

## **SOBRE CONCEPÇÕES NO ESTUDO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS E UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTAÇÃO REAL E VIRTUAL**

**Kássio Vinícius da Silva** – kvinicius14@gmail.com  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE)  
Rua Padre Agobar Valença, S/N  
55.299-390 – Garanhuns – Pernambuco

**José Carlos de Sá Júnior** – carlos.sa@garanhuns.ifpe.edu.br  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE)  
Rua Padre Agobar Valença, S/N  
55.299-390 – Garanhuns – Pernambuco

**Wilker Victor da Silva Azevêdo** – wilker.azevedo@garanhuns.ifpe.edu.br  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE)  
Rua Padre Agobar Valença, S/N  
55.299-390 – Garanhuns – Pernambuco

**Resumo:** *O objetivo deste trabalho é apresentar uma avaliação crítica sobre a influência de laboratórios experimentais e tecnologias digitais no favorecimento do processo de ensino-aprendizagem para o estudo de circuitos elétricos simples. Uma síntese bibliográfica é apresentada. Foi realizado o estudo do software PSIM por ser uma ferramenta acessível e de fácil aprendizado para simular diversos tipos de circuitos e que pode contribuir para o processo de ensino-aprendizagem. Além disso, foi feita uma análise de um módulo didático do Laboratório de Eletricidade e Dispositivos Eletrônicos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (Campus Garanhuns). Há uma diversidade de dificuldades mobilizadas pelos estudantes no processo de ensino-aprendizagem. Propostas que aglutinem elementos de experimentação real e virtual parecem expor elevado potencial para prover bons resultados em propostas no campo da Engenharia.*

**Palavras-chave:** *Circuitos Elétricos. Ensino-aprendizagem. Experimentação. Tecnologias.*

### **1 INTRODUÇÃO**

O objetivo geral do trabalho é identificar a potencialidade de ferramentas em um cenário híbrido, tal que indique se arranjos metodológicos com a exploração de artefatos de simulação e experimentação real em laboratório potencializam a aprendizagem. Uma síntese de pesquisas presentes na literatura é apresentada. Sua avaliação crítica é conduzida expondo a influência de laboratórios experimentais e tecnologias digitais no favorecimento do processo de ensino-aprendizagem no estudo de circuitos elétricos simples.

A disciplina de Circuitos Elétricos está relacionada com os construtos teóricos da Física e, em virtude da necessidade de razoável abstração das grandezas envolvidas, é comum acarretar em um elevado índice de reprovações dos estudantes no ensino médio e também no superior (licenciatura em física, bacharelados em engenharia,...). Assim, surge a necessidade do professor estruturar aos alunos situações que estabeleçam pontes entre o cerne teórico e as

aplicações didático-experimentais, permitindo, neste sentido, condições mais propícias para a construção de novos saberes. Logo, se faz oportuno analisar artefatos, o papel do professor, discutir propostas metodológicas, bem como se voltar para a aprendizagem, principalmente no que se refere a concepções e ao desempenho de estudantes frente ferramentas digitais e laboratórios físicos aplicados na formação de conhecimentos sobre Circuitos Elétricos.

## 2 EXPERIMENTAÇÃO REAL E VIRTUAL

A utilização de simulação é de grande importância na formação de engenheiros, pois vem enriquecer o aprendizado ao longo de seus estudos. Em sua atuação profissional é frequente se deparar com projetos, sistemas e equipamentos eletroeletrônicos nos quais se faz necessário um amplo conhecimento não apenas de um cenário real específico, mas também de situações com variações paramétricas, de sensibilidade. O percurso frente a virtualização de situações por meio de modelos apropriados resulta na frequente análise de situações hipotéticas, plausíveis de ocorrência no âmbito profissional. Na literatura percebe-se também que há um conjunto de trabalhos, os quais debatem sobre aspectos do uso de laboratórios físicos reais, aproximando o plano teórico das aplicações envidadas profissionalmente, sendo importante fator de motivação para aprendizagem. Os dois aspectos, na área de circuitos elétricos, se multiplicam nos diversos laboratórios (virtuais, reais) em cursos de engenharia e na escolarização técnica profissional.

