

## 14º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2023

### SIMULAÇÕES INTERATIVAS NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA REVISÃO DAS POTENCIALIDADES E APLICAÇÕES DA PLATAFORMA PHET

SÁVIO OLIVEIRA DA SILVA<sup>1</sup>, TALYTA NASCIMENTO NOBRE·HERON SALAZAR COSTA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Nilton Lins, Mestrando no PPGECH pela Universidade Federal do Amazonas, saviooliveiradasilva2@gmail.com

<sup>2</sup> Licenciada em Ciências Agrária pela Universidade Federal do Amazonas. Mestranda no PPGECH, pela Universidade Federal do Amazonas, talytanobrebc@gmail.com

<sup>3</sup> Doutor em Biotecnologia pela Universidade Federal do Amazonas, Professor e orientador no PPGECH pela Universidade federal do Amazonas, hescosta@ufam.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.06.99.00-7 Química

**RESUMO:** O ensino de química desempenha um papel vital na formação acadêmica e na compreensão dos fundamentos científicos que permeiam nossa vida cotidiana. No entanto, a percepção de que a química é complexa persiste, frequentemente devido à abordagem predominantemente teórica que afasta os conteúdos do contexto prático dos estudantes. A integração das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e, especificamente, das simulações interativas como as oferecidas pela plataforma PhET, surge como uma inovação no ensino de química. Este estudo investiga o potencial das simulações PhET para promover uma aprendizagem mais significativa e envolvente. As simulações PhET superam as limitações da abordagem tradicional, oferecendo uma aprendizagem interativa e visual. Essa abordagem motiva os estudantes, tornando as aulas mais atrativas e participativas, fomentando o pensamento científico e crítico. Em conclusão, as simulações PhET transformam o ensino de química, proporcionando uma experiência educacional dinâmica e envolvente. A integração dessas tecnologias contribui para um aprendizado mais profundo, preparando os estudantes para compreender e aplicar conceitos químicos em diversas situações do mundo real. Essa abordagem, alinhada às expectativas da educação contemporânea, promove uma educação de qualidade e relevante para os desafios do século XXI.

**PALAVRAS-CHAVE:** simulações PhET; ensino química; aprendizagem; tecnologia educacional.

### INTERACTIVE SIMULATIONS IN CHEMISTRY EDUCATION: A REVIEW OF THE POTENTIALITIES AND APPLICATIONS OF THE PHET PLATFORM

**ABSTRACT:** The teaching of chemistry plays a vital role in academic formation and in understanding the scientific foundations that permeate our everyday lives. However, the perception that chemistry is complex persists, often due to the predominantly theoretical approach that distances the content from the practical context of students. The integration of Information and Communication Technologies (ICT) and, specifically, interactive simulations like those offered by the PhET platform, emerges as an innovation in chemistry education. This study investigates the potential of PhET simulations to promote more meaningful and engaging learning. PhET simulations surpass the limitations of the traditional approach, offering interactive and visual learning. This approach motivates students, making classes more attractive and participatory, fostering scientific and critical thinking. In conclusion, PhET simulations transform chemistry education, providing a dynamic and engaging educational experience. The integration of these technologies contributes to deeper learning, preparing students to understand and apply chemical concepts in various real-world situations. This approach, aligned with the expectations of contemporary education, promotes quality and relevant education for the challenges of the 21st century.

**KEYWORDS:** PhET simulations; chemistry education; learning; educational technology.

## **INTRODUÇÃO**

O papel essencial do ensino de química reside na sua contribuição crucial para a formação acadêmica e para a compreensão dos alicerces científicos subjacentes a diversos aspectos do nosso dia a dia. A química continua a ser percebida como uma disciplina de complexa assimilação para a maioria das pessoas. Essa percepção é muitas vezes fundamentada na abordagem predominantemente teórica utilizada para ministrar os conceitos dessa ciência aos estudantes. Essa abordagem frequentemente resulta em uma apresentação fragmentada e descontextualizada dos conteúdos, distanciando-os das experiências diárias dos estudantes (Bauzon, et al, 2018).

Nesse contexto, a integração de tecnologias educacionais, como as simulações interativas, oferece uma oportunidade inovadora para transformar a aprendizagem em química. A plataforma PhET (acrônimo para Physics Education Technology) emerge como uma ferramenta promissora, fornecendo uma série de simulações virtuais que visam redefinir a maneira como os conceitos químicos são ensinados e compreendidos.

O presente trabalho tem como objetivo investigar a aplicação e as potencialidades das simulações PhET no ensino de química. Ao explorar as simulações PhET como uma ferramenta educacional, buscamos oferecer insights práticos para educadores sobre como integrar efetivamente as simulações em suas práticas pedagógicas. Além disso, este estudo contribui para a discussão mais ampla sobre o papel das tecnologias no processo de ensino e aprendizagem.

## **METODOLOGIA**

Inicialmente, ao embarcar na nossa empreitada de pesquisa, nossa abordagem foi determinar o método mais apropriado com base no nosso objetivo. Para alcançar esse propósito, nos apoiamos nas orientações de Antonio Carlos Gil (2002) sobre o desenvolvimento de estudos de pesquisa.

No que diz respeito à categoria de pesquisa, analisamos os três tipos delineados pelo autor: pesquisa exploratória, descritiva e explicativa. Dentre essas alternativas, optamos pela pesquisa exploratória, pois acreditamos que este enfoque nos proporcionaria as ferramentas essenciais para a consecução dos nossos objetivos de pesquisa.

Observando ser o tipo exploratório de pesquisa o mais adequado para a realização da pesquisa bibliográfica, forma de análise de dados escolhida pelos autores, pois “Embora o planejamento da pesquisa exploratória seja bastante flexível, na maioria dos casos assume a forma de pesquisa bibliográfica ou de estudo de caso” (Gil, 2002, p. 41).

Optamos por conduzir uma pesquisa bibliográfica, uma vez que esta abordagem se baseia em materiais previamente elaborados, compostos principalmente por livros e artigos científicos (Gil, 2002, p. 44)”. Assim buscou-se observar o peso da função docente por meio da análise de escritos sobre a temática, destacando que

A principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. Essa vantagem torna-se particularmente importante quando o problema de pesquisa requer dados muitos dispersos pelo espaço (Gil, 2002. p. 44).

Portanto, a pesquisa se concentra na análise bibliográfica, uma vez que consideramos ser uma abordagem consistente para reunir uma variedade de perspectivas sobre contribuição da plataforma Phet no ensino de química.

## **DESENVOLVIMENTO E CARACTERÍSTICAS DA PLATAFORMA PHET**

Os simuladores são softwares programados para representar situações diversas, podendo variar de simulações do cotidiano a conceitos físicos, químicos, representações submicroscópicas e afins (Prates,2021).

Segundo Prates (2021), entre as plataformas de simulação amplamente reconhecidas no Brasil, é válido mencionar o PhET, uma criação da Universidade de Colorado Boulder. O PhET oferece uma

ampla gama de simuladores em campos como química, física, matemática e biologia. Esses recursos são traduzidos para diversos idiomas e abrangem conteúdos apropriados tanto para níveis educacionais médios quanto superiores.

O Projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder foi fundado no ano de 2002 com o Prêmio Nobel Carl Wieman (University of colorado boulder, 2023). Segundo os próprios desenvolvedores da plataforma digital PhET:

PhET oferece simulações de matemática e ciências divertidas, interativas, grátis, baseadas em pesquisas. Nós testamos e avaliamos extensivamente cada simulação para assegurar a eficácia educacional. Estes testes incluem entrevistas de estudantes e observação do uso de simulação em salas de aula. As simulações são escritas em Java, Flash ou HTML5, e podem ser executadas on-line ou copiadas para seu computador. Todas as simulações são de código aberto (University of colorado boulder, 2023).

Segundo os dados mais atuais do site do Projeto (2023), este conta com 164 simulações, traduzidas em 121 idiomas e ainda conta com 3339 planos de aulas enviados por docentes. As simulações podem ser executadas on-line, copiadas no computador ou acessadas por um aplicativo disponível em smartphones com o sistema operacional da Apple (university of colorado boulder, 2023). A figura 1 demonstra a interface do site Phet.



FIGURA 1: Interface do Phet

Fonte: phet.colorado.edu/pt\_BR/, agos 2023

Dado que o acesso ao site é totalmente livre de custos, há uma dependência na participação da comunidade de usuários para realizar traduções. Além disso, é oferecida a possibilidade de contribuir através de doações, que têm a finalidade de financiar a criação de novos simuladores, bem como aprimorar e atualizar os já existentes. Simultaneamente, é evidente a atenção dedicada à manutenção do site, que se empenha em assegurar que todas as ferramentas operem sem falhas ou erros.

