

## AVALIAÇÃO DE SIMULAÇÕES INTERATIVAS EM CIÊNCIAS DA PLATAFORMA ON-LINE “PHET” POR MEIO DE PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO E DE OFICINAS COM FUTUROS DOCENTES

### EVALUATION OF INTERACTIVE SIMULATIONS IN SCIENCES FROM THE ONLINE PLATFORM "PHET" THROUGH EVALUATION PARAMETERS AND WORKSHOPS WITH FUTURE TEACHERS

### EVALUACIÓN DE SIMULACIONES INTERACTIVAS EN CIENCIAS DESDE LA PLATAFORMA ONLINE "PHET" MEDIANTE PARÁMETROS DE EVALUACIÓN Y TALLERES CON FUTUROS PROFESORES

*Andreia Regina Cravo<sup>1</sup>; Karina Dias Espartosa<sup>2</sup>*

#### Resumo

Para superar as dificuldades vivenciadas pelos professores ao explicar assuntos abstratos de ciências e de biologia, despertando o interesse do estudante, é possível recorrer aos Objetos de Aprendizagem. Objetivando avaliar o desempenho de três simulações interativas em ciências da plataforma on-line PhET, este trabalho utilizou-se de um protocolo próprio de avaliação de objetos de aprendizagem e desenvolveu oficinas com futuros docentes. Nos resultados são apresentados os desafios e as potencialidades dessas simulações, constatadas na avaliação por protocolo e nas oficinas. Avaliou-se que a ferramenta se apresenta como uma boa estratégia didática de ensino e contribui positivamente no processo de ensino-aprendizagem. Ainda que as simulações demonstrem alguns parâmetros deficientes, verificou-se que o professor pode contorná-los atuando como mediador.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências; Objetos de aprendizagem; TICs na educação; Simulações.

#### Abstract

To overcome difficulties experienced by teachers in explaining abstract subjects of science and biology, bringing student's interest, we can use Learning Objects. Aiming to evaluate the performance of three interactive simulations in science from PhET online platform, this work used an appropriated protocol for the assessment of learning objects and developed workshops with future teachers. The results show the potential and challenges of these simulations, which were verified in the protocol evaluation and in the workshops. It was evaluated that the tool presents itself as a good didactic teaching strategy and contributes positively to the teaching-learning process. Even with simulations showing some deficient parameters, it was found that the teacher can overcome them by acting as a mediator.

**Keywords:** Science teaching; Learning Objects; ICTs in education; Simulations.

---

<sup>1</sup> Licenciatura em Ciências Biológicas - Instituto Federal do Paraná (IFPR) - campus Assis Chateaubriand. Cursando Especialização lato sensu em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal do Paraná (IFPR) - campus Assis Chateaubriand. **E-mail:** [andreiarcravo@gmail.com](mailto:andreiarcravo@gmail.com)

<sup>2</sup> Mestra em Ecologia - Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, SP - Brasil. Professora - Instituto Federal do Paraná (IFPR) - campus Assis Chateaubriand. **E-mail:** [karina.espartosa@ifpr.edu.br](mailto:karina.espartosa@ifpr.edu.br)



## Resumen

Para superar las dificultades que experimentan los docentes al explicar temas abstractos de ciencia y biología, despertando el interés del estudiante, es posible recurrir a los Objetos de Aprendizaje. Con el objetivo de evaluar el desempeño de tres simulaciones interactivas en ciencia desde la plataforma online PhET, este trabajo utilizó un protocolo propio para la evaluación de objetos de aprendizaje y desarrolló talleres con futuros profesores. Los resultados muestran los desafíos y el potencial de estas simulaciones, verificados en la evaluación por protocolo y en los talleres. Se evaluó que la herramienta se presenta como una buena estrategia didáctica docente y contribuye positivamente al proceso de enseñanza-aprendizaje. Aunque las simulaciones muestran algunos parámetros deficientes, fue verificado que el docente puede superarlos actuando como mediador.

**Palabras clave:** Enseñanza de las ciencias; Objetos de aprendizaje; TICs en educación; Simulaciones

\*\*\*

## 1 Introdução

Para superar os desafios vivenciados por profissionais da educação no processo de ensino e aprendizagem, tal como a dificuldade de assimilação de conteúdos abstratos ou, ainda, o despertar do interesse dos estudantes pelo aprendizado, ferramentas tecnológicas que compreendem as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), como os objetos de aprendizagem (OAs), podem ser utilizadas para aproximar da realidade, os conteúdos costumeiramente trabalhados em sala de aula.

Tarouco, Fabre e Tamusiunas (2003, p. 2) definem OAs como “qualquer recurso, que possa ser reusado para complementar o processo de aprendizagem”, e, geralmente, é aplicado a materiais educacionais que visem potencializar esse processo. Os OAs podem ser criados em qualquer mídia ou formato, variando desde uma simples apresentação de imagens até a complexidade de jogos e de simulações dinâmicas e interativas (AGUIAR; FLÔRES, 2014).

De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, os jogos didáticos possuem uma importância significativa no processo de construção do conhecimento, sendo capazes de desenvolver e trabalhar competências no âmbito da comunicação, relações interpessoais e de liderança, trabalho em equipe e relação de cooperação e de competição no contexto formativo, além de permitir ao professor a amplitude de seu conhecimento por meio de técnicas ativas de conhecimento, estimulando os estudantes e levando a maior apropriação dos conhecimentos envolvidos (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2006).

Por isso, esses jogos e simulações são sugeridos pelas Orientações Curriculares para o Ensino Médio como estratégias de abordagem de temas diversos, nos quais o professor atua orientando os estudantes na proposição e na realização de experimentos simples, para então construir conceitos básicos sobre o tema trabalhado (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2006).



Motomura (1980, p. 146) define a simulação como “uma experiência, um ensaio no qual se procura representar com semelhança, uma determinada situação que acontece ou poderia acontecer na vida real”. Coelho (2002) divide as simulações em dois grupos, as estáticas (não interativas) e as dinâmicas (interativas): nas simulações dinâmicas é permitido ao estudante modificar os parâmetros da simulação, tendo autonomia e liberdade para verificar as implicações das variáveis no resultado do fenômeno estudado, ou seja, possui maior interatividade; já nas estáticas, o estudante tem pouco ou nenhum controle sobre as variáveis da simulação, tornando-a pouco ou não interativa.

Sabbadini e Oliveira (2006), ao realizar um breve histórico sobre simulações interativas visuais, apontam as descobertas e os avanços mais importantes das décadas de 60, 70, 80 e 90 até os dias atuais, e constatam que os avanços na área da informática foram essenciais para o desenvolvimento da simulação interativa visual, percebendo o aumento do interesse pelo tema, com base na quantidade de produções científicas existentes nessa área.

Macêdo (2009) destaca que frequentemente professores enfrentam dificuldades ao explicarem aos estudantes fenômenos abstratos e complicados. Isso se deve à dificuldade de imaginação e visualização mental, apenas pelo uso de palavras e gestos. Diante dessas dificuldades, as simulações atuam como uma ferramenta facilitadora do ensino e da aprendizagem, pois possibilitam a observação, em poucos minutos, da evolução temporal de um fenômeno que, em realidade, poderia levar muito tempo para ser observado, permitindo ainda, a repetição da observação (TAVARES, 2008).

