

Laboratório real x laboratório virtual: possibilidades e limitações destes recursos em uma atividade investigativa para o ensino de eletrodinâmica

.....

Natalia Ferreira Vidal*

Divisão de Ensino, Escola Preparatória de Cadetes do Ar

Paulo Henrique Dias Menezes

Faculdade de Educação; Universidade Federal de Juiz de Fora

RESUMO

Neste trabalho, investigamos o papel das simulações como alternativa aos laboratórios convencionais no ensino de física, na tentativa de suprir a necessidade da experimentação nessa disciplina. Foram realizadas duas atividades – uma no laboratório virtual e outra no laboratório real. Dois roteiros semiestruturados foram propostos a alunos da 3ª série do Ensino Médio, para que fizessem observações sobre circuitos série e paralelo numa perspectiva investigativa, com o objetivo de perceber semelhanças e diferenças entre circuitos série e paralelo. Um roteiro foi desenvolvido no laboratório real e outro no laboratório virtual. As observações e conclusões dos alunos foram registradas em relatório que, juntamente com outras fontes, serviram de dados para a análise realizada. Nossos resultados sugerem uma reflexão sobre a maneira mais adequada do uso do laboratório escolar no ensino de física a partir da possibilidade de articular atividades práticas tradicionais com simulações virtuais.

Palavras-chave: ensino de física; atividades experimentais; simulações virtuais

.....

1. Introdução

O computador, a internet e os aparelhos eletrônicos, como os *smartphones* e os *tablets*, são

tecnologias importantes desenvolvidas pelo homem no progresso das áreas de informação e de comunicação. A revolução causada por tais tecnologias foi tão grande que

em muito pouco tempo elas se tornaram indispensáveis ao nosso dia a dia – tanto que hoje já não é mais possível imaginar o mundo sem esses instrumentos. No campo da educação, cada vez mais se percebe o aumento do interesse pelo uso das tecnologias e de outros recursos de comunicação e de informação integrados ao aprendizado escolar.

Mais do que ferramentas, hoje compreendemos as tecnologias e os dispositivos móveis de comunicação e informação como instrumentos culturais de aprendizagem, e as novas gerações de estudantes, do Ensino Fundamental ao superior, compreendem bem essa revolução tecnológica e estabelecem estreita sintonia com as inúmeras mudanças que a era tecnológica imprime à sociedade.

Particularmente no ensino de física, Borges [1] defende que a maioria dos professores defende a ideia de que alguns dos problemas do ensino dessa disciplina passam pela ausência de aulas práticas na rotina da escola. Muitas vezes, essa ausência se justifica pela falta de um espaço físico ideal, ou pela falta de material ou equipamentos adequados que, além do custo elevado para adquiri-los, ainda demandam pessoal

técnico especializado ou capacitação dos professores.

Com o avanço tecnológico e o fácil acesso aos computadores e a outros recursos digitais, é possível pensar nas

Mais do que ferramentas, hoje compreendemos as tecnologias e os dispositivos móveis de comunicação e informação como instrumentos culturais de aprendizagem

simulações virtuais como um caminho para contornar o problema da falta de atividades práticas e experimentais nas aulas de física ou ciências da natureza, de forma geral. Elas

podem ajudar o professor a suprir a necessidade de realizar aulas práticas e a inserir o aluno num ambiente experimental investigativo, tirando-o da passividade das aulas expositivas tradicionais.

