

O ESTUDO DOS CONCEITOS DE ENERGIA POTENCIAL E ENERGIA CINÉTICA EM AULAS DE FÍSICA UTILIZANDO SIMULADORES ONLINE

THE STUDY OF THE CONCEPTS OF POTENTIAL ENERGY AND KINETICS ENERGY IN PHYSICS CLASSES USING ONLINE SIMULATORS

Victor Gudoski¹

Viviane Arrigo²

Natany Dayani de Souza Assai³

Resumo: Nesta investigação buscou-se explorar os conceitos de energia cinética e energia potencial com estudantes de um curso técnico em Informática a partir do uso de simuladores online, bem como avaliar as potencialidades de tais recursos para a aprendizagem. A coleta de dados ocorreu por meio de duas atividades a respeito das transformações de energia em dois simuladores distintos. Para a análise dos dados foi utilizada a Análise de Conteúdo. Os resultados indicam contribuições significativas do uso de simuladores para o estudo de energia cinética e energia potencial, pois houve um aumento do percentual de interpretações corretas das transformações de energia ocorridas em cada ponto da montanha russa e da pista de skate, de 46,6% para 73,3%, respectivamente. Destaca-se, portanto, as contribuições da utilização de simuladores online no ensino de Física e conseqüentemente, a inserção de uma cultura digital nas escolas.

Palavras-chave: Tecnologias digitais de informação e comunicação; Simuladores; Ensino de Física; Transformação de energia.

Abstract: This research sought to explore the concepts of kinetic energy and potential energy with students of a technical course in Computer Science through the use of online simulators, as well as to evaluate the potential of such resources for learning. Data collection occurred through two activities regarding energy transformations in two different simulators. Content Analysis was used for data analysis. The results indicate significant contributions of the use of simulators for the study of kinetic energy and potential energy, as there was an increase in the percentage of correct interpretations of the energy transformations that occurred at each point of the roller coaster and the skate park, from 46.6% to 73.3%, respectively. Therefore, the contributions of the use of online simulators in the teaching of Physics and, consequently, the insertion of a digital culture in schools are highlighted.

Keywords: Digital information and communication technologies; Simulators; Physics teaching; Energy transformation.

Este artigo deriva de um trabalho completo apresentado no VIII Congresso Paranaense de Educação em Química e encontra-se em uma versão mais ampliada, revisada e detalhada.

¹ Graduação em Física com habilitação Licenciatura, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Realeza, PR, Brasil. victorgudoski@gmail.com.

² Doutorado em Ensino de Ciências, Universidade Estadual de Londrina (UEL). Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Realeza, PR, Brasil. viviane.arrigo@uffs.edu.br.

³ Doutorado em Ensino de Ciências, Universidade Estadual de Londrina (UEL). Universidade Federal Fluminense (UFF), Volta Redonda, RJ, Brasil. natanyassai@id.uff.br.

1 Introdução

A maneira como o Ensino de Física vem ocorrendo nas escolas tem sido alvo de discussão e preocupação dos profissionais da área de Ensino de Ciências. Moreira (2021) aponta que, em geral, os professores iniciam o ensino de Física com situações que não fazem sentido para os alunos e, muitas vezes, em níveis de abstração e complexidade acima de suas capacidades cognitivas. Esse é um dos motivos que leva os alunos a não gostarem da disciplina e conseqüentemente terem um péssimo desempenho nas atividades propostas. Outro ponto destacado por Moreira (2021) é o senso comum de que as Ciências Exatas, como a Física, se restringem a cálculos e fórmulas num viés tecnicista, menosprezando qualquer atribuição de significados. Longe disso, tais componentes curriculares dependem de modelos e teorias científicas para serem compreendidos.

Conforme explicitado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC, ano) a disciplina de Física contempla a área de Ciências da Natureza (CNT), juntamente com a Química e a Biologia. Preconiza-se em tal documento que os conteúdos trabalhados nessas disciplinas contribuam para uma formação ampla dos estudantes, o que exige a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que os prepare para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. Tais discussões aparecem mais detalhadas na competência específica 3 da referida área:

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (Brasil, 2018, p. 558).

Verifica-se a proposição de um ensino contextualizado e problematizado, que permita aos alunos explorar as tecnologias digitais de informação e comunicação na compreensão e aplicação de conceitos científicos para a resolução de situações problema. Na pesquisa realizada por Silva, Souza e Lopes (2023) com professores que lecionam Física, foi relatado que o principal problema do ensino desta disciplina no Brasil tem relação com a forma como ela é lecionada, tanto no que diz respeito a falta de contexto quanto a utilização de metodologias consideradas não adequadas.

Segundo Barbosa e Borges (2006), dentre os conceitos científicos considerados necessários à formação básica dos estudantes, o de energia é considerado um dos mais difíceis de ser ensinado e aprendido. Isso se deve a algumas razões, como:

[...] é usado em diferentes disciplinas escolares que enfatizam os seus diferentes aspectos; no ensino fundamental é estudado muito superficialmente, resultando apenas na aprendizagem dos nomes de algumas manifestações de energia, nem todas elas consensuais; a noção de energia é também amplamente utilizada na linguagem cotidiana, confundindo-se com outras ideias, como as de força, movimento e potência; e a aprendizagem do significado de energia em Física requer um alto grau de abstração, além de conhecimentos específicos de suas várias áreas, como mecânica, eletricidade, termodinâmica (Barbosa; Borges, 2006, p. 184-185).

A dificuldade de abstração do conceito de energia e a noção de “senso comum” advindo de situações e experiências cotidianas podem configurar barreiras epistemológicas para os estudantes. Neste caso, verifica-se que há a necessidade de buscar outras formas de ensinar e aprender esse conceito, de modo a torná-lo compreensível aos estudantes. Uma alternativa pertinente na sociedade tecnológica que vivemos, é utilizar as tecnologias digitais como potenciais recursos didáticos de apoio ao professor. Neste viés, Moreira (2021) discute que utilizar laboratórios virtuais, computadores e celulares fazem parte do entorno dos alunos, logo, os laboratórios virtuais podem ser usados em simulações, modelos computacionais e experimentos virtuais, ao passo que a experimentação deve fazer parte do ensino de Física.

