

Simulações PhET: a teoria aliada à prática experimental nas aulas de química

PhET Simulations: the theory allied to experimental practice in chemistry classes

¹Fábio de Oliveira Souza

²Jonathan Willian Zangeski Novais

³Allan Gonçalves de Oliveira

⁴Reisi Rachid Jaudy

⁵Dahiane dos Santos Oliveira Zangeski

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise das simulações interativas do projeto Physics Educational Technology (PhET) da Universidade do Colorado, que oferece gratuitamente simulações virtuais de fenômenos relativos às ciências da natureza. Assim, o desenvolvimento deste trabalho teve como objetivo analisar as simulações de química do site PhET e suas possíveis aplicações para o ensino. Para desenvolver este trabalho, foi realizado um levantamento da quantidade disponível das simulações PhET para o ensino de Química. Também foi realizada a quantificação referente a classificação, em que os resultados mostram que as simulações são classificadas como conceituais operacionais e jogos. Após a quantificação classificatória foi feito uma análise da unidade temática de ensino proposta por cada simulação. Os resultados obtidos servirão de apoio pedagógico para aulas experimentais, visto que é possível analisar os conteúdos explorados e tipos de interação que cada simulação propõe conforme os conteúdos de Química.

Palavras-Chave: Softwares de simulações; Laboratório de Química; Experimentos.

ABSTRACT

This paper presents an analysis of the interactive simulations of the Physics Educational Technology (PhET) project at the University of Colorado, which offers free virtual simulations of phenomena related to the natural sciences. Thus, the development of this work aimed to analyze the chemistry simulations of the PhET website and its possible applications for teaching. To develop this work, a survey of the available quantity of PhET simulations for teaching Chemistry was carried out. Quantification of classification was also carried out, in which the results show that the simulations are classified as operational and game conceptuels. After classificatory quantification, an analysis was made of the thematic teaching unit proposed by each simulation. The results obtained will serve as pedagogical support for experimental classes, since it is possible to analyze the explored contents and types of interaction that each simulation proposes according to the Chemistry contents.

Keywords: Simulation software; Chemistry lab; Experiments.

¹ Universidade Aberta do Brasil – UAB, thefabiooliveira@outlook.com

² Programa de Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade de Cuiabá, jonathan.novais@kroton.com.br

³ Universidade Aberta do Brasil – UAB, allan@ic.ufmt.br

⁴ Universidade de Cuiabá – UNIC, elaborador.arc@hotmail.com

⁵ Universidade de Cuiabá – UNIC, dahianezangeski@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências Naturais no Brasil é caracterizado por aulas marcadas pela manutenção do “conteudismo”, é ministrado de forma verbalista, em que existe o transmissor e receptor do conhecimento como método tradicional de ensino que consiste na acumulação de conteúdo (TFOUNI, 1987). Na maioria das escolas os alunos são estimulados a memorização dos conteúdos, das fórmulas, tabela periódica, nomenclaturas, simbologias, não se atentando para o conhecimento científico em si e o vínculo que a Química possui com o cotidiano (MIRANDA; COSTA, 2007). Esta metodologia dificulta o processo ensino-aprendizagem e tem sido a principal causa do desinteresse dos alunos pelas aulas de Química (BRASIL, 2008; PAZ; PACHECO, 2010).

No contexto atual, Kenski afirma que a sala de aula é redesenhada pela evolução tecnológica em um novo ambiente virtual de aprendizagem. Nesse viés, menciona os ambientes virtuais de aprendizagem Kerckhove (1999), que caracteriza os ambientes virtuais de aprendizagem como o “modelo idealizado de processo de aprendizagem cooperativo, característico da sociedade digital”. (KERCKHOVE, 1999; KENSKI, 2012, p.95)

O professor é referência para os alunos, ele é o protagonista para que a transmissão do conhecimento ocorra da melhor forma possível, estando atento na realidade do ambiente e assim perceber o que precisa adequar, para aquele local ser um fator que influencie positivamente no comportamento dos alunos, tornando-os jovens protagonistas (ALCARÁ, 2005). Sobre a conduta profissional, pode-se dizer:

A conduta do professor pode influenciar de modo positivo ou negativo no processo ensino-aprendizagem do aluno. O professor pode despertar o interesse dos alunos quando se preocupa não apenas em transmitir alguma mensagem, mas em entender os códigos conhecidos pelos alunos e tentar codificar essas mensagens de acordo com esses códigos já anteriormente conhecidos. (ZANI e NOGUEIRA, 2006).

Para Silva (2011), os professores de Química devem romper com o ensino tradicional, utilizando aulas práticas como metodologias de ensino, pois o uso deste recurso além de fazer uma ligação entre teoria e prática, torna o aluno um agente ativo na construção do conhecimento.

Barbosa et al. (2018) define que a Química é uma matéria importante como qualquer outra, só que precisa de uma atenção especial pois se divide em duas partes essenciais, a parte teórica e a parte prática precisando estar em harmonia para os alunos entenderem com clareza a disciplina.

Bezerra (2006) destaca que a utilização da experimentação é fundamental no ensino de Química, uma vez que possibilita uma relação entre a teoria e a prática, bem como, torna as aulas dinâmicas e contextualizadas, despertando o interesse dos alunos no conteúdo abordado, interligando com o cotidiano, para que o aluno possa compreender a importância que ela tem na sociedade, devido a sua dimensão tecnológica e socioeconômica (TREVISAN e MARTINS, 2006).

