2018).

Dentre as possibilidades existentes de simulações virtuais no ensino da Física, podemos citar o simulador PHET, por ser um repositório não só de simulações computacionais como também de materiais para o professor na atualidade. Por ser gratuito e online, torna-se ainda mais acessível o seu uso, possuindo várias animações de fenômenos físicos. Segundo Costa (2017, p. 7542), o projeto PHET elabora e disponibiliza “simulações interativas gratuitas de Matemática e Ciências, tudo embasado em pesquisas educacionais

Segundo Santos et. al (2022), os simuladores virtuais do PHET surgem como recursos didáticos que facilitam o processo de ensino e aprendizagem, pois tornam o estudante um sujeito ativo da sua própria aprendizagem, permitindo que observe fenômenos físicos, colete dados, elabore questionamentos, contribuindo, de maneira significativa, na construção de conhecimento e na compreensão de fenômenos que fazem parte do seu cotidiano. O ensino de Física é uma das áreas da ciência que pode obter muitas vantagens com a utilização das novas tecnologias computacionais, já que se trata de uma componente curricular que versa sobre assuntos amplos do dia a dia e, muitas vezes, busca explicar situações que não conseguimos demonstrar de forma fácil (SILVA, GERMANO E MARIANO, 2011).

Baseado nesses fatos, o presente artigo tem como objetivo, trazer uma revisão bibliográfica sobre o uso do simulador PHET no ensino da Física Moderna, utilizando a base de dados do Google acadêmico, apresentando publicações de artigos dos anos de 2018 a 2022.

## 2 A IMPORTÂNCIA DO USO DAS TIC NO ENSINO DA FÍSICA MODERNA

As TIC (tecnologias da informação e comunicação) são recursos tecnológicos utilizados em diversas áreas, principalmente na educação. Segundo Magalhães et al. (2015), a utilização de tecnologias estão cada vez mais presentes no cotidiano da comunidade atual em todos os níveis sociais. Essas tecnologias são um instrumento necessário para a inclusão social, profissional, e ainda, como uma ferramenta revolucionária no processo de ensino e aprendizagem.

Nesse contexto, a sociedade tem experimentado os avanços tecnológicos tais como: computadores, tabletes, celulares, internet, etc., em que essas tecnologias ficaram mais presentes no dia a dia das pessoas. E na educação não foi diferente, professores e alunos passaram a utilizar essas ferramentas tecnológicas em seu ambiente escolar auxiliando no processo de aprendizagem.

Segundo CETIC (2011) países de todos os continentes têm investido no uso das TIC nas escolas e na inovação de processos pedagógicos, infraestrutura de equipamentos, acesso à Internet, desenvolvimento profissional e criação de conteúdos digitais de aprendizagem são alguns exemplos desses investimentos.

De acordo com Freire e Valente (2001), ao se tratar do emprego das TIC no âmbito educacional, deve se atentar à ética e aos compromissos ligados ao trabalho do professor e à necessidade de refletir sobre a prática pedagógica enquanto motivador da autonomia dos alunos na busca da aprendizagem significativa.

Freire (2011) também discute o tema e destaca que não existe docência sem discência e que o ato de ensinar não é apenas o de transferir conhecimento, e sim criar um leque de possibilidades para a aprendizagem. O teórico ainda reforça a ideia de que quem ensina, aprende ao ensinar e quem aprende, ensina ao aprender, baseado no fato de que no ambiente escolar, os professores ensinam e aprendem com os alunos e vice-versa.

Acredita-se que os avanços das TIC, significam um mecanismo de construção de uma prática educativa na qual é considerada em suma uma busca contínua pela pesquisa. Neste sentido, surgem os laboratórios de informática como ambientes educativos, assumindo uma relevância de busca e inovação, possibilitando trilhar caminhos para construção de novas ideias sobre o uso da tecnologia com foco na aprendizagem (FREIRE; VALENTE, 2001).

A utilização das TIC no ensino da Física pode possibilitar a facilitação da construção do conhecimento; assim o aprendizado dos estudantes pode ser alcançado de forma mais prática e apreciável, fazendo com que a relação entre professor e aluno seja mais objetiva e compreensiva. As tecnologias de informação e comunicação como aplicação dos computadores no ensino da Física, podem melhorar a assimilação do conhecimento por parte dos estudantes, desde que essa aplicação faça parte de um processo educacional coerente em suas propostas (BRANSFORD et al., 2000; FIOLEAIS e TRINDADE, 2003).

Segundo Holland (2014), para que o aluno tenha uma aprendizagem mais eficaz é necessária à integração das novas tecnologias através de uma criteriosa seleção de ferramentas alinhadas com as melhores práticas de ensino. As novas tecnologias podem auxiliar o aluno, que são estimulados a buscar e socializar com esses recursos de forma a melhorar seu desempenho escolar, além de tornar o ambiente escolar mais dinâmico e interativo para o estudante (SOUZA; SOUZA, 2010). Sendo assim, é indispensável, que o professor esteja sempre atualizado, em relação às tecnologias, além de planejar-se antecipadamente para saber como, onde e quando usar essas ferramentas tecnológicas.

A incorporação das TIC na escola é um processo irreversível que já está presente em praticamente todos os setores e, na Educação, chega de forma lenta, sendo recursos que trazem possibilidades de inovação na maneira como alunos e professores ensinam, aprendem e interagem. Segundo Penteado (1999, p. 297) “as tecnologias informáticas têm possibilitado que um número cada vez maior de pessoas tenha acesso a informações que antes eram essencialmente adquiridas na escola.

Conforme Perrenoud (2000, p 125), “as novas tecnologias da informação e da comunicação transformaram espetacularmente não só as nossas maneiras de comunicar, mas também de trabalhar, de decidir e de pensar”. As TICs estabeleceram novas formas de percepção da realidade, de aprender, de construir e difundir conhecimentos e informações.

## **2.1 Os softwares educacionais e suas aplicações no ensino da Física Moderna**

As TIC estão associadas ao desenvolvimento de softwares que são ferramentas de muita importância. De acordo com Costa e Oliveira (2004), software educacional (SE) é o tipo de programa desenvolvido especialmente para atividades de ensino, com o objetivo principal de auxiliar os alunos na aprendizagem de determinado conteúdo ou disciplina.

Magalhães et al. (2002) em seu estudo envolvendo ensino de Física e uso de softwares, percebeu que os alunos ficam mais entusiasmados e motivados a enxergar demais aplicações de conceitos físicos no cotidiano, facilitando a aprendizagem de conceitos científicos, indicando que nesse caso o software pode se tornar uma ferramenta bem útil na aquisição de conhecimentos.

De acordo com Valente (2002), o computador pode ser um recurso valioso para promover a passagem da informação ao usuário ou facilitar o processo de construção de conhecimento. No entanto, por intermédio da análise dos softwares, é possível entender que o aprender não deve estar restrito ao software, mas envolve a interação do aluno com este. Dessa maneira, percebe-se que, para que ocorra a construção do conhecimento, o aluno deve aprimorar suas estratégias diante do uso dos recursos, focando o desenvolvimento da lógica e de certos conteúdos, principalmente se forem temáticos, atrativos a eles.