Nesse contexto, o projeto PhET Interactive Simulations (Physics Education Technology)<sup>3</sup>, criado em 2002, e ganhador do Prêmio Nobel Carl Wieman, na Universidade de Colorado Boulder, disponibiliza simulações interativas gratuitas de matemática e de ciências, que se propõem a ser uma ferramenta didática para os estudantes aprenderem a partir da exploração e da descoberta, envolvendo-os em ambientes virtuais similares a jogos. As simulações são disponíveis nas linguagens computacionais Java, Flash ou HTML5, todas de código aberto, podem ser executadas on-line ou baixadas para o computador.

Admitindo que, por vontade própria ou alguma outra motivação direta, a maioria dos estudantes não possui hábito de utilizar o tempo livre para “brincar” com uma simulação de ciência, indica-se, para sua eficácia, que sejam abordadas em aula, em atividades de classe, em atividade de laboratório e em trabalhos de casa. Salienta-se, ainda, que as simulações são vantajosas no entendimento conceitual (PHET, 2002).

---

<sup>3</sup> PhET Simulações Interativas (Tecnologia educacional em física). PhET é o nome da plataforma que disponibiliza simulações didáticas, cuja sigla refere-se às palavras: tecnologia educacional em física (Physics Education Technology)



De acordo com a página do projeto PhET (2002), as simulações propostas apresentam as seguintes características facilitadoras do aprendizado: uso de analogia para construção de compreensão; simulações como ferramentas para a mudança da dinâmica de sala de aula, de modo a alterar a maneira tradicional de como os estudantes participam nas aulas; especificidades das simulações que promovem a aprendizagem e a exploração envolvente e, integração de simulações às tarefas de casa.

Já existem trabalhos que testaram e constataram a efetividade das simulações para o ensino de química (MENDES; SANTANA; JÚNIOR, 2015; PIEDADE et al, 2016), matemática (FALCHI; FORTUNATO, 2018; MAKUCH; MARTINS, 2018), física (ZARA, 2011), (CABRAL et al, 2013) e biologia (SANTOS et al, 2018; GREGÓRIO; OLIVEIRA; MATOS, 2016).

Makuch e Martins (2018) utilizaram simulações da plataforma PhET para o ensino de frações em salas de apoio do 6º ano, do ensino fundamental, e obtiveram resultados indicando a evolução na aprendizagem de conteúdos previamente estabelecidos pelos autores: conceito, operações e representações.

Após a aplicação da simulação “Expressão Genética - Fundamentos” a 77 estudantes de três turmas do 1º ano do ensino médio, Gregório, Oliveira e Matos (2016) perceberam a participação ativa e expressiva com visão positiva no uso da simulação, indicando utilizá-las para trabalhar com conteúdos abstratos, auxiliando em um processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico.

Tendo em vista o potencial das simulações interativas como auxiliares da aprendizagem, este trabalho tem como um de seus objetivos, selecionar e avaliar algumas simulações interativas desenvolvidas para o conteúdo de ciências, disponibilizadas pela plataforma on-line PhET. Para esta avaliação utilizou-se em um protocolo próprio elaborado por Morales, García e Barrón (2006) e traduzidos por Maciele Backes (2012), que detalha parâmetros de avaliação divididos nas seguintes categorias de análise: *layout*<sup>4</sup> geral, psicopedagógica, didático-curricular e *layout* de interface.

O segundo objetivo deste trabalho foi desenvolver oficinas com futuros educadores da área de ciências, a fim de apresentar e ensinar como utilizar os objetos de aprendizagem previamente escolhidos e avaliar o seu potencial para o ensino de ciências, na visão dos participantes da oficina.

---

<sup>4</sup> A palavra *Layout* refere-se ao modo de distribuição e arranjo dos elementos gráficos num determinado espaço ou superfície.

## 2 Procedimentos metodológicos

Tanto em relação à análise e à avaliação de simulações da plataforma PhET quanto à avaliação do potencial de uso das simulações escolhidas para o ensino de ciências, a partir das oficinas, este estudo segue a pesquisa exploratória e descritiva (TRIVIÑOS, 1987), com a abordagem de pesquisa qualitativa (POUPART et al, 2008).

Para Triviños (1987, p. 109):

Os estudos exploratórios permitem ao investigador aumentar sua experiência em torno de determinado problema. O pesquisador parte de uma hipótese e aprofunda seu estudo nos limites de uma realidade específica, buscando antecedentes, maior conhecimento para, em seguida, planejar uma pesquisa descritiva ou de tipo experimental.

E podem ser seguidos de pesquisa descritiva, não dispensando o emprego de revisão literária, entrevistas, questionários, e outros elementos necessários para produzir um trabalho científico (TRIVIÑOS, 1987).

Triviños (1987) também fundamenta que a maioria dos estudos realizados na área educacional possui natureza descritiva, com foco em conhecer a escola, sua educação e seus problemas, exigindo do pesquisador informações prévias sobre a pesquisa desejada, para descrever precisamente os fatos e os fenômenos da realidade. Quanto à abordagem, a pesquisa qualitativa se atenta à compreensão do grupo social, com o objetivo de produzir informações aprofundadas e ilustrativas, grande ou pequena, capazes de produzir novas informações, (POUPART et al, 2008), para compreender fenômenos e elaborar inferências, por vezes se apoia em informações numéricas sem se aprisionar a modelos quantitativos.

### *2.1 Avaliação das simulações da plataforma PhET seguindo protocolo pré-existente de avaliação de objeto de aprendizagem*

A plataforma PhET dispõe de uma série de simulações (157 simulações quando da elaboração deste trabalho no ano de 2019) classificadas sob os temas: física, matemática, química, ciências da terra, e biologia. Para a escolha das simulações a serem avaliadas foram adotados os critérios descritos a seguir.

Primeiramente priorizou-se simulações que a própria plataforma classifica como de biologia (total de 19 simulações), uma vez que é a formação docente para a qual as oficinas de apresentação e avaliação desta ferramenta seriam ofertadas. Em um segundo momento foi feito uma análise prévia de cada uma destas simulações, e tendo em vista a duração média das simulações optou-se por escolher 3 simulações por ser a quantidade máxima que poderia ser explorada com qualidade dentro do tempo previsto para as oficinas e para a avaliação por meio do protocolo. Por fim foram escolhidas 3 simulações que apresentassem dinâmicas e

conteúdos diferentes, tendo sido então selecionadas as simulações denominadas: “Comer & Exercitar-se”, “Neurônio” e “Seleção Natural”.

As simulações foram avaliadas de acordo com o protocolo e os parâmetros propostos por Morales, García e Barrón (2006), traduzidos por Maciel e Backes (2012), que estabelecem uma relação precisa de critérios pedagógicos para avaliar Objetos de Aprendizagem de acordo com parâmetros distribuídos nas categorias: *layout*<sup>5</sup> geral, psicopedagógica, didático-curricular e *layout* de interface.

Nos parâmetros de avaliação da categoria *Layout* geral de navegação do site que hospeda o Objeto de Aprendizagem, há itens específicos para avaliação da página inicial e da navegabilidade. Já cada simulação (Objeto de Aprendizagem), é avaliada por categorias de avaliação que incluem parâmetros próprios apresentados brevemente, a seguir. Na categoria ‘psicopedagógica’ são avaliados os parâmetros: motivação e atenção, desempenho profissional, nível de dificuldade adequado às características dos estudantes, interatividade e criatividade. Na categoria “didático-curricular”, são avaliados: a adequabilidade do contexto a determinado nível escolar, clareza do objetivo da simulação, adequação do tempo para a aprendizagem, conteúdo (apresentação, flexibilidade, interatividade, confiabilidade da informação, idiomas disponíveis) e atividades (se apresenta atividades de reforço dos conceitos e sua forma de apresentação). Na categoria “*Layout* de Interface”, avalia-se os parâmetros: texto (organização, formatação, ortografia), imagens, animação, multimídia, som e vídeo.

Cada parâmetro, dentro de cada categoria, recebe uma pontuação de 0 a 3, o que permite levantar a quantidade de parâmetros deficientes e de parâmetros que alcançam o objetivo do objeto de aprendizagem e da simulação em particular, além de possibilitar a comparação da avaliação entre simulações.

## 2.2 A Aplicação de oficinas e a avaliação das simulações por futuros educadores

Após a avaliação das simulações, escolhidas com protocolo próprio para esse fim, foram planejadas e desenvolvidas oficinas com o público-alvo composto por futuros educadores da área de ciências e biologia. As oficinas tiveram a finalidade de apresentar a plataforma, ensinar como utilizá-la, discutir suas aplicabilidades e coletar depoimentos dos participantes referente às impressões sobre a oficina e sobre a utilidade das simulações ensinadas.

---

<sup>5</sup> A palavra *Layout* refere-se ao modo de distribuição e arranjo dos elementos gráficos num determinado espaço ou superfície.

O público-alvo dessas oficinas foram os estudantes do segundo ao quarto (último) ano da Licenciatura em Ciências Biológicas do IFPR, campus Assis Chateaubriand, com faixa etária entre 19 e 62 anos, compreendendo um total de 57 participantes. Excluiu-se a turma do primeiro ano por entender-se que ainda não haviam cursado disciplinas suficientes para que pudessem explorar e avaliar com consistência as simulações.

As oficinas ocorreram em outubro de 2019 em dias diferentes com cada turma, no horário de aula (turmas noturnas) e com a duração de 1 hora e 30 minutos. Não foram priorizadas disciplinas correlatas aos temas das oficinas uma vez que as simulações tratavam de conteúdos distintos. No início de cada oficina, era realizada a apresentação introdutória sobre o objeto de aprendizagem, as simulações e os objetivos da oficina. Em seguida, o site e as simulações eram apresentados, esclarecendo o seu objetivo e os comandos gerais, disponibilizando um tempo de 5 a 10 minutos para os participantes utilizarem, individualmente, cada uma das três simulações aqui analisadas. Foi prestado auxílio aos participantes ao longo do tempo de utilização das simulações.

Ao final de cada oficina, foi disponibilizado um link para um questionário on-line, que foi a ferramenta da pesquisa qualitativa utilizada para coletar a avaliação e depoimento dos participantes sobre a aplicabilidade das simulações como ferramenta de ensino de ciências. As respostas dos participantes ao questionário on-line foram feitas de forma voluntária e anônima, não comprometendo a identidade e a liberdade de expressão do respondente.

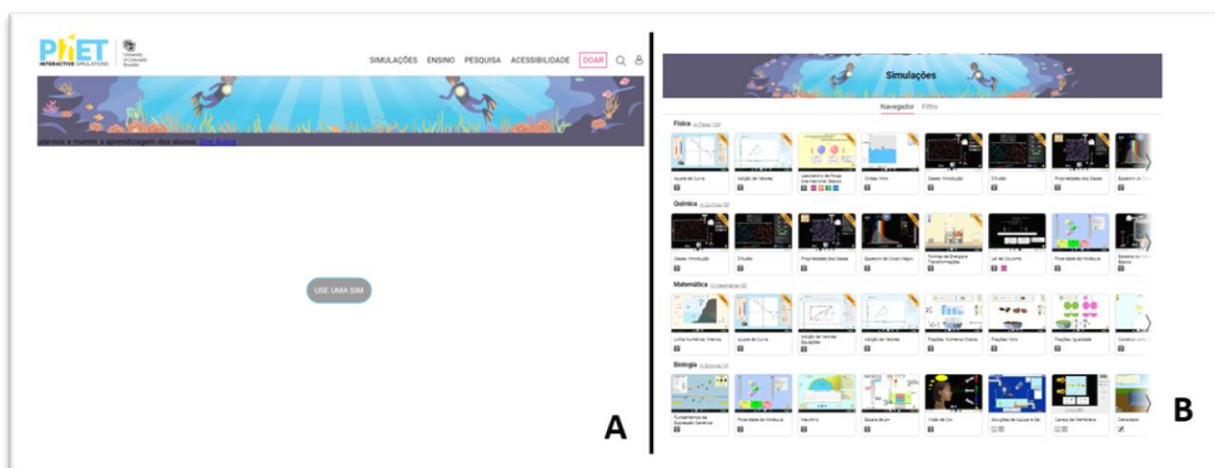
Para a organização e análise das respostas ao questionário, adotou-se as etapas da análise de conteúdo conforme descritas por Bardin (2016), onde na etapa de categorização buscou-se identificar as categorias de opiniões que emergiam em cada pergunta aberta. Para apresentação nos resultados foram selecionadas as respostas mais representativas destas categorias de opiniões para cada pergunta.

### 3 Resultados e Discussão

#### 3.1 Avaliação das simulações selecionadas por protocolo de avaliação pré-existente

O primeiro critério analisado foi o *Layout* de navegação, que avalia de forma geral a página inicial do site e sua navegabilidade. Entende-se que é um caminho lógico: primeiramente conectar-se ao site e assim escolher a simulação. Ao conectar-se ao site <https://phet.colorado.edu/>, visualiza-se os textos na língua inglesa, podendo ser alterado para o português (Brasil), em “CHOOSE LANGUAGE”, ou entrar direto no endereço [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/) que é a página em português (Brasil). Para ser redirecionado a uma página que apresenta a relação de simulações presentes no site, é preciso clicar no botão “use uma sim” central à página de entrada (Figura 1).

**Figura 1:** Imagem da tela inicial do site (A) e da segunda tela que traz a relação de simulações (B).



**Fonte:** [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/), imagem obtida em 31/08/2020.

É possível “entrar e simular” ou também registrar-se para ter acesso aos materiais disponíveis no próprio site e às novidades enviadas por e-mail. As simulações disponíveis possuem títulos claros e logotipos evidentes que indicam qual a linguagem computacional da simulação, dentre HTML 5, Java ou Flash. Essa página também oferece a possibilidade de filtrar as simulações por: novas, física, biologia, química, ciências da terra, matemática, por nível de ensino, por dispositivo ou todas (opção que mostra todas as simulações). Adicionalmente, há a possibilidade de traduzir as simulações ou utilizar alguma que já foi traduzida para algum idioma específico. Por essas características, a categoria *Layout* se apresentou apropriada e, ainda, por sua adequada navegabilidade com a apresentação simples, sem propagandas e com tamanho e cores de ícones que atendem aos objetivos (Quadro 1).



**Quadro 1:** Quadro de Avaliação realizada utilizando os critérios de classificação.

<b>CRITÉRIOS PEDAGÓGICOS PARA AVALIAR OBJETOS DE APRENDIZAGEM</b>			
<b>Categoria Layout de navegação</b>			
Página inicial	3		
Navegabilidade	3		
<b>Categoria Psicopedagógica</b>			
	Comer & Exercitar-se	Neurônio	Seleção Natural
Motivação e atenção	3	2	3
Desempenho profissional	1	1	1
Nível de dificuldade adequado às características dos estudantes	1	1	1
Interatividade	3	2	3
Criatividade	3	2	3
<b>Categoria Didático-Curricular</b>			
Contexto	3	3	3
Objetivo	3	3	1
Tempo de aprendizagem	1	1	1
Conteúdo	1	1	1
Atividades	1	1	1
Realimentação	1	1	1
<b>Layout de Interface</b>			
Texto	3	3	3
Imagem	3	3	3
Animação	3	3	3
Multimídia	3	3	3
Som	1	1	1
Vídeo	1	1	1
Legenda: 1 – Deficiente; 2 – Regular; 3 – Adequado.			

**Fonte:** Adaptado de Morales, García e Barrón (2006), traduzido por Maciel e Backes (2012).

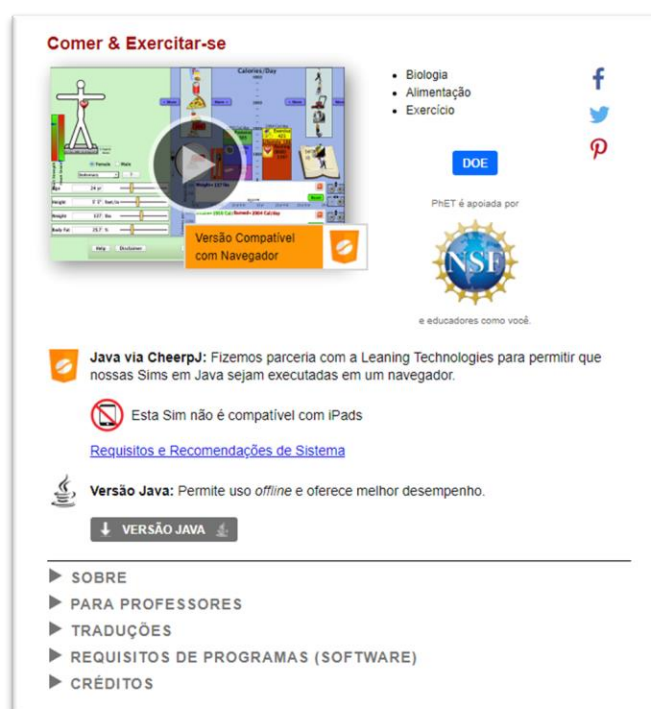
Ao escolher uma simulação, o site redireciona para uma subpágina, apresentando informações sobre a simulação escolhida, como: tópicos (assuntos) englobados na simulação, sua breve descrição e de alguns objetivos de aprendizagem que podem ser trabalhados (sobre), dicas para professores com atividades enviadas (por membros registrados) em idiomas variados e um convite para partilhar uma atividade, os idiomas em que a simulação está disponível (já traduzida), os requisitos necessários para rodar o software e os créditos (equipe de projeto), Figura 2. Dentre esses itens, avaliou-se como positiva a possibilidade de



DOI: <http://doi.org/10.46667/renbio.v14i1.389>

envio de dicas e atividades relativas às simulações, que podem ser feitas por membros registrados, pois dessa forma os usuários podem contribuir para a melhoria e o enriquecimento da experiência proporcionada pela simulação. É um canal cujo docente tem a possibilidade de contribuir, somar e trocar conhecimentos e experiências com outros usuários.

**Figura 2:** Imagem da página da simulação selecionada com as informações disponíveis.



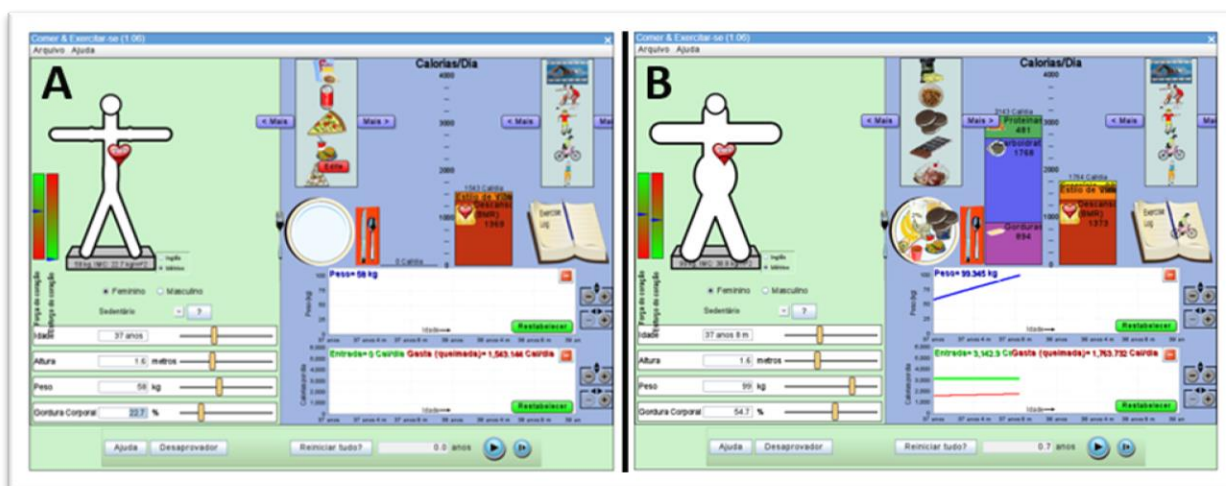
Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/), imagem obtida em 31/08/2020.

### 3.1.1 Comer & Exercitar-se

A simulação “Comer & Exercitar-se” objetiva identificar hábitos saudáveis na ingestão de alimentos, estimando o número de calorias para a sobrevivência, bem como as calorias utilizadas em exercícios físicos, esclarecendo que a saúde do coração depende da alimentação e dos exercícios e, aliando essas informações ao IMC (Índice de Massa Corporal). Apresenta ampla possibilidade de interatividade pela quantidade de itens e comandos que podem ser ajustados pelo usuário, destacando a possibilidade de simular a própria realidade de hábitos alimentares e de exercícios (inserindo peso, altura, itens alimentares diários e rotina diária de exercícios) e de verificar os benefícios ou malefícios à saúde ao longo do tempo simulado, o que é observável mediante a imagem do boneco, de seu coração e de gráficos (Figura 3).

Apresenta-se em Java, sendo necessário tê-lo instalado no computador para então descarregá-lo (baixar) no computador e iniciar o seu funcionamento. Ao iniciar a simulação, observa-se a interface (Figura 3) e os comandos disponíveis. O conteúdo se apresenta interdisciplinarmente, pois, além da biologia, há a possibilidade de ser trabalhado em educação física e até mesmo matemática e química orgânica.

**Figura 3:** Imagem da interface da simulação “Comer e Exercitar-se”, antes (A) e durante (B) a simulação.



Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/), imagem obtida em 31/08/2020.

Os objetivos propostos no *site* são possíveis de alcance com a simulação, os títulos são traduzidos para o português e há a opção de utilizar-se da unidade de medida em libras ou quilogramas, em metros ou pés. Há disponível a ajuda, indicando basicamente como funciona a simulação e informações (conceitos) que auxiliam na definição dos parâmetros que são ajustados pelo usuário, apresentando nove, para serem modificados.

A simulação encontra-se disponível em português, porém há situações em que a expressão “não traduzida” é vista. Não possui som, vídeo e tempo previsto de duração, isso é, o usuário define o tempo necessário para a sua utilização. Também não possui atividades/ autoavaliação para reforçar o conteúdo trabalhado. Entretanto, possui 19 arquivos enviados por usuários cadastrados que não são necessariamente atividades, mas que podem ser utilizados na íntegra ou como referência para o desenvolvimento de atividade.

Contudo, até o momento desta análise, dentre os arquivos enviados por usuários, somente um é em língua portuguesa e o restante é em inglês ou espanhol. O conteúdo da simulação se apresenta dentro do contexto e é coerente com os objetivos pedagógicos específicos da área e do nível de ensino, sendo o professor, o moderador que ajustará a utilização de acordo com o assunto e o nível de ensino a serem trabalhados.

Conforme descrito, e considerando a pontuação da simulação dentro dos critérios e categorias de avaliação (Quadro 1), “Comer & Exercitar-se” se apresenta adequada em relação à categoria Psicopedagógica e *Layout* de Interface, apresentando-se parcialmente adequada na categoria Didático-curricular, já que a maioria dos itens avaliados dentro dessa categoria foi considerado deficiente. Em virtude disso, para que a simulação atinja seus objetivos, é necessário que o usuário dedique um tempo longo para compreendê-la em todos os seus aspectos e suas possibilidades, exigindo, também, maior mediação do docente.

Santos, Klein e Barin (2017) avaliaram essa mesma simulação de acordo com os parâmetros propostos por Reategui, Boff e Finco (2010) e classificaram-na como sendo de abordagem construtivista, possuindo capacidade de adaptação a diferentes estilos de aprendizagem e a diferentes níveis de conhecimento para os estudantes. Em consonância com o presente trabalho, os autores citados avaliaram positivamente a simulação conforme os aspectos técnicos: portabilidade e interatividade. Na concepção dos autores, é deficiente em robustez, emprego de imagens, apresentação de informações, orientação, navegação, estética e afetividade. Isso porque, possui muitos erros, deixando a página poluída esteticamente, prejudicando a interação e a utilização do objeto de aprendizagem,

Em sua atividade compartilhada no site PhET, Mesck e Mattia (2013) realizaram um trabalho integrado com as disciplinas de matemática, educação física, ciências, português e artes visuais, pontuando as potencialidades: inicialização rápida, acessível em português, adequada projeção de consumo calórico e risco cardíaco, informações adequadas sobre o consumo de proteínas, carboidratos e gorduras. Além disso, estimula a alimentação saudável e a prática de atividade física e desperta o interesse para o sistema de conversão de medidas.

Para o uso em sala de aula, a simulação possui fragilidades. Ao apresentar alimentos que não fazem parte da dieta alimentar brasileira, não sugere adequação de cardápio ou de atividade física, diante dos resultados obtidos na projeção. E, não apresenta a ingestão diária adequada de água. O requisito de possuir Java previamente instalado no computador foi mencionado por Mesck e Mattia (2013) tanto como ponto forte, pois após ser baixado, pode ser executado sem acesso à internet, quanto ponto fraco, por necessitar que os computadores disponham e comportem esse software. Contribuindo com Mesck e Mattia (2013), cita-se, ainda, mais uma fragilidade observada: o fato de não calcular os nutrientes ingeridos diariamente.

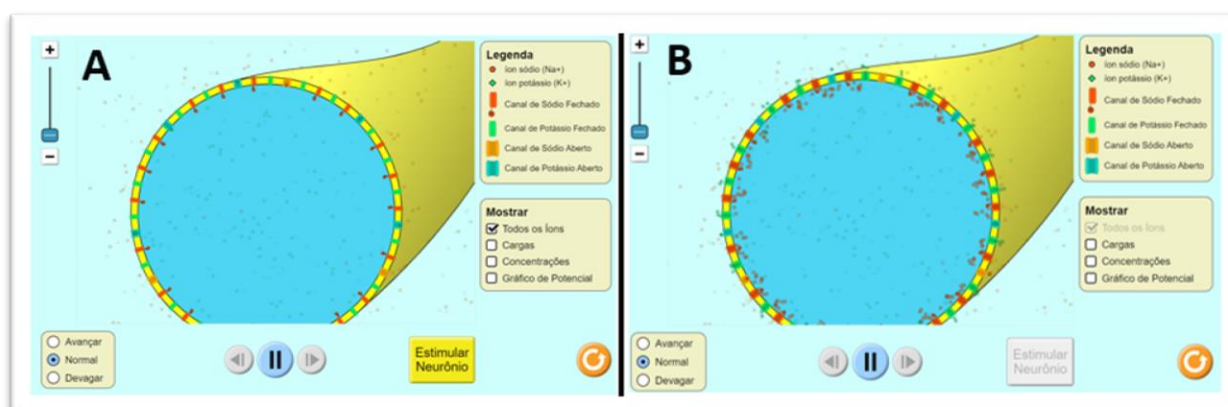
### 3.1.2 Neurônio

A simulação “Neurônio” (Figura 4) objetiva demonstrar, de forma dinâmica, a sequência de eventos que gera um potencial de ação, simulando a movimentação dos íons através das membranas dos neurônios e sua relação com os canais e a permeabilidade dessas membranas. Apresenta-se originalmente em Java, podendo ser baixada para o computador e ser executada mesmo sem acesso à internet. É possível também executá-la em HTML5, com

acesso à internet (sem a necessidade de baixá-la no computador, ou seja, on-line), por meio de vários dispositivos, como tablets, por exemplo.

Nessa simulação são disponibilizados 5 parâmetros que podem ser ajustados, a saber: “estimular neurônio”, “aproximação” (zoom), “velocidade”, “pausar” e “mostrar” (“todos os íons”, “cargas”, “concentrações” e “gráfico de potencial”). Porém, diferente da simulação “Comer & Exercitar-se”, a alteração de parâmetros na simulação “Neurônio” não interfere no resultado, mas sim na visualização, atuando como uma animação, em função da menor interatividade. Todavia, a simulação é pertinente, visto que auxilia na visualização dinâmica de um fenômeno que ocorre a nível celular e que, portanto, torna-se quase que abstrato ao estudante. Somente o parâmetro: “estimular o neurônio” inicia a simulação e permite ao estudante acompanhar todo o processo de polarização e de despolarização da membrana plasmática e a observar a movimentação de íons pela membrana, resultando em um potencial de ação necessário para a transmissão de impulsos nervosos.

**Figura 4:** Imagem da interface on-line da simulação “Neurônio”, antes (A) e depois (B) de simular.



Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/), imagem obtida em 31/08/2020.

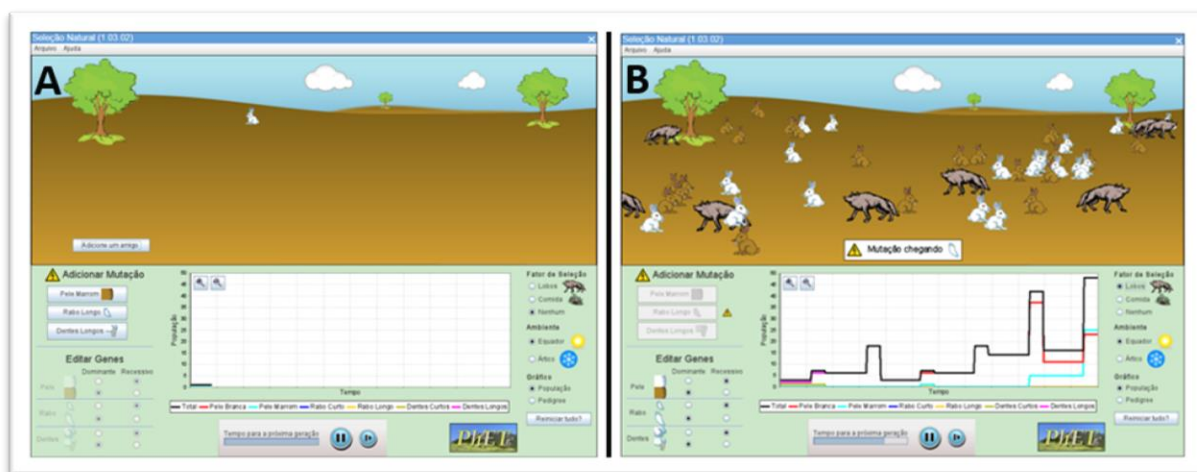
É possível retroceder a simulação a partir do gráfico de potencial, para análise da reação, ou ainda, pausar, adiantar ou retroceder pelos próprios botões. Toda a simulação é traduzida para o português (se selecionado o idioma), sua interface é simples, com legenda que permite identificar seus constituintes, com descrição autoexplicativa e com objetivos, cabe ao professor, ajustá-los de acordo com o conteúdo trabalhado.

