

**Tecnologias digitais: uso do Physics Education Technology Project (PhET) no ensino de eletrodinâmica**

**Digital technologies: using PhET in electrodynamics' teaching**

**Tecnologías digitales: uso de PhET en la enseñanza de electrodinámica**

Recebido: 17/07/2020 | Revisado: 07/08/2020 | Aceito: 10/08/2020 | Publicado: 16/08/2020

**Argemiro Midonês Bastos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5411-647X>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Brasil

E-mail: [argemiro.bastos@ifap.edu.br](mailto:argemiro.bastos@ifap.edu.br)

**Resumo**

A reprodução de experimentos científicos em laboratório é frequentemente difícil, devido ao número de alunos por turma, insuficiência de equipamentos ou à incompatibilidade do tempo necessário à realização dos experimentos. Por outro lado, o medo de manusear circuitos elétricos é sem dúvida uma das causas do baixo rendimento dos alunos em eletricidade. Diante dessa perspectiva, propusemos o desenvolvimento de roteiros experimentais de Eletrodinâmica utilizando os simuladores virtuais do PhET (*Physics Education Technology Project*), da Universidade do Colorado (EUA) como metodologia de ensino. O objetivo da atividade foi utilizar a simulação como ferramenta facilitadora da aprendizagem sobre o funcionamento de um circuito elétrico. A proposta foi aplicada a alunos do 3º ano do Curso Técnico de Mineração do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá e envolveu a interação em um ambiente virtual, tendo como suporte conceitos decorrentes da perspectiva de Vygotsky. Para a construção e análise de dados trabalhou-se com levantamento bibliográfico, coleta de dados por meio de testes, roteiro de entrevista e observação *in loco*. Os resultados obtidos indicaram boa aceitação da proposta, na medida em que o uso da tecnologia teve um sentido transformador na prática pedagógica, ou seja, que o PhET não foi usado simplesmente para reproduzir o modelo tradicional de ensino, mas para criar situações de aprendizado sobre Eletrodinâmica. A atividade contribuiu para fortalecer uma visão construtivista do processo de aprendizagem, destacando o forte envolvimento dos alunos na construção do conhecimento ao integrar ideias prévias às ferramentas de aprendizagem.

**Palavras-chave:** Circuitos elétricos; Simuladores; Eletrodinâmica; Ensino de Física; Lei de ohm; Ensino.

## **Abstract**

The scientific experiments reproduction in the laboratory is often difficult, due to the number of students per class, insufficient equipment or the time incompatibility required to carry out the experiments. On the other hand, the fear of handling electrical circuits is undoubtedly one of the causes of students' low performance in electricity. Given this perspective, we proposed the development of experimental Electrodynamics scripts using PhET (Physics Education Technology Project) virtual simulators as a teaching methodology. The activity aimed to apply simulation as a tool to facilitate learning about how an electrical circuit runs. The proposal was applied to 3rd-year students of the Mining Technical Course at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Amapá, and involved interaction in a virtual environment, supported by concepts derived from Vygotsky's perspective. For the construction and analysis of data, bibliographic surveys, data collection through tests, interview script and on-site observation were used. The results obtained indicated good acceptance of the proposal, insofar as the technology use had a transforming meaning in pedagogical practice, that is, PhET was not used to simply reproduce the traditional teaching model, but to create learning situations about Electrodynamics. The activity contributed to strengthening a constructivist view of the learning process, highlighting the strong involvement of students in the knowledge construction by integrating previous ideas into the learning tools.

**Keywords:** Electrical circuits; Simulators; Electrodynamics; Physics teaching; Ohm's law; Teaching.

## **Resumen**

La reproducción de experimentos científicos en el laboratorio a menudo es difícil, debido a la cantidad de estudiantes por clase, equipo insuficiente o la incompatibilidad del tiempo requerido para llevar a cabo los experimentos. Por otro lado, el miedo a manejar circuitos eléctricos es sin duda una de las causas del bajo rendimiento de los estudiantes en la electricidad. Dada esta perspectiva, propusimos el desarrollo de guiones experimentales de Electrodinámica utilizando los simuladores virtuales del PhET (Physics Education Technology Project), de la Universidad de Colorado (EE. UU.) como metodología de enseñanza. El objetivo de la actividad era utilizar la simulación como una herramienta para facilitar el aprendizaje sobre el funcionamiento de un circuito eléctrico. La propuesta se aplicó a estudiantes del tercer año del Curso Técnico de Minería en el Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Amapá e involucró la interacción en un entorno virtual,

respaldado por conceptos derivados de la perspectiva de Vygotsky. Para la construcción y el análisis de los datos, se utilizaron encuestas bibliográficas, recolección de datos a través de pruebas, guiones de entrevistas y observación in situ. Los resultados obtenidos indicaron una buena aceptación de la propuesta, en la medida en que el uso de la tecnología tenía un significado transformador en la práctica pedagógica, es decir, que PhET no se utilizó simplemente para reproducir el modelo de enseñanza tradicional, sino para crear situaciones de aprendizaje sobre Electrodinámica. La actividad contribuyó a fortalecer una visión constructivista del proceso de aprendizaje, destacando la fuerte participación de los estudiantes en la construcción del conocimiento mediante la integración de ideas previas en las herramientas de aprendizaje.

**Palabras clave:** Circuitos eléctricos; Simuladores; Electrodinámica; Enseñanza de la Física; Ley de Ohm; Enseñanza.

## 1. Introdução

O objetivo deste artigo é demonstrar que a simulação computacional pode ser aplicada como ferramenta facilitadora da aprendizagem sobre o funcionamento de circuitos elétricos. Parte do princípio de que o ensino das ciências da natureza nos moldes tradicionais, principalmente o da Física, na qual o professor é o centro do processo, não mais atende aos interesses do aluno, muito menos às necessidades da sociedade. Além disso, o avanço tecnológico da sociedade moderna não mais dá espaço às tradicionais aulas onde quadro e pincel se sobressaem como principais ferramentas daquele que dirige todas as atividades no contexto da sala de aula. A cada dia o concorrido mercado de trabalho se torna mais exigente em relação às habilidades e competências que os jovens devem apresentar e, dessa forma, a escola deve assumir de fato seu papel de formação de cidadãos críticos e participativos e com atitudes reflexivas frente as situações imediatas do mundo capitalista e globalizado. Neste contexto, o uso de práticas pedagógicas que considerem o aluno como sujeito do processo tende a melhorar a aprendizagem dos alunos em diferentes temas e conceitos (Pinto & Pires, 2019).

O ensino da Física deve privilegiar as atividades experimentais e investigativas, para que deste modo possa preparar o educando para o seu papel de cidadão, já que assim o conhecimento é construído juntamente com os conceitos necessários, gerando uma aprendizagem significativa. Neste sentido, procura-se fundamentar este trabalho na Teoria Histórico-cultural de Lev Vygotsky, pesquisador russo, que em seus estudos buscou a

compreensão da relação entre o processo de desenvolvimento, linguagem e aprendizagem, contribuindo desta forma, juntamente com outros teóricos, na ruptura com os modelos tradicionais de ensino.

Diariamente, observa-se a inclusão das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) em atividades simples do nosso cotidiano. Uma das desvantagens destas tecnologias é o fato de excluir as classes mais baixas da sociedade, caracterizando um cenário de exclusão digital, conforme afirmam Sorj e Guedes (2005) “a introdução de novas TICs aumenta a exclusão e a desigualdade social”, visto que, grande parte da população brasileira não dispõe de computador em suas residências, tornando-se excluídas.” Este fato, somado às dificuldades de aprendizagem observadas em alunos do Ensino Médio e aos avanços e recuos nas metodologias de ensino praticadas, aumentam o nível de insucesso de aprendizagem dos conteúdos estudados. A necessidade de compreensão de conceitos abstratos, bem como os conteúdos matemáticos inerentes à Física requer que apresentemos esta área do conhecimento buscando a contextualização do conteúdo a ser ensinado.

Há fenômenos percebidos pelos alunos que necessitam de energia elétrica: o funcionamento do despertador, o café preparado na cafeteira elétrica, o funcionamento da telefonia móvel, o sistema de partida automático para funcionamento de veículos, etc. Ainda que os alunos percebam a presença da eletricidade nestas e em outras situações cotidianas, é difícil para eles assimilarem conceitos abstratos como campo elétrico, força elétrica ou corrente elétrica.

Schumacher et al. (2004) afirmam que, em conteúdos que envolvem a eletricidade, “as demonstrações baseadas em simulações em computador, de uma maneira geral, torna os alunos mais participativos”, pois ao mudar a abordagem do método tradicional do ensino, tornando-o mais dinâmico, os alunos interagem mais com o conteúdo estudado. Atualmente, muitos *softwares* gratuitos (*softwares* livres) estão sendo desenvolvidos para atender às diversas áreas, e a educação é uma delas. A crescente oferta de programas educacionais e as diferentes modalidades de uso do computador mostram que esta tecnologia pode ser bastante útil no processo de ensino-aprendizagem. A função fundamental da simulação, de acordo com Arantes, Miranda & Studart (2010), consiste em ser um instrumento profícuo de aprendizagem, haja vista que o uso pedagógico desta ferramenta contribui na introdução de um novo tópico, construção de conceitos ou competências e reforço de novas ideias.

Neste estudo utilizamos o PhET Simulações Interativas, um projeto da Universidade do Colorado (EUA) concebido para desenvolver simulações de alta qualidade em diversas áreas da ciência. Além de produzir as simulações, a equipe do PhET busca realizar uma

avaliação da eficiência de seu uso em salas de aula (Adams, 2008). A atividade é uma forma de proporcionar ao aluno a aquisição de novas habilidades importantes no desenvolvimento do conhecimento, para que ele possa ler e interpretar a realidade e desenvolver capacidades necessárias para atuação efetiva na sociedade e na vida profissional.

### **A teoria sócio-histórica de Vygotsky: Implicações no ensino da Física**

Nosso objetivo, neste momento, não é discorrer sobre a teoria sócio histórica de Lev Vygotsky em suas minúcias, porém, mostrar em linhas gerais seus fundamentos e suas implicações ao ensino, mais especificamente no ensino da Física. Embora sua teoria não tenha sido desenvolvida com fundamentação na aprendizagem escolar, apresenta grande valia na busca de melhorias no processo pedagógico. Para Vygotsky, o papel da interação social é importante no desenvolvimento do ser humano. É através das relações e interrelações, propiciadas por ambientes e estímulos adequados, principalmente das relações sociais, que ocorre a aprendizagem e o desenvolvimento do indivíduo (Rosa, 2003). Vygotsky trabalha o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que diz respeito ao elo que existe entre aquilo que o indivíduo pode desenvolver sozinho (nível de desenvolvimento real) e aquilo que pode desenvolver com condições apropriadas e a ajuda de outros (nível de desenvolvimento potencial). Ambientes adequados, atividades grupais, situações problematizadoras e mediação do professor, entre outros, são de suma importância para que o aluno alcance o seu desenvolvimento real, pois tais atividades potencializam a capacidade de se desenvolver do educando.

Por exemplo, ao trabalhar com uma turma de comunidades de áreas de invasão o conceito de “corrente elétrica”, o professor poderá adotar como ponto de partida a discussão sobre a qualidade da energia elétrica argumentando por que alguns aparelhos podem ser danificados quando a intensidade da corrente elétrica que o percorre é diferente daquela estabelecida pelo fabricante. Partindo desta situação da vivência real do aluno, o professor poderá propor a realização de um projeto de aprendizagem, onde serão desenvolvidos vários conteúdos da disciplina, dando caráter científico aquilo que inicialmente era senso comum.

## **2. Metodologia**

A proposta foi desenvolvida com 40 alunos de uma turma de 3º ano do Curso Técnico de Mineração do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá no ano de

2018. A classificação da pesquisa é qualitativa, aplicada, exploratória e de pesquisa-ação. Trata-se de uma pesquisa aplicada, pois produziu conhecimentos que poderá facilitar a aprendizagem dos alunos sobre o funcionamento de circuitos elétricos. A metodologia abordada nesta pesquisa é a qualitativa que descrita por Oliveira (2011, p. 28) “[...] um processo de reflexão e análise da realidade através da utilização de métodos e técnicas para compreensão detalhada do objeto de estudo em seu contexto ou segundo sua estrutura”. Segundo Pereira et al. (2018), a pesquisa-ação caracteriza-se por uma participação democrática dos participantes que buscam a resolução conjunta para um dado problema. Considerando a importância do tema de circuitos elétricos para a compreensão dos avanços tecnológicos observados diariamente, a imersão dos alunos nas atividades propostas proporcionou aos alunos uma aprendizagem para além do conteúdo programado na disciplina Física e ao professor uma experiência eficaz na melhora da atividade docente.

Nesse caso, tal abordagem busca compreender como os fenômenos envolvidos são estudados, de forma que leve a entender diversos fatores no processo de aprendizagem para implementar conceitos novos. O trabalho foi realizado em três etapas, constando de duas aulas cada, durante três semanas seguidas no mês de agosto de 2018, descritas a seguir:

1) Primeiramente foi feita uma abordagem para que soubéssemos de algum conhecimento prévio dos alunos sobre eletrodinâmica. Os alunos responderam um breve questionário com cinco questões abertas: 1) Por que a eletricidade é importante para a humanidade? 2) Como podemos “produzir” eletricidade? 3) Por que devemos economizar energia elétrica? 4) O que é corrente elétrica? 5) Quais dispositivos, existentes em sua casa, que necessitam de eletricidade para funcionar? Nesta etapa, os alunos responderam sobre suas percepções da eletricidade, sua importância, nomes de cientistas, aplicações e efeitos da corrente elétrica, além de relatarem suas experiências relacionadas à eletricidade e os aparelhos elétricos disponíveis em suas casas. Após o recolhimento dos questionários, foi feita uma explanação sobre o histórico da eletricidade, destacando a importância da tecnologia e os cuidados que devemos ter com o uso da eletricidade.

2) Em seguida a turma foi dividida em vinte duplas, sendo solicitado aos alunos que desenhassem um circuito elétrico simplificado, capaz de representar como seriam ligadas as lâmpadas em suas casas. Neste diagrama, deveriam figurar elementos básicos como fonte de alimentação (neste caso poderia ser representada por uma pilha), cinco lâmpadas e três interruptores. Nesta etapa, não estávamos preocupados em que os alunos apresentassem um desenho fiel de como as lâmpadas eram ligadas em suas casas, pois o objetivo era avaliar a percepção dos alunos quanto aos elementos presentes em um circuito elétrico. Foi solicitado

que as duplas fizessem uma cópia de seus desenhos e entregassem o original ao professor. Após recolher os desenhos, houve explanação sobre os elementos de um circuito elétrico e como podemos associá-los.

3) No laboratório de informática, os alunos acessaram o endereço do projeto PhET ([https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations)) e selecionaram a opção Física - Eletricidade, ímãs & circuitos - kit de construção de circuito (AC + DC). Os alunos foram orientados quanto ao uso das ferramentas básicas do software e que deveriam construir, usando o simulador e os valores padrões fornecidos, o circuito proposto na semana anterior. Ao final da construção, os alunos deveriam escrever um breve relatório sobre o que foi observado.

### 3. Resultados e Discussão

Na primeira etapa da atividade foi possível observar que a discussão sobre o tema se centrou mais no aspecto social. Os alunos comentaram sobre o risco de morte por eletrocussão, inclusive citando casos que ocorreram com amigos ou familiares. Comentou-se sobre o furto de energia (“gato”) comum nas cidades brasileiras e sobre a qualidade da energia elétrica disponível em Macapá, principalmente nos bairros da periferia onde são comuns as invasões e loteamentos não planejados. Nesta etapa, já foi possível identificar os pressupostos da teoria de Vygotsky, segundo o qual, o desenvolvimento do indivíduo se dá como resultado de um processo sócio-histórico e cultural, observando o papel da linguagem e da aprendizagem nesse desenvolvimento à medida que este indivíduo interage com seu meio. Exemplos de relatos dos alunos nesta etapa:

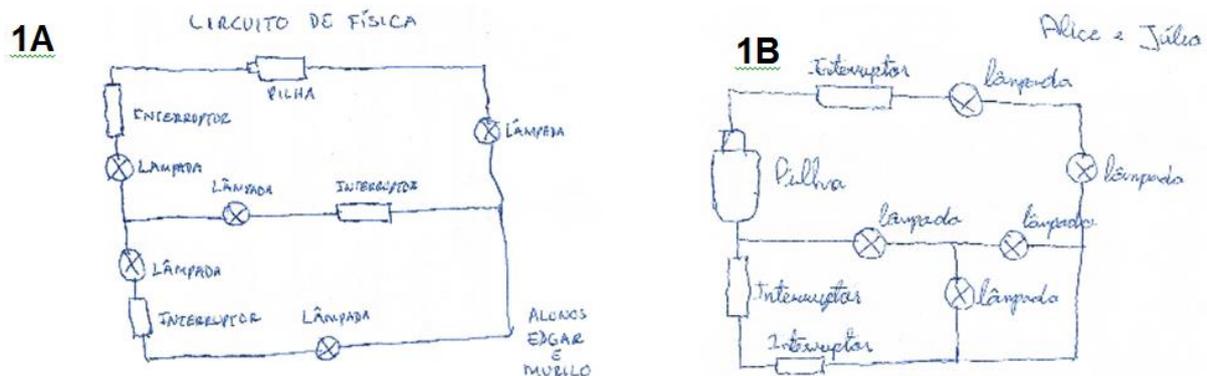
- A3: Já vi crianças morrendo porque levaram choque ao tentar tirar uma pipa que estava presa no fio elétrico.
- A7: Tem uma invasão perto de casa que o poste parece um ninho de passarinho cheio de fios.
- A12: Acho que o “gato” é um problema cultural no Brasil. Tem muita gente rica que rouba energia.
- A23: Agora entendi por que no final da tarde, a luz é mais fraca lá em casa.
- A25: Acho que a corrente elétrica é o que faz tudo funcionar.

Na segunda etapa, destacamos o trabalho colaborativo dos alunos. Na confecção dos circuitos ocorreu o debate de como os elementos deveriam ser representados. Aqui os alunos

perceberam que a ciência também possui uma linguagem simbólica, conhecê-la facilita o entendimento global de uma situação problema. A dificuldade observada nesta etapa, corrobora o entendimento de Laború e colaboradores (2009) quando sugere que o processo comunicativo em sala de aula seja iniciado a partir das representações pictóricas produzidas pelos alunos diferentemente do processo atual onde iniciamos pela apresentação de códigos, regras e definições já existentes.

Quanto aos circuitos desenhados pelos, é possível observar que a representação esquemática dos elementos dos circuitos que deveriam representar a instalação elétrica da residência de deles, está simplificada. Na Figura 1A, temos um circuito fisicamente possível, mas com lâmpadas associadas em série; na Figura 1B, além de lâmpadas estarem associadas em série, há o inconveniente de termos dois interruptores também associados em série, como no trecho onde estão os interruptores a resistência é nula, há três lâmpadas que não acenderão pois estão curto-circuitadas. No entanto, os alunos conseguem compreender que há elementos que são fontes de energia, os que consomem e os que transmitem essa energia.

**Figura 1A e Figura 1B** – Esquemas de circuitos elétricos, propostos por alunos, de uma associação de 5 lâmpadas, 3 interruptores e 1 pilha.



Fonte: Dados da pesquisa.

Segundo Fiolhas e Trindade (2003), uma das características da Física, que a torna algo particularmente difícil para os alunos, é o fato de lidarem com conceitos abstratos e em larga medida contraintuitivos. A capacidade de abstração dos estudantes, em especial dos mais novos, é reduzida. Em consequência, muitos deles não conseguem apreender a ligação destas matérias com a vida real. Esta dificuldade é tratada em parte pela introdução de métodos de experimentação através de atividades em laboratórios. Essa atitude vai ao encontro à observação sobre a junção dos dois modos de aprender como forma de maximizar o aprendizado.

Ao comentarem suas propostas de circuitos, os alunos evidenciaram a dificuldade de representar graficamente o que eles observam na prática.

- A6 e A9: Tivemos dificuldades na hora de ligar as lâmpadas. Sabíamos que elas precisavam ser ligadas na pilha, mas não sabíamos direito como. Então cada um fez um desenho e depois juntamos tudo.
- A19 e A27: Tentamos fazer as ligações imaginando que os elétrons saem da pilha, passam pela lâmpada, mas devem voltar para a pilha. É por isso que o nome é circuito.
- A22 e A34: Puxa, em casa tem 30 lâmpadas. Se conseguirmos ligar direitinho 5, então será só repetir o raciocínio para as outras.

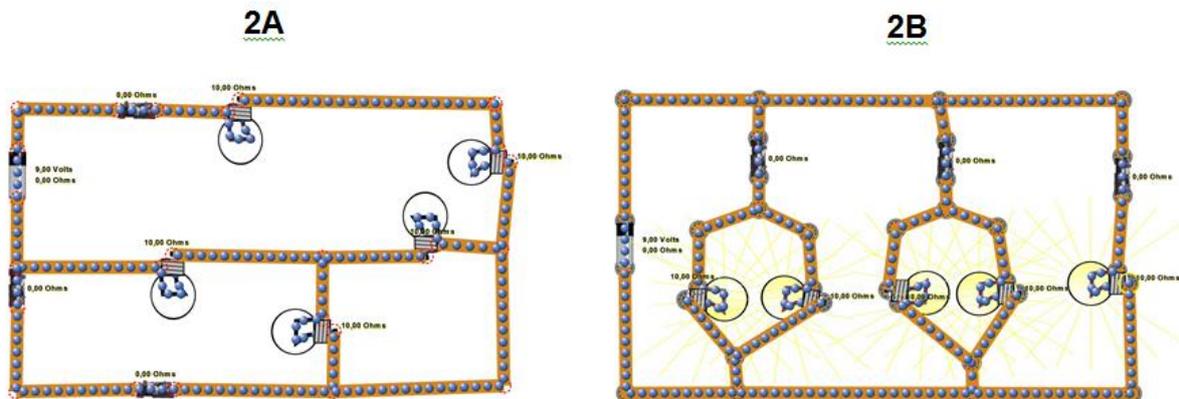
A terceira etapa foi mais abrangente em discussões e rica em aprendizagem. Os alunos demonstraram interesse em aprender e conhecer mais sobre os conceitos relacionados à utilização de circuitos elétricos. Esse interesse possibilitou bons momentos de reflexão e de ação, e, conseqüentemente, viabilizou a construção e/ou a reconstrução do conhecimento. Nesta etapa, os alunos se apropriaram de informações e conhecimentos que foram apresentados a eles através da simulação.

Para Arantes e colaboradores (2010), a principal função da simulação consiste em ser uma efetiva ferramenta de aprendizagem, fortalecendo bons currículos e os esforços de bons professores.

A partir da confecção dos circuitos elétricos simplificados da aula anterior, os alunos identificaram que, em certos casos, havia necessidade de adaptá-los. Neste momento, eles apresentaram contribuições significativas, evidenciando a relevância desse recurso para a aprendizagem.

Mencionaram a praticidade da atividade como ferramenta de aprendizagem e analogia com situações concretas. Além disso, reforçaram o pressuposto que a dissociação teoria/prática é um fator que dificulta a aprendizagem. A Figura 2 apresenta o circuito proposto pela dupla A19 e A27, construído no PhET, antes (2<sup>a</sup>) e depois (2B) da adaptação.

**Figura 2A e Figura 2B** – Circuito proposto pela dupla A19 e A27, construído no PHET, antes (2A) e depois (2B) da adaptação.



Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se na Figura 2B que os alunos ao se apropriarem do conceito de corrente elétrica e entenderem suas propriedades, conseguem redesenhar o esquema de distribuição das lâmpadas e interruptores, consolidando um aprendizado significativo.

O software de simulações PhET contribui para que os alunos construíssem compreensão dos fenômenos observados como a relação de proporcionalidade entre tensão e corrente elétrica (1ª Lei de Ohm), brilho da lâmpada (potência elétrica), identificação de curto-circuito (Leis de Kirchhoff), etc. Questionamentos e afirmações observadas nos relatórios entregues sugerem que os alunos conseguiram realizar associações entre o conhecimento prévio, discutido nas etapas anteriores, e a observação de fato fornecida pela simulação. Destacamos, duas afirmações feitas pelos alunos após a execução da atividade.

- A8: Achei fácil usar o simulador e ligar as lâmpadas. Agora poderei explicar em casa como é feita a ligação das lâmpadas que fica escondida dentro da parede.
- A12: O nosso projeto precisou ser modificado, mas com as explicações do professor não tivemos dificuldades. Achei muito mais fácil aprender física desse jeito.

De acordo com Rosa (2003), esta é uma estratégia eficiente de relacionar teoria e prática, proporcionando a aproximação do conhecimento com o contexto social e cultural real dos alunos. Monteiro e Gaspar (2007) reforçam este pensamento e acrescentam o papel do professor como mediador na interação social e coordenador no desenvolvimento da tarefa proposta. Nossa percepção, a partir dos resultados observados, é de concordância com os autores citados, destacando que os pontos comuns são consequências do papel desempenhado

pelo professor como moderador da aprendizagem e provocador, nos alunos, dos desdobramentos da aprendizagem. O objetivo deste artigo é demonstrar que a simulação computacional pode ser aplicada como ferramenta facilitadora da aprendizagem sobre o funcionamento de circuitos elétricos. Parte do princípio de que o ensino das ciências da natureza nos moldes tradicionais, principalmente o da Física, na qual o professor é o centro do processo, não mais atende aos interesses do aluno, muito menos às necessidades da sociedade. Além disso, o avanço tecnológico da sociedade moderna não mais dá espaço às tradicionais aulas onde quadro e pincel se sobressaem como principais ferramentas daquele que dirige todas as atividades no contexto da sala de aula. A cada dia o concorrido mercado de trabalho se torna mais exigente em relação às habilidades e competências que os jovens devem apresentar e, dessa forma, a escola deve assumir de fato seu papel de formação de cidadãos críticos e participativos e com atitudes reflexivas frente as situações imediatas do mundo capitalista e globalizado. Neste contexto, o uso de práticas pedagógicas que considerem o aluno como sujeito do processo tende a melhorar a aprendizagem dos alunos em diferentes temas e conceitos (Pinto & Pires, 2019).

#### **4. Considerações Finais**

O ensino da Física terá um significado real quando a aprendizagem partir das ideias e fenômenos que façam parte do contexto do aluno, possibilitando analisar o senso comum e fortalecer os conceitos científicos na sua experiência de vida. O uso do software PhET, neste trabalho, otimizou o tempo necessário para que alunos resolvessem problemas envolvendo circuitos elétricos. Este é um indicativo que este software ou similares com características de softwares educativos gratuitos podem desenvolver a aprendizagem da Física, pois são divertidos e dinâmicos, além de apresentarem estratégias que motivam o aluno para a resolução do problema proposto.

O envolvimento e apropriação de conhecimento dos alunos quanto às propriedades básicas de um circuito elétrico melhorou qualitativamente a partir do uso da simulação. Podemos concluir que o uso do PhET contribuiu para melhorar a capacidade lógica, a compreensão das funcionalidades dos elementos de um circuito e no entendimento de suas propriedades. A partir dos resultados é possível inferir que o uso da simulação pode melhorar o raciocínio lógico e o tempo de respostas na execução de atividades que envolvam circuitos elétricos em classes do Ensino Médio, inclusive como estratégia de avaliação alternativa.

Nas atividades desenvolvidas identificou-se a aplicabilidade da teoria de Vygotsky

quanto ao processo de desenvolvimento do indivíduo. O interesse dos alunos pelo tema de circuitos elétricos reforçou a necessidade de proposição de outros temas que contextualizem conteúdos aparentemente difíceis aos alunos tendo como princípio a experiência prévia dos indivíduos e a aplicabilidade prática do conteúdo. É preciso fazer com que os conteúdos de Física possibilitem a criação de competências nos alunos; portanto, torna-se necessário a busca por novas alternativas didáticas capazes de permitir ao aluno aprender a Física ensinada, bem como desenvolver um conjunto de estratégias diversificadas.

## Referências

Adams, W. K., Reid, S., LeMaster, R., McKagan, S. B., Perkins, K. K., Dubson, M., & Wieman, C. E. (2008). A study of educational simulations, part I: Engagement and learning. *Journal of Interactive Learning Research*, 19, 397-419.

Arantes, A. R., Miranda, M. S., & Studart, N. (2010). Objetos de Aprendizagem no Ensino de Física: Usando Simulações do PhET. *Revista Física na Escola*, 11(1), 27-31.

Fiolhais, C., & Trindade, J. (2003). Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(3), 259-72.

Laburú, C. E.; Gouveia, A. A., & Barros, M. A. (2009). Estudo de circuitos elétricos por meio de desenhos dos alunos: uma estratégia pedagógica para explicitar as dificuldades conceituais. São Carlos SP. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, 26(1), 24-47.

Monteiro, I. C. C., & Gaspar, A. (2007). Um estudo sobre as emoções no contexto das interações sociais em sala de aula. *Investigações em Ensino de Ciências*. V12(1), 71-84.

Oliveira, M. M. de. (2011). Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses. (5a ed.), Rio de Janeiro: Elsevier.

Pereira, A. S., et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1).

Pinto, D. M. R., & Pires, M. A. L. M. (2019). O ensino da matemática e sua função na formação do indivíduo e de sua cidadania na educação. REMATEC: Revista de Matemática, Ensino e Cultura, 14(32), 118-30.

Schuhmacher, E., Tavares, A., Silva, M. R. da, Silva, H. dos S., Dalfovo, O., Lavall, I. T., & Ricardo, A. de A. (2004). Física Experimental Auxiliada por Laboratório Virtual. IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Jaboticatubas; 1. Recuperado de <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/sys/resumos/T0192-1.pdf>.

Sorj, B., & Guedes, L. E. (2005). Exclusão digital: problemas conceituais, evidências empíricas e políticas públicas. Novos estudos: CEBRAP. São Paulo, 72.

Rosa, C. W. (2003). Concepções teórico-metodológicas no laboratório didático de Física na Universidade de Passo Fundo. Ensaio, 5, 2, 13-27.

**Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Argemiro Midonês Bastos – 100%