O uso educacional dos softwares demanda um discernimento maior por parte do professor e, conseqüentemente, uma formação mais sólida e mais ampla. Isso deve acontecer tanto no domínio dos aspectos computacionais quanto do conteúdo curricular (VALENTE, 2002).

Vieira (2001) classifica os softwares educacionais, conforme seus objetivos pedagógicos, em 7 categorias: tutoriais, programação, aplicativos, exercícios e práticas, multimídia e internet, simulação e modelagem e jogos. Os jogos têm como finalidade ensinar determinado conteúdo de forma lúdica. Segundo Silveira (1998) os jogos educativos podem despertar no aluno: motivação, estímulo, curiosidade e interesse em aprender.

De acordo com Schwartz (2004), o uso dos jogos surge na medida em que reconhecemos a necessidade de recorrer às novas tecnologias para desenvolver práticas pedagógicas atualizadas. A reflexão sobre ensino e tecnologia faz-se necessária, mesmo para os educadores que não concordam com o uso das novas tecnologias.

Silva e Moura (2013) relatam que jogos digitais, como estratégia didática, proporcionam conexões entre os novos conhecimentos aos já existentes, permitindo

ao aluno interagir com o contexto absorvendo novas informações, gerando interpretações e novas experiências.

A modelagem também é muito utilizada no ensino da Física. Segundo Macêdo et al (2012) o objetivo da modelagem matemática é, em um ambiente de investigação, criar condições de aquisição de conhecimentos. O Modellus é uma ferramenta simultânea de modelação, simulação e cálculo que possibilita o estudo de grande parte dos temas estudados em Física e Matemática e de outras ciências que envolvam modelos quantitativos (TEODORO et al, 1996).

Utilizado para introduzir a modelagem computacional, esse software permite a criação de modelos matemáticos para criar animações com objetos interativos, os quais possibilitam a exploração de diversas representações e análise de dados experimentais (VIEIRA, 2016). Foi desenvolvido na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Lisboa com o objetivo de colaborar para a renovação do ensino e aprendizagem de ciências e matemática (TEODORO et al, 1996).

Várias vantagens têm sido apontadas no uso das simulações no ensino de Física. Medeiros e Medeiros (2002) destacam que os alunos podem realizar uma coleta grande de dados de forma rápida, permitindo que os alunos possam testar hipóteses e tornar conceitos abstratos mais concretos, e que as simulações computacionais, por serem de fácil manuseio, podem criar uma tendência ao uso excessivo destes recursos. É importante ressaltar que o laboratório virtual não deve ser visto como substituição e sim como alternativa ou complemento a experimentos reais.

A simulação computacional engloba uma grande variedade de tecnologias, que vão desde o vídeo à realidade virtual, que podem ser categorizadas, tomando como base o grau de interatividade entre o aprendiz e o computador (MEDEIROS & MEDEIROS, 2002). Essa interatividade é a consequência da modificação de variáveis oferecidas na simulação, proporcionando ao aluno uma sequência de fatos que muito se aproxima do real (CARDOSO, 2011).

As simulações, possibilitam aos alunos em alguns minutos a evolução temporal de um fenômeno que levaria horas, dias, anos e décadas em tempo real, além de permitir ao mesmo a repetição de tal fenômeno sempre que o desejar (MACÊDO; DICKMANN; ANDRADE, 2012).

Por outro lado, o ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio pode constituir um desafio ainda maior, por tratar de conceitos mais abstratos, intangíveis aos sentidos do aluno devido a sua natureza microscópica. Sendo assim, é de extrema importância o uso de recursos computacionais – como as animações e simulações – no ensino de FMC, uma vez que estas ferramentas permitem explorar a representação de estruturas microscópicas e fenômenos físicos associados às mesmas (PIETROCOLA; BROCKINGTON, 2003).

Em Física moderna, 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. Contudo, é preciso ressaltar que a figura do professor como mediador nesse novo cenário educacional é de grande relevância, pois além de possibilitar o aprendizado, ele é responsável pela apresentação dos meios digitais para os seus alunos e por enfatizar a importância dessas ferramentas como facilitador do ensino de Física.

## 2.2 O Simulador PHET

O PHET (Physics Education Technology) é um projeto de simulações interativas da Universidade do Colorado em Boulder que foi fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, onde contém simulações interativas gratuitas de ciências, matemática e outras áreas, baseadas em pesquisas.

Funciona como uma plataforma onde o aluno tem a possibilidade de simular os conceitos estudados em sala de um modo dinâmico e atrativo. As simulações são escritas em Java, Flash ou HTML5, e podem ser executadas on-line ou copiadas para o computador. A figura 1 apresenta a tela inicial da página da web das simulações do PHET:

**Figura 1: Simulador PHET.**



Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/) (2022).

Adams e colaboradores (2008), integrantes do grupo PHET, descrevem o processo de desenvolvimento da simulação, apontando os elementos que se mostram mais efetivos no processo de geração de motivação por parte dos estudantes. Os simuladores computacionais desenvolvidos pelo grupo possuem alta eficácia no processo de ensino e aprendizagem segundo diversas pesquisas na área.

Segundo Prima (2018) os alunos que aprendem o sistema solar com simulação PhET apresentam melhora na compreensão e motivação, do que sem a simulação como meio de ensino, mostrando uma correlação entre compreensão conceitual e motivação com o uso das simulações PhET.

O simulador PHET funciona de maneira simples, permitindo aos professores uma aula dinâmica expondo os conteúdos práticos e teóricos. Além das simulações que a plataforma disponibiliza, o ambiente é aberto para os professores fazerem aulas expositivas com atividades já prontas para cada simulador. As atividades são separadas por componente curricular, deixando a critério do professor a escolher a atividade que se enquadra em sua respectiva aula.

Segundo Araújo et al (2021), através dos diferentes simuladores para se trabalhar um mesmo tema (ou um conjunto deles), o PHET dá a oportunidade do professor apresentar um dado conceito físico várias vezes, de diferentes formas, em diferentes séries, levando-se em consideração o grau de desenvolvimento do aluno para se propor abordagens com um grau maior ou menor de complexidade. Pode-se, por exemplo, trabalhar a evolução conceitual em uma primeira oportunidade de interação com as ferramentas disponíveis em um dado simulador PHET e posteriormente retomar os conceitos com simulações interativas mais sofisticadas usando o mesmo e/ou outros simuladores disponíveis.

### 3 METODOLOGIA

Neste trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica de caráter descritivo e narrativo de artigos de revistas científicas. Foi utilizada como meio de pesquisa a base de dados do Google Acadêmico. O objetivo dessa análise foi identificar trabalhos realizados com o filtro: “O uso do simulador PHET no ensino da Física moderna”; disponibilizadas em revistas científicas, de 2018 a 2022. Os critérios de exclusão foram trabalhos que não tiveram vestígios científico, artigos de congressos e trabalhos que abordaram outras áreas do conhecimento, como por exemplo a área de ciências humanas. Também foram excluídos trabalho de conclusão de curso, dissertações e teses. Ao final, foram incluídos 12 artigos de revista científicas neste estudo.

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apresentamos em ordem cronológica os artigos encontrados no Google acadêmico. Para embasamento teórico, foram utilizados artigos de revistas científicas em ordem cronológica de 2018 a 2022 sobre a temática escolhida. Neste trabalho houve dificuldades em encontrar os artigos de revista científica no google acadêmico, em que todos os artigos selecionados são voltados para o ensino médio e a quantidade de trabalhos publicados nessa área eram poucas, por ser uma disciplina que não é abordado com frequência no ensino médio.

Muniz et al (2018), publicaram na Revista Científica da faculdade de educação e Meio Ambiente – FAEMA; o artigo: Proposta Metodológica sobre o Efeito Fotoelétrico para o Ensino Médio. O objetivo desse artigo foi mostrar uma revisão bibliográfica sobre como a inserção das tecnologias e experimentos de baixo custo, abordando o assunto efeito fotoelétrico pode contribuir e auxiliar os alunos na aprendizagem. De acordo com Muniz et al (2018), apud França (2015): “um método seguro e que traz uma abordagem mais clara é um simulador do efeito fotoelétrico, um aplicativo onde pode-se selecionar qualquer material, a cor da luz e a intensidade que ela tem e poder observar a ocorrência do efeito”, referindo-se à simulação do PHET “Efeito fotoelétrico” que traz uma demonstração de fácil entendimento, possuindo diversas funcionalidades em seu manuseio. Concluiu-se que através do PHET o conteúdo abordado tornou-se mais fácil e menos complicado, fazendo com que os alunos assimilassem melhor o assunto abordado.

Os autores Souza e Cunha (2018) através do artigo: Física Nuclear no Ensino médio: uma sequência didática como enfoque CTS; publicado na Revista Ensino em Foco, trouxe a construção de uma sequência didática, voltada para alunos do 3º ano do ensino médio, com o conteúdo de Física Nuclear. Essa proposta de ensino teve como finalidade fazer com que os estudantes aprendessem as diferenças das usinas nucleares e os riscos de acidentes envolvendo a produção da energia nuclear.

A sequência foi desenvolvida em duas etapas: na primeira etapa propôs a problematização, buscando-se colher informações sobre o que os alunos sabem sobre a Física nuclear, como funciona a usina nuclear e as diferenças entre as usinas brasileira e a de Chernobyl. Na segunda etapa foi sugerido o uso do simulador PHET – “Fissão Nuclear”, para enriquecer a sequência ainda mais, onde ajudará a entender alguns questionamento sobre elementos radioativos ou não radioativos. E para avaliar os alunos eles sugeriram uma atividade: separar usinas hidrelétricas e nucleares, analisar cada tipo de usina levando em consideração os problemas ambientais, e no final uma roda de conversa, incentivando os alunos a falar como foi sua pesquisa e experiência. Os autores conclui-se, que a proposta da aula através do uso das

tecnologias do simulador PHET irá propor um bom entendimento dos fenômenos físicos por parte dos alunos, fazendo com que eles assimilem mais rápido os conteúdos, funcionando como motivação para estudar o assunto de Física Nuclear.

O artigo de Merlim et. al (2019), com o título: Unidade de ensino potencialmente significativa: análise da aplicação sobre o efeito fotoelétrico; publicado na Revista *Thema*, apresentou uma sequência didática sobre o efeito fotoelétrico para uma turma do segundo ano do ensino médio, em São Sebastião do Alto/ RJ. As aulas expositivas contaram também com o uso do simulador PHET – “Efeito fotoelétrico”, que teve como objetivo compreender os conceitos relacionados a intensidade da luz e a frequência dos materiais e em seguida os alunos responderam um questionário em relação ao simulador. Os autores concluíram que o uso do simulador PHET contribui com a aprendizagem dos alunos; e que os professores devem introduzir nas suas aulas atividades diferenciadas; levando os alunos a serem mais ativos e despertando interesse aos conteúdos através do simulador.

Souza (2019) publicou na Revista *Experimental The Ments* uma proposta de ensino do efeito fotoelétrico utilizando simulação computacional a partir dos três momentos pedagógicos. Esses três momentos pedagógico se caracteriza da seguinte forma: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Essa proposta de ensino foi aplicada em quatro aulas de uma turma do ensino médio do município de Nova Iguaçu (RJ). A escola não possui laboratório, mas tem um computador portátil e um projetor digital, onde serviu na aplicação do simulador PHET. As aulas foram estruturadas em três momentos pedagógicos: Problematização inicial, organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento.

O professor iniciou a aula com a leitura de um breve texto para contextualização inicial, para depois debater algumas perguntas proposta na aula. No segundo momento ocorreu a sistematização do conteúdo sobre o efeito fotoelétrico; executado durante dois dias. O primeiro dia iniciou-se no modo tradicional utilizando o quadro branco e o segundo dia utilizou a ferramenta do simulador PHET – “Efeito fotoelétrico” e em seguida para aferir a aprendizagem dos alunos sobre o simulador que foi utilizado, realizou um teste contendo cinco questões. No último momento o professor fez a pergunta que foi abordada na problematização a fim de que os alunos organizassem seus conhecimentos adquiridos no decorrer da aula.

No entanto, o autor concluiu, que a inserção de Física moderna no ensino médio contribuiu muito na formação dos alunos e que a abordagem desses assuntos ainda se apresenta problemática por conta da complexidade dos conteúdos. Mais para que essa complexidade mude, ele optou por desenvolver uma “inovação” usando os recursos digitais como as simulações computacionais utilizando o PHET, que atendeu satisfatoriamente na aplicação do conteúdo e fez com que os alunos aprendessem na prática os fenômenos, aumentando a capacidade de aplicação de conhecimento com a simulação computacional.

Cortez e Oliveira (2019) publicaram na Revista *Educacional Interdisciplinar*, o artigo: As proposições da abordagem ciência – tecnologia – sociedade para o estudo da radioatividade no ensino híbrido. No trabalho foi proposto uma atividade de ensino sobre a radioatividade, onde sugeriram o uso do simulador PHET, no laboratório de informática com o acompanhamento do professor; tendo como objetivo entender o processo de espalhamento de Rutherford.

A descrição de atividades dessa proposta foi sugerido da seguinte maneira: os alunos irão se organizar em grupo e realizar um questionário com os familiares sobre os casos de tratamento de doenças com radioatividade. Depois compartilhar as respostas por meio de um fórum virtual, e em sala de aula o professor irá expor

conceitos sobre a radioatividade considerando situações que está presente no cotidiano. E em seguida, sugere que os alunos, utilize o simulador PHET no laboratório de informática para entender melhor o processo de espalhamento de Rutherford. Finaliza com um seminário falando sobre um exemplo de utilização da energia, na agricultura, medicina, indústria e na conservação de alimentos. Devendo ser realizada por meio de entrevista realizada a um profissional de cada área citada, agrônomo, médico, técnico em radiologia, etc.; através de um vídeo gravado.

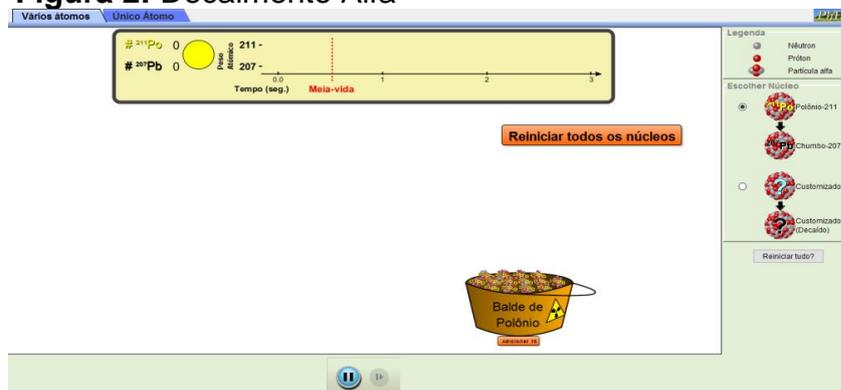
Os autores concluíram que o uso do simulador é de grande importância, tanto para o professor como para os alunos e que se faz necessário os professores se aprofundarem sobre a ferramenta PHET. E o uso contínuo do simulador motiva e enriquece na aprendizagem e formação do aluno.

Pereira et. al (2020) publicaram na Revista Brasileira de Desenvolvimento; o artigo: Educação científica sob o contexto da usina fotovoltaica do IFPE – campus Pesqueira. Este artigo teve como objetivo mostrar a aplicação de um minicurso de extensão na instituição que foi elaborado e ministrado para estudantes da rede pública. O assunto abordado foi o efeito fotoelétrico, as atividades foram realizadas na Usina Solar Fotovoltaica do IFPE no campus Pesqueira; além de utilizar a usina como instrumento de conhecimento, tais como sistema de iluminação pública, energia solar e os demais sensores utilizados.

Atribuiu também o uso do simulador PHET para que aprendessem ainda mais os conceitos abordados sobre o efeito fotoelétrico de maneira prática. Essa atividade foi desenvolvida para vinte alunos do 3º ano médio da rede pública de ensino, para seu desenvolvimento precisou-se de três aulas. A simulação foi manipulada pelo professor, onde o mesmo explicou como consistia o experimento e como o efeito fotoelétrico ocorre na prática. Os autores concluíram que o uso do simulador PHET junto com a visita na usina, facilitou na compreensão dos conceitos físicos abordados no decorrer das aulas. Levando em consideração que em alguns lugares não tenham a usina solar, o simulador PHET pode substituir na visualização, para que os mesmos possam compreender os conceitos.

Machado e Cruz (2020) publicaram na Revista Científica em Educação a Distância, uma proposta para EaD sobre o estudo do decaimento radioativo com o uso da plataforma PHET. Apresentaram uma possibilidade de análise virtual sobre o decaimento de um material radioativo, dentro da realidade do ensino a distância, através do uso do simulador PHET da simulação “Decaimento Alfa” (Figura 2), que teve como objetivo, permitir que os estudantes compreendessem os conceitos básicos do decaimento radioativo a partir do elemento Polônio-211.

**Figura 2:** Decaimento Alfa



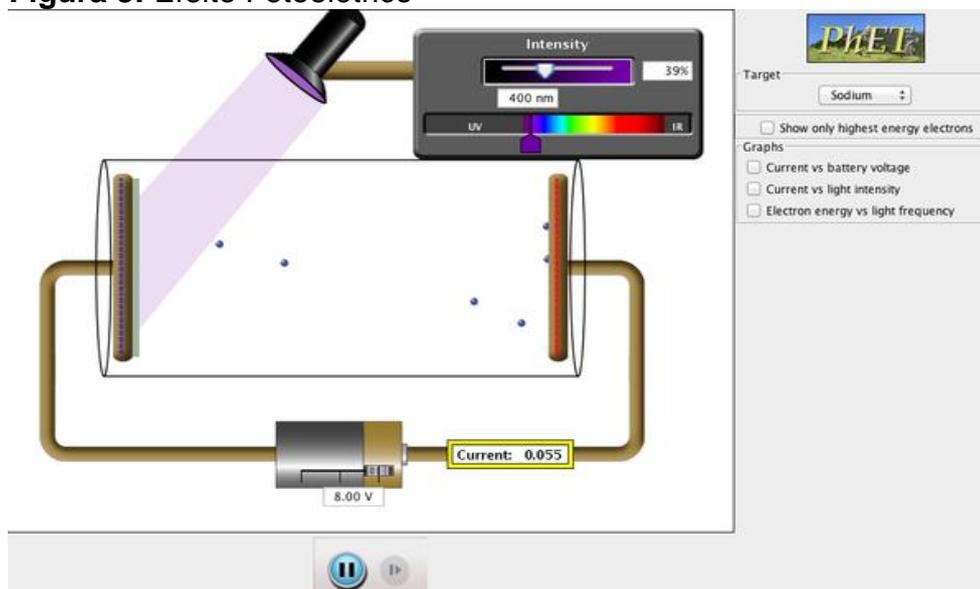
**Fonte:** [https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/nuclear-physics/latest/nuclear-physics.html?simulation=alpha-decay&locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/nuclear-physics/latest/nuclear-physics.html?simulation=alpha-decay&locale=pt_BR) (2022).

Concluiu-se que o simulador levou os alunos a investigar o tempo de meia-vida do Polônio-211 e o decaimento alfa e que durante a atividade com a simulação torna uma ferramenta que propôs aos estudantes discussão menos teórica, proporcionando uma aprendizagem dinâmica e com resultados positivos.

Os autores Goulart e Leonel (2020), realizaram uma revisão de literatura sobre o ensino da Física moderna e contemporânea no ensino médio: potencialidades a partir da aprendizagem significativa; publicado na Revista Dynamis. Um dos artigos analisados destacou o uso do simulador PHET: “Simulação computacional aliada à teoria e aprendizagem significativa: Uma ferramenta para o ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico.”; escrito por Stenio Octávio de Oliveira Cardoso e Adriana Gomes Dickmam no ano de 2012. Goulart e Leonel (2020) relatam que o artigo analisado buscou compartilhar e dar um embasamento teórico na utilização do simulador mediado por um roteiro de aula para alunos do ensino médio; tentando proporcionar uma atividade significativa e satisfatória.

O trabalho foi desenvolvido com dez alunos do terceiro ano, a partir de um curso ministrado, em que o assunto abordado foi direcionado ao conceito de efeito fotoelétrico; disponibilizando para os estudantes uma sequência de atividades como introdução, tendo como finalidade ajudar os estudantes a manipular o simulador PHET “Efeito Fotoelétrico” (figura 3). Ao final da pesquisa, observaram que, a partir do trabalho desenvolvido no terceiro ano, verificou-se uma nítida motivação pelos estudantes ao manipularem o simulador.