A experimentação pode ter um caráter indutivo e nesse caso, o aluno pode controlar variáveis e descobrir ou redescobrir relações funcionais entre elas, e pode também ter um caráter dedutivo quando eles têm a oportunidade de testar o que é dito na teoria, porém a utilização dessas atividades bem planejadas facilita muito a compreensão da produção do conhecimento em Química, podendo incluir demonstrações feitas pelo professor, experimentos para confirmação de informações já dadas, cuja interpretação leve a elaboração de conceitos entre outros, essas atividades é importante na formação de elos entre as concepções espontâneas e os conceitos científicos, propiciando aos alunos oportunidades de confirmar suas ideias ou então reestruturá-las (GIORDAN, 1999).

De acordo com Queiroz (2004) alguns professores alegam que não realizam aulas experimentais devido à falta de laboratório e/ou equipamentos nas escolas, porém Silva et al. (2010) afirma que o laboratório não precisa ser o tradicional, por ser ambientes em que os alunos estão diariamente inseridos.

A experimentação prioriza o contato dos alunos com os fenômenos químicos, possibilitando ao aluno a criação dos modelos que tenham sentidos para ele, a partir de suas próprias observações, (GIORDAN, 1999).

Mortimer, Machado & Romanelli (2000) relatam a questão do experimento na didática como sendo uma triangulação entre a teoria, o fenômeno e a representação desse conjunto, que unidos, constituem uma aula dialógica, participativa, argumentativa e produtiva.

As aulas interativas em salas de aula que envolvem pesquisas e experimentos; estimula, incentiva e desenvolve; ambiente lúdico e características positivas nos alunos, tais como: o senso crítico, aprimoramento do conhecimento e enriquece as habilidades profissionais como menciona Gonçalves *et al* (2005). Sobre essa questão Penin (2001, p.37) afirma:

A tecnologia disponível, sobretudo através da *Internet*, MS também em programas já existentes, como os de vídeo, possibilita diferentes formas de acesso ao saber. Essas novas oportunidades de aprendizagem, se disponíveis aos alunos, provocam a necessidade de uma mudança profunda na didática utilizada pelos professores. Mais

do que seguir um programa, eles precisam relacionar e dar sentido a essa trama a que os alunos estão submetidos. (PENIN, 2001, p.37)

Segundo Kenski (2012, p. 22) “[...] a expressão “tecnologia” diz respeito a muitas outras coisas além das máquinas e ressalta que a presença de uma determinada tecnologia pode induzir profundas mudanças na maneira de organizar o ensino.

Quando bem planejado a aplicação de ferramentas em sala de aula, o aluno tem uma melhor assimilação do conteúdo por meio de estímulos sensoriais que garantem a melhor compreensão (CÓRDOVA & PERES, 2008).

Nesse sentido, há uma gama de softwares educacionais disponíveis, sendo destacado o Software de Simulação PhET (*Physics Education Technology*), que pode servir de auxílio para o professor em suas aulas permitindo a inclusão de seus alunos na era digital, servindo de suporte nas escolas que não possuem laboratórios de ciências para realizar e/ou reproduzir experimentos para fundamentação e aperfeiçoamento das metodologia de ensino.

Segundo Sampaio (2017, p.8) A utilização de objetos de aprendizagem na disciplina de Química, como o uso do simulador virtual PhET, tem como função, ser um recurso complementar à aprendizagem, e não como substituto dos métodos tradicionais.

O PhET Interactive Simulations é um laboratório virtual que possui inúmeras simulações de experimentos científicos. O software foi desenvolvido por uma Universidade do Colorado em Boulder (University of Colorado at Boulder) localizada nos Estados Unidos da América (SANTOS 2016, p.20).

São simulações de fenômenos físicos que servem para aperfeiçoar o entendimento dos conteúdos ministrados de uma forma prática facilitando assim o aprendizado do aluno e absorção dos conteúdos (SANTOS, ALVES e MORET, 2006).

A utilização de softwares de simulação não exclui a importância de se ter um espaço na escola para realização de aulas experimentais, mas podem ser utilizados paralelamente com as aulas expositivas em sala de aula, porque não expõem os alunos a riscos de acidentes, não há gastos de reagentes e não gera resíduos de substâncias químicas nocivas à natureza. Dessa forma, ao invés do educando observar a realidade “fragmentada como nos laboratórios de Química, as práticas laboratoriais são simuladas na tela do computador” (MELO & MELO, 2005, p. 54).