Aos professores cadastrados, é disponibilizado um arquivo com “dicas para professores”, como um manual, vídeo introdutório e 8 atividades compartilhadas, porém, tudo no idioma inglês. Consonante ao supracitado, e considerando a pontuação da simulação dentro dos critérios e categorias de avaliação, a simulação “Neurônio” se apresenta adequada em relação ao seu *Layout* de Interface e parcialmente adequada nas categorias Psicopedagógica e Didático-curricular, nas quais alguns dos itens avaliados foram considerados como deficientes (Quadro 1). Não foram encontradas publicações que tenham avaliado previamente essa simulação para realizar comparações.

### 3.1.3 Seleção Natural

A simulação “Seleção Natural” (Figura 5) se apresenta somente em Java, abordando assuntos diversos da biologia como genética, evolução e seleção natural, simulando interações entre populações de presa e de predador, evidenciando a importância das características genéticas para a sobrevivência da espécie. É uma simulação que tem o potencial de auxiliar no entendimento de conceitos e processos em evolução e de aspectos genéticos, nos quais os estudantes costumam apresentar dificuldades de aprendizagem (LEMOS, 2020). São processos que levam muito tempo para serem observáveis na natureza, ou mesmo experimentalmente, dificultando sua melhor compreensão. Nesse sentido, essa simulação traria o benefício de acelerar a visualização de consequências, ao alterar as causas relativas a esses temas em biologia.

**Figura 5:** Imagem da interface da simulação “Seleção Natural”, antes (A) e depois (B) de simular.



**Fonte:** [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/), imagem obtida em 31/08/2020.

Antes mesmo de baixar a simulação, percebe-se a carência de informações na descrição e a falta de detalhamento dos objetivos. Apresenta 23 arquivos compartilhados por professores, sendo apenas 1 em português. Trata-se de uma simulação com sete parâmetros a serem definidos, a saber: “pele marrom”, “rabo longo”, “dentes longos”, “editar genes”, “fator de seleção”, “ambiente” e “gráfico”. Um vídeo introdutório faz falta, a exemplo do vídeo disponível para a simulação “Neurônio”, que mesmo em inglês poderia auxiliar em eventuais dificuldades perante a interface; assim como informações e conceitos sobre o assunto, conforme disponível na simulação “Comer & Exercitar-se”. Nessa perspectiva, apesar de ser uma simulação promissora para o tema, apresenta-se confusa e dificultosa pelo excesso de parâmetros e pela carência de explicações.

Conforme descrito acima, e considerando a pontuação da simulação dentro dos critérios e categorias de avaliação, a simulação “Seleção Natural” se apresenta adequada em relação ao seu *Layout* de Interface e deficiente nas categorias Psicopedagógica e Didático-curricular, já que a maioria dos itens avaliados se demonstraram deficientes (Quadro 1). Não foram encontradas publicações que tenham avaliado previamente essa simulação para realizar comparações.

Analisando os critérios pedagógicos utilizados para avaliar as três simulações selecionadas (Quadro 1), percebe-se que os parâmetros avaliados como deficientes não cumprem a alguns critérios exigidos na avaliação, tais como: adequação de conteúdo para necessidades e desempenho dos estudantes, tempo de duração, apresentação de texto como conteúdo, reforço de conhecimento por meio de exercícios, som e vídeo. Os critérios avaliados como deficientes são poucos e podem ser contornados pelo professor, sem comprometer o processo de ensino aprendizagem. Logo, o professor, ao desempenhar seu papel de mediador, utilizando as ferramentas de ensino apresentadas, poderá alcançar no processo de ensino, mais benefício do que limitação, se as condições físicas da escola assim lhe permitirem. Afirmiação coerente com as avaliações obtidas nas oficinas e detalhadas a seguir.

### 3.2 Oficinas

Após a avaliação das simulações, foram planejadas e desenvolvidas as oficinas com o tema “Objeto de aprendizagem”, com três turmas do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFPR, campus Assis Chateaubriand, conforme dinâmica detalhada nos procedimentos metodológicos.

Ao final das oficinas, os estudantes recebiam um link para responderem na a um formulário on-line, desenvolvido seguindo as orientações descritas por Kauark, Manhães e Medeiros (2010), com questões abertas e fechadas, sendo elas: “Qual sua turma?”, “Você já conhecia essa plataforma de simulações e as suas simulações?”, “O que você achou da experiência de conhecer e utilizar a plataforma de simulações?”, “Qual simulação foi sua preferida?”, “Por qual característica você escolheu a simulação assinalada como sua preferida?”, “Qual simulação você menos gostou?”, “Por qual característica você escolheu a simulação assinalada como a que menos gostou?”, “Sobre as simulações em geral, quais características você achou que são boas?”, “Sobre as simulações em geral, quais características você achou que são limitantes em seu uso para o ensino?” e “Você como futuro(a) professor(a) utilizaria a plataforma e suas simulações como Objeto de aprendizagem para complementar algum assunto? Por quê?”.

Ao todo foram obtidas 57 respostas, nas quais 96% dos estudantes afirmaram não conhecer a plataforma apresentada e suas simulações. Destaca-se algumas colocações sobre a experiência de conhecê-la e utilizá-la<sup>6</sup>:

*“Já conhecia, mas ainda não tinha feito o uso dessa plataforma. É uma plataforma essencial para o aprimoramento dos estudos, é uma forma pela qual os estudantes conhecem na prática o que antes só encontravam em livros.”* (Estudante A)

*“Gostei, é muito bom saber que existem essas plataformas e que podem ser utilizadas pelos professores em sala de aula. Porém, é ruim saber que poucos professores utilizam.”* (Estudante B)

*“Achei bem bacana, não conhecia antes e é uma boa ideia para usar quando quiser complementar a aula e deixá-la mais interessante.”* (Estudante C)

Em relação à simulação que mais gostaram, 56% elegeram a simulação “Comer e Exercitar-se”, 35% a “Seleção Natural” e, apenas 9% a “Neurônio”. Frisa-se, abaixo, algumas justificativas para a escolha da simulação que mais gostaram:

Comer & Exercitar-se: *“Pode ser utilizado com uma faixa etária de maior idade, em várias disciplinas e séries. E, ainda, prende a atenção dos estudantes devido à interação.”* (Estudante D)

Seleção Natural: *“Há a possibilidade de uma maior interação. Permite alterar diversas configurações e mostra, de forma simples, as mutações, a dominância e a recessividade de determinada característica.”* (Estudante E)

Neurônio: *“É um tema de difícil entendimento, com a simulação a explicação visual fica melhor.”* (Estudante F)

Na pergunta sobre a simulação que menos agradou, 56% assinalaram a “Neurônio”, 23% assinalaram “Comer & Exercitar-se”, e 21% assinalaram “Seleção Natural”. Citamos, a seguir, algumas justificativas que se assemelham ao que foi discutido ao longo do tópico da avaliação pelo protocolo pré-existente.

Comer & Exercitar-se: *“Não consegui chegar a um resultado positivo com as escolhas dos alimentos, mesmo sendo aqueles que eu faço uso diariamente.”* (Estudante G)

Seleção Natural: *“Apenas porque preciso escolher uma.”* (Estudante H)

Neurônio: *“Devido à pouca interatividade, porém é um bom exemplificador após uma aula trabalhada sobre o conteúdo.”* (Estudante I)

<sup>6</sup> Uma vez que este trabalho não teve como objetivo uma análise morfológica e sintática, as respostas dos participantes foram transcritas com revisão gramatical.



Sobre as simulações em geral, as características positivas observadas e registradas foram em relação à maneira como a ferramenta aborda o assunto, com praticidade, de forma dinâmica, clara, didática, incentivando e chamando a atenção do estudante para o conteúdo proposto, conforme os exemplos de comentários de respondentes a seguir:

*“A forma clara de demonstrar os conteúdos, a possibilidade de interação e, além disso, a possibilidade de chamar a atenção do estudante sobre os conteúdos tratados de uma forma mais divertida. Por meio dessas simulações, os estudantes podem interagir mais e se interessarem nos conteúdos mais complexos.”* (Estudante E)

Ainda sobre as simulações em geral, os fatores limitantes observados e registrados, no que diz respeito à utilização, foram relacionados à infraestrutura da escola, já que muitos dos participantes conhecem a realidade das escolas públicas locais, pois já tiveram a oportunidade de realizar o estágio obrigatório em ciências e alguns em biologia:

*“Acho que talvez seria limitado o uso dessas simulações em escolas que não possuem computadores para todos os estudantes ou em escolas nas quais não seja possível utilizar todas as simulações do site, já que algumas necessitam de programas específicos baixados no computador.”* (Estudante J)

*“A limitação que vejo para ensinar com esse método, seria a falta de internet e as condições precárias de computadores em algumas instituições de ensino. Outra questão, seriam as salas superlotadas que dificultariam a fluidez da aula.”* (Estudante K)

De fato, ainda que as oficinas tenham sido conduzidas em um laboratório de informática do IFPR, campus Assis Chateaubriand, houve problemas relacionados aos programas de linguagem computacional necessários para algumas simulações, foi o caso do Java. Apesar de sua instalação ter sido solicitada previamente ao técnico de laboratório, alguns computadores não estavam com este programa na versão requerida e os participantes, mesmo sendo do ensino superior, tiveram dificuldades para baixar o programa, comprometendo o tempo disponível para a oficina e uso das simulações.

Em consonância com o que foi exposto na avaliação das simulações por meio do protocolo pré-existente, as avaliações emergentes das oficinas salientam que os benefícios e as aplicabilidades das simulações superam suas deficiências e fragilidades. Quando os participantes das oficinas foram questionados se como futuros professores utilizariam a plataforma e suas simulações para complementar algum assunto, a resposta “sim” foi unânime, os respondentes apresentaram os seguintes exemplos de justificativas:

*“Sim, a partir dessas simulações é possível complementar o conteúdo de uma forma mais clara, visto que alguns estudantes têm mais facilidade de aprender com base na visualização dos processos. No caso do neurônio, por exemplo, é muito mais fácil entender com a simulação.”* (Estudante E)

*“Sim, na biologia temos muitos conteúdos abstratos e com a plataforma é possível mostrar a utilização desses conteúdos em nosso cotidiano.”* (Estudante L)

Durante o desenvolvimento das oficinas, foi observado o engajamento dos participantes em suas expressões, a maioria se demonstrava interessada e, positivamente, surpreendida pela ferramenta apresentada. A cada simulação, eram discutidos assuntos/conteúdos que poderiam ser utilizadas, no ensino fundamental, médio ou superior, abordando possíveis obstáculos que dificultariam sua utilização.

Na análise das respostas obtidas nas oficinas, diferenças notórias foram percebidas na complexidade das respostas, quando comparadas as três turmas que participaram das oficinas, de anos diferentes, da licenciatura em Ciências Biológicas. A maioria das respostas da turma do segundo ano foi curta e objetiva, sem complexidade em sua formulação. Já as respostas das turmas do terceiro e quarto ano foram mais elaboradas e esclarecedoras.

Cardoso, Frenedoso e Araújo (2015) analisaram as concepções de meio ambiente dos estudantes e, também, notaram diferenças nítidas entre as percepções dos estudantes ingressantes no curso de ciências biológicas e a de estudantes formandos. Essa diferença pode ser justificada pela experiência adquirida no decorrer do curso superior, nas disciplinas cursadas, na participação em eventos, na apresentação de trabalhos e nas práticas em estágios supervisionados. Essas condições, auxiliam no desenvolvimento da capacidade cognitiva do estudante, possibilitando maior capacidade de utilização de linguagem complexa para a comunicação.

#### **4 Considerações finais**

Com relação à avaliação das simulações escolhidas, baseada em protocolo de avaliação pré-existente, conclui-se que, em geral, todas as simulações se apresentam apropriadas para utilização, visando favorecer o processo de ensino aprendizagem. Cabe ao professor, mediar o conhecimento a ser construído e adaptá-lo ao nível de ensino, a fim de garantir o sucesso no processo e a superação das poucas fragilidades apresentadas em cada simulação.

Quanto à realização das oficinas e à avaliação das simulações apresentadas como ferramenta de ensino aos participantes das oficinas, conclui-se que são uma importante ferramenta para complementar o processo de ensino aprendizagem e deixá-lo mais didático e dinâmico. Ressalva-se, ainda, que as oficinas desenvolvidas foram relevantes no cumprimento de seus objetivos iniciais: apresentar uma nova ferramenta de ensino para utilização dos



participantes, futuros docentes, e identificar a forma como os futuros docentes avaliariam a ferramenta.

Diante das considerações apresentadas, espera-se que este trabalho possibilite novos debates sobre o uso de tecnologias no ensino e estimule os professores e futuros professores de ciências e biologia a utilizarem os objetos de aprendizagem disponíveis, além de incentivar outras pesquisas sobre o assunto. Assim como Matos e Leão (2018) catalogaram simulações de física a serem exploradas no processo educativo ao longo do Ensino Médio, as simulações de biologia também podem ser catalogadas, tornando o processo educativo lúdico e prazeroso, despertando o interesse do estudante.

## Referências

AGUIAR, E.V.B.; FLÔRES, M.L. P. Objetos de aprendizagem: conceitos básicos. In: TAROUCO, L.; COSTA, V.; ÁVILA, B.; BEZ, M.; SANTOS, E. (Org.). **Objetos de aprendizagem: teoria e prática**. Porto Alegre: Evangraf, 2014. cap. 1, p. 12-28.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

CABRAL, J. R. R.; DE CARVALHO, C. M.; CORRÊA FILHO, J. A.; DE CASTRO, A. M. B. Uma metodologia alternativa para o ensino de física: o uso de simuladores e sensores na busca de uma Aprendizagem Significativa. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO ENSINO DE FÍSICA, 20., 2013. São Paulo, SP. **Anais eletrônicos**. Disponível em: [https://ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/pibidfisica/Trabalhos%20Divulgados/XX%20SNEF/Jessica\\_e\\_Cristiane\\_-\\_XX\\_SNEF.pdf](https://ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/pibidfisica/Trabalhos%20Divulgados/XX%20SNEF/Jessica_e_Cristiane_-_XX_SNEF.pdf). Acesso em: 04 maio 2019.

CARDOSO, F. A.; FRENEDOSO, R. C.; ARAÚJO, M. S. T. Concepções de meio Ambiente entre estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas. **Revbea**, São Paulo, v.10, n 2, p. 95-112, 2015. Disponível em: <http://revbea.emnuvens.com.br/revbea/article/view/4380/3006> Acesso em: 07 out. 2019.

COELHO, R. O. **O uso da informática no ensino de física de nível médio**. 2002. 101 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, UFPel, Pelotas, 2002.

FALCHI, L. de F. O.; FORTUNATO, I. Simulador Phet e o ensino da tabuada na educação básica: relato de experiência. **Revista on-line de Política e Gestão Educacional**, p. 439-452, jan./abr. 2018. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/rpge/article/view/10672/7349> . Acesso em: 04 mai. 2019.

GREGÓRIO, E. A.; OLIVEIRA, L. G.; MATOS, S. A. Uso de simuladores como ferramenta 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: [http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID303/v11\\_n1\\_a2016.pdf](http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID303/v11_n1_a2016.pdf). Acesso em: 08 abr. 2019.



KAUARK, F. S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da pesquisa: um guia prático**. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

LEMOS, P. B. M. Auxiliando dificuldades de aprendizagem apontadas por estudantes do ensino médio por meio de objetos virtuais de aprendizagem. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v.13, n 1, p. 3-21, 2020. Disponível em: <http://sbenbio.journals.com.br/index.php/sbenbio/article/view/265/82> . Acesso em: 28 ago. 2020.

MACÊDO, J. A. **Simulações computacionais como ferramenta auxiliar ao ensino de conceitos básicos de eletromagnetismo**: elaboração de um roteiro de atividades para professores do ensino médio. 2009. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

MACIEL, C.; BACKES, E. M. Objetos de aprendizagem, objetos educacionais, repositórios e critérios para sua avaliação. In: MACIEL, C. (Org.). **Ambientes virtuais de aprendizagem**. Cuiabá: EdUFMT, 2012. p. 161-198.

MAKUCH, F. B.; MARTINS, M. A. O uso do PhET Simulations no ensino de frações. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 2, mai./ago. 2018. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/rbect/article/view/3753> . Acesso em: 08 abr. 2019.

MATOS, I. C.; LEÃO, M. F. Catalogação dos simuladores PhET de física para serem explorados no processo educativo ao longo do Ensino Médio. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 25, p. 1-13, jul. 2018. Disponível em: <http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2018/07/Art10-vol.25-Junho-2018.pdf>. Acesso em: 07 out. 2019.

MENDES, A. P.; SANTANA, G. P.; JÚNIOR, E. S. F. P. O uso do software PhEt como ferramenta para o ensino de balanceamento de reação química. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, Manaus/AM, v. 8, p. 52-60, jan./jun. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/280529396>. Acesso em: 08 abr. 2019.

MESCK, A. P. de D.; MATTIA, J. L. **Aliando alimentação, exercício e escrita: um desafio em simulação**. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/services/download-servlet?filename=%2Factivities%2F3757%2Fphet-contribution-3757-6722.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2019.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Orientações curriculares para o ensino médio**. Ciências da natureza e matemática e suas tecnologias. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006, vol. 2, 135 p. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf). Acesso em: 08 abr. 2019.



DOI: <http://doi.org/10.46667/renbio.v14i1.389>

MORALES, E. M.; GARCÍA, F. J.; BARRÓN, A. LOs Instructional Design based on an Ontological Model to Improve their Quality. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 8., 2006. LEÓN, SPAIN; 8TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION, 8<sup>th</sup>., 2006. **Proceedings...** León: Universidad de León, 2006. p. 441-448. Disponível em: <https://gredos.usal.es/handle/10366/55704?show=full>. Acesso em: 02 ago. 2019.

MOTOMURA, O. Jogos de empresa. In: BOOG, G. G. **Manual de treinamento e desenvolvimento**. São Paulo:McGraw-Hill, 1980.

PHET SIMULAÇÕES INTERATIVAS. Universidade de Colorado Boulder. 2002. Disponível em: <https://phet.colorado.edu>. Acesso em: 07 out. 2019.

PIEIDADE, C.; GUIMARÃES, J. W. N.; MACEDO, V. B.; SANTANA, G. P. Abordagem de reações químicas: uso do simulador PhET. **Scientia Amazonia**, v. 5, n. 2, p. 72-76, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Genilson\\_Santana/publication/309491530](https://www.researchgate.net/profile/Genilson_Santana/publication/309491530) . Acesso em: 08 abr. 2019.

POUPART, J.; DESLAURIERS, J.P.; GROULX, L.H.; LAPERRIÈRE, A.; MAYER, R.; PIRES, A. **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Tradução de Ana Cristina Nasser. Petrópolis: Vozes, 2008.

REATEGUI, E.; BOFF, E.; FINCO, M. D. Proposta de diretrizes para avaliação de objetos de aprendizagem considerando aspectos pedagógicos e técnicos. **RENOTE**, v. 8, n. 3, dez. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.18066> . Acesso em: 24 jun. 2019.

SABBADINI, F.; DE OLIVEIRA, M. J. F. Simulação interativa visual: uma ferramenta para tomada de decisão. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 3., 2006, Rio de Janeiro,RJ. **Anais eletrônicos**. Rio d Janeiro, RJ: UFRJ, 2006. Disponível em: [https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos06/22\\_VIS.pdf](https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos06/22_VIS.pdf) . Acesso em: 13 abr. 2019.

SANTOS, A. C. dos; NICOLETE, P. C.; SCHNEIDER, A. P.; DA SILVA, J. B. Ensino de biologia por investigação: um relato de experiência sobre o uso de laboratórios virtuais disponibilizados em AVEA, em uma proposta investigativa, para turmas de Ensino Médio. In: SILVA, J. B.; BILESSIMO, S. M. S.; ALVES, J. B. M. (Org.). **Integração de tecnologias na educação: práticas inovadoras na educação básica**. Araranguá, SC: Hard Tech Informática Ltda, 2018. vol. 2, p. 48-59.

SANTOS, C. V. dos; KLEIN, V.; BARIN, C. S. Objetos de aprendizagem em química e ciências: avaliando potencialidades e desafios. **Redin-Revista Educacional Interdisciplinar**, v. 6, n. 1, out. 2017. Disponível em: <https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/641/497> . Acesso em: 24 jun. 2019.



DOI: <http://doi.org/10.46667/renbio.v14i1.389>

TAROUCO, L. M. R.; FABRE, M. J. M.; TAMUSIUNAS, F. R. Reusabilidade de objetos educacionais. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias para a Educação**, v. 1. n. 1, fev. 2003. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/13628/7697> . Acesso em: 08 abr. 2019.

TAVARES, R. Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências. **Revista on-line Ciência & Cognição**, v. 13, n. 2, p. 99-108, 2008. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/222/121> . Acesso em: 13 abr. 2019.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

ZARA, R. A. Reflexão sobre a eficácia do uso de um ambiente virtual no ensino de Física. In: ENINED-ENCONTRO NACIONAL DE INFORMÁTICA E EDUCAÇÃO, 2., 2011. Unioeste Cascavel/PR. **Anais eletrônicos**. p. 265-272. Disponível em: [https://www.inf.unioeste.br/enined/anais/artigos\\_enined/A29.pdf](https://www.inf.unioeste.br/enined/anais/artigos_enined/A29.pdf). Acesso em: 08 abr. 2019.

Recebido em setembro de 2020.

Aprovado em abril de 2021.

Revisão gramatical realizada por: Michelli Cristina Galli  
E-mail: [michelli.galli@ifpr.edu.br](mailto:michelli.galli@ifpr.edu.br)