Farias *et al.* (2014) discutem que os softwares são significativos para o aprendizado de circuitos elétricos, pois as simulações facilitam a visualização dos teoremas estudados na disciplina. Incrementamos tal observação explicitando que, para cenários cuja demanda de montagem possa requerer elevado tempo e complexidade, as simulações podem ser de grande utilidade para emancipar a avaliar o comportamento de circuitos eletroeletrônicos em situações cuja representação real possa acarretar em dispêndios, como na superação da suportabilidade de componentes, de equipamentos. Aglutinar este aspecto ao plano da realização experimental efetiva com dispositivos reais parece algo interessante. Trabalhos publicados em revistas especializadas discutem o uso colaborativo da experimentação real e da experimentação virtual no ensino sobre circuitos elétricos (Quadro 1):

Quadro 1 – Trabalhos sobre a simulação digital e experimental em laboratórios

Ano	Autores	Algumas análises
2000	Ronen & Eliahu	Defende a simulação como ponte entre a teoria e as aplicações. Expõe o papel da simulação como <i>feedback</i> construtivo, ajudando os alunos a identificar e corrigir concepções e lidar com dificuldades de relacionar representações formais a circuitos reais.
2007	Zacharia	Resultados indicaram que a combinação de Experimental Real e Experimentação Virtual melhorou a compreensão conceitual dos estudantes, mais do que o uso apenas da Experimental Real .
2011	Jaakkola, Nurmi & Veermans	Atenta para a metodologia de aplicação dos estudos e defende que os alunos podem entender melhor quando têm a oportunidade de usar a simulação e os circuitos reais em paralelo.

Fonte: autores.

Três elementos importantes são extraídos da maioria das pesquisas na área: (i) *os recursos disponibilizados*, (ii) *a metodologia aplicada* e (iii) *os efeitos sobre a aprendizagem da aplicação do recursos com uma determinada metodologia a um grupo de estudantes*. Nas

seções a seguir são apresentadas concepções sobre circuitos e dispositivos experimentais, concepções sobre atividades experimentais (relação teoria-experimento, laboratórios físicos para análise experimental e simuladores para circuitos elétricos) e também o planejamento das etapas essenciais para a execução da pesquisa desenvolvida através de análises bibliográficas, cujo objetivo geral foi avaliar comparativamente o efeito da aplicação de recursos virtuais e reais (simulador, laboratório físico) no processo de ensino-aprendizagem.

O ensino de circuitos elétricos na disciplina de Física em muitas escolas de Ensino Médio tem se caracterizado frequentemente como atividade de Matemática aplicada, pois são concedidos apenas valores voltados para fórmulas e cálculos e menos para a compreensão dos fenômenos, o que deveria ser foco principal de estudo e de conhecimento (REBELLO, 2010). Por sua vez, Azevêdo *et al.* (2016) consideram que “o ensino de saberes profissionais exige uma contínua revisão dos procedimentos pedagógicos frente à necessidade de adaptar os objetos tecnológicos à disposição, evitando-se uma aprendizagem mecânica.

É interessante a flexibilidade dos softwares de simulação e de alguns aparatos de experimentação real em relação à facilidade de realizar alterações para análise de sensibilidade de parâmetros (alteração de valores de resistores, alteração de tensão de fontes, abertura/fechamento de chaves). Para o primeiro, analisar fenômenos que podem fisicamente ser prejudiciais quando experimentados nos circuitos físicos (curtos-circuitos, aumento na intensidade de grandezas como corrente e entre outras) é uma vantagem significativa.

Dorneles *et al.* (2006), retratam uma análise de diferentes concepções e raciocínios dos alunos sobre conceitos básicos envolvidos em circuitos elétricos simples. Esta análise inclui dificuldades conceituais, concepções alternativas, uso indiscriminado da linguagem, raciocínios errôneos que os alunos costumam demonstrar no estudo de circuitos elétricos simples e uma síntese das dificuldades relacionadas aos conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica.

Lopes *et al.* (2009) apresentam uma atividade experimental de Física realizada junto a uma turma do terceiro ano do Ensino Médio em uma escola pública, com o objetivo de possibilitar a conexão entre a tecnologia computacional e aprendizagem escolar, tendo como ideia a possível utilização de mecanismos, estratégias e ferramentas pedagógicas diferenciadas como colaboradoras da aprendizagem. Abordaram que os circuitos reais interessaram aos alunos, mas não muito, visto que houve maior interação durante a montagem dos circuitos em ambiente virtual.

Abegg e Ramos (2013) ressaltam que a inclusão de recursos de mídia – vídeos ilustrativos, simuladores de circuitos, softwares especializados, dentre outros recursos – podem facilitar a aprendizagem do estudante. Ou seja, acredita-se que o uso de tecnologias educacionais possa permitir aos alunos uma maior absorção dos pré-requisitos técnico-teóricos necessários para a construção de seu aprendizado ao longo do seu curso, seja ele técnico ou superior. É comum o uso de plataformas de simulação e de práticas de laboratório em disciplinas de cursos superiores (Bacharelado em Engenharia Elétrica, Mecânica, Controle e Automação). De modo complementar, Azevêdo (2016) considera a necessidade de um olhar detalhado sobre o processo didático com vias a avaliar “a influência dos artefatos tecnológicos de caráter educacional na transmissão de saberes, na construção de posturas reflexivas e em esquemas de ação investigativa”.

É notório que, historicamente, os laboratórios de Universidades e Institutos educacionais tenham se estruturado com kits para experimentação real de circuitos. Estes parecem evoluir constantemente do ponto de vista da diversidade de aplicações empíricas, dos materiais e formas de construção. A aglutinação do elemento virtual no processo de ensino-aprendizagem, no entanto, merece mais detalhamento face as possibilidade de metodologias a



serem exploradas, em que se vislumbra uma aproximação mais precisa ao conhecimento científico.

### 3 SOBRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

A aglutinação da experimentação real com a experimentação virtual sobre circuitos elétricos tem transparecido como alternativa para mediação no processo de ensino-aprendizagem. A inserção de novas tecnologias está cada vez mais frequente em laboratórios dos cursos técnicos e de graduação, em uma tendência de aplicar metodologias apoiadas pelo uso de softwares ou práticas de laboratório físico (ativas, colaborativas, cooperativas,...). Nota-se, contudo que ainda é comum persistirem concepções distantes do correto sentido científico durante a apropriação das diversas formas de representação do âmbito dos circuitos.

Ao longo do tempo, o surgimento de novas ferramentas de ensino e o avanço tecnológico permitiu aos docentes a implantação de novos recursos pedagógicos a serem utilizados em sala de aula. O uso de tecnologias educacionais tem bastante contribuição na metodologia do professor, tornando-a mais rica e complexa, podendo, a depender do cenário, tornar a aprendizagem mais eficaz, significativa e atraente aos estudantes. Surge, então, o desafio de estruturar opções metodológicas com as tecnologias a serem disponibilizadas e efetivamente utilizadas pelo professor.

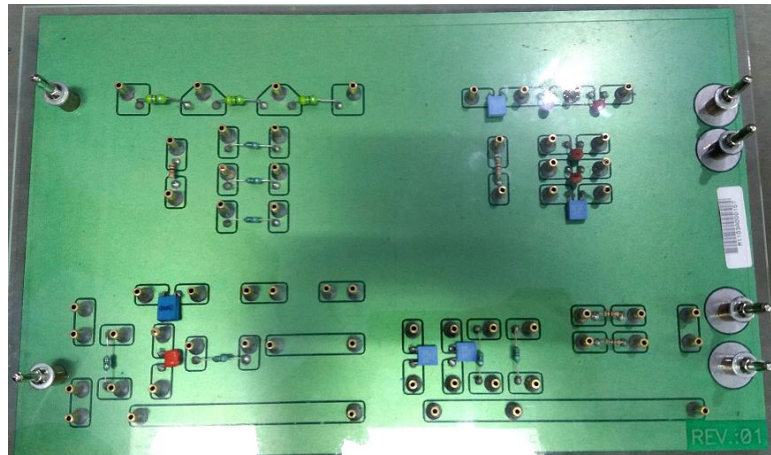
Com relação ao processo de aprendizagem, Rebello (2010) afirma que “é necessário encontrar meios e condições para que o aluno se torne um cidadão crítico e capaz de compreender o mundo em que vive de forma a contribuir positivamente na sociedade, por meio de atividades desafiadoras, investigativas, que valorize o erro na aprendizagem e que oportunizem a socialização”. Neste sentido, atentamos para as questões de diversificação dos guias e tarefas utilizadas para execução experimental. É fundamental correlacionar a superação de obstáculos através do uso dos artefatos de experimentação, não priorizando exclusivamente este dispositivo por via de um distanciamento da aplicação efetiva do contexto desenvolvido teoricamente. A variação de configurações de Circuitos Elétricos, por exemplo, é muito limitada em certos laboratórios reais.

A satisfação em exercer alguma atividade com o computador durante as aulas de Física, por exemplo, faz com que os alunos sintam mais atração pela disciplina, dando, assim, uma maior motivação e desejo de aprender (SOUZA, 2015). Além disso, os softwares são mais acessíveis não só para os estudantes, mas também para a própria instituição de ensino, a qual muitas vezes não tem uma boa infraestrutura e pode usufruir da tecnologia através de softwares em computadores. Esta tem sido uma tendência na estruturação de novos ambientes de aprendizagem sobre Circuitos Elétricos.

#### 3.1 Módulo Didático

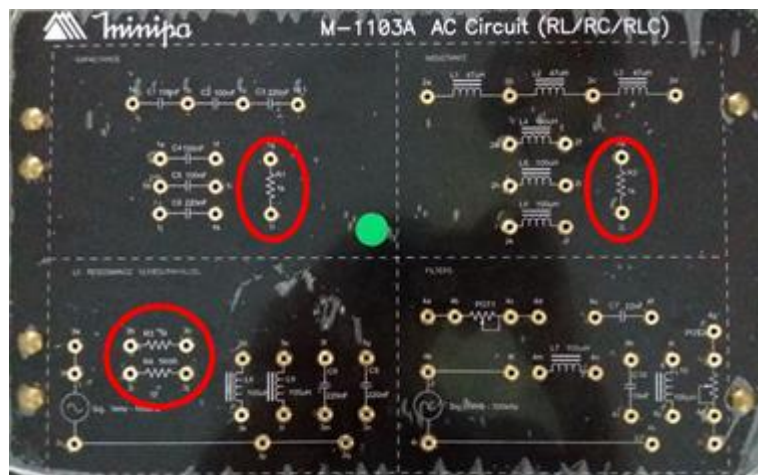
Foi realizada uma análise do módulo experimental M1103A da Minipa, o qual consiste de alguns componentes de circuito soldados na superfície inferior (Figura 1). Alguns componentes são resistores, potenciômetros e capacitores. Em relação aos resistores, o módulo contém quatro (dois na posição vertical e dois na posição horizontal conforme destacado na Figura 2). Essa análise foi realizada no laboratório de Circuitos Elétricos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco *Campus Garanhuns*.

Figura 1 – Superfície inferior do módulo experimental M1103A



Fonte: autores

Figura 2 – Módulo experimental M1103A (superfície superior)



Fonte: autores.

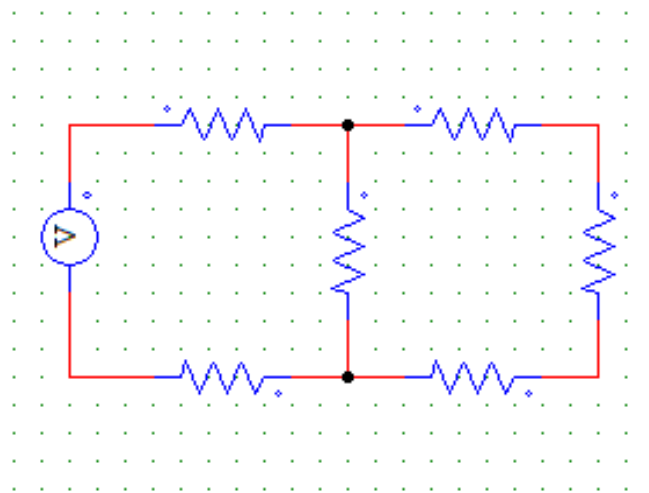
Como primeiro detalhe a limitação em relação ao número de componentes e de possibilidade de arranjos. Em um segundo ponto destacamos a flexibilidade na relação teoria-aplicação do ponto de vista da forma de realização das ligações, as quais proporcionam um certo enfrentamento quanto à semiótica, destacando as possibilidades de aparência com a qual os arranjos de circuitos podem ocorrer. A permissividade no uso de instrumentos de medição também é um elemento adicional positivo quanto à exploração de estratégias no dispositivo.

Um dos simuladores utilizados para análise foi o PSIM (*Physical Security Information Management*), também chamado de Plataforma de Segurança Integrada, que é um software de simulação de circuitos eletrônicos, projetado para uso em eletrônica de potência e simulações de transmissão de motor. O PSIM não é dedicado apenas para fins comerciais, pois o fabricante disponibiliza uma versão demonstração (com recursos limitados, impõe limites e restrições a elementos individuais, funcionalidade de simulação e módulos disponíveis), na qual foi fundamentada a análise. Foi usada a versão - PSIM 11.1 32-bit Demo - que pode ser encontrada para *download* em seu website (<https://powersimtech.com/try-psim/>).



O PSIM é uma ferramenta acessível e de fácil aprendizado para simular diversos tipos de circuitos. Ele apresenta uma interface simples, que pode ser utilizada por qualquer pessoa. Uma vez proficiente no PSIM o usuário é capaz de substituir determinada atividade laboratorial. O simulador utiliza como simbologia o diagrama esquemático convencional. Um exemplo é exposto na Figura 3. A sua principal limitação é que os componentes só podem ser inseridos em posição vertical ou horizontal, não sendo possível colocar um elemento na diagonal, por exemplo. Isto limita também a análise quando dos perfis de ligações em placas de circuito impresso. Tal fato também é verificado no caso do módulo apresentado na seção anterior. Podemos reportar que existem limitações do ponto de vista da diversidade de representações para o qual um mesmo objeto ou circuito pode ocorrer.

Figura 3 – Circuito construído no PSIM no formato de diagrama esquemático



Fonte: autores

Há, notoriamente, uma diversidade de estruturas e metodologias que podem ser exploradas com elementos para experimentação real e virtual. Os processos de mudança entre modelos de representação distintos são essenciais no processo de aprendizagem, a fim de que os estudantes percebam as variações visuais, por exemplo.

No caso do PSIM, observou-se que ele pode enriquecer o processo metodológico, apesar das limitações aparentes, de modo a estar aglutinado a dispositivos reais, eventualmente desdobrando-se como elemento de facilitação da aprendizagem. A análise bibliográfica converge para melhor relacionar o uso destes artefatos (virtuais e reais). Observamos potencial tanto para identificar dificuldades de aprendizagem enfrentadas pelos estudantes como também identificar a apropriação de metodologias ativas com suporte de tecnologias educacionais para contribuir no processo de ensino-aprendizagem de circuitos elétricos.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com relação à análise bibliográfica foi observado que algumas pesquisas comparam o laboratório físico com ambiente virtual (LOPES *et al.*, 2009; REBELLO, 2010). Os trabalhos apresentaram ao professor simulações computacionais como ferramenta de apoio pedagógico no processo de ensino-aprendizagem e buscaram compreender o processo de aprendizagem de sobre a associação de resistores. Limitações semióticas, porém, precisam ser investigadas do ponto de vista das pontes de conversão entre a representação teórica e aquela mobilizada por dispositivo analógico ou simulador. Há uma percepção de tendência de novas orientações para

o uso de experimentação virtual, ainda não predominante do ponto de vista dos aspectos metodológicos e didáticos a considerar no processo de ensino-aprendizagem em sala de aula.

A fim de aglutinar aspectos positivos das experimentações real e virtual, um minicurso tem sido estruturado a fim de expandir quali-quantitativamente o uso de recursos voltados para circuitos elétricos, verificando o potencial e a diversificação metodológica das ferramentas. A aplicação de recursos tecnológicos em sala de aula pode trazer resultados positivos não apenas para o professor, mas também para os estudantes. A tecnologia deve possibilitar novos aprendizados, tornando o conhecimento dos alunos mais amplo e concreto, reconhecendo dificuldades, concepções equivocadas e mobilizando os recursos para superar dificuldades. É importante que as instituições de ensino estejam sempre aperfeiçoando as tecnologias aplicadas para capacitar profissionais às inovações.

## REFERÊNCIAS

ABEGG, Ilse; RAMOS, Diego B. Investigação de ferramentas e métodos de ensino de circuitos de corrente alternada para curso introdutório de eletrotécnica. **Revista Dynamis**, FURB, Blumenau, v. 19, n. 1, p. 30-42, 2013

AZEVÊDO W.; FERREIRA V.; BELLEMAIN F. Considerações sobre Tecnologias para Prática Profissional & Aprendizagem de Problemas em Contexto: Aplicação na Disciplina “Projetos de Instalações Elétricas”. **CONGRESSO REGIONAL SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO**, p. 287-299, 2016.

DORNELES, Pedro F.T.; ARAUJO, Ives S.; VEIT, Eliane A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte I – circuitos elétricos simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 487-496, (2006).

JAAKKOLA, Tomi; NURMI, Sami; VEERMANS, Koen. A comparison of students' conceptual understanding of electric circuits in simulation only and simulation-laboratory contexts. *Journal of research in science teaching*, v. 48, n. 1, p. 71-93, 2011.

LOPES, Rosemara P.; FERREIRA, Júlio C. D.; SOCHA, Rosana R.; FEITOSA, Eloi. Experimentação real e virtual de circuitos elétricos simples como ferramenta mediadora no processo de aprendizagem de física. In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2009, Vitória. **SNEF**.

MACHADO, Simone. **PSIM – A plataforma de segurança do futuro**. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/artigos/tecnologia/psim-a-plataforma-de-seguranca-do-futuro/87843/>. Acesso em: 06 fev. 2018.

Powersim Inc. PSIM. Disponível em: <https://powersimtech.com/try-psim/>. Acesso em: 26 nov. 2017.

Powersim Inc. **Opções de Licenciamento**. Disponível em: <https://powersimtech.com/how-to-buy/licensing-options/>. Acesso em: 05 jan. 2018.

REBELLO, Ana Paula Santos. **Estudo do processo de reconstrução do conhecimento sobre a associação de resistores com o auxílio do computador e de maquetes dinâmicas**.

2010. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de física, Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto alegre, 2010.

RONEN, Miky; ELIAHU, Matzi. Simulation—A bridge between theory and reality: The case of electric circuits. **Journal of computer assisted learning**, v. 16, n. 1, p. 14-26, 2000.

ZACHARIA, Zacharias C. Comparing and combining real and virtual experimentation: an effort to enhance students' conceptual understanding of electric circuits. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 23, n. 2, p. 120-132, 2007.

## ON CONCEPTIONS IN THE STUDY OF ELECTRICAL CIRCUITS AND USE OF REAL AND VIRTUAL EXPERIMENTATION

**Abstract:** *The main aim of this paper is to present a critical evaluation on the influence of experimental laboratories and digital technologies in favor of the teaching-learning process for the study of simple electric circuits. A bibliographic summary is presented. The study of the PSIM software was carried out because it is an accessible and easy-to-learn tool for simulating several types of circuits and that can contribute to the teaching-learning process. In addition, an analysis was made of a didactic module of the Laboratory of Electricity and Electronic Devices at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Pernambuco (Campus Garanhuns). There are a variety of difficulties mobilized by students in the teaching-learning process. Proposals that combine elements of real and virtual experimentation seem to expose high potential to provide good results in proposals in the field of Engineering.*

**Key-words:** *Electric circuits. Teaching-learning. Experimentation. Technologies.*