As simulações podem ser classificadas em conceituais ou operacionais. As primeiras apresentam princípios, conceitos e fatos relacionados ao(s) evento(s) simulado(s), como a

simulação da estruturação de uma molécula, da mudança de temperatura de determinada substância ou da alteração da pressão exercida sobre alguma amostra. As últimas incluem sequências de operações e procedimentos que podem ser aplicados ao(s) sistema(s) simulado(s), como por exemplo, as simulações pré-laboratoriais ou laboratoriais propriamente ditas, que permitem que o aluno exercite a execução correta dos procedimentos em um laboratório, como simular a esterilização e manuseio de equipamentos ao realizar determinado experimento, Ribeiro e Greca (2003). Dentro deste contexto Soares (2013), comenta que:

Para ajudar os alunos a compreender conceitos virtuais, as simulações PhET animam o que é invisível ao olho através de gráficos e controles intuitivos, tais como clicar e arrastar a manipulação, controles deslizantes e botões de rádio. A fim de incentivar ainda mais a exploração quantitativa, as simulações também oferecem instrumentos de medição, incluindo réguas, cronômetros, voltímetros e termômetros. À medida que o usuário manipula essas ferramentas interativas, as respostas são imediatamente animadas, assim ilustrando efetivamente as relações de causa e efeito, bem como várias representações relacionadas (movimento dos objetos, gráficos, leitura de números, etc). (SOARES, 2013)

Compreendendo que o ensino de Química apresenta desafios únicos, sendo a Química uma disciplina considerada como ciência de caráter substancialmente experimental, os alunos a consideram como um sistema invisível, que para Bona (2009), sua compreensão é difícil, principalmente devido seu alto grau de abstração.

A relação do ensino de Química sendo um sistema invisível definido por maioria dos alunos e do alto grau de abstração como define Bona (2009), se caracteriza entre os modos representativos (macroscópico, submicroscópico e simbólico) que podem possibilitar uma melhor compreensão de um fenômeno Químico.

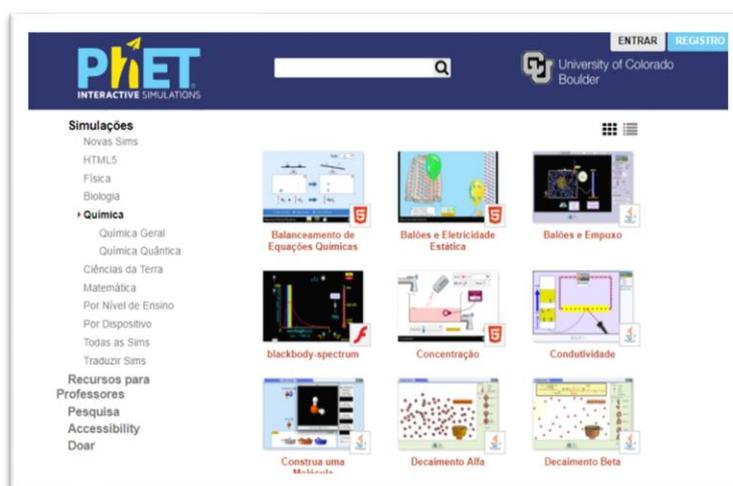
O modo macroscópico tem relação com o visível, o campo observacional, que é elaborado pelas experiências de vida diante dos fenômenos e experiências que podem ser apresentadas nas aulas de Química; o modo submicroscópico é baseado na teoria da matéria particulada, usado para explicar o fenômeno macroscópico em termos de movimento eletrônico, interações atômicas e moleculares, as quais são reais, mas não observáveis, sendo necessária a representação simbólica e imagética para descrever o fenômeno e suas características. O modo simbólico pode ser apresentado através de equações Químicas, gráficos, mecanismos de reações, os quais complementam as explicações utilizadas pelos químicos em diferentes contextos, desde a pesquisa científica até o ensino na Educação Básica (CRISTINA; CATUNDA, 2015).

Assim, o desenvolvimento deste trabalho teve como objetivo analisar as simulações de química do site PhET e suas possíveis aplicações para o ensino.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento do presente trabalho caracteriza como uma pesquisa qualitativa, que varia quanto o método, a forma e aos objetivos, auxiliando na descrição dos problemas e hipóteses levantadas, apresentando contribuições para possíveis mudanças no quadro que se investiga (OLIVEIRA, 1999). Foi feita a análise de 52 (cinquenta e duas) simulações de Química presentes no site do PhET (https://phet.colorado.edu/pt_BR/), que estão distribuídas de acordo com os temas de Química Geral e Química Quântica.

Figura 1. Representação visual da página do site do *PhET*.



Fonte: http://PhET.colorado.edu/pt_BR. – Novembro, 2018

O Projeto Simulações Interativas PhET da Universidade do Colorado distribui diversas simulações sob Licença Creative Commons – Atribuição 3.0 – e da Licença Pública Geral Creative Commons GNU (Creative Commons GNU General Public License). Sendo as simulações escritas em Java, Flash ou HTML5 de código aberto elas podem ser executadas on-line ou copiadas para o computador, permitindo que estes recursos sejam livres para todos os estudantes e professores e estão disponíveis em português no site http://phet.colorado.edu/pt_BR (QUÍMICA; AS; PHET, 2017).

Ainda sobre esta temática, Arantes, Miranda e Studart (2010) afirmam que:

O grupo PhET possui uma abordagem baseada em pesquisa, na qual as simulações são planejadas, desenvolvidas e avaliadas antes de serem publicadas no sítio. As entrevistas com estudantes são fundamentais para o entendimento de como eles interagem com simulações e o que as torna efetivas educacionalmente. (ARANTES, MIRANDA E STUDART, 2010)

Também foi realizada a quantificação classificatória, em que os resultados mostram que as simulações podem ser classificadas como, conceituais, operacionais e jogos. Após a quantificação, realizou a análise referente a unidade temática de ensino dentro do contexto que envolve conteúdos explorados, tipos de interação e objetivos de aprendizagem.