## VANTAGENS DO USO DAS SIMULAÇÕES PHET NO ENSINO DE QUÍMICA

No contexto do ensino de química, é amplamente reconhecido que um dos desafios que contribui para a dificuldade dos estudantes em assimilar seus conceitos reside frequentemente na limitação dos educadores em recorrerem somente ao quadro e ao livro didático como recursos de ensino (De lima; Sá; Vasconcelos, 2019).

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) estão ganhando crescente reconhecimento e relevância nos cenários educacionais, emergindo como um recurso dinâmico e eficaz para apoiar tanto professores quanto estudantes no processo de ensino e aprendizagem (Da silva; Sá; De oliveira, 2019).

No contexto específico da disciplina de Química, Silveira, Nunes e Soares (2013) argumentam que a integração das tecnologias no ensino pode viabilizar a exposição a atividades e materiais que seriam desafiadores de compreender pelos alunos sem a utilização de uma ferramenta que permita, mesmo que virtualmente, a visualização de um cenário real onde seja viável explorar novos conteúdos e aplicar conhecimentos prévios de forma eficaz.

A integração das simulações PhET no ensino de química oferece uma série de vantagens substanciais em comparação com a abordagem tradicional. Ao abordar as limitações inerentes ao ensino convencional, as simulações PhET proporcionam uma abordagem mais envolvente, abrangente e eficaz para transmitir conceitos químicos complexos aos estudantes (Lima, 2019).

Conforme Santos, Alves e Moret (2006) destacam, as simulações oferecidas por essa plataforma são caracterizadas como elementos recreativos e interativos que enriquecem a prática de ensino e aprendizado nos contextos educacionais, tanto para professores quanto para estudantes.

De acordo Arantes, Miranda e Studart (2010), uma das funções primordiais das simulações disponíveis nessas plataformas reside na sua utilidade como uma ferramenta de aprendizado, possibilitando o desenvolvimento de competências para obter um desempenho satisfatório, o que, por sua vez, contribui para aprimorar o trabalho dos professores.

O PhET apresenta características de destaque que fundamentam sua aplicação no processo de aprendizado dos conteúdos, como ilustrado pelas simulações disponibilizadas para o campo da Química, abrangendo tópicos que englobam Química Geral, Química Inorgânica, Físico-Química, entre outras disciplinas. Todas essas simulações estão prontamente acessíveis na plataforma eletrônica do PhET, podendo ser executadas em diversos dispositivos, como computadores de mesa, laptops, tablets e smartphones, sem a necessidade de recursos técnicos avançados ou de alto desempenho (Da Silva; Sá; De oliveira, 2019).

O PhET abrange uma ampla gama de áreas, fornecendo simulações que abrangem todas as vertentes da Química. Conforme observado por Clark e Chamberlain (2014), quando empregado como recurso educacional durante as aulas de Química, seu impacto central reside na promoção do desenvolvimento do pensamento científico e crítico dos estudantes. Além disso, o uso de simulação no ensino de química pode possibilitar o desenvolvimento de habilidades sendo favorável e estimulante aos estudantes no processo de construção de conhecimento (Lima, 2019).

Segundo Souza (2018), a plataforma PhET tem algumas limitações. Com a introdução das TICs no ensino de química, poucos educadores têm domínio dessa tecnologia. Além disso, é necessário um investimento significativo em recursos, como computadores, e nas escolas públicas, muitas vezes, há escassez de recursos para a utilização efetiva dessas ferramentas.

## **APLICAÇÕES PRÁTICAS DAS SIMULAÇÕES PHET EM TÓPICOS DE QUÍMICA**

Uma abordagem de ensino tradicional muitas vezes deixa os estudantes desmotivados e fatigados, sem despertar interesse para aulas puramente expositivas. No entanto, ao incorporar o simulador PhET é possível transformar as aulas em experiências mais envolventes, cativantes e prazerosas. Através dessa ferramenta e ao adotar a estratégia de ensino investigativo, os estudantes podem demonstrar um desempenho aprimorado, pois se tornam participantes ainda mais ativos durante a aula, explorando, questionando, observando, refletindo, analisando e trocando ideias (Cardoso, et.al, 2021).

As simulações PhET têm uma variedade de aplicações práticas no ensino e aprendizado de tópicos de Química. Elas proporcionam uma abordagem interativa e visual para explorar conceitos complexos, permitindo aos estudantes experimentarem e observarem fenômenos químicos de maneira virtual. De acordo com Cardoso (p.81497,2021) "percebe-se a importância do uso do recurso tecnológico PhET, já que esse tem grande potencial de tornar a aprendizagem discente mais interativa, atrativa, dinâmica, participativa, prazerosa e ativa".

Esses tópicos de química podem ser divididos em categorias conceituais e operacionais. As categorias conceituais abrangem princípios, ideias e informações associadas ao(s) evento(s) que está(ão) sendo simulado(s). Por exemplo, isso pode envolver simular a construção de uma molécula, observar a variação de temperatura em uma substância específica ou analisar como a pressão influencia uma amostra determinada.

A fim de criar o Quadro 1, realizamos testes em todos os 30 simuladores disponíveis, abrangendo tanto os tópicos de Química Básica quanto de Química Orgânica. Durante esse processo, organizamos as simulações com base em conteúdos semelhantes e examinamos as possíveis aplicações das simulações PhET.

QUADRO 1: Aplicações práticas no Phet em tópicos de química

<b>Tópico de química no PhET</b>	<b>Aplicações das Simulações PhET</b>
Estrutura atômicas: 1. Monte um Átomo 2. Isótopos e Massa Atômica	1. Compreensão da Estrutura Atômica 1. Exploração da Tabela Periódica 2. Compreensão de Isótopos 2. Cálculo da Massa Atômica Média
Química Geral e Introdução: 1. Montando Sua Molécula 2. Propriedades dos Gases 3. Estado da Matéria: Básico 4. Concentração	1. Compreensão de Ligações Químicas 2. Comportamento dos Gases em Diferentes Condições 3. Identificação de Fases da Matéria 4. Diluição e Reações em Solução
Ligações Químicas e Polaridade: 1. Polaridade da Molécula 2. Geometria Molecular 3. Geometria Molecular: Básico	1. Compreensão da Polaridade 2. Visualização Tridimensional 3. Prática de Geometria Molecular
Reações Químicas: 1. Reagente, Produtos e Excesso 2. Balanceamento da Equação Química	1. Compreensão de Reações Químicas 2. Prática de Balanceamento de Equações
Química e Luz: 1. Moléculas e Luzes 2. Espectro Corpo Negro	1. Compreensão da Interação entre Luz e Moléculas 2. Relação entre Temperatura e Emissão de Luz
Eletricidade e Soluções: 1. Balão e Eletricidade Estatística 2. Laboratório da Lei de Beer 3. Solução Ácido e básico 4. Molaridade	1. Demonstração de Fenômenos Eletrostáticos 2. Estudo da Absorção de Luz 3. Compreensão de Soluções Ácidas e Básicas 4. Cálculos de Molaridade
Ondas e Transformações Energéticas: 1. Ondas em Corda 2. Forma de Energia e Transformação 3. Lei de Coulomb	1. Estudo de Ondas Mecânicas 2. Compreensão da Conservação de Energia 3. Compreensão da Lei de Coulomb
Fenômenos Nucleares: Interação Anatómica Espalhamento de Rutherford	1. Aplicações das Simulações PhET 2. Estudo da Experimentação de Rutherford
Tópicos Diversos: 1. Difusão	1. Compreensão da Difusão

Fonte: Elaborada pelos autores

Este quadro ilustra as diversas maneiras pelas quais as simulações PhET podem ser aplicadas em uma variedade de tópicos de química, permitindo que os estudantes explorem conceitos, interajam com fenômenos e desenvolvam uma compreensão mais profunda e significativa dos princípios químicos. A plataforma oferece uma abordagem interativa e envolvente que pode melhorar a compreensão dos estudantes e aprofundar seu conhecimento dos conceitos químicos.

## CONCLUSÕES

A presente investigação se concentrou na aplicação e nas potencialidades das simulações PhET no ensino de química, com o objetivo de avaliar como essa abordagem pode contribuir para uma aprendizagem envolvente no ensino de química. O ensino de química desempenha um papel fundamental na formação acadêmica e na compreensão dos fundamentos científicos que sustentam diversos aspectos do nosso cotidiano. No entanto, muitas vezes é percebido como complexo e distante da realidade dos estudantes, devido à abordagem predominantemente teórica adotada.

Nesse contexto, exploramos as simulações PhET como ferramentas educacionais, visando oferecer insights práticos para educadores sobre como integrar eficazmente as simulações em suas práticas pedagógicas. A análise das simulações revelou que elas abrangem uma vasta gama de áreas da química, permitindo aos estudantes explorar conceitos desde a estrutura atômica até as propriedades

da matéria e as reações químicas. A utilização das simulações PhET demonstrou ter o potencial de transformar a experiência de aprendizado dos alunos, promovendo um maior envolvimento, pensamento crítico e compreensão conceitual.

Os pontos negativos sobre o uso do PhET é a necessidade de ter um smartphone e internet à mão, apesar dos grandes avanços e a inclusão digital, nem todas as escolas possuem laboratório de informática, as crianças são de baixa renda, ou seja, nem todas possuem um smartphone, A falta de capacitação dos professores no uso da tecnologia pode representar uma desvantagem no aproveitamento da ferramenta, e facilidade de distração dos temas percorrido pelos estudantes.

Em conclusão, as simulações PhET emergem como ferramentas poderosas para promover uma aprendizagem mais envolvente no ensino de química. Ao adotar essa abordagem, os educadores têm a oportunidade de oferecer aos alunos uma experiência educacional mais estimulante, que fomenta a curiosidade, a participação ativa e o desenvolvimento de habilidades científicas essenciais. A interseção entre a tecnologia e a educação é cada vez mais relevante, e as simulações PhET representam um passo significativo em direção a uma abordagem de ensino mais eficaz e alinhada com as necessidades e expectativas dos estudantes do século XXI.

## CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

O presente estudo de pesquisa é fruto da colaboração entre três autores, cada um desempenhando um papel fundamental na concepção, desenvolvimento e aprimoramento deste trabalho.

Autor 1, como autor principal, desempenhou um papel crucial na fase inicial deste projeto. Ele foi responsável pela conceitualização, guiando a formulação da ideia central do estudo.

O autor 1 e 2, desempenharam um papel ativo na metodologia, contribuindo para o planejamento e desenvolvimento das abordagens de pesquisa utilizadas e na elaboração do quadro que enriqueceram a compreensão dos dados apresentados

O autor 3, como coautor, desempenhou um papel significativo na fase de redação e edição deste estudo. Sua contribuição foi fundamental na organização e estruturação das ideias apresentadas, garantindo a coesão e clareza do manuscrito

Todos os autores contribuíram com a revisão do trabalho e aprovaram a versão submetida.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) - Programa de Apoio à Pós-Graduação stricto sensu – POSGRAD – Edição 2022-2023. A

## REFERÊNCIAS

ARANTES, Alessandra Riposati; MIRANDA, Márcio Santos; STUART, Nelson. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **Física na Escola**, v. 11, n. 1, p. 27-31, 2010.

BOUZON, J. D. et al. O ensino de química no ensino CTS brasileiro: uma revisão bibliográfica de publicações em periódicos. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 3, p. 214-225, 2018.

CARDOSO, K. T. S. N. et al. O ensino de ciências com o uso da ferramenta digital simulador phet por meio da estratégia investigativa nos anos finais do ensino fundamental Science teaching with the use of the phet simulator digital tool through the investigative strategy in the final years of fundamental education. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 8, p. 81493-81509, 2021.

CLARK, T.M., CHAMBERLAIN, J.M. Use of a PhET interactive simulation in general chemistry laboratory: Models of the hydrogen atom. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 8, p. 1198-1202, 2014.

DE LIMA, R. A; SÁ, R. A; DE VASCONCELOS, F. C. G. C. O uso de simulações PhET no ensino dos conceitos de ácido e base. **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC**, 2019.

DA SILVA B. R; SÁ, É. R. A; DE OLIVEIRA S. N. M. Concepções dos alunos sobre o uso de simulações interativas como ferramenta no ensino de Química. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 4, n. 2, 2020.

PRATES, B. X. Radioatividade: uma proposta para o ensino de Química com utilização de simuladores. Dissertação **Universidade Federal de Mato Grosso do Sul** 2021.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2002

LIMA, R. A. Estratégias didáticas com a utilização de simulações PHET em conjunto com atividades experimentais para ensinar química na educação básica. 2019. **Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco**.

SANTOS, G. H., ALVES, L., MORET, M. A. Modellus: Animação Interativas mediando a Aprendizagem Significativa dos Conceitos de Física no Ensino Médio. **Revista Científica da Escola de Administração do Exército**, v. 2, p. 88-108, 2006.

SOUSA, N. M. O et al. A utilização do repositório digital PHET como ferramenta no ensino de química orgânica, **Instituto federal do Piauí**, Trabalho de conclusão do curso (TCC), 2018.

SILVEIRA, L.F., NUNES, P.; SOARES, A.C. Simulações virtuais em química. **Revista de Educação, Ciência e Cultura**, v. 18, n. 2, p.132-148, 2013

UNIVERSITY OF COLORADO BOULDER (EUA). **PHET**: Simulações Interativas em Ciências e Matemática. 2023. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/gerator](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/gerator). Acesso em: 15 de agosto de 2023.