Segundo Silva e Kalhil (2018, p. 87-88)

[...] a integração das tecnologias digitais pode promover mudanças no que se refere aos processos de ensino e de aprendizagem, uma vez que os recursos digitais aliados às novas metodologias educacionais possibilitam ao docente um retorno mais efetivo do desenvolvimento dos seus alunos e, nesse sentido entendemos que as contribuições das tecnologias digitais para a construção do conhecimento científico pode ser a de proporcionar a reflexão do processo científico a ser desenvolvido por meio de visualizações prévias dos conteúdos a serem estudados; pode auxiliar nas intervenções pedagógicas, proporcionando interações mais significativas para os alunos por meio das diversas ferramentas tecnológicas aliadas a metodologias diferenciadas; pode motivar os alunos na realização das pesquisas, uma vez que segundo Prensky (2001) o discente estará em um ambiente que lhe é confortável.

Portanto, essa investigação busca responder ao questionamento: como explorar o uso de tecnologias digitais, ou mais especificamente, os simuladores, para abordar os conceitos de energia cinética e energia potencial com estudantes da educação básica? Para tal estabelecemos como objetivo “explorar os conceitos de energia cinética e energia potencial com estudantes de um curso técnico em Informática a partir do uso de

simuladores online, bem como avaliar as potencialidades de tais recursos para a aprendizagem”.

2 Simuladores no Ensino de Física

Conforme apontam alguns pesquisadores (Angotti, 2015; Leite, 2015) as TDIC são fortes aliadas do professor, podendo complementar sua prática quando são utilizadas como ferramentas para mediar o processo de ensino e aprendizagem. Por isso, vêm ganhando cada vez mais espaço no contexto educacional justamente por possibilitar a aprendizagem científica de forma dinâmica e diversificada, mantendo a interação social e a negociação de significados. Partindo desse pressuposto, Leite (2015) atribui ao contexto tecnológico, a terminologia “recursos didáticos digitais” - RDD para designar os objetos de aprendizagem produzidos com o uso das tecnologias digitais, que auxiliam no processo de ensino e aprendizagem, em alusão à definição de recurso didático de aprendizagem.

Angotti (2015) relata a importância de disponibilizar recursos educacionais abertos, argumentando que softwares livres “possibilitam à sociedade o acesso à informação, comprometida com a busca e o alcance do conhecimento/esclarecimento, o desenvolvimento científico-tecnológico e a qualidade de vida” (Angotti, 2015, p. 23). Em especial, os simuladores são recursos didáticos digitais que auxiliam a abordagem de conteúdos de diversas disciplinas que requerem o uso de modelos representacionais, como é o caso da Física.

A partir de uma revisão integrativa da literatura sobre o uso de simuladores no Ensino de Física, foram identificados em pesquisas publicadas nas bases de dados Portal de Periódicos Capes, Eric e Scielo, dez tipos de simuladores: PhET, Lux Câmera, Stellarium, MATLAB, um simulador construído em Javascript/HTML, o Software Máxima, Geogebra, Oslo Edu, Mathematica® e ANSYS CFX (Leite, 2023).

As pesquisas analisadas evidenciam que as simulações têm sido empregadas com frequência em aulas de Física como um complemento na aprendizagem, auxiliando principalmente na compreensão de conceitos abstratos e mais complexos, como por exemplo, o de energia. Além disso, a autora destaca que a seleção de um simulador adequado depende de cada situação de ensino, das

características dos alunos e da disciplina, bem como a disponibilidade e acessibilidade dos recursos utilizados (Leite, 2023).

Os conceitos de Energia Potencial e Energia Cinética envolvem discussões sobre movimento, aceleração e transformação de energia, o que pelo uso de simuladores pode ficar mais claro e de fácil entendimento para os alunos. Portanto, neste estudo foram escolhidos dois simuladores para abordar tais conceitos, o Energia na pista de Skate (Energy Skate), disponível no PhET Interactive Simulations⁴ e o Energia em uma montanha russa (Energy in a Roller Coaster Ride), disponível no PBS LearningMedia⁵.

O PhET Interactive Simulations é um repositório que abriga vários simuladores cujo objetivo é complementar a prática do professor em diversas disciplinas, como: Física, Química, Matemática e Biologia. O PhET é uma iniciativa da Universidade do Colorado e suas simulações são ferramentas que permitem aos seus utilizadores estabelecer conexões interativas com as diversas áreas da Ciência. Sua interface pode ser acessada de forma gratuita pela internet ou por meio de download de seu pacote, que pode ser instalado em diferentes aparelhos 1. Na área de Física, no tópico trabalho, energia e potência estão disponíveis nove simuladores interativos, dentre os quais encontra-se o Energia na pista de Skate, conforme apresentado na Figura 1:

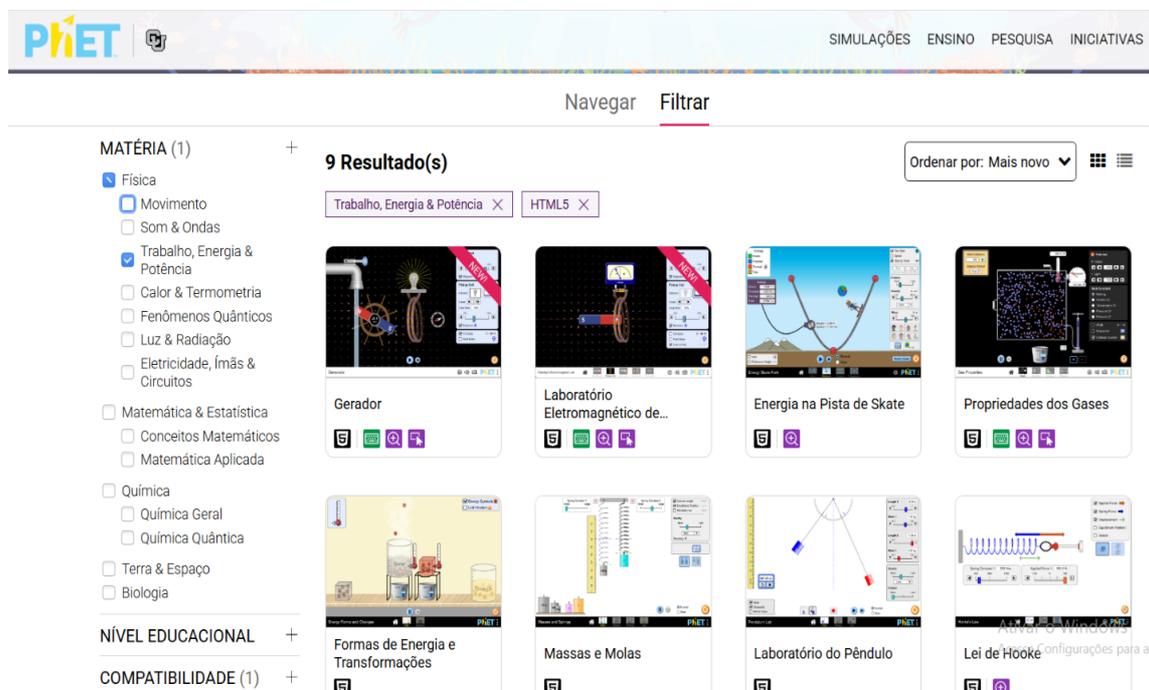


Figura 1: Interface dos simuladores de Física do PhET

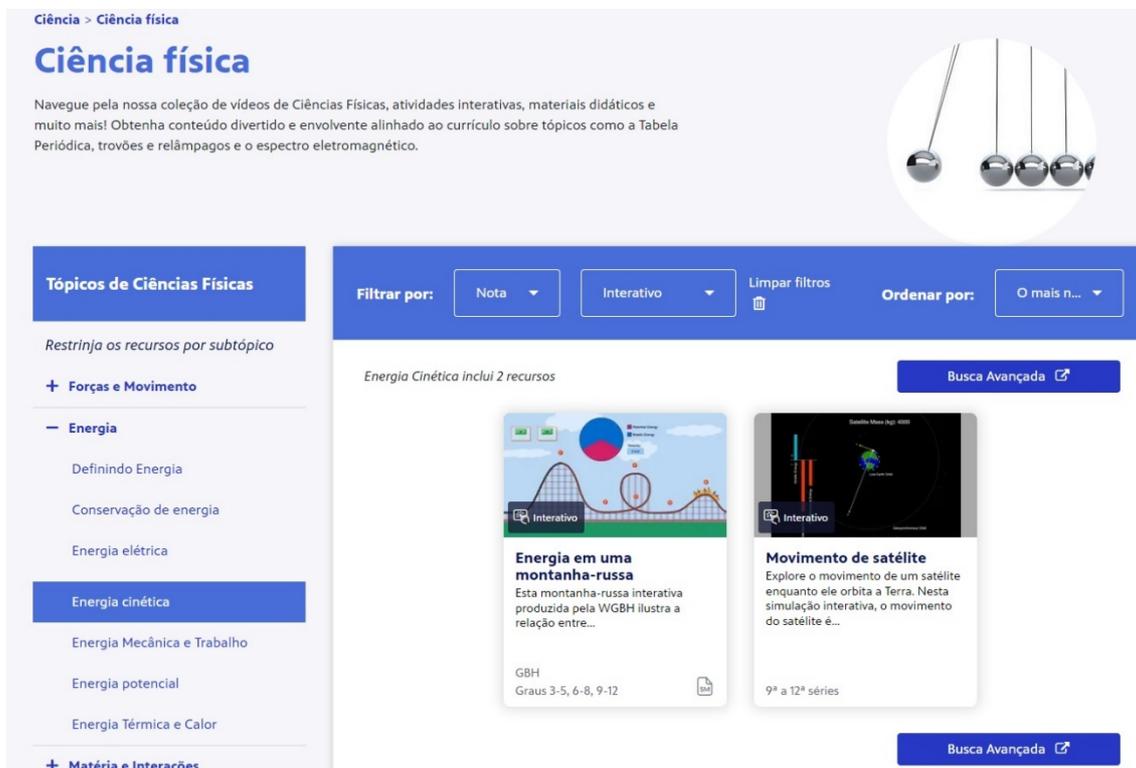
Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations

⁴ Para mais informações acessar: https://phet.colorado.edu/pt_BR/.

⁵ Para mais informações acessar: <https://pbslearningmedia.org>.

O recurso possibilita trabalhar o conceito de conservação de energia mecânica usando os conceitos de energia cinética, potencial gravitacional e térmica; descrever como a alteração da massa, fricção ou gravidade afeta a energia do skatista; prever a posição ou estimar a velocidade a partir da energia em gráficos de barras ou setorial; calcular a velocidade ou altura em uma posição a partir de informações sobre uma outra posição; descrever o que ocorre com a energia no sistema quando a altura de referência muda; projetar uma pista de skate usando os conceitos de energia mecânica e conservação de energia.

O PBS LearningMedia é um repositório de simuladores de diferentes áreas do conhecimento, como: Ciências, Estudos Sociais, Matemática, Inglês, entre outras. Além disso o repositório oferece simuladores para estudantes desde a pré-escola até o Ensino Médio. Os simuladores de Física estão disponíveis na área de Ciências, os quais envolvem os tópicos de força e movimento, energia, matéria e interações, física moderna, ondas e luz, etc. Estes tópicos estão divididos em subtópicos, dos quais fazem parte os conceitos de “energia cinética” e “energia potencial”. Em ambos os subtópicos e no filtro “interativo ou interactive”, está disponível o simulador Energy in a Roller Coaster Ride (Energia em uma montanha-russa), conforme apresentado na Figura 2.



The screenshot shows the PBS LearningMedia website interface for Physics simulations. At the top, there's a breadcrumb trail: "Ciência > Ciência física". Below it, the main heading is "Ciência física". A descriptive paragraph follows: "Navegue pela nossa coleção de vídeos de Ciências Físicas, atividades interativas, materiais didáticos e muito mais! Obtenha conteúdo divertido e envolvente alinhado ao currículo sobre tópicos como a Tabela Periódica, trovões e relâmpagos e o espectro eletromagnético." To the right of this text is a circular image of a Newton's cradle. Below the text is a blue navigation bar with "Tópicos de Ciências Físicas" and a sub-menu "Restrinja os recursos por subtópico". The sub-menu includes "Forças e Movimento" (expanded) and "Energia" (collapsed). Under "Energia", there are links for "Definindo Energia", "Conservação de energia", "Energia elétrica", "Energia cinética" (highlighted in blue), "Energia Mecânica e Trabalho", "Energia potencial", and "Energia Térmica e Calor". Below the sub-menu is "Matéria e Interações". To the right of the navigation bar is a search filter area with "Filtrar por:" (Nota, Interativo), "Limpar filtros", and "Ordenar por:" (O mais n...). Below this is a search bar with "Busca Avançada" and a magnifying glass icon. The main content area shows "Energia Cinética inclui 2 recursos". Two simulation cards are displayed: "Energia em uma montanha-russa" (GBH, Graus 3-5, 6-8, 9-12) and "Movimento de satélite" (9ª a 12ª séries). Both cards have an "Interativo" icon. At the bottom right, there is another "Busca Avançada" button.

Figura 2: Interface dos simuladores de Física do PBS LearningMedia

Fonte: <https://www.pbslearningmedia.org/subjects/science/physical-science/energy/kinetic-energy/>

O recurso simula um passeio de montanha-russa interativa e ilustra a relação entre energia potencial e energia cinética. Conforme os carrinhos da montanha-russa sobem e descem as colinas e contornam o circuito da pista, um gráfico de pizza representa como ocorre a transformação relativa entre energia potencial gravitacional e energia cinética

3 Procedimentos Metodológicos

O presente trabalho é fruto das atividades desenvolvidas por um licenciando em Física durante a disciplina de Estágio Supervisionado – etapa de estágio de regência – de um curso de Licenciatura em Física, de uma Universidade Federal localizada no estado do Paraná. Dentre as atividades desenvolvidas pelo licenciando, a elaboração e implementação de uma Sequência Didática⁶ (SD) com alunos de Ensino Médio e Técnico, compreende o contexto desta investigação.

A Sequência Didática foi elaborada mediante uma adaptação dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011). Tal abordagem consiste na organização do ensino em 3 etapas: Problematização Inicial (PI), Organização do Conhecimento (OC) e Aplicação do Conhecimento (AC). No primeiro momento são apresentadas questões ou situações reais que os alunos presenciam e que estão envolvidas no tema em questão. Os alunos são desafiados a expor o que pensam para que o professor guie a discussão e estes sintam a necessidade de aquisição de novos conhecimentos que ainda não detém.

No segundo momento é trabalhado o conteúdo necessário para que os alunos proponham uma solução para a problemática inicial. Nesse momento são desenvolvidas definições, conceitos e relações, a fim de instruir os alunos a perceberem a existência de outras visões e explicações para as situações e fenômenos problematizados. No terceiro momento é feita a retomada e discussão da problemática inicial com a finalidade de solucioná-la com base nos conceitos desenvolvidos na etapa anterior. Além disso, situações pertencentes a outros contextos podem ser exploradas, a fim de transcender o contexto inicialmente investigado (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011).

⁶ Definidas por Zabala (1998, p. 18) como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos, tanto pelos professores como pelos estudantes.

Assim, com o intuito de explorar o uso dos simuladores online para abordar os conteúdos de Trabalho e Energia, em específico os conceitos de Energia Cinética e Energia Potencial, elaborou-se a SD a partir de diferentes atividades que foram realizadas ao longo de 6 horas/aula. Sua implementação ocorreu na disciplina de Física I de um curso técnico em Informática de um dos Campus do Instituto Federal do Paraná (IFPR). O desenvolvimento das atividades e, conseqüentemente, o procedimento de coleta de dados foram realizados com uma turma do 1º ano do Ensino Médio Técnico, composta por 34 estudantes. Entretanto, o movimento analítico contempla as atividades dos 30 alunos que participaram de todas as aulas.

Apresentamos no Quadro 1 um resumo das atividades propostas na SD:

| Momento Pedagógico | Atividade | Objetivos | Tempo previsto |
|---|--|--|----------------|
| Problematização Inicial (PI) | <ul style="list-style-type: none"> - Retomada e fechamento do conteúdo de Trabalho. - Apresentação do tema Energia; - Debate sobre energia no dia a dia direcionado aos conceitos de Energia Potencial e Energia Cinética. - Apresentação e discussão de uma situação-problema sobre o movimento dos carrinhos da montanha russa, utilizando o simulador “Energy in a Roller Coaster Ride”, do repositório PBS Learning Media (AT1). | Introduzir o tema Energia e identificar as ideias prévias dos estudantes sobre o mesmo. | 100 min. |
| Organização do Conhecimento (OC) | <ul style="list-style-type: none"> - Discussão sobre os conceitos físicos relacionados a transformação de energia; - Aplicação de um trabalho direcionado para organizar os conceitos apresentados. | Discutir os conceitos de energia potencial e energia cinética e direcioná-los a situações do dia a dia | 100 min. |
| Aplicação do Conhecimento (OC) | <ul style="list-style-type: none"> - Realização de uma avaliação sobre os conceitos estudados utilizando o simulador “Energy-Skate”, do repositório PHET Interactive Simulations (AT2). | Avaliar as compreensões dos estudantes e as potencialidades do uso dos simuladores para a aprendizagem | 100 min. |

Quadro 1: Síntese das atividades desenvolvidas

Fonte: Os autores (2023).

Conforme o Quadro 1 a problematização inicial consistiu numa situação-problema sobre o movimento dos carrinhos em uma montanha russa, a qual deveria ser solucionada pelos alunos utilizando o simulador *Energy in a Roller Coaster Ride*, disponível no repositório PBS LearningMedia. O problema, denominado de AT1 (atividade 1) se

baseou na construção de gráficos do tipo pizza para analisar a transformação de energia em seis diferentes pontos de uma montanha russa. A construção dos gráficos é feita pelo próprio simulador, ou seja, conforme o carrinho vai se deslocando na montanha russa o simulador vai representando os gráficos. A transformação de energia envolvida na mudança de um ponto para o outro é representada pela mudança de coloração dos gráficos, sendo a cor rosa característica da energia potencial e a azul da energia cinética.

Na Figura 3 verifica-se a interface do simulador com o carrinho posicionado no ponto 1 e o gráfico representado com a coloração rosa:

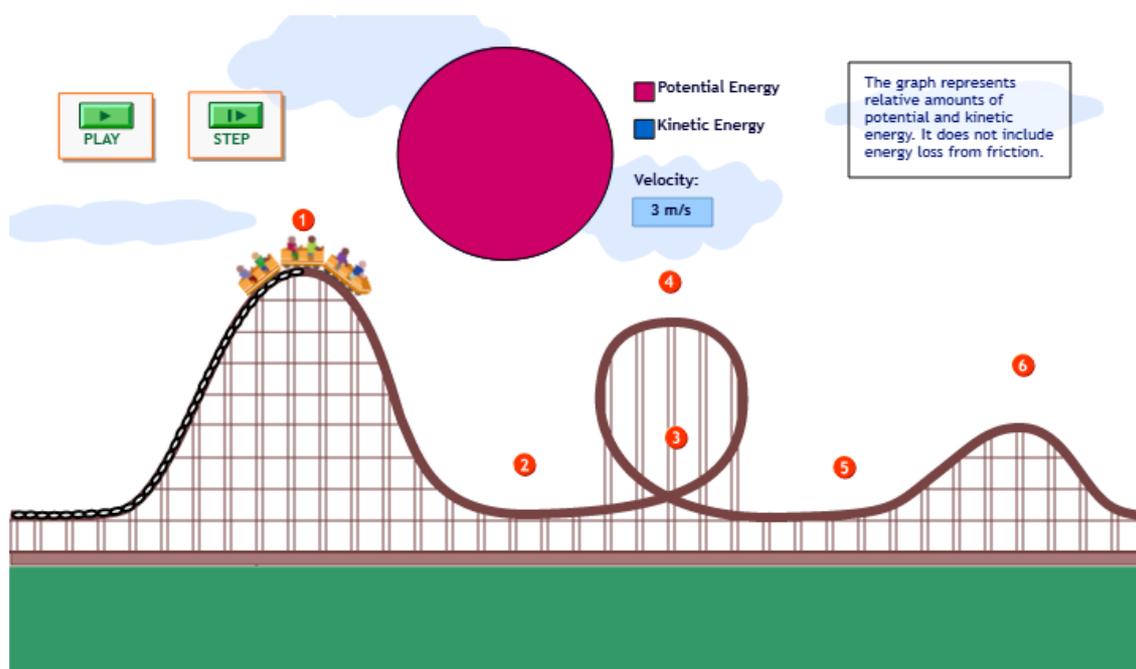


Figura 3: Interface do simulador “Energy in a Roller Coaster Ride”
Fonte: [Energy in a Roller Coaster Ride | PBS LearningMedia](#)

O simulador foi apresentado para os alunos e o estagiário explicou como a tarefa deveria ser realizada. A partir dos pontos representados na montanha russa (1 a 6) os alunos deveriam desenhar seis gráficos de pizza e representar a transformação de energia envolvida na passagem do carrinho de um ponto para o outro. Em seguida, os alunos interagiram como o simulador e puderam comparar seus gráficos com os construídos pela ferramenta. Os gráficos construídos pelos alunos foram recolhidos para serem analisados e possibilitaram a identificação das suas interpretações iniciais sobre transformação de energia.

Na organização do conhecimento, por meio de uma aula expositiva, foram discutidos os conceitos físicos relacionados a transformação de energia. Vale ressaltar que os outros conceitos envolvidos no conteúdo, como “energia mecânica” e o “princípio

de conservação de energia” haviam sido trabalhados pelo professor supervisor antes da SD ser iniciada.

Por fim, na aplicação do conhecimento foi proposta a AT2 (atividade 2), que também propunha a construção de gráficos do tipo pizza com base na transformação de energia ocorrida em quatro pontos distintos de uma pista de skate. Neste caso, a construção dos gráficos também é feita pelo próprio simulador, ou seja, conforme o skatista vai se deslocando na pista o simulador vai representando os gráficos. Para isso, os estudantes deveriam usar o simulador *Energy-Skate* do repositório PHET Interactive Simulations. A interface do simulador pode ser vista na Figura 4:

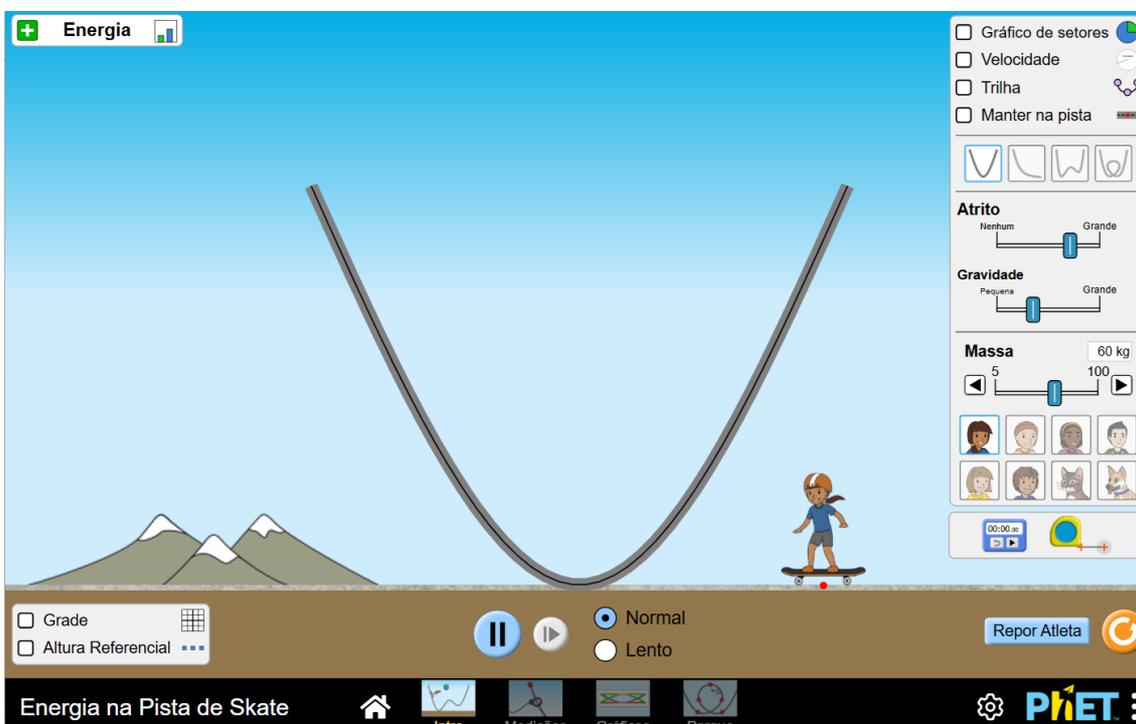


Figura 4: Interface do simulador “Energy-Skate”

Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park/latest/energy-skate-park_all.html?locale=pt_BR

O simulador foi apresentado para os alunos e o estagiário explicou como a tarefa deveria ser realizada. A partir de diferentes pontos representados na pista de skate (1 a 4) os alunos deveriam desenhar quatro gráficos de pizza e representar a transformação de energia envolvida na passagem do skatista de um ponto para o outro. Em seguida, os alunos interagiram com o simulador e puderam comparar seus gráficos com os construídos pela ferramenta. Os gráficos construídos foram recolhidos para serem analisados e possibilitaram novamente a identificação das interpretações dos alunos sobre transformação de energia.

Para análise das respostas dos estudantes às atividades AT1 e AT2 tomamos como base os pressupostos da Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2016), que se subdivide em três etapas: 1) pré-análise, 2) exploração do material e 3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação. A pré-análise consiste na organização dos materiais para delimitar o corpus de análise. A autora explica que o *corpus* é o conjunto de documentos a serem analisados. Uma vez que nesta investigação buscamos avaliar as potencialidades dos simuladores para a aprendizagem, delimitamos como *corpus* as respostas das atividades em que os simuladores foram empregados, a AT1 e AT2.

Na segunda etapa, a exploração do material, ocorre a codificação e decomposição do material de análise. Nesta etapa, os alunos foram codificados A1, A2, ..., A30 e em seguida as respostas por eles fornecidas para cada atividade foram lidas exaustivamente. Esse processo permitiu o agrupamento das respostas em função de características comuns acerca das compreensões dos alunos dos conceitos de energia potencial e energia cinética.

As categorias, portanto, foram definidas no decorrer da análise, e portanto, definidas *a posteriori*. Logo, houve a emergência de três categorias identificadas como C1, C2 e C3. A codificação foi realizada respeitando o número da categoria e a atividade a qual se refere. Por exemplo, a C1(AT1) refere-se à categoria 1 da Atividade 1, já a C2(AT2) refere-se à categoria 2 da Atividade 2. Para aquelas que deram origem a subcategorias foi utilizado um numeral, como a C2.1(AT1), que se refere à subcategoria 1 da segunda categoria pertencente a Atividade 1.

Por fim, no tratamento dos resultados são feitas as interpretações inferenciais. Bardin (2016) define essa etapa como o momento da intuição e da análise reflexiva e crítica. Os detalhes das inferências construídas acerca das compreensões dos alunos em torno dos conceitos abordados estão na seção seguinte.

4 Resultados e discussão

Para as respostas da AT1 analisamos as interpretações dos alunos acerca das transformações de energia ocorridas (representadas por cada ponto em destaque) ao longo da montanha russa, por meio da construção de gráficos do tipo pizza. Na Figura 5 podemos verificar os pontos em destaque na montanha russa e os gráficos que representam as respectivas transformações de energia.

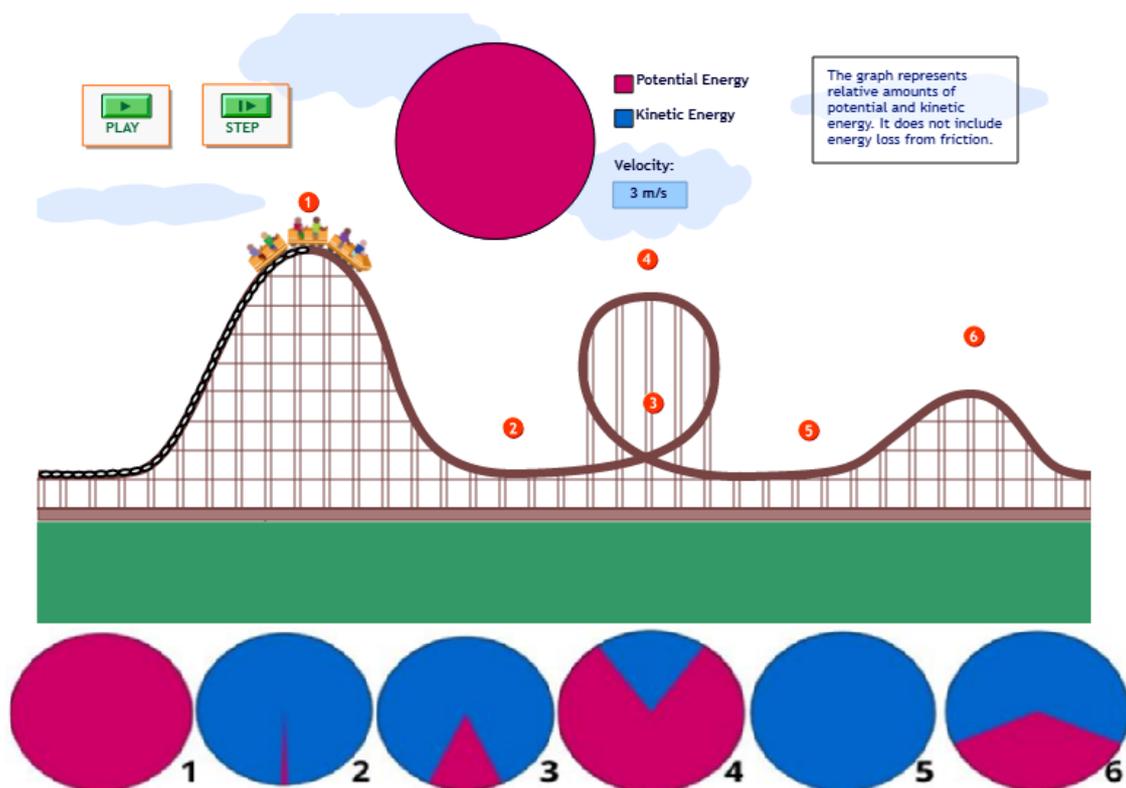


Figura 5: Gráficos das transformações de energia ocorridas ao longo da montanha russa
Fonte: Autores (2023).

A cor rosa representa a energia potencial e a cor azul representa a energia cinética em azul. Os pontos 1 representa o ponto mais alto; o ponto 2 representa o 2º ponto mais baixo; o ponto 3 representa o ponto de transição; o ponto 4 representa o ponto de *looping*; o ponto 5 representa o ponto mais baixo; já o ponto 6 é o ponto intermediário. Do ponto 1 para o 2 ocorre transformação de energia potencial em energia cinética ($U \rightarrow K$); de 2 para 3 ocorre transformação de energia cinética em potencial ($K \rightarrow U$); de 3 para 4 ocorre uma maior transformação de energia cinética em potencial ($K \rightarrow U$); de 4 para 5 ocorre uma transformação total de energia potencial em cinética ($U \rightarrow K$); e, de 5 para 6 ocorre transformação de energia cinética em potencial ($K \rightarrow U$). Logo, o gráfico 1 representa a energia potencial total (rosa) e o 5 a energia cinética total (azul), já os gráficos 2, 3, 4 e 6 representam as transformações de energia ocorridas ao longo da montanha russa, como podemos observar na Figura 5.