**Figura 3:** Efeito Fotoelétrico



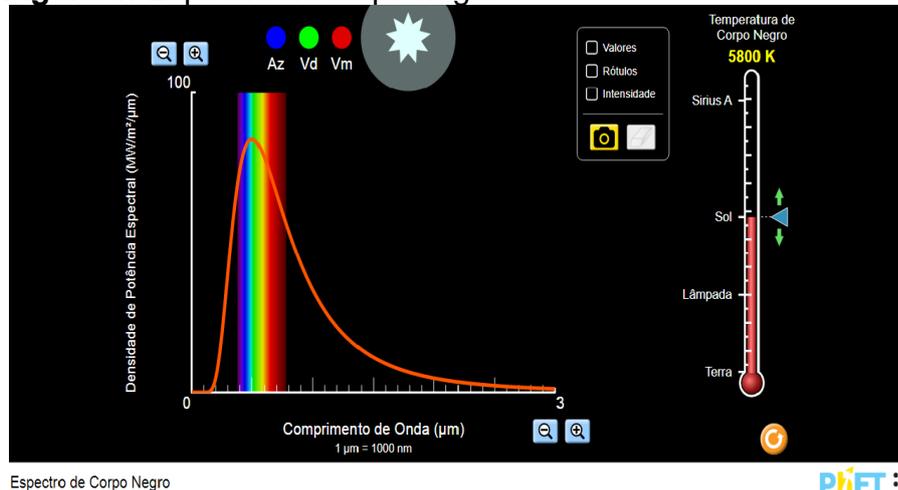
**Fonte:** <https://phet.colorado.edu/pt/simulations/photoelectric> (2022).

Bauermann, Peruzzo e Lombarfo (2021) apresentaram um artigo publicado na Revista Physicae Organum, relatando uma proposta para o ensino de Física Moderna sobre radiação do corpo negro com laboratórios virtuais. O trabalho foi realizado na residência pedagógica desenvolvida no Instituto Catarinense, e teve como objetivo utilizar o simulador PHET e avaliar o processo educativo por meio dos experimentos.

A execução da pesquisa, foi dividida em sete aulas e o simulador foi usado em uma aula. Utilizaram o simulador PHET – “espectro do corpo negro”, que demonstrou aos alunos vários conceitos e fenômenos que o corpo negro sofre na espectrometria e também a diferenciação de cores das estrelas de acordo com as temperaturas. Os

autores concluíram que o uso do simulador PHET, obteve resultado satisfatório e despertou interesse e participação aos alunos em sala de aula compreendendo o conteúdo com menos dificuldade. A figura 4 mostra o simulador espectro do corpo negro, utilizados pelos autores.

**Figura 4:** Espectro do corpo negro



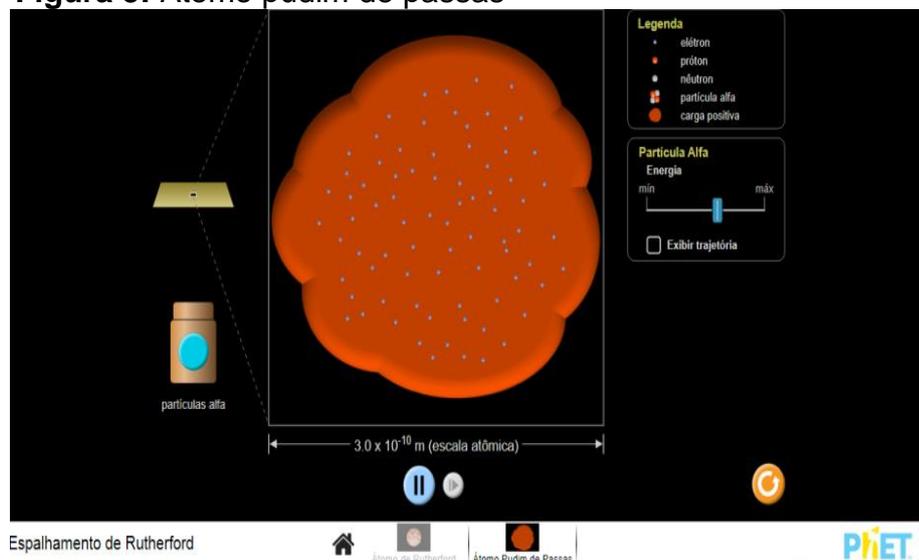
Espectro de Corpo Negro

**Fonte:** [https://phet.colorado.edu/sims/html/blackbody-spectrum/latest/blackbody-spectrum\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/blackbody-spectrum/latest/blackbody-spectrum_pt_BR.html) (2022).

Escrito por Gomes, Alves e Strieder (2022), o artigo Ensino de Física Moderna no Ensino Médio: Uma proposta didática para o estudo da evolução do modelo atômico; publicado na Revista Insignare Scientia –RIS; apresentam uma proposta de ensino sobre a evolução do modelo atômico, propondo uma sequência didática contendo o total de oito aulas. Essa proposta foi desenvolvida através das dificuldades enfrentadas em se trabalhar com a Física moderna no ensino médio.

As aulas propostas com o uso do simulador PHET foram: Aula Três, simulador (1) – “átomo pudim de passas” (figura 5) que é possível observar a trajetória das partículas alfa ao atravessar o átomo.

**Figura 5:** Átomo pudim de passas

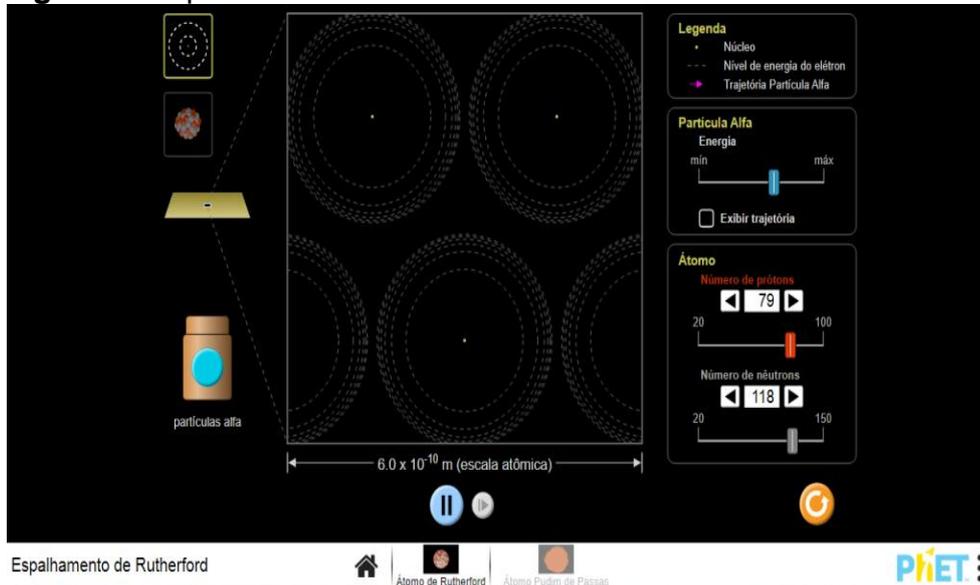


Espalhamento de Rutherford

**Fonte:** [https://phet.colorado.edu/sims/html/rutherford-scattering/latest/rutherford-scattering\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/rutherford-scattering/latest/rutherford-scattering_pt_BR.html) (2022).

Simulação (2) - “Espalhamento de Rutherford” (figura 6), que permite a discussão sobre Rutherford à descoberta do núcleo e de um novo modelo atômico.

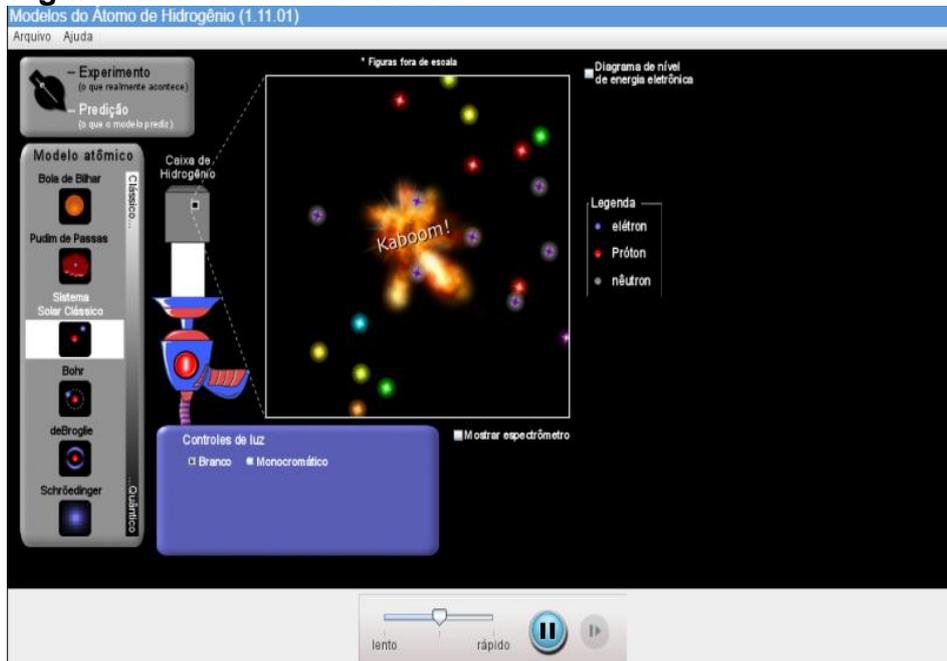
**Figura 6:** Espalhamento de Rutherford



**Fonte:** [https://phet.colorado.edu/sims/html/rutherford-scattering/latest/rutherford-scattering\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/rutherford-scattering/latest/rutherford-scattering_pt_BR.html) (2022).

A aula quatro mostra a simulação (3) “Sistema solar clássico” (figura 7), que relata a instabilidade das órbitas existente no modelo que foi proposto por Rutherford.

**Figura 7:** Sistema solar clássico



**Fonte:** [https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/hydrogen-atom/latest/hydrogen-atom.html?simulation=hydrogen-atom&locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/hydrogen-atom/latest/hydrogen-atom.html?simulation=hydrogen-atom&locale=pt_BR) (2022).

Simulação (4) – “Modelos do átomo de hidrogênio” (figura 8), indicado para mostrar o estudo do modelo atômico de Bohr.

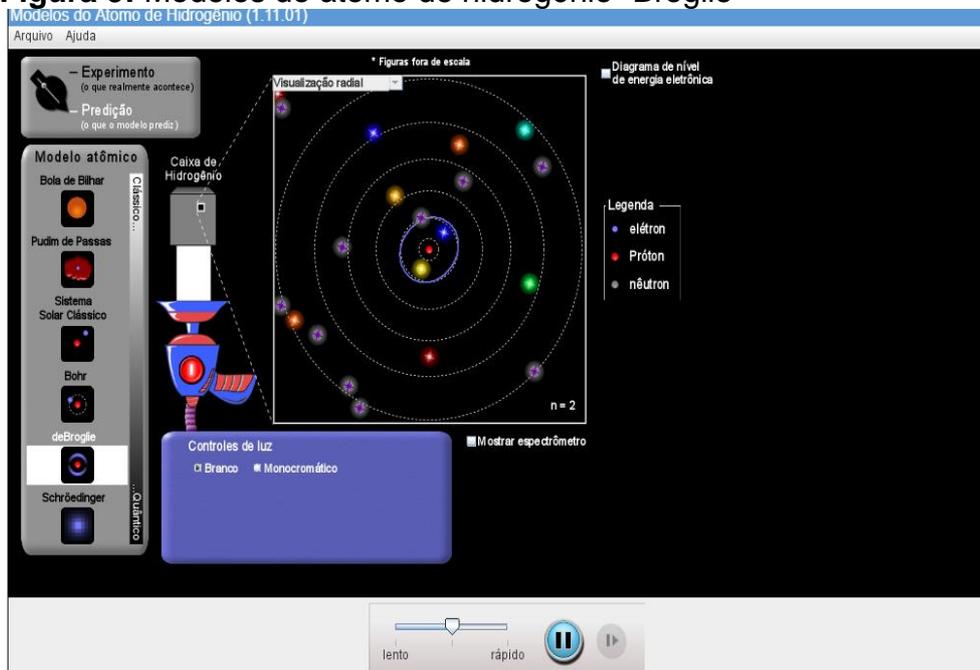
**Figura 8:** Modelos do átomo de hidrogênio- Bohr



Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/hydrogen-atom](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/hydrogen-atom) (2022).

E por último na aula sete, propôs a simulação (5) – “Modelos do átomo de hidrogênio” na área de “Broglie” (figura 9), que mostra a existência de característica ondulatória sobre o movimento do elétron.

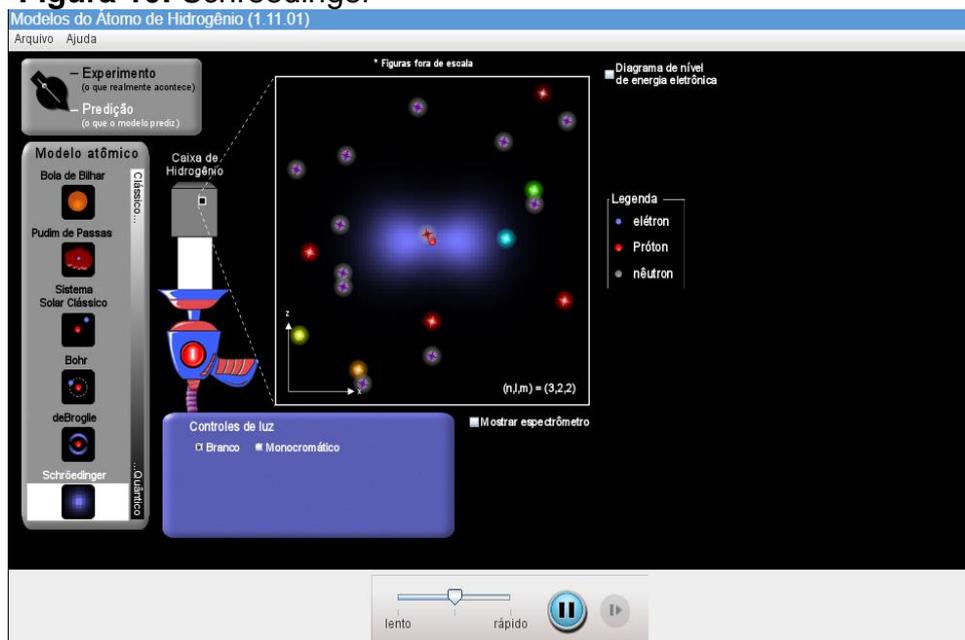
**Figura 9:** Modelos do átomo de hidrogênio- Broglie



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/hydrogen-atom/latest/hydrogen-atom.html?simulation=hydrogen-atom&locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/hydrogen-atom/latest/hydrogen-atom.html?simulation=hydrogen-atom&locale=pt_BR) (2022).

E a simulação (6) - “Schroedinger” (figura 10); mostra e expõe de forma dialogada o modelo contemporâneo do átomo, que passa a considerar o termo orbital para designar regiões do espaço.

**Figura 10: Schroedinger**



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/hydrogen-atom/latest/hydrogen-atom.html?simulation=hydrogen-atom&locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/hydrogen-atom/latest/hydrogen-atom.html?simulation=hydrogen-atom&locale=pt_BR) (2022).

Carvalho e Lima (2022) publicaram seu artigo na Revista Physical Organum-Revista dos estudantes de Física, com o título: O uso do Arduino em uma abordagem significativa envolvendo o comportamento dual a luz em experimentos para o ensino médio. O artigo relata o uso das tecnologias digitais de informação e comunicação, através do uso do simulador PHET para discutir tópicos relacionados a um experimento controlado pelo Arduino em alguns conteúdos, como a polarização da luz e o efeito fotoelétrico. O simulador PHET foi utilizado com o objetivo de verificar conceitos físicos que já haviam sido estudados na aula para em seguida usar o Arduino. E por último, aplicaram questionário sobre a atividade realizada. Concluíram que o uso das tecnologias foi de suma importância para que os alunos pudessem aprender ainda mais; houve algumas dificuldades no manuseio do experimento, porém com o auxílio do roteiro e a mediação do professor, fez com que a atividade fosse desenvolvida com menos dificuldades.

O artigo de Silva e Figueiredo (2022), publicado na Revista de Ensino, Educação e Ciência Humanas; relata uma sequência didática investigativa para a aprendizagem conceitual do efeito fotoelétrico. Esse trabalho teve como objetivo apresentar uma sequência didática sobre o assunto efeito fotoelétrico para alunos do ensino médio no município de Londrina; utilizando a ferramenta PHET para as atividades experimentais. O simulador foi apresentado para descrever o efeito fotoelétrico que é um fenômeno quântico, podendo observar o experimento da rampa ou plano inclinado e também testar a frequência e a cor da luz através do simulador PHET. Conclui-se que o uso do simulador PHET permite aos alunos uma leitura mais real dos fenômenos naturais; despertando por parte dos alunos interesse na aprendizagem conceitual.

## 5 CONCLUSÃO

As TIC têm um poder imenso nas práticas educativas, porem sabemos que isso é um desafio em várias escolas. O ensino muitas das vezes é o mesmo de sempre:

aulas expositivas, listas de exercícios, quadro, etc., considerando assim uma aprendizagem mecânica. Dessa forma as novas tecnologias como as simulações computacionais, laboratórios virtuais deveriam estar integrados no ensino médio; possibilitando uma facilitação dos conteúdos físicos abordados.

Tendo em vista que a Física Moderna é considerada um campo de estudo muitas vezes tido como de difícil compreensão, através das pesquisas analisadas, foi possível observar que o uso das simulações virtuais a exemplo do uso do simulador PHET, pode facilitar a compreensão e o entendimento dos conteúdos propostos, mudando o ensino mecânico para um ensino dinâmico, prático e produtivo.

Quando o professor apresenta ao aluno o simulador, desperta interesse e curiosidade fazendo com que eles possam compreender cada vez mais os conteúdos de maneira lúdica e interativa melhorando o aprendizado. O PHET disponibiliza uma grande variedade de simulações, que podem ser abordadas em diversos conteúdos da Física no ensino médio. Porém, vale ressaltar que não é apenas o uso das TIC que irá proporcionar uma mudança no ensino, pois é necessário, investir em escolas com estruturas adequadas, formação e valorização do professor e etc.

Dessa forma, conclui-se que o PHET é uma ferramenta que desperta o interesse do aluno, aumentando o nível de aprendizagem além de despertar curiosidade ao manuseá-lo, exigindo do professor um planejamento e desempenho maior ao aplicá-lo em sala de aula; tornando-se um mediador e incentivando os alunos a estudarem e compreender a Física de uma forma mais fácil.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, W. K. et al. A Study of Educational Simulations Part I - Engagement and Learning. **Journal of Interactive Learning Research**, v. 19, p. 397-419, jul. 2008.

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, Francisco Oliveira; NETO, Jonas Guimarães Paulo; DE OLIVEIRA RODRIGUES, Francisco Leandro. Uso do software de simulação PhET como recurso metodológico no ensino de óptica. **Revista Docentes**, v. 6, n. 14, p. 52-66, 2021.

Bauermann da Silva, D. Peruzzo, J. Lombardo Evangelista, F. & Lewandoski Alvarenga, I. Radiação de corpo negro: uma proposta para o ensino de física moderna com laboratórios virtuais. **Physicae Organum - Revista Dos Estudantes De Física Da UnB**, 7(2), 15–32, 2021.

BRANSFORD, J. D; BROWN, A. L; COOKING, R. R. (ed). **How People learn: Brain, mind, experience and school**. Washington: National Academy Press, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. **BNCC – Base Nacional Comum Curricular: versão final SEE**. Brasília MEC, 2018.

CORDEIRO, A. L.; RODRIGUES, F. L. de O. O software tracker: uma ferramenta educacional para potencializar o ensino de física. **Essentia-Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA**. Sobral, v. 20, n. 2, p. 2-8, 2019.

CARVALHO, Silvânia Alves; DE LIMA, Jailson Francisco. O uso do arduino em uma abordagem significativa envolvendo o comportamento dual da luz em experimentos para o ensino médio. **Physicae Organum-Revista dos Estudantes de Física da UnB**, v. 8, n. 2, p. 48-74, 2022.

CORTEZ, Jucelino; DE OLIVEIRA, Rafaela Pessato. AS PROPOSIÇÕES DA ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE PARA O ESTUDO DA RADIOATIVIDADE NO MODELO DE ENSINO HÍBRIDO. **Redin-Revista Educacional Interdisciplinar**, v. 8, n. 1, 2019.

COSTA, M. da. Simulações computacionais no ensino de física: revisão sistemática de publicações da área de ensino. In: **CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO - EDUCERE**, 13. 2017, Curitiba. Anais. Curitiba: Editora Universitária Champagnat, 2017. p. 7531-7544.

CETIC. Centro de Estudos Sobre Tecnologias da Informação e Comunicação. **TIC educação 2010: pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e comunicação nas escolas brasileiras**. São Paulo: 2011. Disponível em: <<http://www.cetic.br/educacao/2010/index.htm>>. Acesso em: 12 jan. 2023.

CARDOSO, S. O. O. **Ensinando o efeito fotoelétrico por meio de simulações Computacionais: elaboração de roteiro de aula de acordo com teoria da aprendizagem significativa**. Dissertação de Mestrado. Minas Gerais: PUC, 2011.

FREIRE, F. M. P.; VALENTE, J. A. **Aprendendo para a vida: os computadores na sala de aula**. São Paulo: Cortez, 2001.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 43. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

FIOLHAIS, Carlos; TRINDADE, Jorge. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e aprendizagem das ciências físicas. **RBEF** v. 25, n. 3 p.259-272, 2003.

FRANÇA, C. M. **Física moderna no ensino médio: Uma atividade para o ensino do efeito fotoelétrico**. Pontifícia Universidade Católica – Paraná, 2015.