As simulações foram escolhidas seguindo a técnica de Bardin (2006), sendo apresentadas nas fases de organização de Pré-Análise (identificação das simulações que explorem Químicas); exploração do material; e tratamento dos resultados, conclusão e interpretação.

Ao todo, foram identificadas 52 simulações, sendo 39 simulações (Tabela 1) de Química Geral (QG) e 13 simulações (Tabela 2) de Química Quântica (QQ).

Após levantamento e triagem das simulações, foi obtido um conjunto de dados composto pelas categorias área da Química (Química Geral e Química QUÂNTICA) e tipos de Simulações (Conceitual e Operacional e Jogo).

Para a análise da unidade temática descrita em tópico, descrição e amostra de objetivo de aprendizagem, foram selecionadas as simulações “Modelos do átomo de hidrogênio”, “Escala de pH: noções básicas”, “Estado da matéria” e “Balanceamento de equações químicas”.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nesta pesquisa por meio das análises dos softwares de simulações, auxiliarão os professores nas aulas experimentais, podendo ser utilizado como um material de apoio pedagógico. Segundo LUZZI (et al., 1998) a literatura mostra que a utilização de um quadro de giz/pincel, ilustração de livros, desenhos e outros meios convencionais não são recursos suficientes para preencher a lacuna existente entre o que acontece com os elementos químicos e o que os alunos realmente percebe.

Sem dúvidas, o uso de novas tecnologias torna as aulas mais dinâmicas, trazendo um maior número de informações simultâneas o que motiva o aluno a transformar tais informações em conhecimento. As aulas no processo tradicional de ensino pouco se apropriaram dos recursos que as novas tecnologias oferecem (CRUZ; NERI, 2014).

Os resultados apresentam uma visão geral das simulações, visto que é possível analisar dentro de cada unidade temática os conteúdos explorados e tipos de interação conforme os conteúdos de Química.

Os 52 softwares de simulações catalogados nesta pesquisa encontram-se nomeados (tabela 1) e classificados (tabela 2, tabela 3), desta forma o professor pode localizar o que cada simulador aborda, podendo incluir a simulação que deseja em seu planejamento, tornando este material um apoio para suas aulas.

Tabela 1: Lista das simulações de Química Geral apresentadas no site do PhET.

SIMULAÇÃO DE QUÍMICA GERAL

Balancesamentos de equações	Balões e Eletricidade estática	Balões e Empuxo
Blackbody spectrum	Concentração	Construa uma molécula
Decaimento Alfa	Decaimento Beta	Densidade
Molaridade	Escala de pH	Espalhamento de Rutherford
Estados da matéria	Estados da Matéria (Básico)	Moléculas e Luz
Forma da Molécula	Forma da Molécula: Fundamentos	Formas de Energia e Transformações
Interações Atômicas	Isótopos e Massa Atômica	Jogo da Datação Radioativa
Lab Lei de Beer	Lâmpadas de Neônio e outras lâmpadas de descarga	Micro-Ondas
Monte um átomo	O efeito Estufa	Onda em Corda
Ondas de Rádio e Campos eletromagnéticos	Ph Scale: Basics	Polaridade da Molécula
Propriedade dos Gases	Reações e Taxas	Reações Reversíveis
Reagentes, Produtos e excesso.	Sais e Solubilidade	Soluções Ácido-Base
Soluções de açúcar e Sal	Fissão Nuclear	Efeito Fotoelétrico
Modelos do Átomo de Hidrogênio		

Fonte: http://PhET.colorado.edu/pt_BR.

Tabela 2: Lista das simulações de Química Quântica apresentadas no site do PhET.

SIMULAÇÃO DE QUÍMICA QUÂNTICA

Semicondutores	Condutividade	Experimento de Stern-Gerlach
Estados Quânticos Ligados	Experimento de Davisson-Germer	IRM Simplificada
Interferência Quântica	Lasers; Micro-Ondas	Fourier: criando ondas
Poços duplos e Ligações Covalentes	Fissão Nuclear	Efeito Fotoelétrico
Modelos do Átomo de Hidrogênio		

Fonte: http://PhET.colorado.edu/pt_BR.

Ribeiro e Greca (2003) define que as simulações podem ser classificadas em conceituais ou operacionais, visto que os resultados da pesquisa mostram que entre as 50 (cinquenta) simulações de Química disponibilizada, 28 (vinte e oito) simulações são classificadas como conceituais, 12 (doze) simulações classificadas com operacionais e 3 (três) simulações classificadas como Jogos (Tabela 3).

Tabela 3: Lista das simulações de Química segundo Ribeiro e Greca (2003).

