



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS ANGICAL
CURSO LICENCIATURA EM FÍSICA**

ÉRICA PEREIRA DE ARAUJO

**LABORATÓRIO PhET: UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÃO EXPERIMENTAL EM
CIRCUITOS ELÉTRICOS**

ANGICAL DO PIAUÍ- PI

2023

ÉRICA PEREIRA DE ARAUJO

LABORATÓRIO PhET: UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÃO EXPERIMENTAL EM
CIRCUITOS ELÉTRICOS

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Física do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Piauí, Campus Angical.

Orientador: Prof. Dr. Herbert da Silva Sousa.

ANGICAL DO PIAUÍ- PI

2023

LABORATÓRIO PhET: UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÃO EXPERIMENTAL EM CIRCUITOS ELÉTRICOS

Érica Pereira de Araujo¹
Herbert da Silva Sousa²

RESUMO

O Ensino de Física necessita constantemente de abordagens metodológicas que promovam a aprendizagem significativa dos alunos, um desafio enfrentado pelos professores de física é a falta de êxito dos alunos na disciplina, devido o envolvimento dela com a Matemática, além da Matemática, a falta de realização de experimentos corrobora para a dificuldade de entender os conceitos. Este estudo tem por objetivo analisar as simulações experimentais no laboratório virtual, observando como essa tecnologia pode auxiliar na criação de metodologias de ensino visando melhorar a assimilação dos conceitos de física por parte dos discentes da terceira série do Ensino Médio da Unidade Escolar Deputado Alberto de Moura Monteiro, localizada no município de Santo Antônio dos Milagres- PI. A partir da pesquisa aplicada com abordagem quantitativa, foi feita a coleta de dados, a aplicação da pesquisa ocorreu mediante duas etapas, a primeira foi aplicação do questionário sem a utilização do laboratório PhET, enquanto a segunda foi a aplicação do mesmo questionário, porém com utilização do PhET. Por conseguinte, foi possível observar que as simulações experimentais no laboratório virtual colaboram para a assimilação de conceitos a respeito de circuitos elétricos, nesse sentido os alunos desenvolveram a habilidade de relacionar os conceitos vistos com o cotidiano, entretanto pôde-se concluir que a aplicação dessa metodologia deve ser integrada às aulas de física de forma a abranger as dificuldades de todos alunos e isso, inclusive, pode ser feito através de etapas, nas quais serão considerados os ritmos de aprendizagem de cada aluno.

Palavras-chave: laboratório PhET; circuitos elétricos; aprendizagem.

ABSTRACT

Physics Teaching constantly needs methodological approaches that promote meaningful student learning, a challenge faced by Physics teachers is the lack of success of students in the discipline, due to their involvement with Mathematics, in addition to Mathematics, the lack of achievement of experiments corroborates the difficulty of understanding the concepts. This study aims to analyze the experimental simulations in the virtual laboratory, observing how this technology can help in the creation of teaching methodologies aimed at improving the assimilation of Physics concepts by the students of the third year of High School at the School Unit Deputado Alberto de Moura Monteiro, located in the municipality of Santo Antônio dos Milagres-PI. Data were collected from applied research with a quantitative approach, the research was carried out in two stages, the first was the application of the questionnaire without using the PhET laboratory, while the second was the application of the same questionnaire, but using PhET. Therefore, it was possible to observe that the experimental simulations in the virtual laboratory collaborate for the assimilation of concepts regarding electric circuits, in this sense the students developed the ability to relate the concepts seen with the daily life, however it could be concluded that the application of this The methodology must be integrated into Physics classes in order to cover the difficulties of all students and this can even be done through stages, in which the learning rhythms of each student will be considered.

Keywords: PhET lab; electric circuits; learning.

Data de aprovação: 27/ 09/ 2023 (data de apresentação do TCC)

¹ Graduanda do curso de Física. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. caang.201811fa09@aluno.ifpi.edu.br.

² Professor do curso de Física. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. herbert.sousa@ifpi.edu.br.

1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências desde muito tempo vem se aprofundando na questão da transmissão, assimilação e reprodução de conteúdo e em alguns contextos desse ensino discute-se a temática acerca da experimentação. Giordan (1999) explica que a experimentação em ciências naturais teve grande destaque a partir do século XVII, devido à necessidade de verificar a consistência e formulação de hipóteses dentro de uma lógica sequencial.

O presente estudo investiga a influência do laboratório Physics Education Technology (PhET-https://phet.colorado.edu/pt_BR/) na aprendizagem dos alunos em Física, especificamente em temas envolvendo circuitos elétricos, na Unidade Escolar Deputado Alberto de Moura Monteiro, situada no município de Santo Antônio dos Milagres-PI.

Nesse contexto, esta pesquisa tem por objetivo geral analisar as simulações experimentais no laboratório virtual, observando como essa tecnologia pode auxiliar na criação de metodologias de ensino visando melhorar a assimilação dos conceitos de física por parte dos discentes.

Este estudo objetiva também transformar informações em conhecimentos vivenciados pelos alunos; avaliar as dificuldades encontradas pelos alunos em sala de aula e utilizar o laboratório em ambiente online, visando uma melhora na assimilação do conteúdo, por meio da aplicação dos kits de corrente contínua e corrente alternada.

Para alcançar os objetivos, optou-se pela modalidade de pesquisa aplicada com abordagem quantitativa. Os dados foram obtidos por meio de duas etapas, a primeira consistiu na aplicação de um questionário com perguntas objetivas sobre conceitos práticos de circuitos elétricos e a segunda ocorreu mediante a abordagem de uma aula para os alunos com o auxílio do laboratório virtual e na sequência a reaplicação do questionário.

2 EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Dentro dessa grande temática, Guimarães (2009) explica que o Ensino de Ciências tem o intuito de propiciar problematizações na aprendizagem, em prol de uma construção de conhecimentos por parte dos alunos com relação aos fenômenos naturais estudados em sala de aula, assim potencializando a capacidade de formulação de hipóteses, bem como o desenvolvimento de habilidades de observação e questionamentos, tornando-se sujeitos críticos e reflexivos.

O Ensino de Física requer práticas experimentais que os alunos podem reproduzir, seja em casa, seja na escola, dependendo da complexidade do fenômeno estudado. Um dos fatores associados à não realização de experimentos durante as aulas de física é a falta de materiais, principalmente em assuntos de difícil compreensão visual, como é o caso de circuitos elétricos, assim a simulação computacional torna-se uma alternativa.

Nesse sentido, com relação à terceira série do Ensino Médio, o assunto de circuitos elétricos é bastante complexo, tanto na teoria quanto na prática. Dessa forma, a metodologia PhET pode ter um papel muito importante na motivação dos alunos, assim como também fazer com que compreendam os detalhes dos circuitos, que geralmente não são explorados no decorrer das aulas de Eletrodinâmica. Acerca disso,

[...] o ensino experimental - deve ser usado não como um instrumento a mais de motivação para o aluno, mas sim como um instrumento que propicie a construção e aprendizagem de conceitos e modelos científicos. Para que isto ocorra, é necessário, porém, que haja uma interação didática/pedagógica entre a atividade experimental e o desenvolvimento destas concepções; todo experimento deve ser realizado a partir de uma base conceitual. O professor deve estar preparado para interligar o trabalho

prático à elaboração do conhecimento científico pelo aluno (BARBOSA et al., 1999, p. 106).

2.1 USO DO PHET NO ENSINO DE FÍSICA

A tecnologia proporcionou a ressignificação conceitual no Ensino de Física, no intuito de facilitar a adaptação dos conceitos na realidade dos alunos, e quando se trata de práticas experimentais, é possível destacar o uso de laboratórios virtuais. Isto permite uma abordagem de conteúdos nos quais a interpretação e assimilação são efetivadas com experimentos, como é o caso da Eletrodinâmica, que possui maior complexidade e que muitas vezes os professores exploram de forma incompleta. Ribeiro (2020) destaca a necessidade de a escola oferecer meios que contribuam para práticas relacionadas à inovação do ensino, e ressalta também a falta de condições de muitas escolas para esse fim.

O PhET é um laboratório de simulação computacional que permite acesso gratuito, específico para o campo da educação, onde é possível explorar conteúdos de física como: óptica geométrica, densidade, circuitos elétricos, colisões, gases, massas e molas, etc.

Estudos comprovam que a abordagem do PhET em física, quando adequada à prática das metodologias vigentes nas escolas, promove o aprimoramento do ensino aprendizagem. Fernandes et al. (2020) esclarecem que as simulações desse laboratório são de predominância interativa, assim como também são flexíveis, já que permitem alterações de parâmetros, ou seja, os alunos e professores podem realizar vários testes de valores durante a montagem de um circuito elétrico.

Trata-se de uma montagem em que o aluno pode fazer um experimento de circuito elétrico simples, utilizando os materiais essenciais para o funcionamento desse circuito como o fio condutor, bateria, lâmpada e o interruptor, bem como a adição de valores numéricos da tensão (U), corrente elétrica (I) e resistência elétrica (R). A partir disso, o aluno começa a entender a relação dessas grandezas com cada componente do circuito, e o mais importante desenvolve a habilidade de resolver os cálculos de forma dinâmica, problematizando a percepção diante dos valores de corrente, resistência e tensão.

A utilização dessa ferramenta enquanto metodologia, além de ser uma alternativa, proporciona a realização de experimentos com mais segurança quando se refere à montagem de circuitos elétricos, pois podem ser testados vários elementos durante esse processo, já que na realidade estaria suscetível a risco em caso do uso de elementos inadequados. Conforme Feitosa e Lavor (2020) o uso de simuladores não se limita a uma área específica, além disso apresenta as fases nas quais é possível errar, porém serve para evitar acidentes durante a aplicação dos métodos, principalmente quando são feitos por iniciantes.

Diante disso, os alunos podem ter a oportunidade de conhecer melhor a tecnologia para entender o que está no livro didático, como as ilustrações, procedimentos experimentais e sugestões complementares de experimentos no final de cada tópico estudado. Nessa linha de pensamento, a interação dos alunos em grupo, simultaneamente com a ferramenta, é essencial para que o laboratório PhET seja potencialmente eficiente na interpretação dos conceitos, em que o professor estimula a visão do cotidiano dentro da teoria explicada durante o processo de construção do conhecimento científico.

Pirez (2021) salienta o papel de agente mediador do professor e a necessidade de pensar em abordagens metodológicas que englobam outros recursos de hipermídia como sites interativos, livros digitais e aplicativos educacionais, para complementar o uso da simulação, consolidando assim o caráter investigativo e a autonomia dos estudantes.

Existem muitas técnicas de abordagem no ensino que passam de um método tradicional para um método socrático visando promover a melhor aprendizagem dos alunos. Segundo Oliveira et al. (2016) é um método que induz pensamentos, ações e reflexões, ou seja,

construção do conhecimento científico com base em atividades nas quais os alunos se tornam sujeitos ativos, e a interação entre professor e aluno se dá pelos questionamentos durante a realização de experimentos.

Piaget (2001) cita em seus feitos, tópicos como a assimilação e acomodação relacionados aos aspectos cognitivos-afetivos. A assimilação diz respeito ao processo pelo qual os elementos vivenciados pelos alunos no meio exterior se internalizam na estrutura cognitiva, enquanto a acomodação faz referência ao processo de mudanças nessa estrutura, ou seja, trazendo para o aspecto experimental com uso do laboratório PhET o aluno pode se acomodar diante de um experimento de alta complexidade por meio de esquemas de assimilação.

É importante frisar que existem dois tipos de aprendizagem: mecânica e significativa. Quando se refere ao Ensino de Física a aprendizagem dos alunos fica mais presa à primeira, pois como muitos professores inclinam-se ao método tradicional, o nível de dificuldade em fazer a associação dos conceitos com a realidade vivida é evidente. Nessa perspectiva, pode-se reforçar que

A maior vantagem do uso dos simuladores em sala é quebrar essa barreira de visualização e de aproximação, principalmente em aulas de Física já que a matéria é conceitualmente mais complicada de se entender somente lendo ou escutando alguém ler o conceito do conteúdo [...] (SILVA et al., 2022, p. 15).

Aguiar et al. (2020) discorrem sobre a importância de um ensino voltado para a explanação de conceitos por meio da tecnologia da informação, em que o professor parte do método exclusivamente tradicional para um método integrado, contribuindo para o desenvolvimento de atividades em que os alunos buscam o conhecimento de forma ativa.

No cotidiano, os fenômenos elétricos estão presentes em muitas atividades que realizamos, como por exemplo: utilizar aparelhos eletrodomésticos. Nesse contexto, a teoria e a prática ficam distanciadas quando se trata desse assunto de circuitos elétricos, o que mostra a necessidade de aplicar os conceitos físicos em conjunto com a contextualização e a realização de experimentos.

Na sala de aula o aluno estuda a teoria, resolve questões de cálculo, mas não se questiona sobre a aplicação daquele conteúdo nas atividades cotidianas, ou seja, utiliza um aparelho eletrodoméstico, mas não desperta a curiosidade em associar o que é visto na sala de aula com o cotidiano. Bulegon et al. (2013) ressaltam que os fatores que podem estar ligados a essa dificuldade é o apego do professor ao livro didático, bem como a falta de domínio do conteúdo em que muitas vezes não são realizadas as variações de atividades práticas diante da abordagem dos conceitos.

São coisas fundamentais no nosso dia a dia, e a compreensão desses fenômenos é de suma importância, por isso no Ensino Médio, quanto ao estudo de circuitos elétricos é preciso uma abordagem favorável à assimilação do conteúdo por parte dos alunos, pelo fato de se tratar de uma área da física bastante complexa, devido às especificações de cada circuito, ou seja, circuito elétrico simples, circuito elétrico em série, paralelo e misto, assim como também a diferença entre circuito de corrente contínua e corrente alternada. A montagem de circuitos no PhET permite a visualização de gráficos em ilustração dinâmica, facilitando assim a assimilação sobre o comportamento da corrente contínua e alternada.

2.2 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido por meio de uma pesquisa aplicada de abordagem quantitativa, entende-se que “a pesquisa aplicada pode ser definida como atividades em que conhecimentos previamente adquiridos são utilizados para coletar, selecionar e processar fatos

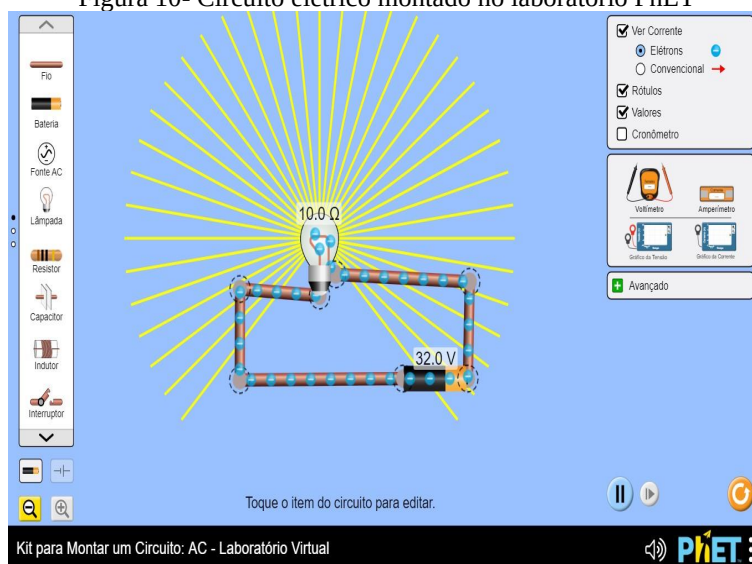
e dados, a fim de se obter e confirmar resultados, e gerar impacto” (FLEURY; WERLANG, 2016, p. 02).

A pesquisa teve como público-alvo os alunos da terceira série do Ensino Médio da Unidade Escolar Deputado Alberto de Moura Monteiro, uma escola estadual do Piauí localizada na cidade de Santo Antônio dos Milagres-PI, nesse caso, 22 alunos participaram da pesquisa.

Dessa forma, a coleta dos dados foi obtida através de duas etapas. A primeira etapa tratou da aplicação de um questionário abordando os conceitos práticos de circuitos elétricos, com nove perguntas objetivas, sem a utilização do laboratório PhET. Já a segunda etapa consistiu em uma aula onde foram aplicadas as montagens dos circuitos por meio dos kits de corrente contínua e corrente alternada.

Nesse sentido, as montagens foram realizadas em ambiente online. É importante frisar que o laboratório PhET corrobora para a aplicação de simulações em modo offline, o que pode facilitar mais ainda a interação em sala de aula, já que a escola apresentou instabilidade de internet.

Figura 10- Circuito elétrico montado no laboratório PhET



Fonte: elaborada pela autora (2022).

Concernente à aula, primeiramente foi acessado a parte do laboratório em que as simulações são referentes ao circuito elétrico de corrente contínua (CC), posteriormente foi acessado as simulações referentes ao circuito elétrico de corrente alternada (AC), finalizando com a apresentação do funcionamento de um capacitor, além disso as simulações foram realizadas por meio de um computador e um Datashow. Assim, a Figura 10 mostra a tela inicial para a realização das simulações experimentais das variadas configurações de um circuito elétrico, inclusive a imagem mostra a montagem de um circuito elétrico simples que serviu como ponto de partida para as demais simulações, ou seja, simulações mais complexas, como circuito em série e circuito em paralelo, o funcionamento de um circuito de corrente alternada com as representações dinâmicas dos gráficos.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos resultados obtidos no primeiro questionário pode-se inferir que os discentes da terceira série da escola possuem dificuldades em relacionar os conhecimentos de circuitos elétricos com o cotidiano. No que tange às explicações sobre circuitos elétricos, é necessário abordar aulas do simples ao mais complexo. Um exemplo disso foi a demonstração de um circuito elétrico simples e a função de cada componente.

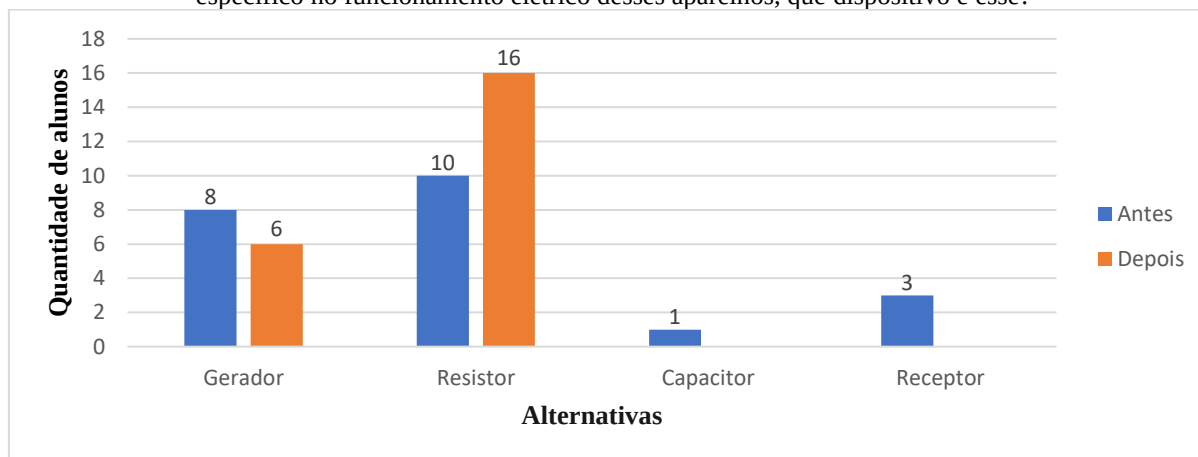
A partir disso, as respostas dos discentes ao primeiro questionário desencadearam um olhar crítico com relação à metodologia tradicional, cuja prática tem ênfase na exposição conceitual e matemática, sem prática experimental. Silva (2022) destaca que o ensino de circuitos elétricos, cujo foco se dá pela explicação por meio de narrativas e resolução de exercícios, deixa como segundo plano a contextualização entre prática e teoria, trazendo por consequência a desmotivação dos alunos.

Carneiro et al. (2022) apresentam a credibilidade de que trabalhos experimentais relacionados a aplicações tecnológicas possuem a potencialidade de contribuir para a exploração de conceitos de física. Esse pensamento se concretiza pelas respostas dos alunos ao questionário no segundo momento, pois a aplicação tecnológica apresentou um papel bastante motivador.

A organização avaliativa nas aulas de física requer a exploração de ideias em etapas de caráter diagnóstico, formativo e somativo. Logo, a parte formativa dos conceitos de circuitos elétricos depende acentuadamente de estratégias metodológicas que aproximam a teoria e a prática experimental, esses aspectos compreendem a visão de mundo dos alunos de forma crítica e reflexiva.

Como mostra o gráfico da Figura 1, uma das dificuldades dos alunos decorrentes dessa metodologia tradicional foi a interpretação da questão de cunho cotidiano sobre o dispositivo que tem por função a conversão de energia elétrica em energia térmica. Em uma visão geral, é possível compreender que no processo de ensino aprendizagem a obtenção do conhecimento por parte dos alunos necessita de etapas nas quais são enumeradas e avaliadas as dificuldades, pois pelo aspecto da heterogeneidade, existem alunos que assimilam o conteúdo, a partir de uma metodologia, mais rápido que outros.

Figura 1- Em atividades cotidianas necessitamos usar aparelhos como por exemplo: ferro de passar, churrasqueiras elétricas e aquecedores, desse modo trazendo para o contexto da física existe um dispositivo específico no funcionamento elétrico desses aparelhos, que dispositivo é esse?



Fonte: elaborado pela autora (2023).

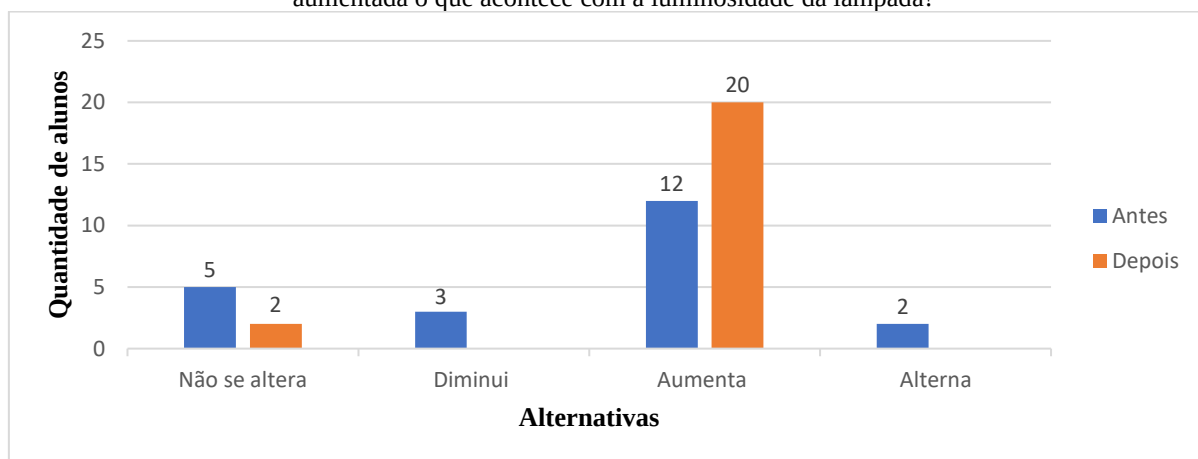
Medeiros e Medeiros (2002) destacam a recorrência dos livros didáticos de física em criar ilustrações estáticas que se aproximam da compreensão de ilustrações dinâmicas, como por exemplo a representação de situações iniciais de um fenômeno físico, através de uma série de gravuras em variados instantes de tempo. Todavia, mesmo com todos esses aparatos, algumas experiências comprovam que na maioria dos casos as ilustrações estáticas não contribuem eficientemente para aprendizado.

As ilustrações estáticas presentes nos livros didáticos de física colaboram para uma situação na qual o aluno não consegue problematizar a observação, por isso a importância do incremento de circuito elétrico em funcionamento com as combinações de movimento da corrente elétrica, valores da tensão e variação da luminosidade conforme a variação da tensão.

Como o conteúdo de circuitos elétricos requer o estudo do simples ao mais complexo, o questionário trouxe uma questão sobre a luminosidade de uma lâmpada e sua relação com a fonte de tensão, isso representando a parte simples do circuito.

Nesse sentido, o laboratório PhET influenciou a percepção dos alunos de forma positiva, como mostra o gráfico da Figura 2, pois em detrimento de representações estáticas promoveu representações dinâmicas e interativas, além disso, após a observação da simulação, os alunos desencadearam situações envolvendo o ambiente virtual com o ambiente de sala de aula, ou seja, o desenvolvimento do raciocínio com base na observação do comportamento do interruptor com a lâmpada da sala de aula.

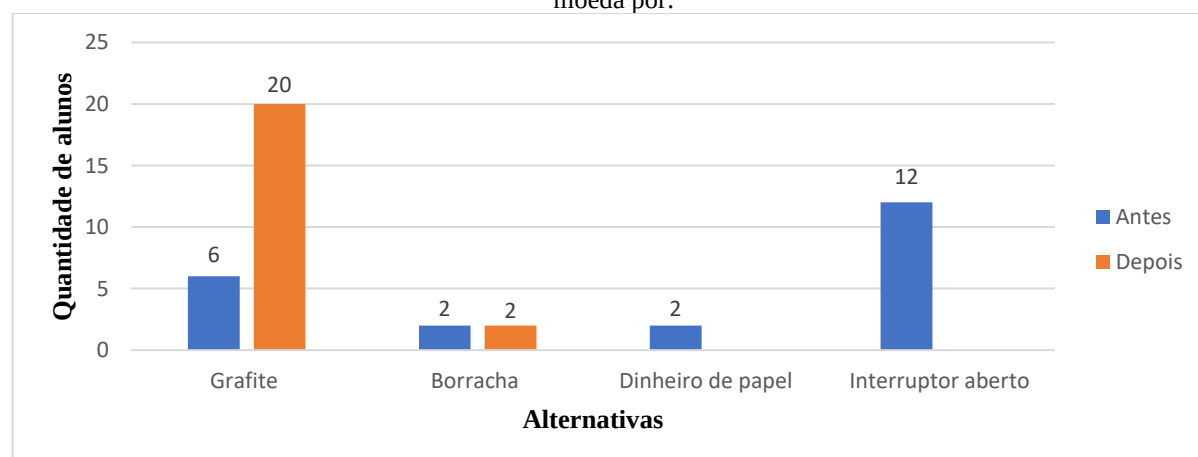
Figura 2- Para que uma lâmpada acenda se faz necessário uma fonte de tensão(U), quando essa fonte é aumentada o que acontece com a luminosidade da lâmpada?



Fonte: elaborado pela autora (2023).

A base para diferenciar conceitos de materiais isolantes e condutores é construída na parte de eletrostática, essa construção deve ser feita de modo que os alunos ao se depararem com eletrodinâmica se tornem capazes de distinguir o comportamento dos materiais isolantes e condutores no circuito. Evidentemente, quando os discentes não têm o alicerce das cargas em repouso, conseqüentemente possuem dificuldades em diferenciar os materiais que conduzem ou não eletricidade.

Figura 3- Em um circuito elétrico, o fluxo ordenado de cargas elétricas não é interrompido ao substituir uma moeda por:

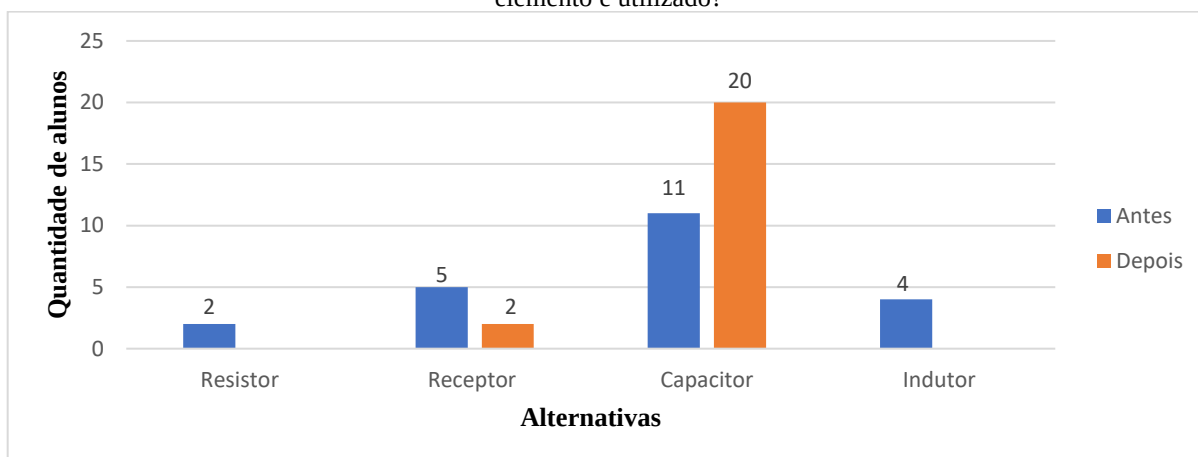


Fonte: elaborado pela autora (2023).

O laboratório PhET apresenta materiais que podem ser testados durante a montagem de circuitos elétricos, a fim de verificar a condutividade elétrica. De acordo com o gráfico da Figura 3, pode-se perceber que a dificuldade dos alunos ganha maior destaque em diferenciar os materiais isolantes e condutores, dessa forma, as propriedades sobre a condução de eletricidade necessitam de abordagens que possibilitem a visualização dinâmica.

À medida que os testes com grafite, borracha, dinheiro de papel e interruptor aberto foram realizados, a visão problematizadora dos alunos foi instigada, de maneira que conhecessem o potencial da condutividade elétrica do grafite. Entretanto, o laboratório PhET deve ser integrado às aulas de física em um processo contínuo acompanhando o ritmo de aprendizagem de cada aluno, pois as respostas tanto na primeira etapa quanto na segunda mostraram que alguns alunos não conseguiram entender de fato a diferença dos materiais durante a montagem.

Figura 4- Para atenuar variações de corrente elétrica em um circuito, uma vez que esses dispositivos só permitem a passagem de corrente elétrica para o interior de um circuito após estarem completamente carregados, qual elemento é utilizado?



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Nessa questão, o tópico norteador sobre os dispositivos de circuitos elétricos juntamente com as simulações contemplou a ideia de que o desenvolvimento intelectual dos alunos requer desempenho por etapas.

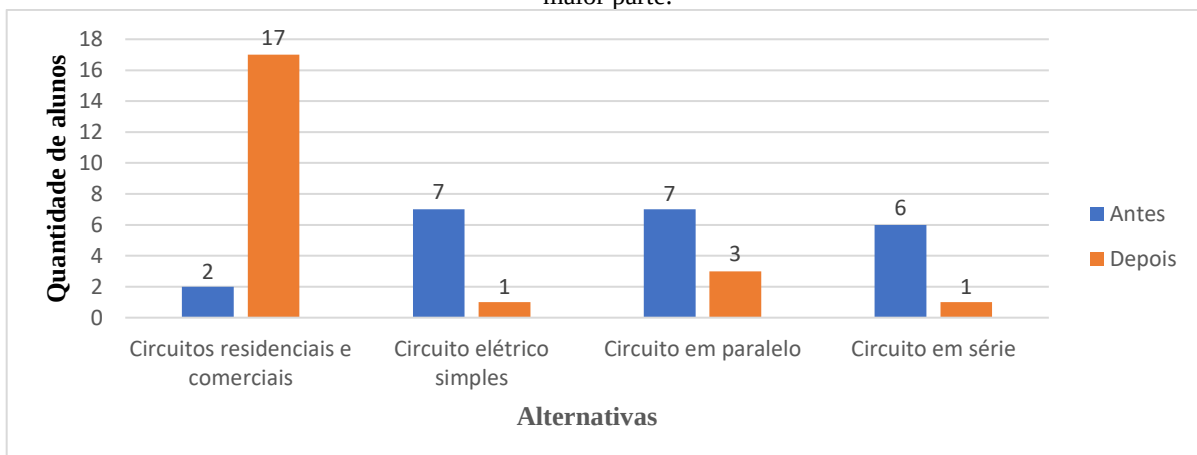
Por meio do gráfico da Figura 4 é possível observar que o número acertos e erros promovem um olhar clínico a respeito das dificuldades dos alunos perante a capacidade de diferenciar o funcionamento de dispositivos como resistor, capacitor e indutor, pela metodologia tradicional, a consequência de apresentar constantemente aulas de caráter conteudista é o não reconhecimento dos elementos de um circuito.

O estudo sobre o componente do circuito elétrico conhecido como capacitor é concentrado mais na parte de ilustração e conceito, geralmente os alunos aprendem que o capacitor armazena carga, porém não têm oportunidade de realizar um experimento, justamente pela falta de materiais alternativos que possam responder a essa necessidade.

O ensino de circuitos elétricos sem a etapa de direção descrita por Bruner (2001) como sendo a etapa em que os alunos se tornam capazes de desenvolver habilidades cognitivas de pensar de forma crítica e resolver problemas complexos, dificulta a compreensão de que a corrente alternada está presente no nosso dia a dia. No entanto, com o auxílio do laboratório PhET e a contextualização do assunto explorado na questão, os alunos mostraram melhor desempenho nas respostas referentes à reaplicação do questionário.

A compreensão do ramo da física que estuda as cargas elétricas em movimento, pode ser alcançada por meio de diversas alternativas, que saem da abordagem excessiva de material conteudista para situações contextualizadas e problematizadoras, nas quais os alunos se tornam capazes de observar os parâmetros de variação durante a observação e montagem de circuitos elétricos.

Figura 5- A corrente alternada, diferentemente da corrente contínua, se comporta de maneira que os elétrons se movem primeiro em um sentido e depois em sentido oposto. Nesse sentido, é um tipo de corrente que está em maior parte:



Fonte: elaborado pela autora (2023).

A questão do gráfico da Figura 5 trouxe uma aproximação com o cotidiano, inclusive as respostas dos discentes no primeiro momento indicam a falta de relação que os alunos fazem com o cotidiano. Com isso, se faz necessário o encaixe dos conceitos de corrente elétrica alternada na realidade dos alunos em consonância com o desenvolvimento das etapas de ativação, manutenção e direção, descritas por Bruner (2001) como sendo etapas importantes para que o aluno desperte a curiosidade em explorar os conceitos de forma contextualizada, por exemplo, entender a importância de compreender a contribuição dos fenômenos elétricos para a realização de atividades essenciais no nosso dia a dia.

O método contribuiu para que a maioria dos alunos conseguissem responder as questões corretamente, porém não foi totalmente eficaz, o que sugere a integração de simulação computacional nas aulas de física de maneira constante e exploradas em diferentes aspectos, assim como também aproximar os experimentos dela com experimentos físicos ao alcance dos professores e alunos, isto é, experimentos simples como a montagem de um circuito elétrico simples.

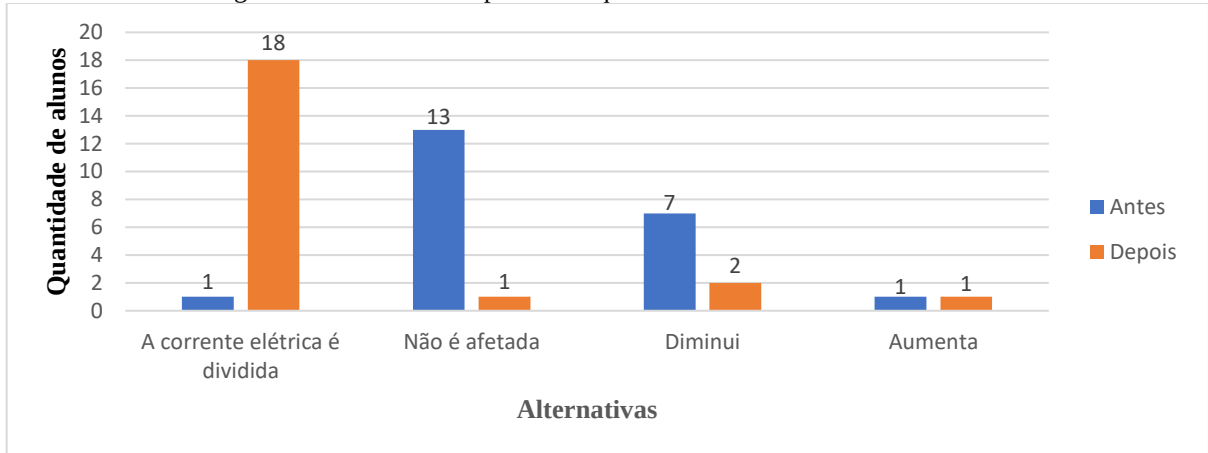
Trentin et al. (2018) salientam a utilidade de simulação computacional agregada ao ensino de Física na representação de fenômenos, cuja visualização é complexa no mundo real e dessa forma a intermediação entre o aluno e o conteúdo com auxílio do laboratório propicia o planejamento, análise e execução de muitos meios estratégicos para montagem de um experimento com o intuito de visualizar e simultaneamente refletir sobre acontecimento observado, além disso ressaltam a não substituição e/ou distanciamento das simulações dos fenômenos reais.

Os experimentos voltados para a observação de fenômenos elétricos devem ser realizados de maneira a primar pela variação de tarefas, onde o aluno adquire posição de destaque. Nessa perspectiva, as simulações experimentais podem ser interligadas com outros recursos, como por exemplo, vídeos, uso de arquivos de notícias contemporâneas que perpassam situações vivenciadas na realidade dos alunos.

Como mostra o gráfico da Figura 6, frente às dificuldades de compreender a diferença entre os circuitos elétricos em série e em paralelo, os alunos mostraram um melhor desempenho na reaplicação do questionário, vale salientar que a observação dos experimentos é de suma importância para que o aluno a tome como ponto de partida em proficiência de colocar em prática a assimilação adquirida. Nessa perspectiva, poucos alunos observaram e montaram os circuitos, esse fator pode estar relacionado com a falta de engajamento dos alunos que permaneceram com as alternativas erradas inerentes à pergunta. Vale ressaltar ainda, que não se pode garantir que as respostas na mesma alternativa após a aplicação do PhET se trata de

respostas de um mesmo aluno, visto que a ferramenta PhET pode não ter surtido efeito positivo em alguns alunos, devido à falta de atenção desses alunos durante as montagens dos circuitos elétricos.

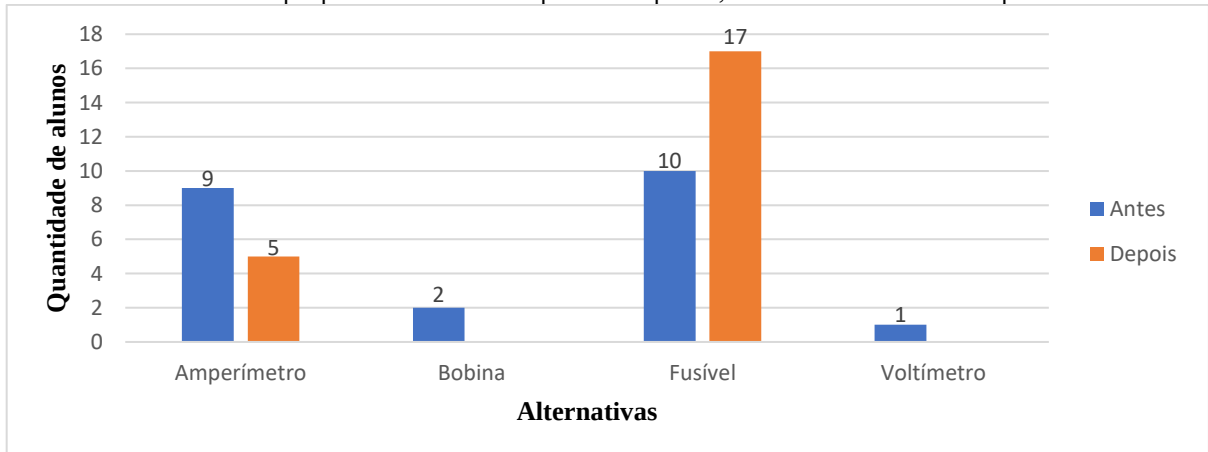
Figura 6- No circuito em paralelo o que acontece com a corrente elétrica ?



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Referente ao gráfico da Figura 7 foi abordada uma contextualização na questão, assim como também a exploração de equipamentos de medição e segurança, já que são elementos fundamentais no processo de compreensão do funcionamento de circuitos elétricos. No entanto, na realização de experimentos com materiais alternativos, esses equipamentos não são mostrados para os alunos em seu funcionamento dinâmico, consequentemente o aluno não pode observar a diferença do funcionamento do amperímetro e voltímetro de forma prática.

Figura 7- Em edifícios modernos, por questão de segurança, é utilizado um dispositivo que previne sobrecargas nos circuitos e que pode ser substituído por interruptores, como é chamado esse dispositivo?

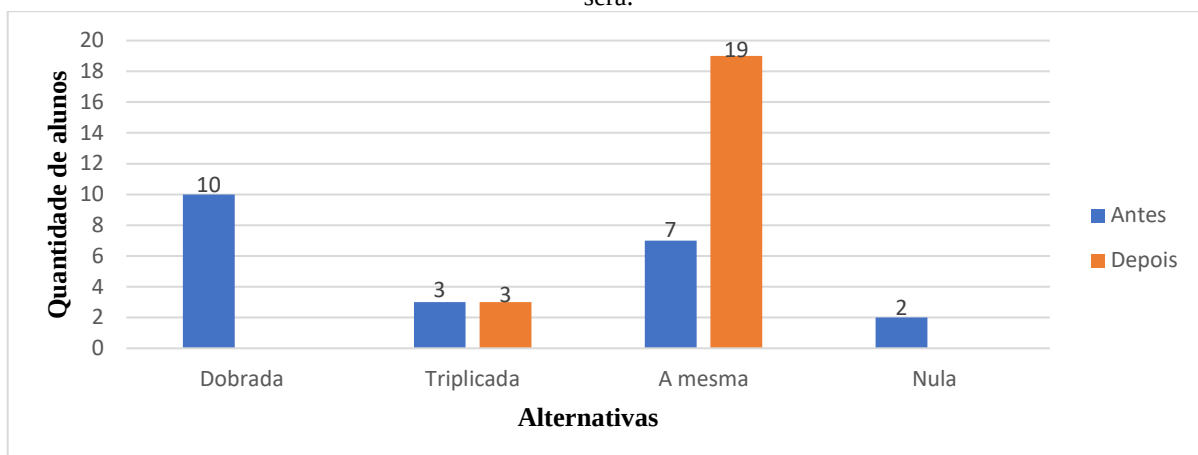


Fonte: elaborado pela autora (2023).

Desse modo, a disponibilidade desses equipamentos de medição e segurança no laboratório PhET corroborou para uma mudança conceitual inerente a função de cada um deles no circuito, vale frisar que a função do fusível não era totalmente desconhecida pelos alunos, visto que na aplicação e reaplicação do questionário a maioria das respostas era nessa alternativa.

Assim, o PhET deve ser incorporado nas aulas física de maneira articulada, com ênfase em práticas desencadeadas pelos próprios alunos, partindo de uma simples observação para uma prática individual ou em grupo, o que pode fortalecer mais ainda a assimilação dos conteúdos, em conjunto com a atuação do professor como agente mediador do ensino aprendizagem.

Figura 8- Em um circuito com duas lâmpadas em série, se a corrente em uma delas for 1 A, a corrente na outra será:



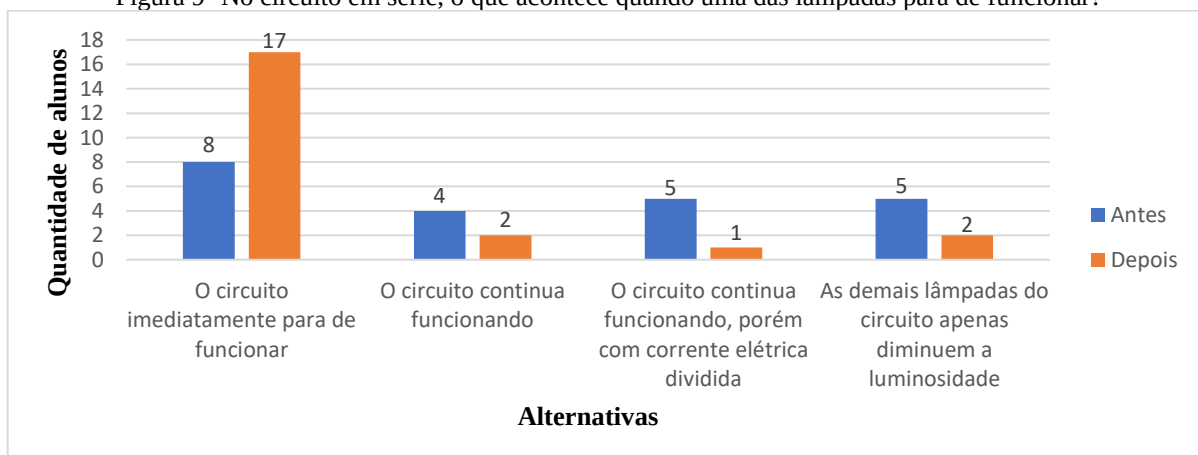
Fonte: elaborado pela autora (2023).

Com o propósito de compreender a funcionalidade de circuitos elétricos a aquisição de conhecimento relacionado aos conceitos de corrente elétrica é essencial, pois trata-se de um componente importantíssimo para a utilização de equipamentos que fazem parte da nossa vida em sociedade.

Tendo em vista a mudança de respostas pelos alunos à reaplicação do questionário, observa-se o potencial das simulações experimentais em auxiliar a interpretação de fenômenos elétricos. A dificuldade dos alunos antes de conhecerem o PhET era mais acentuada na observação da corrente elétrica no circuito em paralelo. Nesse caso, foi necessário mostrar a comparação dos circuitos em série e em paralelo, para que eles pudessem ver a diferença de comportamento da corrente nos dois.

Ademais foram utilizados recursos de medição como o amperímetro e voltímetro, assim como também foram acionados os valores numéricos e as unidades de medidas. Com isso, pelas respostas no segundo momento, houve uma melhora na assimilação do conteúdo da questão.

Figura 9- No circuito em série, o que acontece quando uma das lâmpadas para de funcionar?



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Diante do gráfico da Figura 9, pode-se compreender a partir de um olhar comparativo que passou a ser maioria os alunos que conseguiram identificar que no circuito em série se uma das lâmpadas para de funcionar, o circuito sofre a mesma consequência.

Nesse sentido, o fato de apresentar aos alunos a diferença dos circuitos em série e em paralelo no laboratório PhET provocou relativamente uma maior diminuição de respostas na alternativa c, na qual consta que o circuito continua funcionando, porém com a corrente elétrica dividida.

Isso mostra a potencialidade e agilidade das simulações experimentais em um tópico da eletrodinâmica bastante complexo e que os alunos enfrentam dificuldades em interpretar devido ao número elevado de questões envolvendo cálculos, e o PhET atua de forma motivadora nessa parte porque apresenta de maneira integrada: cálculos, teoria e experimentos.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nota-se no Ensino de Física que as aulas com foco conteudista, nas quais o professor verbaliza o que está no livro didático, provoca a falta de interação no ensino aprendizagem, já que são propostos exercícios de fixação, de modo que a articulação entre o conhecimento formal da ciência com os saberes dos alunos fica em segundo plano, por isso é necessário fazer as abordagens práticas primando pelos conhecimentos vivenciados em sociedade. Como expôs Saviani (1996) a formação no âmbito educacional expressa pelo desenvolvimento de conhecimentos e atitudes necessita de condições integradas à sociedade.

Nesse sentido, os resultados obtidos por meio da aplicação do laboratório PhET no conteúdo de circuitos elétricos promoveram uma mudança positiva na assimilação de conceitos que necessitavam de abordagem prática para concretizar as teorias vistas em sala de aula durante a abordagem do conteúdo.

No entanto pôde-se concluir que tais simulações experimentais devem ser integradas às aulas de física, de modo que os alunos possam montar seus experimentos juntamente com a aula desenvolvida pelo professor, já que foi possível identificar que alguns alunos, pelo fato de estarem rotineiramente acostumados com aulas conteudistas, apresentaram um resultado inalterado, tanto na primeira etapa quanto na segunda etapa.

Metodologias que almejam o alcance da aprendizagem em sala de aula, bem como a relação dos conceitos com o cotidiano são de inteira importância no desenvolvimento de habilidades cognitivo-afetivas, a partir disso o aluno inicia uma etapa de questionamentos problematizadores atrelados à construção do conhecimento científico com base em experiência prática e reflexão teórica.

A temática abordada neste estudo é de suma importância, pois trata-se de um recurso tecnológico facilitador da aprendizagem, assim como também uma alternativa para as aulas que necessitam da apresentação de experimentos de alta complexidade como por exemplo: circuitos elétricos, eletromagnetismo e óptica. Vale ressaltar que, esses conteúdos além de serem abordados de forma tradicional, são ministrados durante o Ensino Médio de maneira superficial, devido à complexidade experimental.

Os experimentos referentes a circuitos elétricos podem ser visualizados mediante vídeos, porém a abordagem do laboratório PhET permite que o aluno não apenas visualize, mas realize o próprio experimento observando a possibilidade de alteração de parâmetros no decorrer da montagem, isso facilita a assimilação e a compreensão das teorias envolvidas no fenômeno.

A relevância da análise dos dados de forma comparativa sobre a aquisição de aprendizagem em eletrodinâmica pode corroborar para pesquisas futuras quanto a imersão da ferramenta tecnológica em questão no Ensino de Física, em que novas metodologias podem ser integradas em interação com outras disciplinas, outrossim as simulações em circuitos elétricos possuem um alto potencial em desenvolver a habilidade de interpretação matemática, porque dispõem de leitura de gráficos e identificação de unidades de medidas em prol da compreensão das grandezas envolvidas no experimento.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Matheus Dias et al. O mal-estar docente no ensino de física: perspectivas e desafios. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, p. e106963265-e106963265, 2020.
- BARBOSA, Joaquim de Oliveira et al. Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 16, n. 1, p. 105-122, 1999.
- BRUNER, J. **A cultura da educação**. Trad. Marcos A. G. Domingues. Porto Alegre, RS: Artmed, 2001.
- BULEGON, Ana Marli et al. O uso de uma simulação para auxiliar a compreensão de conceitos de eletrodinâmica nos anos iniciais do Ensino Fundamental. **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências-ENPEC**, n. 738-1, p. http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/lista_area_05htm,2013.
- CARNEIRO, Michele Maria Paulino et al. Uma revisão sistemática sobre o ensino de eletrodinâmica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, p. e235111032622-e235111032622, 2022.
- FEITOSA, Murilo Carvalho; LAVOR, Otávio Paulino. Ensino de circuitos elétricos com auxílio de um simulador do phet. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 8, n. 1, p. 125-138, 2020.
- FERNANDES, Anábia Vitória et al. PROPOSTA DE ENSINO DE LEIS DE NEWTON COM AUXÍLIO DE UM SIMULADOR DO PHET. **Anais do V Conapesc**, 2020.
- FLEURY, Maria Tereza Leme; WERLANG, Sergio Ribeiro da Costa. Pesquisa aplicada: conceitos e abordagens. **Anuário de Pesquisa GVPesquisa**, 2016.
- GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química nova na escola**, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.
- GUIMARÃES, Luciana Ribeiro. Atividades para aulas de ciências. 3.ed. São Paulo: Editora Nova Espiral, 2009.
- MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, Cleide Farias de. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, p. 77-86, 2002.
- OLIVEIRA, Tobias Espinosa de et al. Sala de aula invertida (flipped classroom): inovando as aulas de física. **Física na escola**. São Paulo. Vol. 14, n. 2 (out. 2016), p. 4-13, 2016.
- PIAGET, J.; INHELDER, B. A psicologia da criança. 17. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 137 p.
- PIREZ, Daiane Rattmann Magalhães et al. Estado da Questão sobre a Experimentação no Contexto Online: o que Dizem os Eventos da Área do Ensino de Física ?. **EaD em Foco**, v. 11, n. 1, 2021.

RIBEIRO, João Pedro Mardegan. A INTEGRAÇÃO DO LABORATÓRIO VIRTUAL “PHET INTERACTIVE SIMULATIONS” NO ENSINO DE FÍSICA. In: **Anais do CIET: EnPED: 2020-(Congresso Internacional de Educação e Tecnologias| Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância)**. 2020.

SAVIANI, D. (1996). Escola e Democracia. 30 ed. Campinas: Autores Associados.

SILVA, Mariele Borges da et al. Concepções dos estudantes de Ensino Médio de uma escola pública mato-grossense sobre o entendimento dos conceitos da Física após utilizar a plataforma PhET Interactive Simulations. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, p. e20611528802-e20611528802, 2022.

SILVA, Márcio Gomes da. Uma proposta de ensino de Eletrodinâmica no ensino médio na metodologia dos três momentos pedagógicos com o uso de vídeos e simuladores computacionais. 2022.

TRENTIN, Marco Antonio et al. Eletrodinâmica no ensino médio: uma sequência didática apoiada nas tecnologias e na experimentação. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 9, n. 5, p. 94-113, 2018.

APÊNDICE A- INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Questionário aplicado nas duas etapas da pesquisa

CONCEITOS PRÁTICOS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

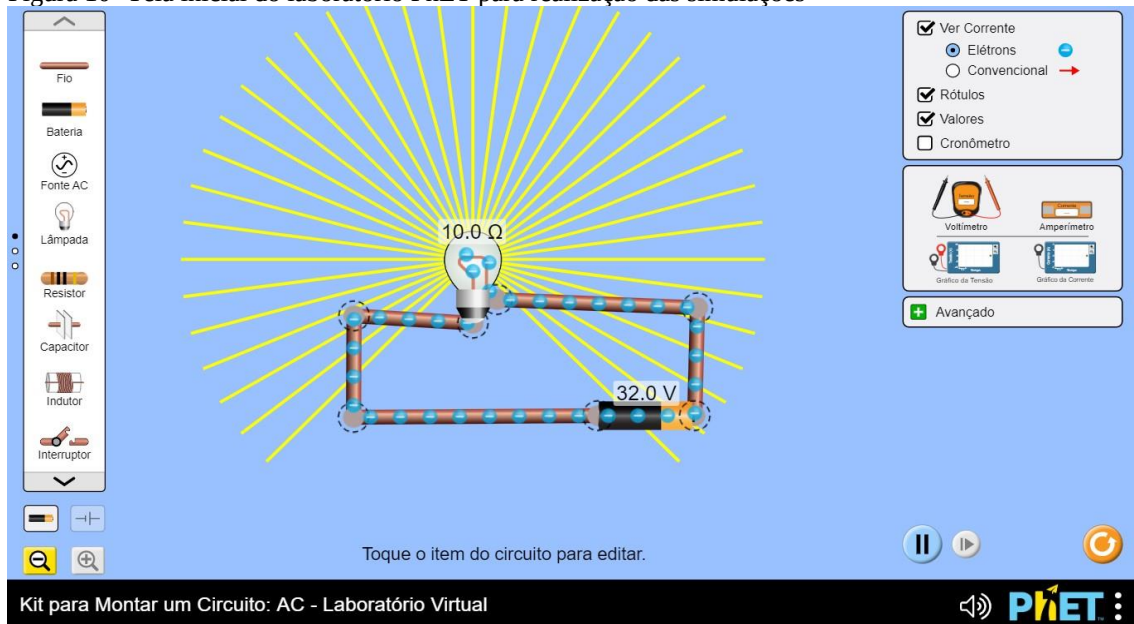
1. Em atividades cotidianas precisamos usar aparelhos como por exemplo: ferro de passar, churrasqueiras elétricas e aquecedores, desse modo trazendo para o contexto da física existe um dispositivo específico no funcionamento elétrico desses aparelhos, que dispositivo é esse?
 - a) Gerador
 - b) Resistor
 - c) Capacitor
 - d) Receptor
2. Para que uma lâmpada acenda se faz necessário uma fonte de tensão(U), quando essa fonte é aumentada o que acontece com a luminosidade da lâmpada?
 - a) Não se altera
 - b) Diminui
 - c) Aumenta
 - d) Alterna
3. Em um circuito elétrico, o fluxo ordenado de cargas elétricas não é interrompido ao substituir uma moeda por:
 - a) Grafite
 - b) Borracha
 - c) Dinheiro de papel
 - d) Interruptor aberto
4. Para atenuar variações de corrente elétrica em um circuito, uma vez que esses dispositivos só permitem a passagem de corrente elétrica para o interior de um circuito após estarem completamente carregados, qual elemento é utilizado?
 - a) Resistor
 - b) Receptor
 - c) Capacitor
 - d) Indutor
5. A corrente alternada, diferentemente da corrente contínua, se comporta de maneira que os elétrons se movem primeiro em um sentido e depois em sentido oposto. Nesse sentido, é um tipo de corrente que está em maior parte:
 - a) Circuitos residenciais e comerciais
 - b) Circuitos elétricos simples
 - c) Circuito em paralelo
 - d) Circuito em série
6. No circuito em paralelo o que acontece com a corrente elétrica?
 - a) A corrente elétrica é dividida
 - b) Não é afetada
 - c) Diminui
 - d) Aumenta
7. Em edifícios modernos, por questão de segurança, é utilizado um dispositivo que previne sobrecargas nos circuitos e que podem ser substituídos por interruptores, como é chamado esse dispositivo?
 - a) Amperímetro
 - b) Bobina
 - c) Fusível
 - d) Voltímetro
8. Em um circuito com duas lâmpadas em série, se a corrente em uma delas for 1 A, a corrente na outra será:
 - a) Dobrada

- b) Triplicada
 - c) A mesma
 - d) Nula
9. No circuito em série, o que acontece quando uma das lâmpadas para de funcionar?
- a) O circuito imediatamente para de funcionar
 - b) O circuito continua funcionando
 - c) O circuito continua funcionando, porém com correntes divididas
 - d) As demais lâmpadas do circuito apenas diminuem a luminosidade

Fonte: elaborado pela autora (2022).

APÊNDICE B- FERRAMENTA PhET

Figura 10- Tela inicial do laboratório PhET para realização das simulações



Fonte: elaborada pela autora (2022).