GOMES DA SILVA, A.; ALVES PEREIRA DE CARVALHO, H.; STRIEDER PHILIPPSEN, G. Ensino de Física Moderna no Ensino Médio: uma proposta didática para o estudo da evolução do modelo atômico. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 5, n. 3, p. 392-408, 13 ago. 2022.

HOLLAND, B. Pequenas mudanças tecnológicas: Grandes impactos na aprendizagem. **Diversa-Educação Inclusiva Na Prática**, São Paulo, abr.2014. Disponível em: <<http://diversa.org.br/artigos/pequenas-mudancas-tecnologicas-%C2%96-grandes-impactos-na-aprendizagem/>>. Acesso em: 13 jan. 2023.

MACHADO, Natalia Alves; DE OLIVEIRA CRUZ, Frederico Alan. Estudo do Decaimento Radioativo com o Uso da Plataforma PhET: uma Proposta para EaD. **Revista Científica em Educação a Distância EaD em Foco**, v. 10, n. 1, 2020.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C.F. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p.77-86, 2002.

MACÊDO, Josué Antunes de; DICKMAN, Adriana Gomes; ANDRADE, Isabela Silva Faleiro de. SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS COMO FERRAMENTAS PARA O ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DE ELETRICIDADE. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, ed. 1, p. 562-613, 2012. DOI 2175-7941.2012v29nesp1p562. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/22108>>. Acesso em: 21 mai.2023.

MAGALHÃES, Mônica G. Menezes de; SCHIEL, Dietrich; GUERRINI, Iria Muller; MAREGA JR., Euclides. Utilizando Tecnologia Computacional na Análise Quantitativa de Movimentos: Uma Atividade para Alunos do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Carlos, v. 24, n. 2, p. 97-102, 2002.

MERLIM, Ronald et al. Unidade de ensino potencialmente significativa: análise da aplicação sobre efeito fotoelétrico. **Revista Thema**, v. 16, n. 2, p. 284-300, 2019.

MUNIZ, Davi Santos et al. PROPOSTA METODOLÓGICA SOBRE O EFEITO FOTOELÉTRICO PARA O ENSINO MÉDIO: Imagem: StockPhotos. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 9, n. 2, p. 841-845, 2018.

PEREIRA, Amanda Bianca Bezerra et al. Educação científica sob o contexto da usina fotovoltaica do IFPE-campus pesqueira. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 86282-86296, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n11-158. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/19574>. Acesso em: 13 mai. 2023.

PERRENOUD, Philippe. **Dez novas competências para ensinar**. Tradução de Patrícia Chittoni Ramos. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 2000. 192 p.

PRIMA, Eka Cahya; PUTRI, Aldia Ridwani; RUSTAMAN, Nuryani. Learning Solar System using PhET Simulation to Improve Students' Understanding and Motivation. **Journal of Science Learning**. **Journal of Science Learning**, v. 1, n. 2, p. 60-70, 2018.

PENTEADO, Miriam Godoy. Novos atores, novos cenários: discutindo a inserção dos computadores na profissão docente. **Pesquisa em educação matemática: Concepções e perspectivas**, v. 3, p. 297-313, 1999.

PIETROCOLA, M.; BROCKINGTON, G. Recursos computacionais disponíveis na internet para o ensino de física moderna e contemporânea. **Atas do IV ENPEC**. Bauru, São Paulo, 2003.

PHET COLORADO. **Interactive Simulations**. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/) Acesso em: 28 ago. 2022.

SOUZA, Danilo Almeida; CUNHA, Catharina Varandas Alves. Física Nuclear no Ensino Médio: Uma Sequência Didática com Enfoque CTS. **Ensino em Foco**, v. 1, n. 2, p. 44-54, 2018.

SOUSA, Matheus Candido de. UMA PROPOSTA DE ENSINO DO EFEITO FOTOELÉTRICO UTILIZANDO SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL A PARTIR DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS. **The Ments**, v. 1, n. 01, p. 6-10, 2019.

SCHWARTZ, Gisele M. (Org.). Dinâmica Lúdica: novos olhares. Barueri: Manole, 2004.

SILVA, Samuel Gonçalves da; FIGUEIREDO, Helenara Regina Sampaio. Uma Sequência Didática Investigativa para a Aprendizagem Conceitual do Efeito Fotoelétrico. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 23, n. 1, p. 39-45, 2022.

SILVA, Luzia Marinalva da; MOURA, Ronnie Wesley Sinésio. **O Jogo e a Aprendizagem Significativa**. UEPB, 2013.

SILVA, J. S. GERMANO, J. S. E., MARIANO, R. S. SimQuest – ferramenta de modelagem computacional para o ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v. 33, n. 1, p. 1508-1 - 1508-8, 2011.

SOUZA, I. M. A. de; SOUZA, L. V. A. de. O uso da tecnologia como facilitadora da aprendizagem do aluno na escola. **Fórum Identidades**, Itabaiana, v. 8, n. 4, p.127-142, jul./dez. 2010.

SANTOS, Giovanna Ferreira dos et al. **O uso de simuladores no ensino de física: explorando a dualidade onda-partícula**. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/handle/123456789/592>. Acesso em: 12 fev. 2023.

SANTOS MERLIM, Ronald Dos et al. Unidade de ensino potencialmente significativa: análise da aplicação sobre efeito fotoelétrico. **Revista Thema**, v. 16, n. 2, p. 284-300, 2019.

TEODORO, V. D. et al. **Experiências com modelos matemáticos em Física e Matemática: Introdução ao Modellus**. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 1996. Disponível em: <http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus>. Acesso em: 20 Jan. 2023.

VALENTE, J. A. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: Nied, 2002

VIEIRA, F. M. S. Avaliação de software educativo: reflexões para uma análise criteriosa. 2001. Disponível em: <http://www.edutec.net/Textos/Alia/MISC/edmagali2.htm>. Acesso em: 08 dez. 2023.

VIEIRA, P. D. Modellus. GOULART, Guilherme Salgueiro; LEONEL, André Ary. Revisão da literatura sobre o ensino de física moderna e contemporânea no ensino médio: potencialidades a partir da aprendizagem significativa. **Revista Dynamis**, [S.l.], v. 26, n. 1, p. 192-215, abr. 2020. ISSN 1982-4866. Disponível em: <<https://bu.furb.br/ojs/index.php/dynamis/article/view/8565>>. Acesso em: 08 dez. 2022.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar forças desde o início do curso, e pela vitória de me formar em Física.

A minha orientadora Prof. (a). Dra. Ruth Brito de Figueiredo Melo, pelo apoio, incentivo por me proporcionar ser um de seus orientandos e pelos seus ensinamentos.

Aos meus pais Maria Ailma Ferreira Dos Santos e José Amadeu Ferreira Dos Santos, por tudo que fizeram por mim ao longo da minha vida proporcionando a ser uma pessoa melhor e que não mediram esforço para investir em meus estudos.

A minha irmã Aline Ferreira Dos Santos que sempre me incentivou a estudar, e ao meu esposo Carlos Aurélio Felix Dos Santos que esteve sempre presente na minha vida acadêmica, pelo apoio incondicional oferecido em todos os aspectos, me ajudando quando eu mais precisava e motivando a nunca desistir. Aos meus colegas de sala que tiveram junto comigo na vida acadêmica.

Agradeço a todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho.