

Simulações PhET: recurso didático- pedagógico para o ensino de ciências alinhado à Base Nacional Comum Curricular

RESUMO

Viviane dos Santos Faiões

vivianefaioes@gmail.com

0000-0001-9557-8902

Colégio Pedro Segundo, Rio de Janeiro,
Rio de Janeiro, Brasil.

O ensino de Ciências é desenvolvido frequentemente através de práticas metodológicas tradicionais que privilegiam a transposição do conteúdo previsto no currículo com um caráter apenas conceitual, fragmentado, por vezes desvinculado, que contribui para a memorização mecânica e a desmotivação do estudante. Neste cenário, o docente assume papel fundamental na busca por alternativas que privilegiem uma aprendizagem significativa, ao fomentar a formação do conhecimento de maneira ativa pelo educando, tornando as aulas mais atrativas e menos abstratas quanto aos fenômenos relativos às Ciências da Natureza. Assim, o desenvolvimento deste trabalho teve por objetivo analisar simulações interativas do projeto Physics Educacional Technology (PhET), da Universidade do Colorado, quanto às possibilidades de emprego como recurso didático-pedagógico, para o ensino de Ciências nos anos finais do ensino fundamental. Para desenvolver esse trabalho, foi realizado um levantamento da quantidade de simulações disponíveis, análises e sistematizações, quanto à unidade temática, objetos de conhecimento e habilidades à luz da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Os quatorze softwares selecionados e descritos nesse compêndio servirão de apoio pedagógico para a proposição de atividades interativas que promovam a construção do conhecimento científico de forma ativa, através do uso de ferramentas digitais, em detrimento da acumulação de conteúdos de forma sistemática.

PALAVRAS-CHAVE: Software de simulações. Ensino de Ciências. Base Nacional Comum Curricular.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências da Natureza no Brasil ainda é marcado por uma concepção conservadora, pautada na memorização de conteúdos abstratos e complexos, que são frequentemente desvinculados do cotidiano e da realidade social dos educandos, o que torna o ensino enfadonho e contribui para a desmotivação e desinteresse dos alunos frente às aulas de Ciências (LEITE *et al.*, 2017; SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 2012).

Neste cenário, é fundamental a ressignificação frente às práticas pedagógicas adotadas pelos docentes por meio da busca e/ou desenvolvimento de diferentes estratégias metodológicas que privilegiem a utilização de recursos didático-pedagógicos variados e mudanças na abordagem dos conteúdos, a fim de proporcionar a construção do conhecimento científico, em uma geração de estudantes cada vez mais conectados com o mundo digital e que dificilmente são instigados em aulas formais (BACICH; MORAN, 2018; NICOLA; PANIZ, 2016).

Assim sendo, essa investigação tem por objetivo identificar, analisar, sistematizar e descrever softwares simuladores à luz da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), para que possam ser utilizados como recurso didático-pedagógico nos anos finais do ensino fundamental, aliando tecnologia e aprendizagem ativa.

Neste trabalho, será destacado o software de simulação PhET (*Physics Education Technology*), desenvolvido pela Universidade do Colorado, em Boulder. A pesquisa dá-se pelo fato de que a utilização de softwares simuladores vem ganhando espaço no processo de ensino-aprendizagem, por desafiar, engajar e motivar uma geração de alunos nativos digitais e por possibilitar ao docente trabalhar de forma concreta conceitos abstratos, criar modelos, apresentar fenômenos, reproduzir experimentos sem necessidade de laboratório no ensino presencial e remoto, e contextualizar com o cotidiano do aluno de maneira ilustrada e lúdica (FERREIRA; PEREIRA; SOUSA, 2019; GREGÓRIO; OLIVEIRA; MATOS, 2016; RAMOS; CARDOSO; CARVALHO, 2020; SANTOS; FREITAS; LOPES, 2020; SARTORE, 2019).

2 SIMULADORES PhET

O projeto de simulações interativas PhET disponibiliza diversas simulações de forma livre e gratuita (https://phet.colorado.edu/pt_BR/), em formato Java, Flash ou HTML5, que requerem atribuição da obra. As simulações conceituais ou operacionais estão distribuídas por área de conhecimento (Física, Química, Matemática, Ciências da Terra e Biologia) e podem ser copiadas ou executadas on-line em dispositivos eletrônicos (computador, tablet ou celular) (PhET, 2021).

Atualmente a plataforma disponibiliza 105 (cento e cinco) simulações em Física, 53 (cinquenta e três) simulações em Química, que se dividem em Química Geral e Quântica, 43 (quarenta e três) simulações em Matemática, 25 (vinte e cinco) simulações de Ciências da Terra e 19 (dezenove) simulações de Biologia. Todas possuem descrição na seção **sobre** e objetivos de aprendizagem descritos (PhET, 2021).

Ademais, a plataforma também disponibiliza dicas e atividades enviadas por docentes, na seção **para professores**, e a compatibilidade com sistemas

operacionais e dispositivos eletrônicos, na seção **requisitos de programas** (PhET, 2021).

3 MÉTODOS

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de natureza qualitativa, classificada como exploratória e descritiva, que apresenta o levantamento da quantidade de simulações disponíveis, análises e sistematizações à luz da BNCC, quanto às possibilidades de emprego para a construção de conhecimentos científicos nos anos finais do ensino fundamental.

A pesquisa fundamenta-se principalmente na competência específica seis de Ciências da Natureza para o ensino fundamental, que destaca a necessidade de:

Utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa, reflexiva e ética (BRASIL, 2018, p. 324).

Foi realizada a análise de 19 (dezenove) simulações de Biologia, (25) vinte e cinco simulações de Ciências da Terra, (53) cinquenta e três simulações de Química e (105) cento e cinco simulações de Física, disponíveis no site do PhET (https://phet.colorado.edu/pt_BR/).

As simulações foram selecionadas, analisadas e sistematizadas de acordo com as três unidades temáticas da área de Ciências Naturais (Matéria e energia, Vida e evolução, Terra e universo), objetos de conhecimento e habilidades, delimitadas na BNCC. Também foram descritos, quanto à possibilidade de aplicação e objetivos de aprendizagem, a fim de formar um compêndio que auxilie os docentes na proposição de atividades interativas que proporcionem o conhecimento científico, através do uso de ferramentas digitais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de 202 (duzentos e dois) softwares de simulações de Biologia, Ciências da Terra, Química e Física, disponíveis no site do PhET (https://phet.colorado.edu/pt_BR/), 14 (quatorze) softwares foram selecionados, por se adequarem as unidades temáticas, objetos de conhecimento e habilidades preconizadas pela nova BNCC.

As simulações foram classificadas de acordo com a organização curricular da BNCC nas unidades temáticas Matéria e energia, Vida e evolução, Terra e universo. Dentre os softwares catalogados nesta pesquisa, 11 (onze) se aplicam à unidade temática Matéria e energia (Quadro 1), 2 (dois) se aplicam à unidade temática Terra e universo (Quadro 2) e 1 (um) se aplica à unidade temática Vida e evolução (Quadro 3). Tais dados refletem a ampla quantidade de softwares desenvolvidos para o ensino de Química e Física, que são contemplados na unidade Matéria e energia, frente ao número reduzido de softwares que abordam os seres vivos (características, evolução e interações com outros seres e o meio ambiente), contemplados na unidade Vida e evolução.

Quadro 1 – Softwares catalogados quanto à possibilidade de emprego como recurso didático-pedagógico na unidade temática Matéria e energia

UNIDADE TEMÁTICA MATÉRIA E ENERGIA		
SIMULAÇÃO INTERATIVA (PhET)	OBJETOS DE CONHECIMENTO (BNCC)	HABILIDADES (BNCC)
Sais e solubilidade	6º ano: Misturas homogêneas e heterogêneas	(EF06CI01) Classificar como homogênea ou heterogênea a mistura de dois ou mais materiais (água e sal, água e óleo, água e areia etc.).
Formas de energia e transformações	8º ano: Fontes e tipos de energia Transformação de energia	(EF08CI01) Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades.
Kit para montar circuito DC	8º ano: Circuitos elétricos	(EF08CI02) Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpada, ou outros dispositivos, e compará-los a circuitos elétricos residenciais.
Estados da matéria: básico	9º ano: Estrutura da matéria	(EF09CI01) Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.
Reagentes, produtos e excesso	9º ano: Aspectos quantitativos das transformações químicas	(EF09CI02) Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.
Modelos do átomo de hidrogênio	9º ano: Estrutura da matéria	(EF09CI03) Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.
Geometria molecular: básico		
Visão de cor	9º ano: Estrutura da matéria	(EF09CI04) Planejar e executar experimentos que evidenciem que todas as cores de luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz, e que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina.
Decaimento alfa	9º ano: Radiações e suas aplicações na saúde	(EF09CI06) Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso em controle remoto, telefone celular, raio X, forno de micro-ondas, fotocélulas etc.
Decaimento beta		
Micro-ondas		

Fonte: Autora (2021).

Quanto aos objetos de conhecimento, organizados de acordo com os anos do ensino fundamental (6º ao 9º), os softwares podem ser utilizados ao longo de todo o ensino fundamental, mas majoritariamente se aplicam ao 9º (nono) ano, como se pode observar ao longo dos Quadros 1, 2 e 3.

Quadro 2 – Softwares catalogados quanto à possibilidade de emprego como recurso didático-pedagógico na unidade temática Terra e universo

UNIDADE TEMÁTICA TERRA E UNIVERSO		
SIMULAÇÃO INTERATIVA (PhET)	OBJETOS DE CONHECIMENTO (BNCC)	HABILIDADES (BNCC)
O efeito estufa	7º ano: Efeito estufa	(EF07CI13) Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra. Discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro.
Placas tectônicas	7º ano: Fenômenos naturais (vulcões, terremotos e tsunamis) Placas tectônicas e deriva continental	(EF07CI15) Interpretar fenômenos naturais (como vulcões, terremotos e tsunamis) e justificar a rara ocorrência desses fenômenos no Brasil, com base no modelo das placas tectônicas.

Fonte: Autora (2021).

Quadro 3 – Softwares catalogados quanto à possibilidade de emprego como recurso didático-pedagógico na unidade temática Vida e evolução

UNIDADE TEMÁTICA VIDA E EVOLUÇÃO		
SIMULAÇÃO INTERATIVA (PhET)	OBJETOS DE CONHECIMENTO (BNCC)	HABILIDADES (BNCC)
Seleção natural	9º ano: Ideias evolucionistas	(EF09CI11) Discutir a evolução, e a diversidade das espécies, com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo.

Fonte: Autora (2021).

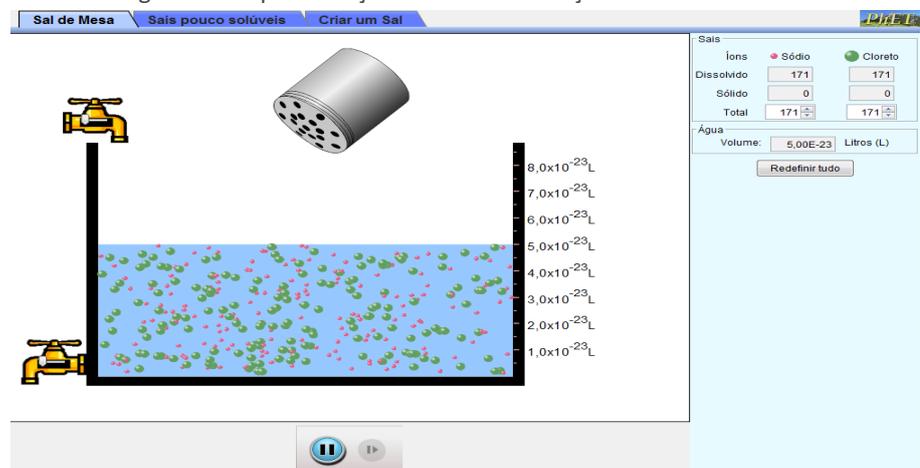
O presente trabalho seleciona e sugere a utilização dos softwares de simulação PhET como recurso didático-pedagógico por contemplar todas as unidades temáticas de Ciências da Natureza, ao longo dos anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º), assim como, por apresentar grande robustez e portabilidade, que permite a manipulação em computadores diversos, com sistemas operacionais Windows, Linux, Chrome OS ou MacOs e em aparelhos eletrônicos com os sistemas Android e MacOs, sem a necessidade de internet ou

licença, possuir interface amigável, com comandos majoritariamente intuitivos e visual primoroso, que permite a interatividade com o objeto de aprendizagem (PhET, 2021; REATEGUI; FINCO, 2010). Segue, portanto, detalhadamente, os objetivos de aprendizagem de cada simulação indicada.

4.1 Sais e solubilidade

Esta simulação pode ser adaptada para utilização no ensino fundamental e permite ao aluno adicionar diferentes sais na água. Na sequência, observar a dissolução e formação de uma mistura homogênea, até saturar a solução, formando precipitados sólidos e uma mistura heterogênea (Figura 1).

Figura 1 – Representação visual da simulação sais e solubilidade



Fonte: PhET (2021).

Os objetivos originais da aprendizagem são elencar a solubilidade de diferentes sais em ordem; calcular a molaridade da solução; medir a razão de ânions e cátions (PhET, 2021), contemplando a habilidade EF06CI01 da BNCC (BRASIL, 2018).

4.2 Formas de energia e transformações

O ensaio proporciona a observação da transferência de energia ao aquecer ou resfriar objetos, acolhendo possibilidades exploratórias de conceitos básicos sobre energia, através de exemplos do cotidiano do aluno (Figura 2).

Figura 2 – Representação visual da simulação – formas de energia e transformações



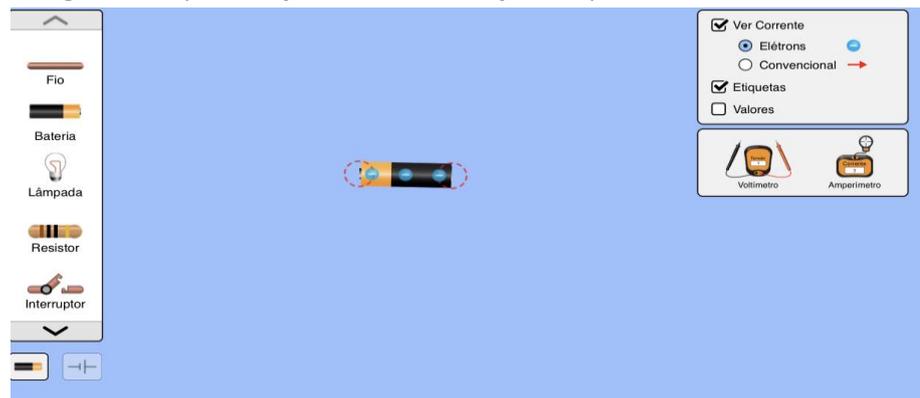
Fonte: PhET (2021).

Os objetivos originais da aprendizagem são prever como a energia flui ao aquecer ou resfriar objetos; demonstrar a conservação da energia e como esta pode se transformar, utilizando sistemas cotidianos que se alinham à habilidade EF08CI01 da BNCC (PhET, 2021; BRASIL, 2018).

4.3 Kit para montar um circuito DC

A experiência virtual permite a construção do seu próprio circuito. Além de determinar quais objetos que fazem parte de seu cotidiano são isolantes ou condutores (Figura 3). Isso possibilita ao docente explorar conceitos básicos de eletricidade, enquanto os alunos fazem medições e constroem seus circuitos, com lâmpadas, baterias, dentre outros, em um diagrama esquemático ou realista.

Figura 3 – Representação visual da simulação - kit para montar um circuito DC



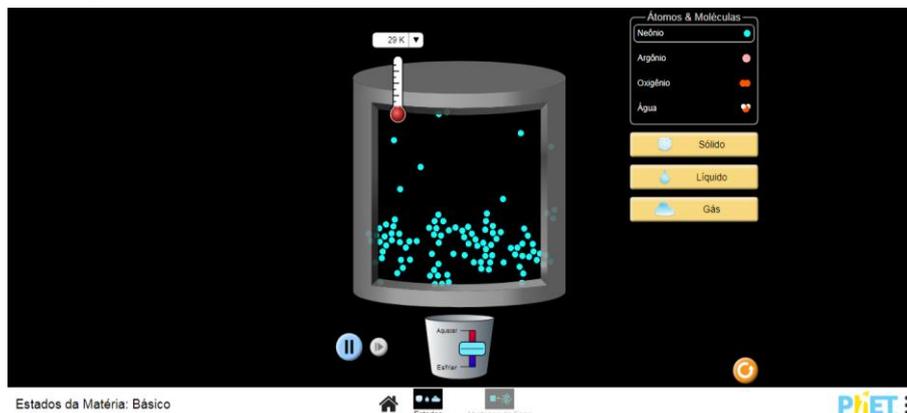
Fonte: PhET (2021).

Os objetivos originais da aprendizagem são explorar conceitos básicos de eletricidade em circuitos (série e paralelo); compreender medições (amperímetro e voltímetro); assimilar diferenças entre objetos condutores e isolantes, semelhantes à habilidade EF08CI02 da BNCC (PhET, 2021; BRASIL, 2018).

4.4 Estados da matéria: Básico

A reprodução acolhe a visualização da passagem de um estado físico para outro, viabilizando ao docente a exploração do comportamento das partículas de acordo com a temperatura e a pressão (Figura 4).

Figura 4 – Representação visual da simulação estados da matéria: básico



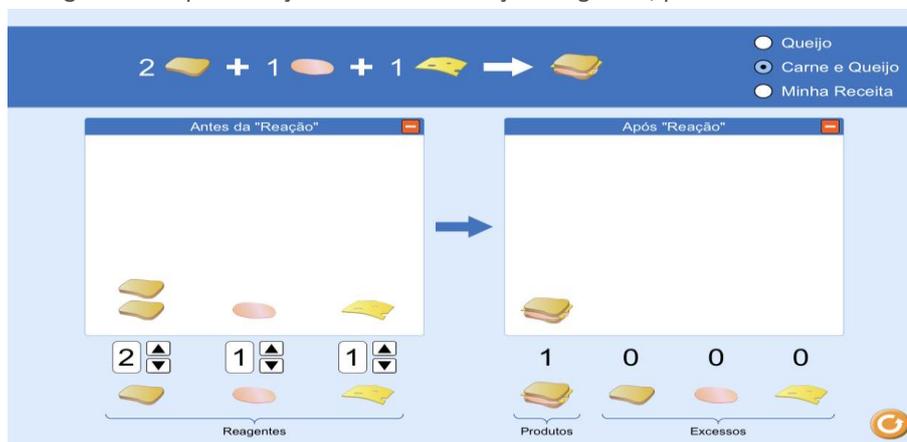
Fonte: PhET (2021).

Os objetivos originais da aprendizagem são permitir a visualização dos três estados físicos da matéria (sólido, líquido e gasoso); explicar as previsões do comportamento das partículas de acordo com a temperatura e pressão; captar a conduta do congelamento e fusão a nível molecular; compreender as diferenças entre a temperatura de fusão, congelamento e ebulição de substâncias distintas, compatível com a habilidade EF09CI01 da BNCC (PhET, 2021; BRASIL, 2018).

4.5 Reagentes, produtos e excessos

A representação permite explicar as reações químicas através de um jogo, pelo qual os alunos criam seus próprios sanduíches reconhecendo reagentes, produtos e excessos, enquanto escolhem ingredientes (Figura 5). Alternativamente, os alunos também podem trabalhar com a representação molecular da matéria.

Figura 5 – Representação visual da simulação reagentes, produtos e excessos



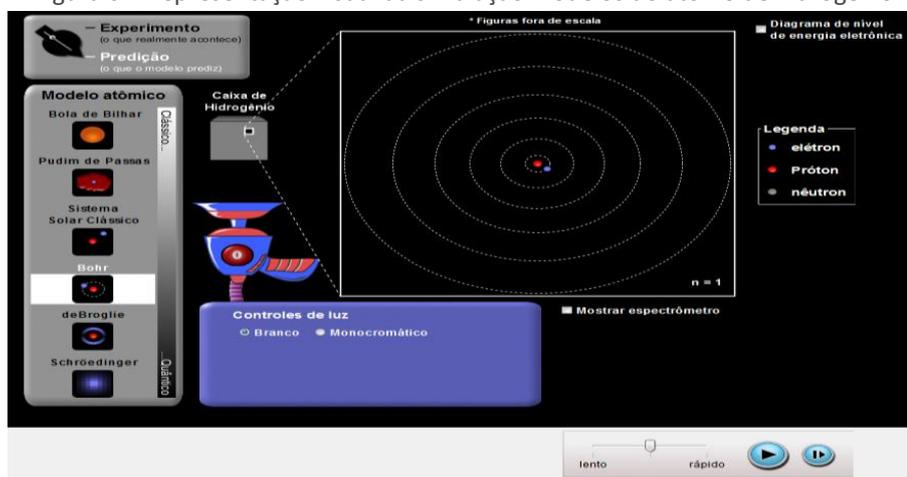
Fonte: PhET (2021).

Os objetivos originais da aprendizagem são reconhecer a conservação dos átomos em uma reação química; identificar reagentes (limitantes ou não); apontar produtos e excessos, quantidades e proporções em uma equação química balanceada, composição da habilidade EF09CI02 da BNCC (PhET, 2021; BRASIL, 2018).

4.6 Modelos do átomo de hidrogênio

A demonstração permite visualizar o átomo de hidrogênio de acordo com os modelos de Thomson, Rutherford-Bohr, Broglie e Schroedinger, oportunizando ao docente a exploração dos aspectos relacionados à construção de modelos (Figura 6).

Figura 6 – Representação visual da simulação modelos do átomo de hidrogênio



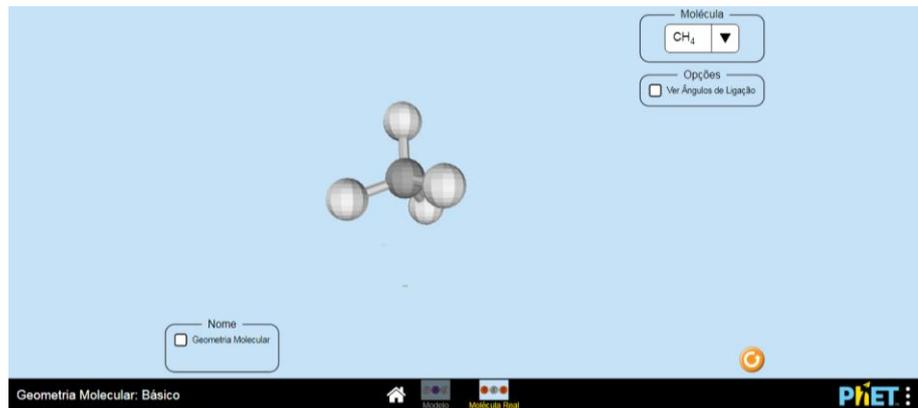
Fonte: PhET (2021).

Os objetivos originais da aprendizagem são permitir a visualização de modelos atômicos diferentes; engajar os estudantes na construção dos mesmos; explicar as previsões experimentais e inadequações de cada modelo histórico; relacionar a imagem física das orbitas e os níveis energéticos de um elétron, elencados na habilidade EF09CI03 da BNCC (PhET, 2021; BRASIL, 2018).

4.7 Geometria molecular: Básico

Esta reconstituição permite ao educando construir moléculas em 3D (Figura 7), tendo por objetivo de aprendizagem, desenvolver a habilidade de reconhecer que a forma da molécula é decorrente da repulsão entre os átomos e que as ligações entre eles não são fixas, como na habilidade EF09CI03 da BNCC (PhET, 2021; BRASIL, 2018).

Figura 7 – Representação visual da simulação geometria molecular: básico

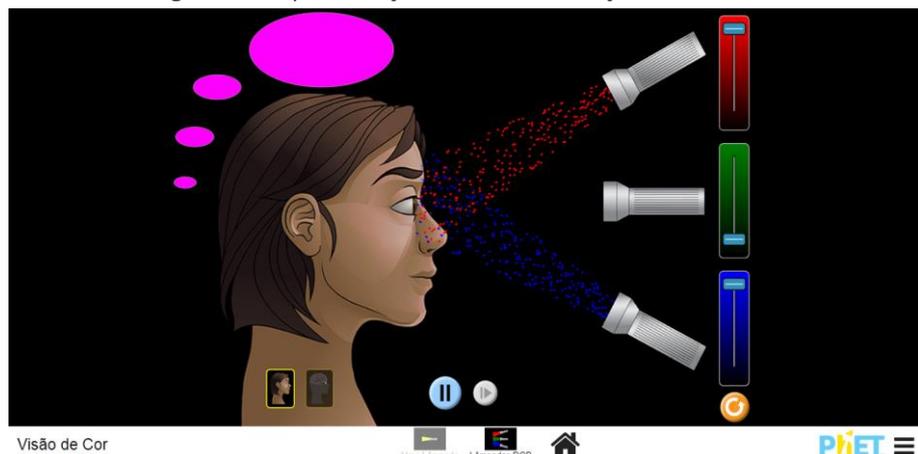


Fonte: PhET (2021).

4.8 Visão de cor

Nesta concepção, é permitido que os alunos compreendam que as cores de luz podem ser formadas pela composição de três cores primárias (Figura 8).

Figura 8 – Representação visual da simulação visão de cor



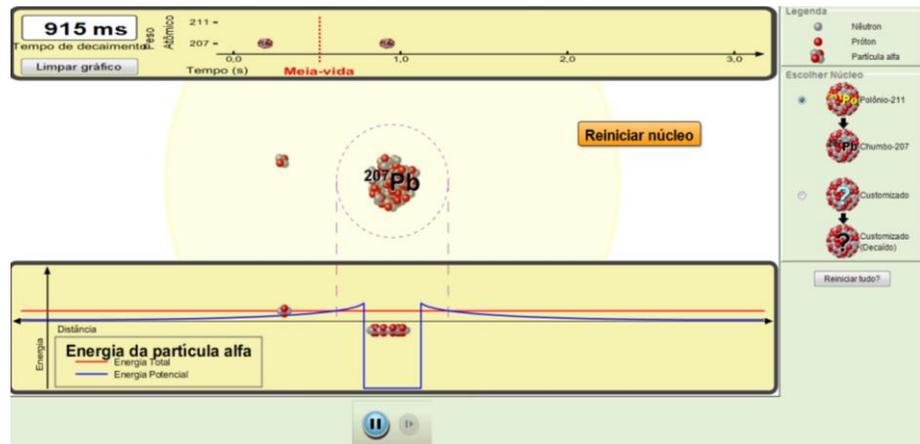
Fonte: PhET (2021).

Os objetivos originais da aprendizagem são demonstrar que a cor percebida é resultado de combinações de luz vermelha, azul e verde. Portanto, se ampara na habilidade EF09CI04 da BNCC (PhET, 2021; BRASIL, 2018).

4.9 Decaimento alfa

A presente construção permite que o corpo discente visualize as partículas alfa escapando do núcleo de um átomo de polônio, concedendo ao docente a exploração de aspectos relacionados à radiação alfa e as forças que atuam para manter um núcleo coeso (Figura 9).

Figura 9 – Representação visual da simulação decaimento alfa



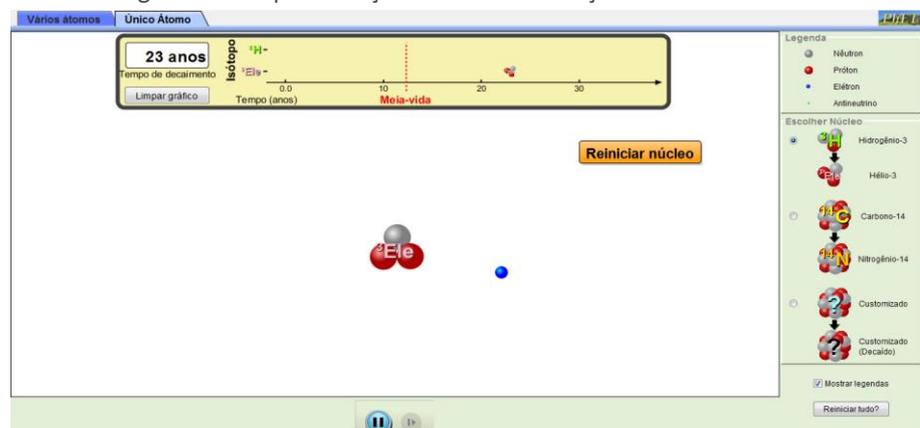
Fonte: PhET (2021).

Os objetivos originais da aprendizagem são demonstrar a radiação alfa; explicar o conceito de meia-vida; compreender as forças que atuam sobre o núcleo (força nuclear forte e Coulomb), perfilando a habilidade EF09CI06 da BNCC (PhET, 2021; BRASIL, 2018).

4.10 Decaimento beta

O recurso aplicado contempla a visualização no processo de decaimento beta, assegurando ao docente conceber as diferenças deste tipo de radiação.

Figura 10 – Representação visual da simulação decaimento beta



Fonte: PhET (2021).

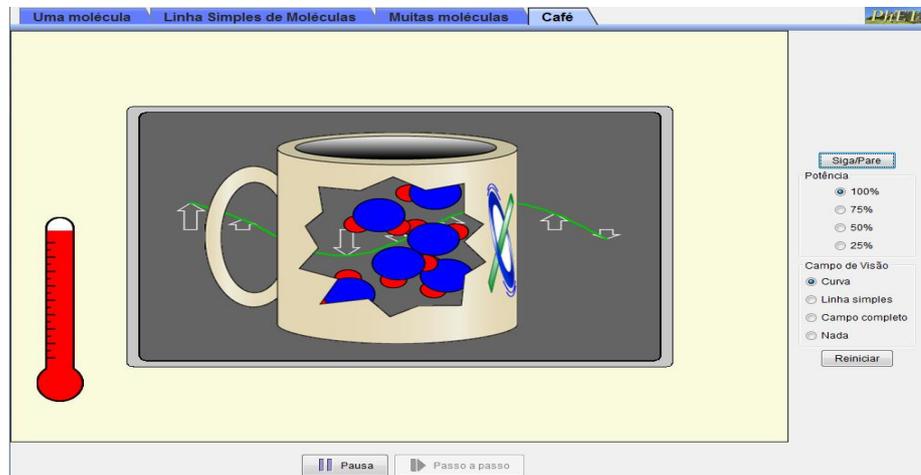
Os objetivos originais da aprendizagem são demonstrar a radiação do tipo beta (Figura 10), portanto, se alicerça na habilidade EF09CI06 da BNCC (PhET, 2021; BRASIL, 2018).

4.11 Micro-ondas

Esta preparação consolida o trabalho do educador nas aplicações das radiações eletromagnéticas, enquanto o aluno ajusta a frequência e a amplitude das micro-ondas e observa a agitação das moléculas de água (Figura 11).

Os objetivos originais da aprendizagem são apresentar o movimento molecular; observar as micro-ondas e seu comportamento, relação estabelecida na habilidade EF09CI06 da BNCC (PhET, 2021; BRASIL, 2018).

Figura 11 – Representação visual da simulação de micro-ondas

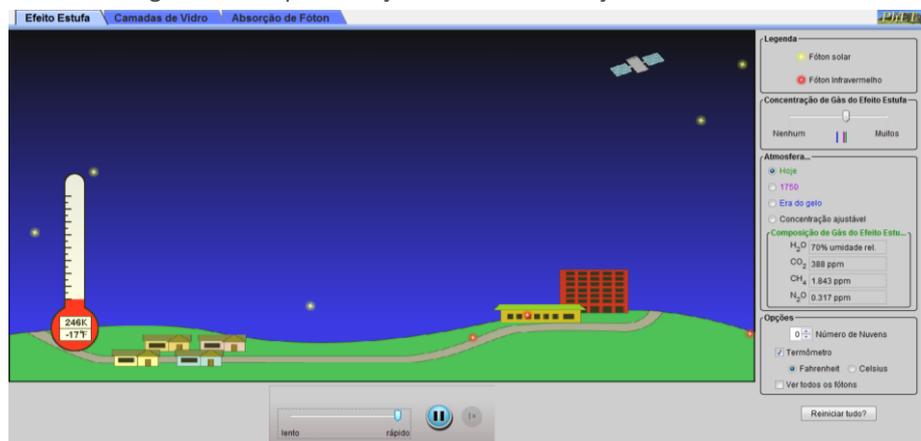


Fonte: PhET (2021).

4.12 O efeito estufa

A produção permite aos discentes compreender o efeito dos gases do efeito estufa sobre a temperatura (Figura 12).

Figura 12 – Representação visual da simulação o efeito estufa



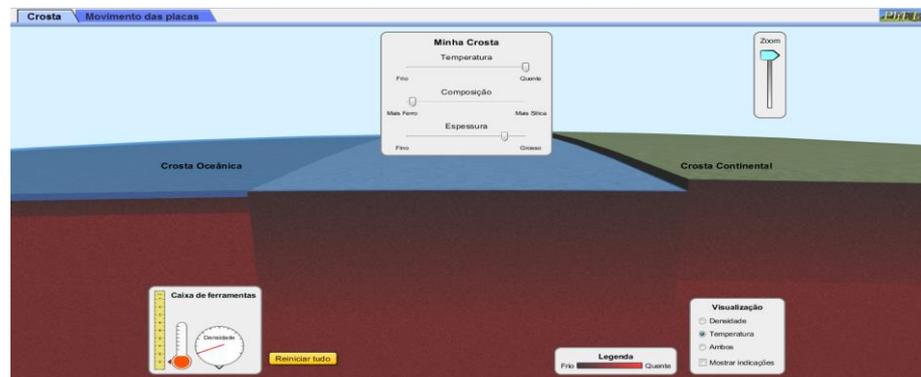
Fonte: PhET (2021).

Os objetivos originais da aprendizagem são demonstrar o efeito dos gases sobre a temperatura; descrever a interação dos fótons com os gases atmosféricos; relacionar o efeito das nuvens sobre os fótons e a temperatura, fixados na habilidade EF07CI13 da BNCC (PhET, 2021; BRASIL, 2018).

4.13 Placas tectônicas

A extensão permite-nos compreender a movimentação das placas tectônicas na litosfera, enquanto alteram a temperatura, a composição e a espessura das placas (Figura 13).

Figura 13 – Representação visual da simulação placas tectônicas



Fonte: PhET (2021).

Os objetivos originais da aprendizagem são demonstrar os limites de placas e seus movimentos; tipificar a criação e destruição da crosta; inferir a interferência da temperatura e composição na caracterização da crosta (densidade e flutuabilidade); distinguir a crosta oceânica e continental, assegurados na habilidade EF07CI15 da BNCC (PhET, 2021; BRASIL, 2018).

4.14 Seleção natural

A retratação permite compreender a evolução das espécies com base na atuação da seleção natural (Figura 14).

Figura 14 – Representação visual da simulação seleção natural



Fonte: PhET (2021).

Os objetivos originais da aprendizagem são demonstrar mutações neutras e positivas; ensaiar chances de sobrevivência em um determinado ambiente; rastrear genes dominantes e recessivos em várias gerações de coelhos, confluindo com a habilidade EF09CI11 da BNCC (PhET, 2021; BRASIL, 2018).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho surgiu da necessidade de reflexão sobre as práticas pedagógicas empregadas no ensino de Ciências para a desconstrução de um ensino conteudista, mecânico, fundamentalmente expositivo, que contribui para a desmotivação do estudante e, conseqüentemente, para o fracasso escolar.

Diante do exposto, este trabalho analisou simulações interativas do projeto PhET da Universidade do Colorado, como recurso didático-pedagógico alinhado à nova Base Nacional Comum Curricular para o ensino de Ciências da Natureza, nos anos finais do ensino fundamental, a fim de servir como apoio pedagógico para a proposição de atividades interativas, que colocam o aluno como protagonista na construção do conhecimento científico, através do uso de ferramentas digitais.

A presente proposta sugere a utilização de 14 (quatorze) simulações interativas, livres e gratuitas, para estudantes e docentes, como recursos pedagógicos por oportunizar uma interação positiva discente, sobrepujando a memorização de conteúdos e conceitos por vezes abstratos, contemplados nas unidades temáticas de Ciências da Natureza (Matéria e energia, Vida e evolução, Terra e universo).

A implementação dos recursos poderá ser realizada por professores que julguem que as ferramentas digitais são importantes facilitadores e/ou potencializadores na construção e disseminação do conhecimento científico na educação básica, por motivar uma geração de alunos que vive, interage e socializa em uma sociedade tecnológica.

PhET SIMULATIONS: DIDACTIC-PEDAGOGICAL RESOURCE FOR SCIENCE TEACHING ALIGNED TO THE COMMON NATIONAL CURRICULAR BASE

ABSTRACT

Science teaching is often developed through traditional methodological practices, which privilege the transposition of the content provided in the curriculum with only a conceptual, fragmented character, sometimes disconnected, which contributes to mechanical memorization and demotivation of the student. In this scenario, the teacher assumes a fundamental role in the search for alternatives that privilege meaningful learning, by actively promoting the formation of knowledge by the student, making the classes more attractive and less abstract as to the phenomenon related to the Natural Sciences. Thus, the development of this work aimed to analyze interactive simulations of the Physics Educational Technology (PhET) project at the University of Colorado, regarding the possibilities of employment as a didactic-pedagogical resource, for the teaching of Sciences in the final years of elementary school. To develop this work, a survey of the number of available simulations, analyzes and systematizations was carried out, regarding the thematic unit, objects of knowledge and skills in the light of the National Common Curricular Base. The 14 (fourteen) software selected and described in this compendium will serve as pedagogical support for the proposition of interactive activities, which actively promote the construction of scientific knowledge, through the use of digital tools, to the detriment of the accumulation of content in a systematic way.

KEYWORDS: Simulation software. Science Teaching. National Common Curricular Base.

REFERÊNCIAS

- BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Penso editora. 2018. Disponível em: <https://curitiba.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2020/08/Metodologias-Ativas-para-uma-Educacao-Inovadora-Bacich-e-Moran.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. DF, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 05 abr. 2021.
- FERREIRA, F. L. L.; PEREIRA, F. M. O.; SOUSA, M. R. A utilização de simuladores como recursos pedagógicos no ensino de ciências. Premissas da iniciação científica. **Atena Editora**, p. 30-34, 2019. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/post-artigo/7626>. Acesso em: 05 abr. 2021.
- GREGÓRIO, E. A.; OLIVEIRA, L. G.; MATOS, S. A. Uso de simuladores como ferramentas no ensino de conceitos abstratos de biologia: uma proposição investigativa para o ensino de síntese proteica. **Experiências em ensino de ciências**, v. 11, n. 1, p. 101-125, 2016. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID303/v11_n1_a2016.pdf. Acesso em: 05 abr. 2021.
- LEITE, P. R. M.; ANDRADE, A. O.; SILVA, V. V.; SANTOS, A. M. O ensino da biologia como uma ferramenta social, crítica e educacional. **RECH- Revista Ensino de Ciências e Humanidades – Cidadania, Diversidade e Bem Estar**, v. 1, n. 1, p. 400-413, Jul-Dez, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/rech/article/view/4749>. Acesso em: 05 abr. 2021.
- NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia. **Infor, Inov. Form., Rev. NEaD-Unesp**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 355-381, 2016. Disponível em: <https://ojs.ead.unesp.br/index.php/nead/article/view/infor2120167>. Acesso em: 05 abr. 2021.
- PhET. **Physics Educacional Technology**. 2021. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/. Acesso em: 05 abr. 2021.
- RAMOS, M. C.; CARDOSO, K. T. S. N.; CARVALHO, M. C. O. O ensino de ciências com o uso da ferramenta digital simulador PhET por meio da estratégia investigativa nos anos finais do ensino fundamental II. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS – ENCONTRO DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 2020, São Carlos. **Anais [...]**. São Carlos: Grupo Horizonte - SEaD – UFSCar, 2020. p. 1-12. Disponível em:

<https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2020/article/view/1813>.

Acesso em: 05 abr. 2021.

REATEGUI, E.; FINCO, M. D. Proposta de diretrizes para avaliação de objetos de aprendizagem considerando aspectos pedagógicos e técnicos. **CINTED: UFRGS – Novas tecnologias na educação**, v. 8, n. 3. 2010. Disponível em:

<https://seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/18066/10653>. Acesso em: 16 nov. 2021.

SANTOS, C. S.; FREITAS, P. S.; LOPES, M. M. O ensino remoto e o uso de laboratórios virtuais na área de ciências naturais. *In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UNIPAMPA*, 12., 2020, Online. **Anais [...]**. Online: Universidade Federal do Pampa, 2020. p. 1-3. Disponível em:

<https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/105870>.

Acesso em: 05 abr. 2021.

SARTORE, A. R. Simulações interativas no ensino de ciências: inferência de conceitos científicos. **Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, v. 10, n. 1, p. 1-19, 2019. Disponível em:

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/emteia/article/view/240047>. Acesso em: 05

abr. 2021.

SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA. Os 20 maiores problemas a enfrentar para melhorar o ensino de ciências no Brasil. **Jornal da Ciência**. 2012. Disponível em:

http://www.waltenomartins.com.br/ecn_atv01_jornal_da_ciencia.pdf. Acesso

em: 05 abr. 2021.

Recebido: 12 abr. 2021.

Aprovado: 17 nov. 2021.

DOI: 10.3895/rbect.v15n2.14066

Como citar: FAIÕES, V. S. Simulações PhET: recurso didático-pedagógico para o ensino de Ciências alinhado à Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v.15, p. 1-17, 2022. Disponível em:

<<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/14066>>. Acesso em: XXX.

Correspondência: Viviane dos Santos Faiões – vivianefaioes@gmail.com

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

