

e direcionar o resumo e a conclusão para o foco de interesse da pesquisa (relevância), particularmente quando os textos são mais complexos. Estas melhorias são importantes, considerando que um artigo científico deve proporcionar informações de profundidade científica de maneira concisa e clara (muita

informação em pouco texto). Deve-se considerar ainda que um pesquisador, quando executa buscas de trabalhos científicos relacionadas a uma determinada área de interesse, utiliza como ferramenta, bases de dados que empregam palavras-chave para localizar os principais artigos relacionados a ela.

Inovações em aulas de laboratório e trabalhos de campo

## Avaliação da Implantação de Laboratório de Circuitos Elétricos no Âmbito da Nova Estrutura Curricular da Escola Politécnica

**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**

Leopoldo Rideki Yoshioka, Elisabete Galeazzo, Vitor Heloiz Nascimento

leopoldo.yoshioka@usp.br

### Introdução

Cada vez mais, os futuros engenheiros devem estar preparados para solucionar problemas ou superar desafios rapidamente. Precisam ser capazes de transformar uma boa ideia em um produto, um processo ou um serviço. Diante desse cenário, a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo está implantando uma nova estrutura curricular (EC3) para os alunos ingressantes a partir 2014. Dentro dessa nova estrutura foi concebido e implantado o laboratório de Circuitos Elétricos, que atende os alunos do terceiro semestre do curso de Engenharia Elétrica e de Computação (exceto pelos alunos do curso de Engenharia de Computação Quadrimestral, que fazem a disciplina no primeiro quadrimestre do terceiro ano).

### Objetivo

Este trabalho descreve as estratégias adotadas e os resultados de avaliação realizados junto aos alunos durante os dois primeiros anos da implantação (2015 e 2016) do Laboratório de Circuitos Elétricos no âmbito da nova estrutura curricular da Escola Politécnica.

### Método

A Análise de Circuitos Elétricos é um dos pilares de conhecimento de um Engenheiro Eletricista, qualquer que seja a sua ênfase. A disciplina de Laboratório de Circuitos Elétricos

foi planejada para acompanhar de perto e dar suporte ao curso de teoria de Circuitos Elétricos I. Algumas experiências foram pensadas para exemplificar conceitos em que os alunos têm mais dificuldade, mostrando como os conceitos abstratos são usados em situações práticas. