

ORIENTAÇÕES DO PORTAL DO *PhET* PARA PROFESSORES: UM OLHAR A PARTIR DAS ETAPAS DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

GUIDELINES OF THE PHET PORTAL FOR TEACHERS: A LOOK FROM THE STEPS OF INQUIRY BASED SCIENCE EDUCATION

Adriana Aparecida da Silva¹, Emanuel José Reis de Oliveira²

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora/Departamento de Educação/adrianaaparecida.silva@ufjf.edu.br

²Instituição Federal Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – Campus Vitória/Coordenadoria do PROEJA, emanuel@ifes.edu.br

Resumo

Este trabalho apresenta uma análise das orientações presentes no portal eletrônico do *Physics Education Technology* (PhET), considerando a sua utilização como recurso experimental numa prática de Ensino por Investigação. Os simuladores caracterizam-se como alternativas aos problemas estruturais encontrados para o desenvolvimento da experimentação nos ambientes educativos, bem como convergem para as atividades próprias da cultura digital da sociedade contemporânea. Realizamos a Análise de Conteúdo das orientações, adotando as etapas do Ensino por Investigação como categorias, a saber: problematização inicial, previsão de respostas, descrição de soluções, discussão das observações, resultados e interpretações; e formalização de conceitos. A análise indica que as orientações de uso dos simuladores do PhET corroboram com a perspectiva, em particular, na etapa de previsão de respostas, caracterizada como diagnóstica dos conhecimentos dos estudantes. Por sua vez, a etapa de formalização de conceitos não é contemplada explicitamente, embora em todas as demais seja dada ênfase ao entendimento conceitual e compreensão do conteúdo no uso do objeto de aprendizagem. Concluímos que o estudo das orientações contidas no portal do PhET é necessário para o trabalho do professor que o adota seus simuladores numa perspectiva investigativa, a fim de que o uso de tal objeto de aprendizagem não seja compreendido como a solução para todos os problemas do Ensino de Física.

Palavras-chave: Ensino por investigação; *Physics Education Technology* (PhET); Simulações.

Abstract

This work presents an analysis of the guidelines present in the electronic portal of the *Physics Education Technology* (PhET), considering its use as an experimental resource in Inquiry Based Science Education practice. The simulators are characterized as alternatives to the structural problems found for the development of experimentation in educational environments, as well as converging to the activities of the digital culture of contemporary society. We performed the Content Analysis of the guidelines, adopting the steps of the IBSC as categories, namely: initial problematization, prediction of responses, description of solutions, discussion of observations, results and interpretations; and formalization of concepts. The analysis indicates that the guidelines for the use of PhET simulators corroborate the

perspective, in particular, in the response prediction stage, characterized as a diagnosis of the students' knowledge. In turn, the concept formalization stage is not explicitly contemplated, although in all others, emphasis is placed on the conceptual understanding and understanding of the content in the use of learning object. We conclude that the study of the guidelines contained in the PhET portal is necessary for the work of the teacher who adopts his simulators in an investigative perspective, so that the use of such learning object is not understood as the solution to all teaching problems of Physics.

Keywords: Inquiry Based Science Education; Physics Education Technology (PhET); Simulations.

Introdução

Bem sabemos, que a Física escolar, em geral, coloca-se como um enorme desafio para os estudantes. Há um conceito reducionista em relação à componente curricular e um não reconhecimento da importância de inúmeros conteúdos intimamente relacionados com a leitura científica do mundo (SANTOS, 2007).

Uma das possíveis explicações para este quadro é dada pelas práticas de ensino adotadas nas salas de aula onde, além da complexidade fenomenológica dos temas ser desconsiderada, não raras as vezes, sua aprendizagem também é associada apenas ao trabalho com cálculos. Considerando que o processo de aprendizado é múltiplo e plural, há uma demanda aos professores para que contemplem diferentes intervenções didático-metodológicas que permitam acessar os conhecimentos cotidianos dos estudantes, bem como suas dúvidas e dificuldades no processo formativo, permitindo (re)tomadas de decisões no planejamento escolar, por exemplo.

Nesse contexto, dentre diferentes recursos educativos disponíveis para o trabalho no Ensino de Física, interessamo-nos pela experimentação. Compreendemos que ela é um recurso valioso para o processo de ensino, “(...) uma vez que a Ciência tenta compreender o mundo e, a experimentação facilita a compreensão dos fenômenos e transformações que acontecem no mundo” (TAHA et al., 2016, p. 139). Em particular, interessamo-nos pela perspectiva do Ensino por Investigação (EI), adotando e utilizando a simulação computacional como recurso para o trabalho experimental.

Neste trabalho, analisamos os textos apresentados no portal do Physics Education Technology¹ (PhET), na seção “dicas e recursos para ensinar com PhET”, considerando que eles contêm orientações aos professores para a utilização dos simuladores nele disponíveis.

¹ Disponível em https://phet.colorado.edu/m/pt_BR/ Acesso em 20 fev. 2020.

Fundamentação teórica

Assumimos com Cardoso e Takahashi (2011) que as práticas experimentais adotadas no estudo dos fenômenos científicos contribuem para o desenvolvimento dos estudantes em relação à

(...) compreensão de um problema, simplificação e modelagem do problema, formulação de hipóteses, proposição metodológica, verificação de hipóteses, realização de medidas, análises de dados, elaboração de conclusões (...) (CARDOSO; TAKAHASHI, 2011, p. 187).

Sabedores que existem diferentes abordagens das práticas experimentais nos ambientes educativos, interessamo-nos pela experimentação com a perspectiva investigativa. Segundo Carvalho (2014), uma atividade tem cunho investigativo ao contemplar situações problematizadoras, a resolução de problemas e a discussão de conceitos. Nesse processo, a aprendizagem de Ciências é caracterizada como uma ação de enculturação científica (TRIVELATO; SILVA, 2016).

O EI é composto por etapas (CARVALHO, 2013), as quais integram uma sequência didática - Sequência de Ensino Investigativa (SEI) - e que são assim caracterizadas: (i) problematização inicial: proposição de uma situação-problema cuja resposta é desconhecida para os estudantes; (ii) previsão de respostas: as respostas escritas pelos estudantes descrevem suas hipóteses iniciais, caracterizando a etapa como uma atividade diagnóstica; (iii) descrição de soluções: ocorre o desenvolvimento, em grupos, de uma atividade proposta pelo professor de acordo com a natureza da situação-problema. Então, os estudantes debatem com o objetivo de chegarem às respostas cientificamente corretas para a situação-problema; (iv) discussões das observações, resultados e interpretações: ocorre a discussão das soluções encontradas para o problema inicial com toda a turma. A etapa oportuniza que os estudantes relacionem os resultados alcançados na atividade com as hipóteses levantadas no início do procedimento investigativo. Os estudantes fazem um registro escrito, no qual um novo diagnóstico da aprendizagem pode ser realizado, permitindo ao professor avaliar a compreensão científica do tema pelos estudantes e reestruturar o seu trabalho a partir dessa avaliação; e (v) formalização de conceitos: ocorre o trabalho do professor para a sistematização dos conceitos, enunciados, relações matemáticas etc. que estruturam o fenômeno em estudo e que foram contemplados no processo investigativo.

Dentre os diferentes recursos que podem ser usados na etapa de descrição de soluções, estão as atividades de simulação computacional (CARVALHO; 2014). As simulações computacionais, chamadas Objetos de Aprendizagem (OA), são materiais didáticos digitais que apoiam a aprendizagem (ARANTES et. al., 2010). Elas são ferramentas possíveis para o desenvolvimento de uma SEI e podem superar algumas dificuldades para a realização de atividades experimentais na educação básica, considerando, dentre outros aspectos, que o “(...) custo necessário para a implementação e manutenção de laboratório nas escolas [e que] a quantidade de alunos neste tipo de laboratório é bem restrita” (CARDOSO; TAKAHASHI, 2011, p. 187). Assim, colocam-se como alternativas aos problemas estruturais encontrados para o desenvolvimento da experimentação, bem como convergem para as atividades próprias da cultura digital da sociedade contemporânea.