A seguir apresentamos a análise dos gráficos construídos pelos estudantes:

| Categorias | Subcategorias | Alunos | Nº de respostas |
|--|--|--|-----------------|
| C1(AT1) – Interpretam corretamente as transformações de energia que ocorrem em cada ponto da montanha russa | | A6, A9, A10, A11, A14, A15, A16, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A26 | 14 |
| C2(AT1) – Não interpretam corretamente as transformações de energia que ocorrem em cada ponto da montanha russa. | C2.1(AT1) – Erro conceitual no ponto 5 ou no ponto 2 | A1, A2, A7, A8, A17, A25, A27, A28, A30 | 09 |
| | C2.2(AT1) – Erro conceitual no ponto 5 e no ponto 2 | A3, A4, A5, A13, A18, A29 | 06 |
| C3(AT1) – Respostas Incorretas | | A12 | 01 |

Quadro 2: Categorização das respostas dos estudantes para a AT1
Fonte: Os autores (2023).

Ao analisar o quadro 1 da AT1 podemos perceber o percentual de acertos dos alunos foi de 46,6% de acertos. Os erros explicitados em C2.1 e C2.2 podem ser explicados como uma dificuldade em perceber uma transformação total de energia cinética em energia potencial, pois pode-se notar na figura 3 que os resultados esperados eram de pontos no mesmo nível de altitude do carrinho na montanha russa, ou seja, no ponto em que teria a mesma quantidade de energia nos dois pontos.

De forma semelhante, no trabalho de Rodrigues et al., (2018) ao investigarem os conhecimentos prévios de alunos do Ensino Médio sobre transformação de energia, verificaram que apenas 10% dos alunos conseguiram compreender o conceito de energia potencial e sua relação a definição de trabalho. Tais resultados corroboram com a afirmação de Barbosa e Borges (2006) que dentre os conceitos científicos considerados necessários à formação básica dos estudantes, o de energia é considerado um dos mais difíceis de ser ensinado e aprendido.

Para as respostas da AT2 analisamos as interpretações dos alunos acerca das transformações de energia ocorridas (representadas por quatro pontos distintos de uma pista de skate), por meio da construção de gráficos do tipo pizza. Na Figura 6 podemos observar os pontos em destaque na pista de skate e os gráficos que representam as respectivas transformações de energia.

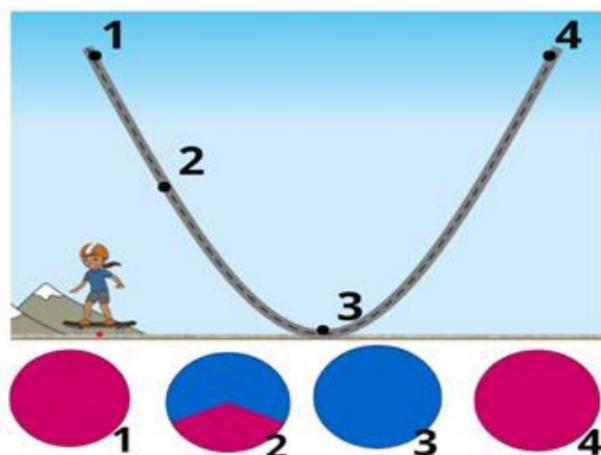


Figura 6: Gráficos das transformações de energia ocorridas ao longo da pista de skate
Fonte: Autores (2023).

A cor rosa representa a energia potencial e a cor azul representa a energia cinética. O ponto 1 representa o ponto mais alto; o ponto 2 representa o ponto intermediário; o ponto 3 representa o ponto mais baixo; já o ponto 4 representa o 2º ponto mais alto. Do ponto 1 para o 2 ocorre transformação de energia potencial em energia cinética ($U \rightarrow K$); de 2 para 3 ocorre transformação total de energia potencial em cinética ($U \rightarrow K$); de 3 para 4 ocorre uma maior transformação de energia cinética em potencial ($K \rightarrow U$). Logo, o gráfico 1 e 4 representa a energia potencial total (rosa) e o 3 a energia cinética total (azul). Já o gráfico 2 representa a transformação de energia potencial para energia cinética.

A seguir apresentamos a análise dos gráficos construídos pelos estudantes.

| Categorias | Subcategorias | Alunos | Nº de respostas |
|---|--|--|-----------------|
| C1(AT2) – Interpretam corretamente as transformações de energia que ocorrem em cada ponto da pista de skate | | A2, A3, A4, A5, A6 A7, A8, A9, A10, A12 A13, A15, A16, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A28, A30 | 22 |
| C2(AT2) – Não interpretam corretamente as transformações de energia que ocorrem em cada ponto da pista de skate | C2.1(AT2) – Gráficos incorretos, porém com explicações plausíveis com as próprias palavras | A1, A25 | 02 |
| | C2.2(AT2) – Erro conceitual no ponto 4 | A26, A29 | 02 |
| C3(AT2) – Sem resposta | | A11, A14, A17, A27 | 04 |

Quadro 3: Categorização das respostas dos estudantes para a AT2
Fonte: Os autores (2023).

Na AT2 percebe-se um aumento no nível de respostas corretas partindo para 73,3% de acertos, o que pode ser explicado pela compreensão dos conceitos estudados ao longo da sequência didática, visto que os alunos já tinham um maior contato com o conteúdo. Contudo, dois alunos ainda não conseguiram reconhecer a transformação total de energia cinética em energia potencial, caracterizando erro conceitual no ponto 4, como explicitado pela C2.2. Além disso tivemos 4 alunos que não responderam à questão.

Ao compararmos o desempenho dos alunos na resolução do problema inicial (referente ao movimento do carrinho na montanha russa) e na resolução da atividade final (referente ao movimento do skate na pista), verificamos que houve um aumento no percentual de interpretações corretas das transformações de energia que ocorrem em cada ponto da montanha russa (46,6%) e da pista de skate (73,3%). Trata-se de um resultado satisfatório que nos leva a inferir que a adaptação dos 3MP foi importante para as interpretações dos alunos, pois foi com base na referida abordagem que optamos por iniciar e finalizar o conteúdo com base em contextos reais, a montanha russa e a pista de skate. Isso também nos leva a inferir sobre as contribuições dos simuladores para o ensino e a aprendizagem, pois permite simular situações reais e relacioná-las com conteúdos científicos.

Já com relação ao uso dos simuladores, Silva, Souza e Lopes (2023) discutem que o uso de tais ferramentas é uma alternativa atrativa e importante para auxiliar no ensino de disciplinas de alto nível cognitivo e carregadas de conceitos abstratos, como a Física. No entanto, os autores discutem que isso é um desafio para os professores, pois requerem condições que nem sempre estão presentes, como os recursos tecnológicos (computador e internet) e uma formação docente adequada para empregar tais ferramentas em suas aulas.

Durante o estágio e a partir da utilização dos simuladores para abordar os conceitos de Energia Cinética e Energia Potencial, foi perceptível que além de boa aceitação por parte dos alunos, o desempenho dos mesmos foi satisfatório, dado que a maioria deles conseguiu fazer interpretações corretas das transformações de energia ocorridas na pista de skate e na montanha russa. Apesar de apresentar alguns erros pontuais, os alunos puderam perceber o movimento que ocorre em ambos os contextos e a energia envolvida em cada transformação. Isso só foi possível devido ao uso dos simuladores.

Vale destacar que o contexto no qual realizamos as intervenções contribuiu para a obtenção de resultados satisfatórios. Uma vez que os alunos que participaram da pesquisa pertencem ao curso técnico em informática, é evidente a aproximação e afinidade dos mesmos com as tecnologias. Isso permitiu explorar os simuladores com tranquilidade e facilidade, pois trata-se de algo presente no dia a dia escolar dos alunos e por isso, facilita o trabalho dos professores que lecionam para tais cursos que optam por empregar as TDIC em suas aulas.

5 Considerações finais

Diante do objetivo proposto nesta pesquisa, explorar os conceitos de energia cinética e energia potencial com estudantes de um curso técnico em Informática a partir do uso de simuladores online e avaliar as potencialidades de tais recursos digitais, foi possível constatar algumas limitações e potencialidades do uso de tais ferramentas.

No que diz respeito ao desempenho dos alunos na resolução do problema inicial (referente ao movimento do carrinho na montanha russa) e na resolução da atividade final (referente ao movimento do skate na pista), verificamos que houve um aumento no percentual de interpretações corretas das transformações de energia que ocorrem em cada ponto da montanha russa (46,6%) e da pista de skate (73,3%).

Diante desses resultados, destacamos alguns aspectos do trabalho com simuladores em aulas de Física. O primeiro aspecto é a contribuição para a discussão de conceitos abstratos que envolvem movimento e transformação de energia, como os conceitos de energia cinética e energia potencial. O segundo aspecto refere-se a integração dos simuladores a contextos reais da vida dos alunos podem favorecer a aprendizagem. Com relação a infraestrutura da escola/instituição de ensino, entendemos ser um ponto crucial para a realização de atividades que envolvem o uso de simuladores, pois, ao mesmo tempo que pode contribuir com o aprendizado pode também ser uma limitação.

Compreende-se que o professor possui múltiplas possibilidades de utilizá-lo mediante as dificuldades estruturais, as quais sugerimos algumas, a título de exemplo: i) na presença de apenas um computador/internet - projetar o simulador e utilizá-lo de forma coletiva; ii) na presença de computadores/internet - os estudantes executarem o simulador individualmente em sala de aula; ou iii) impossibilidade de acesso a internet na aula - disponibilizar a tarefa/atividade para ser realizada posteriormente em outros espaços que

disponham da estrutura. Destacamos também a formação dos professores para o trabalho com simuladores, o que requer um envolvimento com as tecnologias digitais e o conhecimento dos recursos disponíveis. Isso indica a necessidade de oportunizar aos professores tanto em formação inicial, quanto em exercício, espaços formativos com o intuito de discutir e trabalhar com as tecnologias digitais.

Por fim, demarcamos a importância em apontar esses aspectos como necessários para buscar uma ampliação na utilização das TDIC para o ensino de Física e consequentemente, a inserção de uma cultura digital nas escolas.

Referências

ANGOTTI, J. A. P. **Ensino de Física com TDIC**. 1 ed. Florianópolis: UFSC/ EAD/CFM/CED, 2015. 125 p.

BARBOSA, J. P. V.; BORGES, A. T. O entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 182–217, 2006.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 4 ed. São Paulo: Edições 70, 2016. 279 p.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Ensino Médio. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em 10 nov. 2023.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências**: fundamentos e métodos. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011. 364 p.

LEITE, B. S. **Tecnologias no Ensino de Química**: teoria e prática na formação docente. 1 ed. Curitiba: Editora Appris, 2015. 365 p.

LEITE, G. C. C. Ensino de Física: uma revisão integrativa sobre o uso de simulações como ferramenta pedagógica. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, São Paulo, v. 4, n. 7, p. 69-87, 2023.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 43, suppl. 1, p. 01-08, 2021. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsCRNFCxFhqLy/>. Acesso em 10 nov. 2023.

RODRIGUES, J. J. V.; QUARTIERI, M. T.; MARCHI, M; I.; DEL PINO, J. C. Simulações computacionais e mapas conceituais no auxílio à aprendizagem significativa do conceito de energia. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 13, n. 5, p. 535-554, 2018.

SILVA, A. G.; SOUZA, G. F.; LOPES, J. S. B. Ensino de física com uso de simuladores virtuais: potencial de utilização em sala de aula. **HOLOS**, [S. l.], v. 1, n. 39, p. 01-12, 2023. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/14365>. Acesso em 10 nov. 2023.

SILVA, W. A.; KALHIL, J. B. Tecnologias digitais no ensino de ciências: reflexões e possibilidades na construção do conhecimento científico. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 77–91, 2018. DOI: <https://doi.org/10.33238/ReBECeM.2018.v.2.n.1.19155>. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/rebecem/article/view/19155>. Acesso em: 01 jul. 2024.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. 224 p.

Recebido em: 04 de julho de 2024

Aceito em: 20 de janeiro de 2025