CLASSIFICAÇÃO CONCEITUAL		
Balões e Empuxo	Blackbodspectrum	Construa uma molécula
Decaimento Alfa	Decaimento Beta	Espalhamento de Rutherford
Estados da matéria	Estados da Matéria (Básico)	Estados Quânticos Ligados
Experimento de Stern-Gerlach	Fissão Nuclear	Forma da Molécula
Formada Molécula: Fundamentos	Interações Atômicas	IRM Simplificada
Isótopos e Massa Atômica	Lâmpadas de Neônio e outras lâmpadas de descarga	Lasers
Micro-Ondas	Modelos do Átomo de Hidrogênio	Moléculas e Luz
Monte um átomo	O Efeito Estufa	Poços duplos e Ligações Covalentes
Polaridade da Molécula	Propriedade dos Gases	Reações Reversíveis
Reações e Taxas		
CLASSIFICAÇÃO OPERACIONAL		
Concentração	Condutividade	Efeito Fotoelétrico
Escala de pH	Experimento de Davisson-Germer	Interferência Quântica
Lab Lei de Beer	Molaridade	Ph Scale: Basics
Sais e Solubilidade	Soluções Ácido-Base	Soluções de açúcar e Sal
CLASSIFICAÇÃO JOGOS		
Balancedamentos de equações	Jogo da Datação Radioativa	Reagentes, Produtos e excesso

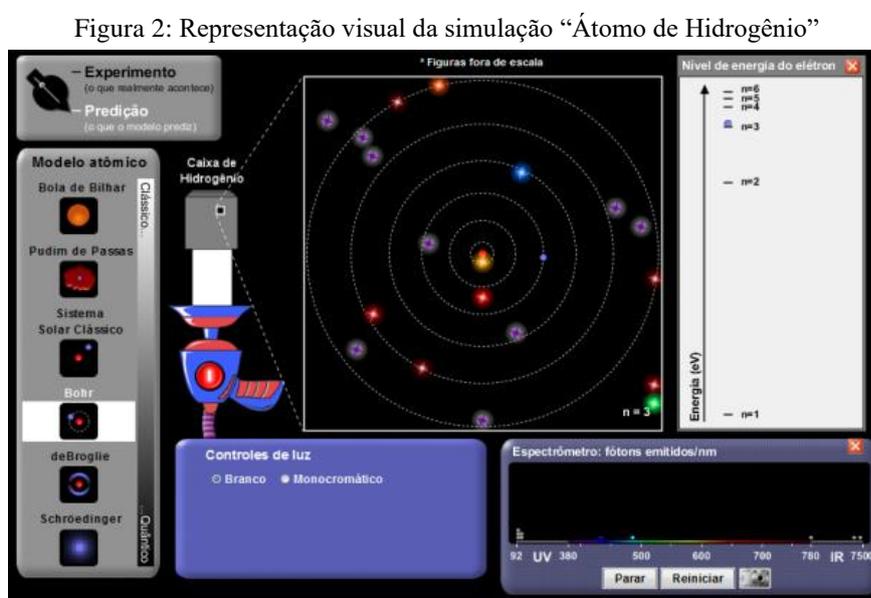
Fonte: http://PhET.colorado.edu/pt_BR.

Quanto aos objetivos didáticos enfatizados pela importância da metodologia em sala de aula as simulações podem ser utilizadas como uma ferramenta de apoio pedagógico para aulas experimentais, pois, permitem que o professor explore cada unidade temática de ensino dentro

do contexto dos conteúdos explorados, tipos de interação e objetivos de aprendizagem, como é visto a seguir.

3.1 Unidade Temática 1 - Modelos do Átomo de Hidrogênio

Nesta simulação é possível visualizar diferentes modelos representativos para o átomo de Hidrogênio, verificando como a predição do modelo corresponde aos resultados obtidos experimentalmente. Como recurso, o software possibilita a escolha e visualização dos modelos de Thomson, Rutherford-Bohr, Broglie, Schroedinger, análise do comportamento atômico quando submetido ao bombardeamento com partículas alfa, verificação da trajetória das partículas, alteração em variáveis como a energia de interação, além do controle do número de prótons e nêutrons.



Fonte: http://PhET.colorado.edu/pt_BR. – Novembro 2018

A unidade temática demonstra uma visão de um dos quebra-cabeças mais tentadores no início dos anos 1900 para os cientistas, que foi descrever a constituição do átomo, em que a luz foi usada para investigar a constituição do átomo. Sendo assim, nesta simulação, os professores podem explorar com seus alunos, aspectos relacionados a construção de modelos, bem como de compreensão das diferentes representações imagéticas do átomo para cada cientista, além de facilitar a visualização de entidades abstratas (JUSTI, 2010).

Tabela 4: Unidade Temática – Simulação Átomo de hidrogênio.

UNIDADE TEMÁTICA – ÁTOMO DE HIDROGÊNIO

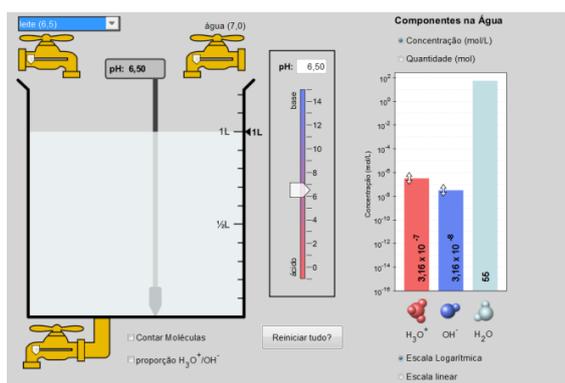
TÓPICO	Mecânica quântica Átomo de hidrogênio Comprimento de onda Modelo de Bohr, Modelo de Broglie Modelo de Schrodinger
DESCRIÇÃO	Como os cientistas descobriram a estrutura dos átomos sem olhar para eles? Experimente diferentes modelos atirando luz no átomo. Verifique como a previsão do modelo corresponde aos resultados experimentais.
AMOSTRA DE OBJETIVO DE APRENDIZAGEM	Visualize modelos diferentes do átomo de hidrogênio. Explique quais previsões experimentais cada modelo faz. Explique por que as pessoas acreditavam em cada modelo e por que cada modelo histórico era inadequado. Explique a relação entre a imagem física das órbitas e o diagrama de nível de energia de um elétron. Envolva-se no modelo de construção.

Fonte: http://PhET.colorado.edu/pt_BR.

3.2 Unidade Temática 2 - escala de ph: noções básicas

Esta simulação permite determinar se uma solução é ácida, básica ou neutra, podendo realizar testes de pH de várias substâncias, bem como também, relacionar a cor líquida ao pH e investigar como a diluição afeta os níveis de pH.

Figura 3: Representação visual da simulação “Escala de pH”



Fonte: http://PhET.colorado.edu/pt_BR. – Novembro 2018

É possível investigar o efeito que a adição de água terá sobre os níveis de pH de várias soluções. A escala de pH é usada para medir o grau de acidez ou basicidade de uma solução em que a escala de pH vai de 0 (muito ácida) a 14 (muito básica), enquanto um líquido neutro

como a água tem um pH de 7. O nível de pH está ligado à concentração de íons de hidrogênio encontrados na solução.

Tabela 5: Unidade Temática – simulação Escala de pH: noções básicas

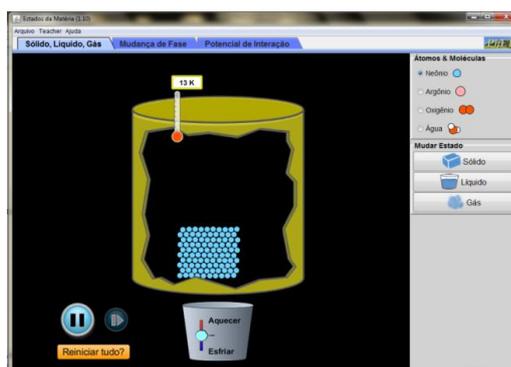
UNIDADE TEMÁTICA – ESCALA DE PH: NOÇÕES BÁSICAS.	
TÓPICO	pH Ácidos Bases Diluição
DESCRIÇÃO	Teste o pH dos líquidos diários, como café, cuspir e sabão, para determinar se cada um deles é ácido, básico ou neutro. Investigue como adicionar mais líquido ou diluir com água afeta o pH.
AMOSTRA DE OBJETIVO DE APRENDIZAGEM	Determine se uma solução é ácida, básica ou neutra. Coloque ácidos ou bases em ordem de acidez relativa a basicidade. Relacione a cor líquida ao pH. Prever como o volume da solução ou a diluição com a água afetará o pH dos ácidos ou bases.

Fonte: http://PhET.colorado.edu/pt_BR.

3.3 Unidade Temática 3 - Estado da Matéria

Esta simulação permite Aquecer, resfriar e comprimir átomos e moléculas de uma substância para que se veja passagem de um estado físico para outro. Entender como os átomos/moléculas estão organizados em cada estado da matéria é de suma importância para se compreender os fenômenos físicos.

Figura 4: Representação visual da simulação “Estado da matéria”



Fonte: http://PhET.colorado.edu/pt_BR. – Novembro 2018

Esta unidade temática aborda conceitos que podem ser desenvolvidos no ensino médio, com possibilidade de adaptação para os anos finais do ensino fundamental. Com a aplicação pode ser abordados conceitos científicos, como: estados físicos da matéria, modelo de partículas, propriedades específicas, temperatura de fusão, temperatura de ebulição.

Tabela 5: Unidade Temática – simulação Estado da Matéria.

UNIDADE TEMÁTICA 3 - ESTADO DA MATÉRIA

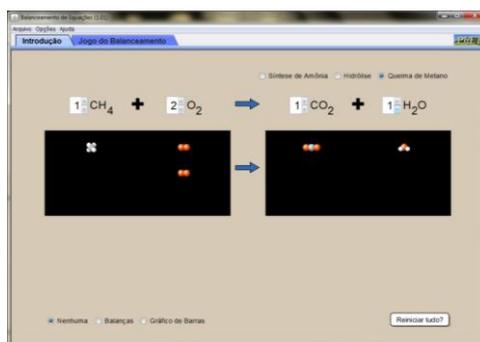
TÓPICO	Ligação Atômica Potencial de Interação Estados da matéria Dipolo
DESCRIÇÃO	Assista a diferentes tipos de moléculas que formam um sólido, líquido ou gás. Adicione ou retire o calor e observe a mudança de fase. Altere a temperatura ou o volume de um contêiner e veja um diagrama de pressão-temperatura responder em tempo real. Relacione o potencial de interação com as forças entre as moléculas.
AMOSTRA DE OBJETIVO DE APRENDIZAGEM	Descreva um modelo molecular para sólidos, líquidos e gases. Estenda este modelo para mudanças de fase. Descreva como o aquecimento ou resfriamento altera o comportamento das moléculas. Descreva como a alteração do volume pode afetar a temperatura, a pressão e o estado. Relacione um diagrama de pressão e temperatura com o comportamento das moléculas. Interpretar gráficos de potencial interatômico. Descreva como as forças nos átomos se relacionam com o potencial de interação. Descreva o significado físico dos parâmetros no potencial de Lennard-Jones e como isso se relaciona com o comportamento da molécula

Fonte: http://PhET.colorado.edu/pt_BR.

3.4 Unidade Temática 4 - Balanceamento de Equações Químicas

Através deste simulador é possível balancear diferentes tipos de reações químicas e ainda obter noções quantitativas presentes numa reação, relacionando assim com reagentes e produtos de uma reação Química. Com essa simulação pode explorar como equilibrar equações na parte de "introdução" da simulação e depois continuar para a próxima seção para jogar o "jogo".

Figura 5: Representação visual da simulação “Balanceamento de equações químicas”



Fonte: http://PhET.colorado.edu/pt_BR. – Novembro 2018

Nesta unidade temática, os alunos são apresentados ao balanceamento de equações químicas enquanto constroem seu entendimento usando uma "barra de equilíbrio" e "gráfico de barras" para exibir a Lei de Conservação da Massa em uma reação química. A unidade temática permite aos alunos desempenharem a função de jogo.

Tabela 6: Unidade Temática – simulação balanceamento de equações químicas.

UNIDADE TEMÁTICA 4 - BALANCEAMENTO DE EQUAÇÕES QUÍMICAS

TÓPICO	Equação Química Conservação de massas
DESCRIÇÃO	Como você sabe se uma equação química é equilibrada? O que você pode mudar para equilibrar uma equação? Jogue um jogo para testar suas idéias!
AMOSTRA DE OBJETIVO DE APRENDIZAGEM	Equilibre uma equação química. Reconhecer que o número de átomos de cada elemento é conservado em uma reação química. Descreva a diferença entre coeficientes e subscritos em uma equação química. Traduzir das representações simbólicas para as moleculares da matéria.

Fonte: http://PhET.colorado.edu/pt_BR.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se após análises das simulações que as simulações PhET podem ser de grande ajuda para os alunos, uma vez que conseguem abordar uma gama de situações e áreas da Química, ajudando também na inclusão digital e para as escolas que não contam com a infraestrutura de laboratórios.

Assim espera-se que o professor faça o uso de simuladores para favorecer a compreensão dos alunos de conceitos químicos trabalhados na escola, em especial, os conceitos abstratos em que os alunos queixam-se da exigência de imaginação, porém reforçando a importância de aulas práticas em laboratórios; principalmente quando atrelado a formação geral, cidadã e a formação técnica.

Assim, espera-se que esta ferramenta possa ser conhecida por mais professores, de forma a diversificarem a metodologia de suas aulas de Química, pelo fato do software ser um recurso que promove a interação da teoria com a prática além de permitir a visualização de fenômenos químicos a nível macroscópico, submicroscópico e simbólico. Como sugestão de trabalhos futuros, existe a necessidade de se realizar mais investigações e implementações que busquem desenvolver a percepção adequada dos simuladores e de sua aplicabilidade no currículo de Química.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCARÁ, A. R. Das Redes Sociais à Inovação. *Cia. Inf.*, Brasília, v. 34, n. 2, ago. 2005.
- ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S. E STUDART, N. **Objetos de Aprendizagem no Ensino de Física: Usando Simulações do PhET**. *Revista Física na Escola*, v. 11, n. 1, 2010.
- BARBOSA, Walterni Rodrigues; SETE, Douglas Gonçalves; SOUZA, TayzaCodina de. **A FALTA DE LABORATÓRIOS DE QUÍMICA E PROFESSORES LICENCIADOS NO ENSINO MÉDIO DAS ESCOLAS PÚBLICAS DE POXORÉU-MT.**. In: Anais da Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão. Anais...Primavera do Leste (MT) IFMT-PDL, 2018. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/jenpexifmtpdl/68670-A-FALTA-DE-LABORATORIOS-DE-QUIMICA-E-PROFESSORES-LICENCIADOSNO--ENSINO-MEDIO-DAS-ESCOLAS-PUBLICAS-DE-POXOREU-MT>. Acesso em: 09/12/2018 19:06
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2006.
- BEZERRA, Gisele Franco. **Práticas Cotidianas: Estratégia que Potencializa e Motiva o Estudo de Química no Ensino Médio**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Amazonas, Manaus, 2006.
- BONA, B. O. Análise de softwares educativos para o ensino de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências**, vol.4, n. 1, pp.35-55, 2009.
- CÓRDOVA, S.T.; PERES, J.A. Utilização de recursos áudio visuais na docência de medicina veterinária. **Revista Eletrônica Lato Sensu**. Ano 3, n.1, março. 2008.
- CREATIVE COMMONS – UNIVERSIDADE DO COLORADO. **Simulações Interativas PhET**. Disponível em: <http://phet.colorado.edu>. Acesso em: 12 out. 2018.
- CRISTINA, F.; CATUNDA, G. **Levantamento e análise das Simulações do PhET para o ensino e aprendizagem de Química** Survey and analysis of the PhET simulations for teaching and learning Chemistry. n. January 2015, p. 1–8, 2015.
- CRUZ, A. G.; NERI, D. F. M. A inserção de tablets em escolas da rede pública estadual na cidade de petrolina-Pe: uma percepção dos educadores e educandos. **REVASF**, v.4, n.6, p. 6–26, 2014.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 43-49, 1999
- GONÇALVES, F. P. *et al* Como é ser professor de Química: histórias que nos revelam. In: **IV Encontro Ibero-Americano de Coletivos Escolares e Redes de Professores que fazem Investigação na sua Escola**, 2005. UNIVATES, Lageado – RS. Disponível em <http://ensino.univates.br/~4iberoamericano/trabalhos/trabalho086.pdf> Acesso em 20 mai. 2019.
- JUSTI, R. Modelos e Modelagem no Ensino de Química: Um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. In: Wildson Luiz P. dos Santos; Otávio Aloísio Maldaner. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. p. 209-230.
- LUZZI, F. et al. Assistente inteligente para suporte ao ensino de química orgânica. IV Congresso RIBIE. **Anais...**Brasília: 1998
- MELO, Elda Silva do Nascimento; MELO, João Ricardo Freire de. Área Temática: Educação, Comunicação & Tecnologia. **Softwares de Simulação no ensino de Química: uma 2057representação social na prática docente**. Campinas, v. 6, n 2, jun. 2005. Disponível em: www.fe.unicamp.br. Acesso em: 11 out. 2018.

- MIRANDA, D. G. P.; COSTA, N. S. **Professor de Química: Formação, competências/habilidades e posturas.** 2007
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. A proposta curricular de Química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.
- OLIVEIRA, S. L. **Tratado de metodologia científica:** projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses. 2. Ed. São Paulo: Pioneira, 1999.
- PAZ, G. L.; PACHECO, H. F. **Dificuldades no ensino-aprendizagem de Química no ensino médio em algumas escolas públicas da região sudeste de Teresina.** 2010.
- PENIN, S.T.S. Didática e Cultura: O Ensino Comprometido com o Social e a Contemporaneidade. In: CASTRO, A.D.; CARVALHO, A.M.P. (org). **Ensinar a Ensinar – Didática para a Escola Fundamental e Média.** São Paulo: Pioneira/Thomson, 2001.
- QUEIROZ, S. L. **Do fazer ao compreender ciências: reflexões sobre o aprendizado de alunos de iniciação científica em Química.** *Ciência & Educação*, Bauru, v. 10, n. 1, 2004.
- QUÍMICA, E.; AS, C. O. M.; PHET, S. Guia didático. p. 1–30, 2017.
- RIBEIRO, A.A.; GRECA, I.M. **Simulações computacionais e ferramentas de modelização em Educação Química: uma revisão de literatura publicada.** *Química Nova*. Vol. 26, n. 4, 2003, p. 542-549.
- ROSA, Dalva E. Gonçalves. **Investigação-ação colaborativa sobre práticas docentes na formação continuada de formadores.** Tese de Doutorado. Unimep, 2003.
- SANTOS, G. H.; Alves, L. e 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.
- Santos, Railton Vieira dos. **A utilização do software livre Phet como material de apoio ao professor no processo de ensino-aprendizagem de física / Railton Vieira dos Santos.** – Teresina: 2016.
- SAMPAIO, I. S.; CARVALHO-OLIVEIRA, J. C.; **MANUAL – SIMULADOR PhET - Produto de Pós-Graduação – Universidade Estadual de Roraima Mestrado Profissional em Ensino de Ciências 2017**
- SILVA, A. M. da. **Proposta para tornar o ensino de Química mais atraente.** *Revista de Química Industrial*, Rio de Janeiro, n. 731, 2011.
- SILVA, R.R. et al. **Experimentar sem medo de errar.** In: SANTOS, W.L.P. e MALDANER, O.A. (Eds.). *Ensino de química em foco.* Ijuí: Ed. Unijuí, 2010, p. 231-261.
- Soares, A. R. **Sobre a PhET.** 2013. Disponível em: http://PhET.colorado.edu/pt_BR/about. Acesso em: 22 nov. 2018.
- TFOUNI, L. V.; CAMARGO, D. A.; TFOUNI, E. A teoria de Piaget e os exercícios dos livros didáticos de Química. *Química Nova*, v. 10, n. 2, p.127-131, 1987.
- TREVISAN, Tatiana Santini e MARTINS, Pura Lúcia Oliver. A prática pedagógica do professor de Química: possibilidades e limites. **UNirevista**. Vol. 1, n° 2: abril, 2006.
- ZANI, Adriana Valongo; NOGUEIRA, Maria Suely. Incidentes críticos do processo ensinoaprendizagem do curso de graduação em enfermagem, segundo a percepção de alunos e docentes. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 14, n. 5, p. 742-748, 2006.

Recebido em: junho de 2019.

Aprovado em: agosto de 2020.

Como citar este trabalho:

SOUZA, F. O.; NOVAIS, J. W. Z.; OLIVEIRA, A.G.; JAUDY, R. R.; ZANGESKI, D. S. O. Simulações PhET: a teoria aliada à prática experimental nas aulas de química. **Zeiki**, Barra do Bugres, v. 1, n. 1, p. 19-35, (2020).