Dentre os diferentes simuladores disponíveis nos meios eletrônicos, debruçamo-nos sobre o PhET. O portal é elaborado pela Universidade do Colorado (EUA) e conta com simulações na área de Ensino de Ciências e Matemática, permitindo que sejam utilizadas *on-line* ou baixadas gratuitamente. Compreendemos com Arantes *et. al.* (2010) que as atividades experimentais realizadas em simuladores não devem substituir experimentos reais, uma vez que se caracterizam como produtos da modelagem de fenômenos. Os simuladores são esquemáticos

(...) no sentido de que como outros esquemas científicos (conceitos, leis e outras estruturas compartilhadas pelos cientistas): (a) utilizam um número limitado de características básicas quase independentes das idiossincrasias individuais dos cientistas, e (b) são desenvolvidos e aplicados seguindo esquemas genéricos de modelagem (VEIT; ARAUJO, 2005, p. 4).

Outra questão relevante aos simuladores no EI diz respeito à forma como são utilizados, sendo necessário manter a característica problematizadora que a perspectiva metodológica contempla ao planejar e realizar as atividades propostas. Entendendo a importância de que os professores tenham conhecimento das relações entre os recursos utilizados e as perspectivas teórico-metodológicas adotadas em suas práticas, analisamos os textos direcionados aos docentes para a utilização do simulador PhET e que são apresentados no endereço eletrônico supracitado.

Procedimentos metodológicos

O portal do OA em estudo apresenta, além das simulações específicas sobre diferentes conteúdos, uma seção denominada “dicas de uso PhET”. Ela subdivide-se em duas partes, a saber: (i) “dicas e recursos para ensinar com PhET” e (ii) “orientação para o uso de simulações específicas”. Tais partes organizam-se em subseções nas quais estão disponíveis textos sobre diferentes aspectos acerca do uso de simuladores em situações de ensino e atividades produzidas por professores com simulações do portal, respectivamente.

Tomamos os textos oriundos das subseções contidas no “dicas de uso do PhET” como objeto de análise neste trabalho, considerando que eles podem ser adotados como orientadores ao trabalho dos professores. Em outras palavras, não analisamos simulações específicas disponíveis no PhET ou mesmo atividades propostas para essas simulações, mas as orientações gerais de uso dos simuladores em sala de aula, constantes no referido repositório e elaboradas pelos idealizadores e mantenedores do *site*.

Os textos foram analisados sob a perspectiva interpretativista (SACCOL, 2009), numa abordagem qualitativa, realizando uma Análise de Conteúdo (BARDIN, 1997) e tomando as etapas do EI como categorias de análise. A fim de exemplificar tais orientações, cada categoria é apresentada com trechos retirados dos textos do OA.

Apresentação e discussão dos resultados

1. Problematização inicial

Apreendemos nas orientações de utilização dos simuladores que as atividades devem ser elaboradas de forma que os estudantes possam interagir com os OA. Essa interação pode ser atingida elaborando perguntas iniciais que sejam abertas o suficiente para que desafiem os estudantes a explorarem as diversas possibilidades dos simuladores, no intuito de respondê-las, tais como: “Liste todos os itens essenciais para ... fazer um circuito.” e “Quais são as duas maneiras de ... aumentar a energia cinética do skatista” (CHASTEEN, 2017, s/p), dentre outras.

2. Previsão de respostas

No que se refere à previsão de respostas dos estudantes ao problema inicial proposto, a dinâmica de funcionamento dos simuladores é tal que os estudantes não são meramente guiados a executarem determinadas ações. Ao contrário, nas orientações gerais, constam três possibilidades de abordagem inicial de um determinado fenômeno físico por parte dos professores:

- ✓ a primeira delas é solicitar aos estudantes que anotem individualmente suas previsões sobre o que acontecerá antes de usar o simulador, com uma possível discussão entre eles sobre as previsões que cada um fez aos moldes da instrução por pares (*peer instruction*), como por exemplo, “(...) os alunos preveem o que acontecerá em uma situação específica e discutem com seus vizinhos (...)” (CHASTEEN; CARPENTER, 2017, s/p);
- ✓ a segunda é questionar à turma como um todo sobre qual será o resultado de uma ação antes de executá-la no simulador. Exemplificamos esta abordagem com o seguinte trecho: “antes de acionar o interruptor para iniciar o fluxo de corrente, peça aos alunos que prevejam como a magnitude da corrente será comparada em ambos os lados da lâmpada” (CHASTEEN; CARPENTER, 2016, s/p); e
- ✓ a terceira possibilidade é fazer uso de perguntas em um aplicativo do tipo *Clickers*² para buscar compreender as hipóteses de solução do problema por parte dos estudantes, como vemos a seguir: “discuta previsões com toda a turma, talvez usando uma pergunta de *Clicker*” (CHASTEEN; CARPENTER, 2017, s/p).

Em quaisquer das possibilidades de abordagem, há uma indicação de que o professor busque compreender as razões que levam os estudantes a proporem previsões idênticas ou diferentes para o mesmo problema inicial. Estas orientações estão em consonância com o discutido anteriormente sobre a referida etapa. Os professores têm condições de realizar um diagnóstico dos conhecimentos cotidianos dos estudantes, de maneira geral ou individualizada, a respeito de determinado fenômeno através deste recurso.

² Conforme Talbert (2019), os *clickers* “(...) referem-se a uma variedade de ferramentas tecnológicas que permitem que os alunos respondam às perguntas do professor por meio de voto” (TALBERT, 2019, s/p).

3. Descrição de soluções

As orientações que constam no sítio eletrônico do OA em análise debruçam-se particularmente sobre os seguintes elementos:

- ✓ a inexistência de um roteiro que oriente explicitamente as ações dos estudantes durante o processo de experimentação, diferentemente de experimentações fortemente guiadas, como a experimentação *show* (TAHA et. al., 2016); e
- ✓ a medição de grandezas usando o simulador, com a possibilidade de discussão dos dados coletados entre os estudantes. Esta discussão pode suscitar a necessidade de variação do valor de algum parâmetro ou de uma grandeza relacionados ao fenômeno estudado, no sentido de ratificar ou retificar as hipóteses iniciais.

No caso de uma experimentação em que apenas o professor manipula o simulador, os textos do portal sugerem que o docente instigue os estudantes com perguntas como: “O que acontecerá com a energia total se houver atrito?” ou “(...) a energia total diminuirá porque a energia é perdida no calor ou a energia total ainda é conservada?” (CHASTEEN; CARPENTER, 2017, s/p).

4. Discussão das observações, resultados e interpretações

Nas orientações, vemos que o professor verá com frequência os estudantes usando o simulador “(...) como uma referência comum para esclarecer suas ideias” (CHASTEEN; CARPENTER, 2016, s/p). Ou seja, o simulador é compreendido como um recurso que gera aportes para a interpretação do problema proposto inicialmente. Assim, pode-se verificar se as hipóteses iniciais de solução da situação-problema, individuais ou coletivas, foram corroboradas ou alteradas a partir da experimentação virtual.

A discussão dos fenômenos, seja com o professor ou com os colegas, é compreendida como uma forma de “(...) entender o raciocínio uns dos outros” (CHASTEEN; CARPENTER, 2017, s/p). Assim, o trabalho com os simuladores viabilizaria um processo de metacognição, com o desvelamento de como realizaram o experimento e porque o fizeram dessa ou daquela forma.

Nesse sentido, a discussão possibilitaria ainda compreender se, após a experimentação, a linguagem utilizada para explicar o fenômeno tem fundamentação científica. Para tanto, o professor pode lançar mão de perguntas no *Clicker*, cuidando para que elas sejam “(...) estimulantes e desafiadoras, em vez de simplesmente pedir aos alunos que se lembrem de algo que já foi explicado” (CHASTEEN; CARPENTER, 2017, s/p).

5. Formalização de conceitos

Entendemos que a maior complexidade na utilização dos simuladores está no fazer das aulas, propriamente durante a sua utilização pelos estudantes e não no momento de formalizar os conceitos após a sua utilização. Observamos, então, que as orientações nos textos de utilização dos simuladores do PhET concentram-se exatamente nesses momentos das aulas, ou seja, nas etapas anteriores à formalização dos conceitos nos âmbitos qualitativo e/ou quantitativo. Tal aspecto fica

claro ao não identificarmos quaisquer apontamentos que pudéssemos associar à formalização de conceitos ao final da prática investigativa.

Conclusões

O estudo realizado permitiu observar que as orientações de uso dos simuladores do PhET corroboram com a perspectiva do EI, em particular na etapa de previsão de respostas, caracterizada como diagnóstica dos conhecimentos dos estudantes. Por sua vez, a etapa de formalização de conceitos não é contemplada explicitamente, embora em todas as demais seja dada ênfase ao entendimento conceitual e compreensão do conteúdo no uso do OA.

Concluimos que o estudo desses textos sobre o simulador em questão poderá contribuir com o trabalho do professor que o adota numa perspectiva investigativa. Compreendemos que devemos evitar que o uso desses OA, assim como de outras ferramentas tecnológicas, como uma “panaceia” (ROSA *et. al.*, 2017, p. 36) no âmbito do Ensino de Física, isto é, que os simuladores sejam tomados como uma possível solução para todos os problemas ou dificuldades de ordem didático-metodológica no processo de experimentação.

Referências

- ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. Objetos de Aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **Física na Escola**, 11, n. 1, 2010.
- CARDOSO, D. C.; TAKAHASHI, E. K. Experimentação remota em atividades de ensino formal: um estudo a partir de periódicos Qualis A. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Vol. 11, No 3, 2011.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.) **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- _____. **Calor e temperatura: Um ensino por investigação**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2014.
- CHASTEEN, S. **What are some tips for using PhET with homework?** 2017. Disponível em <https://www.physport.org/recommendations/Entry.cfm?ID=93288>. Acesso em 20 fev. 2020.
- CHASTEEN, S.; CARPENTER, Y., **How do I use PhET simulations in my physics class?** 2016. Disponível em <https://www.physport.org/recommendations/Entry.cfm?ID=93341>. Acesso em 20 fev. 2020.
- _____. **How do I increase student interactivity when using PhET simulations in lecture?** 2017, s/p. Disponível em <https://www.physport.org/recommendations/Entry.cfm?ID=93340>. Acesso em 20 fev. 2020.
- ROSA, C. T. W.; TRENTIN, M. A. S.; BIAZUS, M. O. Tecnologias educacionais no Ensino de Física: retrato das pesquisas nacionais. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**. Vol. 7, n. 2. jul./dez. 2017.

SACCOL, A. Z. Um retorno ao básico: compreendendo os paradigmas de pesquisa e sua aplicação na pesquisa em Administração. **Rev. Adm.** UFSM, Santa Maria, v. 2, n. 2, maio/ago. 2009.

TAHA, M. S.; LOPES, C. S. C.; SOARES, E. L.; FOLMER, V. Experimentação como ferramenta pedagógica para o Ensino de Ciências. **Experiências em Ensino de Ciência**, v. 11, n. 1, p. 138-154, 2016. ISSN 1982-2413.

TALBERT, Robert. **Guia para utilização da aprendizagem invertida no ensino superior**. Porto Alegre: Penso, 2019.

TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L. F. Aulas práticas e a possibilidade de enculturação científica. *In* TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L. F. **Ensino de Ciências**. São Paulo: Cengage Learning, 2016. 71-92 p. ISBN 978-85-221-1093-3.

VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Modelagem computacional no Ensino de Física. **Anais do XXIII Encontro de físicos do norte e nordeste**. Rio Grande do Norte. 2005.