2. As simulações virtuais para o ensino

Simulações virtuais vão além de simples animações computacionais. Segundo Gadiss [2], elas englobam uma vasta classe de tecnologias, do vídeo à realidade virtual, e podem ser classificadas em categorias gerais, baseadas fundamentalmente no grau de interatividade entre o aprendiz e o computador. Essa interatividade baseia-se no fato de que o programa é capaz de apresentar não apenas uma animação isolada de um fenômeno em causa, mas uma série de animações alternativas selecionadas por meio da seleção de parâmetros pelo estudante. Dessa forma, por exemplo, para ilustrar a trajetória de um objeto lançado de forma oblíqua em relação ao solo, uma simulação permite ao estudante a escolha de parâmetros relevantes, tais como a velocidade inicial e o ângulo de disparo, para os quais o programa fornece as respectivas animações geradas a partir de grandes bancos de dados. Num segundo

*Autor de correspondência: Natalia Ferreira Vidal, natalia.vidal@educacao.ufjf.br.

exemplo, podemos citar a forma como se dá o crescimento de uma população, referindo-se aos fatores de seleção natural. Nesse caso, a experiência original é impossível de ser reproduzida pelos estudantes, uma vez que um dos parâmetros abordados é o tempo, contado em gerações. Assim, as simulações podem ser vistas como representações ou modelagens de objetos específicos reais ou imaginados, de sistemas ou fenômenos cotidianos ou não.

Evidentemente, qualquer simulação está baseada em um modelo de uma situação real matematizada e processada pelo computador para fornecer animações de realidade virtual. Portanto, a construção de uma simulação virtual pressupõe, necessariamente, a existência de uma situação real que lhe dê suporte e que lhe confira significado. Exemplos de tais situações podem ser: uma descida na Lua, uma emergência em uma usina nuclear ou até mesmo um evento histórico ou astronômico. Snir [3] e Russel [4] defendem também que experimentos perigosos ou de realização dispendiosa, assim como os que envolvem fenômenos muito lentos ou extremamente rápidos, também compõem a classe de eventos a serem alvos prioritários de uma simulação virtual no ensino.

Para este trabalho, optou-se pelas simulações interativas, por acreditar que essas seriam mais adequadas para alcançar os objetivos pretendidos, permitindo que os estudantes explorassem os fenômenos discutidos e pudessem, a partir da interação, sistematizar os conceitos e suas relações, organizando assim o conhecimento e enxergando nas simulações o seu potencial de aprendizagem para o ensino de física.

2.1. Tecnologia Educacional em Física - PhET

Nos últimos anos o uso de simulações tem sido incentivado como uma alternativa aos laboratórios tradicionais. Uma ferramenta que ganhou notoriedade nesse campo foi o PhET¹. Trata-se de um programa idealizado pelo físico Carl Wieman (Prêmio Nobel de Física em 2001) e desenvolvido pela Universidade do Colorado que disponibiliza simulações virtuais num portal on-line, que podem ser utilizadas no próprio sítio ou baixadas gratuitamente por alu-

nos, professores ou mesmo curiosos. Essas simulações abrangem várias áreas do campo das ciências, passando por física, química e biologia, mas também trazem algumas simulações sobre matemática e geografia. Segundo Miranda e cols. [5], as simulações do PhET são, em sua maioria, bastante interativas e podem ser usadas como efetiva ferramenta de aprendizagem, fortalecendo os programas e currículos de ensino, aliando-se aos esforços de professores comprometidos com o ensino. Essas simulações podem ser usadas em várias modalidades e níveis de ensino, como aulas expositivas, trabalhos em grupo ou até mesmo para explorar conceitos em estudos superiores.

Neste trabalho, utilizamos uma simulação específica do PhET: circuitos de corrente contínua e alternada². Essa simulação permite montar vários circuitos em série e/ou paralelo com correntes contínuas, de acordo com a necessidade do professor, ou o espírito de investigação dos alunos, para estudo dos fenômenos relacionados à eletrodinâmica. O simulador traz em seu layout um espaço de tela cinza onde podemos fazer diversas montagens de circuitos de acordo com o estudo pretendido (Fig. 1). No layout identifica-se uma barra vertical lateral à direita com os elementos que podem ser inseridos no circuito, como lâmpadas, fios, baterias e interruptores, além de aparelhos de medição como voltímetro e amperímetro. Para montar um cir-

cuito, basta clicar sobre o elemento a ser utilizado, arrastá-lo até a área de trabalho e, em seguida, ajustar suas características, como, por exemplo, a resistência interna de uma lâmpada ou a tensão fornecida por uma pilha.

Simulações desse tipo podem ser combinadas com circuitos reais ou até mesmo em substituição a eles, caso não seja possível o trabalho em um laboratório convencional. Pelo fato de os recursos das simulações serem muito numerosos, com esse tipo de ferramenta é possível explorar diversos conceitos sobre os circuitos elétricos e envolver os alunos em uma metodologia de ensino diferente do simples uso do livro didático ou do quadro de aula.

3. Desenvolvimento das atividades

Foram elaborados dois roteiros de atividades com a intenção de investigar as características específicas dos circuitos série e paralelo no estudo da eletrodinâmica – um para utilização do laboratório convencional e outro para utilização de um simulador de laboratório virtual.

O primeiro roteiro foi elaborado para trabalhar com um circuito em série, no laboratório virtual, utilizando o simulador Phet. Esse roteiro foi adaptado de um roteiro experimental do caderno de experimentos que pertence ao laboratório da escola. Porém, no roteiro original os circuitos série e paralelo são trabalhados na mesma atividade e o objetivo é apenas constatar o comportamento da corrente elétrica em cada uma das ligações. Assim, foram feitas algumas modificações, como a estruturação do “passo a passo” de como mon-

A construção de uma simulação virtual pressupõe, necessariamente, a existência de uma situação real que lhe dê suporte e que lhe confira significado

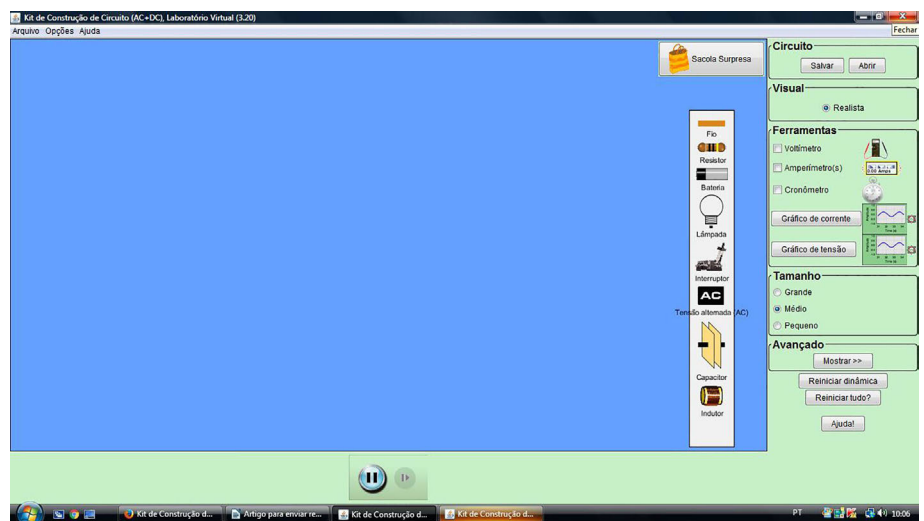


Figura 1 - Tela do simulador do PhET para circuitos de corrente contínua e alternada.

tar o circuito, as perguntas direcionadas para que os alunos refletissem sobre os circuitos e acrescentou-se também a proposta de desenvolver a 1ª lei de Ohm para entender a resistência equivalente em cada uma das ligações. Essas modificações foram necessárias para que a atividade se encaixasse no planejamento da aula e no desenvolvimento da disciplina, alinhando-se ao currículo da escola e ao plano de unidades didáticas que os professores devem seguir no ensino de física.

O segundo roteiro tratava de um circuito em paralelo, montado numa placa didática, disponível para o ensino no laboratório de física da escola. Esse roteiro também trazia perguntas para serem respondidas à luz das observações realizadas, porém não enfatizava a montagem do circuito, uma vez que a placa didática já havia sido montada previamente.

O experimento foi aplicado em três turmas da 3ª série do Ensino Médio da Escola Preparatória de Cadetes do Ar, em Barbacena - MG. Cada turma, com 26 alunos, foi dividida em grupos com quatro integrantes para a realização da atividade. A atividade foi realizada em duas aulas de 45 minutos cada, sendo realizado primeiro o experimento virtual, usando o simulador PhET, e posteriormente utilizada a placa didática para estudar o circuito em paralelo. Vale lembrar que, para a realização da atividade, os alunos já haviam estudado os conceitos sobre a 1ª Lei de Ohm e a relação existente entre corrente e resistência elétrica. Na realização da primeira parte do experimento (laboratório virtual), os alunos foram levados para o laboratório de física, que é equipado com computadores e bancadas para execução de experimentos reais. É interessante notar que, mesmo sendo o primeiro contato dos alunos com o simulador, as dificuldades foram mínimas na experiência virtual. Os alunos se mostraram muito à vontade e com uma grande segurança em mexer no simulador, sem medo de fazer alguma ligação errada.

Na aula seguinte foi feito o experimento na placa didática. Em cada bancada de trabalho havia uma placa já devidamente montada e ligada na rede elétrica do laboratório – que possui

127 V de tensão de entrada –, com três lâmpadas de potências diferentes, sendo seus valores nominais descritos no início da segunda parte do roteiro (Fig. 2).

4. Análises das atividades

As primeiras observações relevantes aconteceram nos primeiros minutos de atividade, quando foi percebido o quão à vontade os alunos se sentiam frente a um computador. Na apresentação da simulação do PhET que seria utilizada como ferramenta de ensino, os alunos esboçaram expressões bem normais em seus rostos, sem aquela reação de surpresa comum quando nos depa-

ramos com algo novo. No primeiro dia de trabalho, a professora foi muito pouco solicitada pelos alunos. Eles realizaram toda a atividade sem grande dificuldade, terminaram todas as tarefas em menos de 45 minutos e as únicas dúvidas que surgiram foram relativas apenas à relação matemática para o cálculo da resistência

equivalente, conforme solicitava o roteiro.

Na aula seguinte, usando a placa didática, a situação mudou bastante. Per-

ceberam-se muitos olhares curiosos logo que os alunos adentraram o laboratório. Além disso, na primeira atividade todos os alunos esperaram as orientações e a ordem para começar a atividade. Porém, na segunda atividade, antes mesmo de terminar a explicação da dinâmica de trabalho já se percebiam alguns alunos manuseando o multímetro e a placa para tentar aprender sozinhos como eles funcionavam.

Tão logo foi dada a ordem para começar o trabalho, a professora foi chamada às bancadas para confirmar se o procedimento dos alunos estava correto. As solicitações foram tantas que quase não foi possível atender a todos os alunos no tempo de aula previsto. Foi possível observar também na atividade real que os alunos interagiram mais entre si, sempre questionando uns aos outros como realizar cada parte do roteiro, confirmando ou refutando as previsões que eles próprios realizaram e levantando hipóteses sobre as possíveis ligações que poderiam ser feitas na placa. Diferentemente da primeira aula, os 45 minutos programados para a atividade foram usados em sua totalidade e, quando foi dado o sinal para acabar a aula, alguns alunos ainda quiseram permanecer no laboratório para mexer um pouco mais naquele circuito e fazer novas ligações com outras lâmpadas e equipamentos. Houve também dois alunos que manifestaram a vontade de realizar o experimento virtual da primei-

No laboratório real, percebeu-se que os alunos se sentiram muito mais curiosos e, ao mesmo tempo, inseguros frente a uma realidade que não era comum ao dia a dia deles. Por outro lado, o computador, por ser objeto de estudo e lazer por várias horas do dia, já não traz mais a sensação de novidade e não estimula tanto o interesse e a curiosidade dos alunos

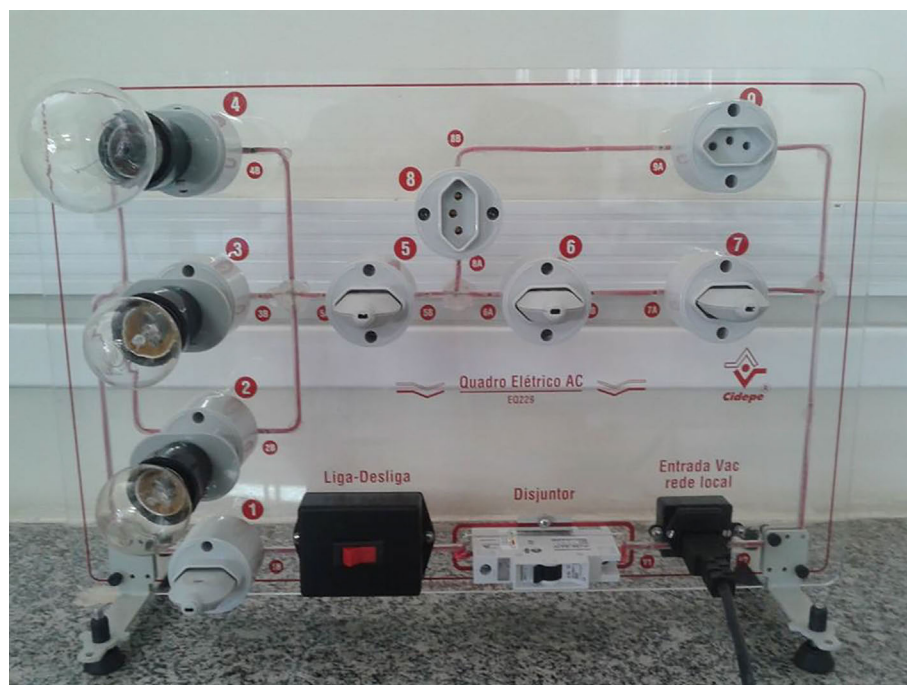


Figura 2 - Placa de circuito utilizada na atividade do laboratório real.

ra aula na placa didática, para confirmar se “iria acontecer a mesma coisa” que foi observada na simulação virtual.

Assim, no laboratório real, percebeu-se que os alunos se sentiram muito mais curiosos e, ao mesmo tempo, inseguros frente a uma realidade que não era comum ao dia a dia deles. Por outro lado, o computador, por ser objeto de estudo e lazer por várias horas do dia, já não traz mais a sensação de novidade e não estimula tanto o interesse e a curiosidade dos alunos. Percebemos com este trabalho que a experiência real instigou mais a curiosidade dos alunos, por trazer objetos que não faziam parte de seus quotidianos.

4.1. Laboratório virtual x laboratório real

As atividades realizadas em laboratórios reais e virtuais, ainda que tratem do mesmo tema, podem provocar comportamentos distintos nos alunos, dependendo da forma como são trabalhadas. O experimento virtual, mais especificamente o simulador do PhET, tem um caráter lúdico e interativo bastante simples e agradável àquele que o opera. Porém, o crescimento exponencial de ferramentas de tecnologia e informação e o fácil acesso a essas tecnologias, com softwares e aplicativos dotados de grande interatividade, coloridos e dos mais diversos ramos de utilidade, colocam o jovem em uma situação bastante confortável frente ao computador ou outra ferramenta dessa natureza. Com isso, a sensação de novidade já não tem sido tão comum no uso de ferramentas de caráter virtual. Por outro lado, o uso das simulações propicia ao aluno uma visão geral do experimento e uma segurança maior na execução das tarefas, visto que a atividade realizada no computador é praticamente isenta de acidentes e imprevistos que causem dano ou prejuízo ao equipamento ou ao aluno. Sobre esse aspecto, Miranda e cols. [5, p. 29] apontam ainda que “as simulações virtuais encorajam os alunos a explorar o comportamento da simulação, questionar suas ideias e desenvolver outros modelos correspondentes sobre determinado assunto”.

Quanto aos laboratórios reais de ensino de ciências, Borges [1] aponta que o ensino prático de ciências tem alto prestígio entre os professores em geral. Muitas vezes esse prestígio deve-se, erroneamente, à crença de que o simples fato de mobilizar a atividade do aprendiz frente a sua passividade já é

suficiente para provocar o interesse pelo conhecimento.

Nas atividades desenvolvidas, observou-se que a oportunidade de manusear a placa didática, com fiações, lâmpadas e outros itens reais, aguçou nos alunos uma curiosidade em saber como aquelas coisas funcionam. Isso causou-lhes uma ansiedade tão grande que mal conseguiram esperar as explicações e orientações para começarem a realização do experimento. Assim, considera-se que a atividade prática realizada com equipamentos de laboratório, hoje em dia, é capaz de despertar mais o interesse dos alunos, pelo simples fato de colocá-lo num ambiente diferente daquele vivenciado no dia a dia, fora da sua zona de conforto. Entende-se que esse interesse é capaz de provocar no aluno sentimentos diferentes direcionados para o campo das ideias, da curiosidade e da busca por respostas para suas investigações.

Por outro lado, o fato de manusear equipamentos reais provocou nos alunos certa insegurança que não foi percebida na atividade virtual. Isso porque, por mais que as simulações busquem uma demonstração mais próxima à realidade, temos um sentimento intrínseco que nos diz se tratar apenas de um software. Assim, temos a confiança de que aquele objeto é virtual e que não sairá desse campo. Logo, o sentimento de segurança e proteção é grande, o que nos permite ousar sem medo de sofrer algum dano ou prejuízo.

Os experimentos reais, por sua vez, apresentam uma perspectiva diferente, já que, por se tratarem de situações concretas, o resultado de alguma operação indevida pode ter consequências que extrapolam o controle do experimentador. Por isso, o fato de aqueles alunos estarem lidando pela primeira vez com aqueles materiais trouxe um sentimento de insegurança pertinente àquela situação. A cada passo do roteiro eles refletiam muito mais sobre suas ações e sempre recorriam à professora para se certificarem se o procedimento estava correto.

Existe também um fator importante a ser considerado no que tange ao acesso às tecnologias digitais, pois, por mais que elas tenham se expandido consideravelmente nos últimos tempos,

ainda é comum encontrar comunidades que não têm acesso a computadores, escolas sem laboratório de informática ou alunos que não têm nenhum acesso a essas ferramentas de informação e comunicação. Nesse sentido, o uso de simulações virtuais, ainda que venha preencher algumas lacunas estruturais para ensino, como por exemplo a falta de um laboratório, a contextualização do ensino ou a interconexão de dois ou mais conceitos estudados está longe de ser a solução redentora para os problemas emergentes da falta de experimentação no ensino de ciências.

Por fim, uma das potencialidades da utilização de simulações no ensino passa pelas possibilidades de se observar na tela algo que seria impossível de ver a olho nu ou analisar calmamente um fenômeno que em tempo real acontece com velocidade próxima à velocidade da luz. Nesse sentido, nossos resultados apontaram que simulações virtuais, quando utilizadas como recurso didático, podem facilitar a aprendizagem de conceitos abstratos, uma vez que os alunos observam a situação proposta pelo professor de forma mais comple-

ta, pois conseguem visualizar e compreender o conceito descrito num aspecto mais claro e mais dinâmico. Já os laboratórios didáticos reais permitem discutir e analisar essas condições de contorno, que envolvem riscos, possibilidades de erros e podem interferir diretamente nos resultados de uma experiência. Além disso, verificamos que, em um mundo dominado pelas tecnologias de informação e comunicação, os laboratórios didáticos trazem o aluno para um ambiente diferente do seu cotidiano. Realizar experiências num laboratório real motiva o aluno a aprender pelo lúdico, pela manipulação e pela própria experiência ao “ver o fenômeno acontecer”. Outra vantagem é que nem sempre os resultados das experiências correspondem às expectativas do experimentador. Isso permite o desenvolvimento de uma visão mais crítica da ciência. Por outro lado, uma ligação ou medição errada pode causar insegurança no aluno, gerando inibição e produzindo um efeito contrário daquele previsto inicialmente. Essa insegurança pode ser controlada se o aluno puder testar antes na si-

Os laboratórios virtual e real apresentaram possibilidades de utilização distintas e ao mesmo tempo complementares. Por isso, entendemos que a integração dos dois seria a melhor saída para a realização de atividades investigativas

mulação.

5. Considerações finais

Desenvolvemos este trabalho com o objetivo de verificar o papel das simulações como alternativa aos laboratórios convencionais no ensino de física, na tentativa de suprir a necessidade da experimentação nessa disciplina.

As atividades desenvolvidas durante o trabalho nos conduziram para uma direção diferente das expectativas iniciais. Esperava-se que os laboratórios virtuais causassem nos alunos os mesmos efeitos do laboratório real, ou seja, que a atividade realizada por meio de uma simulação proporcionasse ao aluno uma aprendizagem semelhante àquela que obteria por intermédio de uma experimentação com objetos reais. No entanto, os resultados obtidos a partir da análise das atividades desenvolvidas apontaram para um uso diferente desse tipo de objeto de aprendizagem. Os laboratórios virtual e real apresentaram possibilidades de utilização distintas e ao mesmo tempo complemen-

tares. Por isso, entendemos que a integração dos dois seria a melhor saída para a realização de atividades investigativas.

Os resultados deste estudo sinalizam que uma atividade investigativa pode ser mais efetiva se prover uma metodologia que integre os processos de experimentação em laboratórios didáticos reais com as simulações virtuais. Entendemos que essa associação pode trazer resultados mais interessantes do que se forem realizadas separadamente. Com as simulações virtuais, os alunos podem fazer previsões, investigar as possíveis ocorrências e depois confirmá-las ou refutá-las numa experimentação real. Além disso, as simulações integradas com a experiência real têm a possibilidade de levar o aluno a pensar novas situações e, com base nisso, formular outras hipóteses para construir um conceito ou conhecimento acerca dos mais variados assuntos da física.

Na atividade desenvolvida escolhemos trabalhar com os circuitos série e

paralelo porque esse assunto é um ramo da eletrodinâmica que traz muitas dúvidas aos alunos quando estudados pela primeira vez. Assim, a opção de promover o ensino dessa matéria por meio de atividades experimentais, além de contribuir como objeto da nossa pesquisa, ajudou os alunos a entender melhor os circuitos elétricos, que até então eram trabalhados na escola apenas de forma teórica. É inegável que ligações em série e paralelas são bastante diferentes entre si e a atividade como foi estruturada deixa lacunas no que tange à comparação das aprendizagens de cada um dos circuitos, pois, para realizar uma comparação entre dois tipos diferentes de ambientes de aprendizagem, seria ideal que ambos tratassem do mesmo assunto. No entanto, entendemos que o caráter comparativo relativo a possíveis alternativas metodológicas para experimentação no ensino de física foi atendido com o trabalho realizado.

Referências

- A. Tarciso Borges, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **19**, 291 (2002).
B. Gaddis, *Learning in a Virtual Lab: Distance Education and Computer Simulation*. Ph.D. Thesis, University of Colorado, 2000.
M. Snir, *MPI - The Complete Reference: The MPI Core* (MIT Press, London, 1998).
G. Russel, *Computer Mediated School Education and the Web*. (Scopus, North Carolina, 2011), v. 1, p. 324.
M.S. Miranda, A.R. Arantes, N. Studart, *Física na Escola* **11**, 1 (2010).

Notas

¹Sigla em inglês para Tecnologia Educacional em Física.

²Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab.