

# **Laboratório Real X Laboratório Virtual: possibilidades e limitações desses recursos no ensino de eletrodinâmica**

## **Laboratory Real X Virtual Lab: possibilities and limitations of using these resources in teaching electrodynamics**

**Natália Ferreira Vidal**

Universidade Federal de Minas Gerais

[natalia\\_vidal1@msn.com](mailto:natalia_vidal1@msn.com)

**Paulo Henrique Dias Menezes**

Universidade Federal de Juiz de Fora

[paulo.menezes@ufjf.edu.br](mailto:paulo.menezes@ufjf.edu.br)

### **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 na escola básica. Dois experimentos semiestruturados foram propostos a alunos do terceiro ano do ensino médio, para que fizessem observações sobre circuitos em série e paralelo numa perspectiva investigativa. Um experimento foi desenvolvido no laboratório real e outro no laboratório virtual. As observações e conclusões dos alunos foram registradas em relatórios que, em conjunto com outras fontes, serviram de base 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.

### **Abstract**

In this paper we investigate the role of simulations as an alternative to conventional laboratories in physics education in an attempt to meet the need of experimentation in basic school. Two semi-structured experiments were proposed to the third year of high school students, for them to do observations on circuits in series and parallel in an investigative perspective. An experiment was conducted in the real laboratory and the other in the virtual lab. The observations and conclusions of the students were recorded in reports, in combination with other sources, served as a database for analysis. Our results suggest a reflection on the most appropriate way of using school laboratory in physics education from the possibility of integrating traditional practical activities with virtual simulations

**Key words:** Physics teaching; Experimental activities; Virtual simulations.

## Introdução

Neste trabalho investigamos as potencialidades das simulações frente ao laboratório tradicional. Algumas pesquisas (BORGES, 2002, MIRANDA, ARANTES, STUDART, 2010) defendem que o uso de simulações pode melhorar a qualidade do ensino de física, uma vez que as simulações propiciam facilidades que não são observadas em um laboratório real. Um exemplo dessas facilidades é o fato de que nas simulações é possível alterar as condições de contorno de um experimento com facilidade. Além disso, a simulação permite repetir várias vezes os procedimentos, explorando diversas combinações de parâmetros, e ver coisas invisíveis a olho nu, como elétrons, por exemplo. (MIRANDA, ARANTES, STUDART, 2012).

Além da ausência de materiais, espaços e equipamentos específicos, os experimentos reais requererem também certo conjunto de habilidades práticas para se trabalhar no laboratório. Essas habilidades deveriam ser desenvolvidas desde o início das aulas de ciências na escola básica. Porém, na realidade do ensino de ciências ministrado em nossas escolas, é muito raro encontrar estudantes que já tenham adquirido essas habilidades, mesmo naqueles que já se encontram na fase final do ensino médio. Ainda assim, não podemos descartar o fato de que os experimentos reais são de grande importância para o ensino, pois permitem uma maior aproximação com a realidade, levando em conta condições de contorno e outras variáveis que usualmente são descartadas nas simulações.

## 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 PhET<sup>1</sup>. 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 alunos, professores e qualquer outra pessoa interessada. Essas simulações abrangem várias áreas do campo das ciências naturais, tais como física, química e biologia, e também de outros campos do conhecimento, como a matemática e a geografia. As simulações do PhET podem ser utilizadas como efetiva ferramenta de ensino e aprendizagem, fortalecendo os domínios de conteúdos de programas e currículos escolares, aliando-se aos esforços de professores comprometidos com o ensino de ciências (MIRANDA, ARANTES, STUDART, 2010). Essas simulações podem ser usadas em várias modalidades de ensino, tais como aulas expositivas, trabalhos em grupos, ou até mesmo como lição para casa.

Neste trabalho, utilizamos uma simulação específica do PhET: Circuitos de Corrente Contínua e Alternada<sup>2</sup>. Essa simulação permite montar vários circuitos em série e/ou paralelo com correntes contínuas, de acordo com a necessidade do professor, ou do espírito de investigação dos alunos, para o estudo dos fenômenos relacionados à eletrodinâmica. O simulador traz em seu *layout* um espaço de tela cinza, que simula a bancada de um laboratório, onde podem ser feitas diversas montagens de circuitos de acordo com o estudo pretendido. No *layout* identifica-se uma barra vertical lateral à direita com os elementos que podem ser inseridos no circuito, como lâmpadas, fios, baterias, interruptores, além de aparelhos de medição como voltímetro e amperímetro. Para montar um circuito, basta clicar

---

<sup>1</sup> Sigla em inglês para Tecnologia Educacional em Física.

<sup>2</sup> Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab)

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

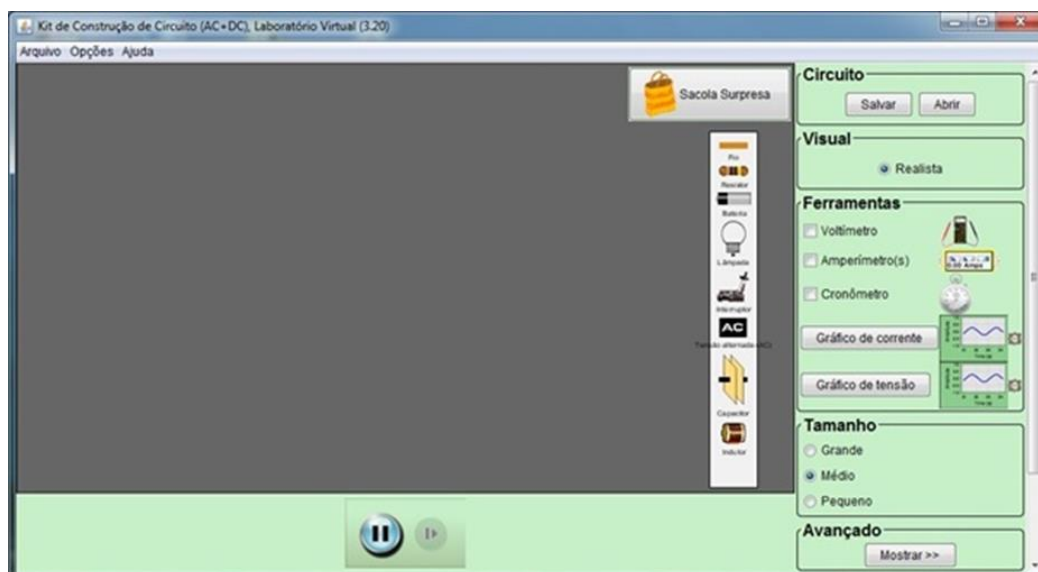


Figura 1: Tela do simulador do PhET para circuitos de corrente contínua e alternada

Simulações desse tipo podem ser usadas combinadas com circuitos reais ou até mesmo em substituição a eles caso não seja possível o trabalho num 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 numa metodologia de ensino diferente do simples uso do livro didático ou do quadro de aula.

## Desenvolvimento das atividades

Foram elaborados dois roteiros de atividades com a intenção de investigar as semelhanças e diferenças entre circuitos em série e em 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 continha informações sobre a montagem do circuito e algumas perguntas para serem respondidas, baseadas nas observações dos alunos após a completa montagem do circuito. O segundo roteiro tratava de um circuito em paralelo, montado numa placa didática, comum em laboratórios de ensino. Esse roteiro também apresentava perguntas a serem respondidas a luz das observações realizadas, porém o mesmo não enfatizava a montagem do circuito, uma vez que a placa didática já havia sido montada previamente.

Os experimentos foram aplicados em três turmas do terceiro ano do ensino médio de uma escola pública militar. Cada turma, com vinte e seis alunos, foi dividida em grupos com quatro integrantes para a realização das atividades. Os experimentos foram realizados em duas aulas de quarenta e cinco minutos cada, sendo o primeiro no laboratório virtual, usando o simulador PhET, e o segundo utilizando a placa didática para estudar um circuito em paralelo. Vale lembrar que, para a realização das atividades, os alunos já haviam estudado os conceitos sobre a 1ª Lei de Ohm e a relação existente entre corrente e resistência elétrica. Para realização do primeiro experimento (laboratório virtual) os alunos foram levados para o laboratório de física

da escola, que é equipado com computadores e com 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 à vontade e com muita segurança para lidar com o 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 127V de tensão de entrada -, com três lâmpadas de potências diferentes, sendo seus valores nominais descrito no início da segunda parte do roteiro.



Figura 2: Placa de circuito utilizada na atividade do laboratório real

## **Análises das atividades**

As primeiras observações relevantes aconteceram nos primeiros minutos do primeiro experimento, quando foi percebido o quão à vontade os alunos se sentem frente a um computador. Na apresentação da simulação do PhET, utilizada como ferramenta de ensino, os alunos esboçaram expressões bem normais em seus rostos, sem aquela reação de surpresa comum quando nos deparamos com algo novo. No primeiro dia de trabalho a professora foi muito pouco solicitada pelos alunos. Eles realizaram toda a atividade sem grande dificuldade, apresentando dúvidas apenas na elaboração da relação matemática para o cálculo da resistência conforme solicitava o roteiro.

Na aula seguinte, quando foi usada a placa didática, a situação mudou bastante. Foram percebidos muitos olhares curiosos logo que os alunos adentraram o laboratório. Além disso, no primeiro experimento todos os alunos esperaram as orientações e a ordem para executar o experimento. Por outro lado, na segunda atividade, antes mesmo de terminar a explicação da dinâmica de trabalho, já se percebia alguns alunos manuseando o multímetro e a placa para tentar aprender sozinho como eles funcionavam.

Tão logo foi dada a ordem para começar o trabalho, a professora estava sendo 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.

No laboratório real, percebeu-se que os alunos estavam 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, atualmente, objeto de estudo e lazer por várias horas do dia, já não traz mais a sensação de novidade e, por isso, não estimulou tanto o interesse dos alunos. Por outro

lado, consideramos que a experiência real instigou mais a curiosidade dos alunos, por trazer objetos que não faziam parte de seus cotidianos.

## **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 esses recursos, com softwares e aplicativos dotados de grande interatividade, coloridos e dos mais diversos ramos de utilidade, colocam o jovem numa 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. Apesar disso, o uso das simulações propiciam 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, Arantes e Studart (2010, 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 (2002) indica que o ensino prático de ciências sempre teve um 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, observamos 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 lhes causou uma ansiedade tão grande que mal conseguiam esperar as explicações e orientações para começar a manusear o experimento. Assim, consideramos 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-los num ambiente diferente daquele vivenciado no dia a dia, fora da sua zona de conforto. Entendemos 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 equipamentos que não conheciam, 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 certificar se o procedimento estava correto.

## 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 nesta 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 conduzisse o aluno a uma aprendizagem semelhante àquela que obteria por intermédio de uma experimentação com objetos reais. Assim, poderíamos pensar no uso das simulações em substituição aos laboratórios reais, para contornar o problema da falta de laboratórios para o ensino de física. No entanto, os resultados obtidos a partir da análise das atividades desenvolvidas apontaram para um uso diferente desse tipo de objeto de aprendizagem, e nos levam a considerar que os laboratórios virtual e real apresentam possibilidades de utilização distintas e ao mesmo tempo complementares. Por isso, entendemos que a integração desses dois recursos seria a melhor saída para a realização de atividades investigativas.

O uso de laboratórios virtuais como recurso pedagógico pode ser de grande importância para o ensino de ciências. Além do apelo lúdico, da simplificação e da ilustração de conceitos, que muitas vezes são abstratos demais para serem ensinados apenas com uso do quadro e giz, as simulações virtuais estão ganhando cada vez mais espaço no ensino de ciências, se tornando um objeto de aprendizagem de fácil acesso para alunos e professores. Uma boa simulação, usada de maneira adequada, pode proporcionar ao aluno uma aprendizagem rápida e efetiva sobre diversos assuntos, inclusive aqueles de difícil compreensão (WIEMAN<sup>3</sup>, 2008, apud MIRANDA, ARANTES, STUDART, 2010). Porém, as simulações, por si só, não atendem a todos os requisitos para ajudar o aluno a desenvolver habilidades inerentes ao processo investigativo nas ciências naturais, como, por exemplo, a simplificação de modelos e o desprezo das condições de contorno, que muitas das vezes influenciam diretamente no resultado de uma experiência. Já os laboratórios didáticos com dispositivos reais permitem discutir e analisar essas condições de contorno, que envolvem riscos e possibilidades de erros.

O estudo aqui apresentado nos fez perceber 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 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. Entendemos que essa insegurança pode ser controlada se o aluno puder testar o experimento antes por meio de uma simulação

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

---

<sup>3</sup> WIEMAN, Carl E.; PERKINS, Katherine K.; ADAMS, Wendy K. Oersted Medal Lecture 2007: Interactive simulations for teaching physics: What works, what doesn't, and why. *American Journal of Physics*, v. 76, n. 4, p. 393-399, 2008.

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, baseados nisso, formular outras hipóteses para construir um conceito ou conhecimento acerca dos mais variados assuntos da física.

## Referências

- BORGES, A. Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- DE BASTOS, F. da P.; MAZZARDO, Mara Denize. **Investigando as potencialidades dos ambientes virtuais de ensino aprendizagem na formação continuada de professores**. Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 1-5, 2004.
- FERREIRA, J. et al. A apresentação de circuitos elétricos e seus respectivos conceitos da Física através da experimentação real e virtual. **Anais I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**, 2009.
- FIOLHAIS, Carlos; TRINDADE, J. Física para todos: concepções erradas em Mecânica e estratégias computacionais". **A Física no Ensino na Arte e na Engenharia**, vol. 1, p. 195-202, 2002.
- MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, C. F. de. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 24, n. 2, p. 77-86, 2002.
- MIRANDA, Márcio Santos; ARANTES, A. Riposati; STUDART, Nelson. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **Física na Escola**, v. 11, n. 1, p. 27-31, 2010.
- MORAN, José Manuel. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papyrus Editora, 2009. 133p.
- PELIZZARI, A.; KRIEGL, M.; BARON, M. **Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo AUSEBEL**. PUC / PR, jul. 2002.
- PINTO, Aparecida Marcianinha. As novas tecnologias e a educação. **Revista Portal Anpedsul**, v. 5, 2012.
- ROCHA, Sinara Socorro Duarte. O uso do Computador na Educação: a Informática Educativa. **Revista Espaço Acadêmico**, n. 85, 2008.
- RÖRIG, Cristina; BACKES, Luciana. **O professor e a tecnologia digital na sua prática educativa**. Local: Editora, 2010.
- SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Construção do conhecimento e ensino de ciências**. **Aberto**, v. 11, n. 55, p. 17-22, 1992.
- TRENTIM, Marco Antônio S.; TAROUÇO, Liane. Proposta de utilização de um laboratório virtual de física na melhoria do processo de ensino-aprendizagem. **Informática na educação: teoria & prática**, v. 5, n. 2, 2008.
- VALENTE, José Armando et al. Diferentes usos do computador na educação. **Computadores e Conhecimento: repensando a educação**, vol. 1, p. 1-23, 1993.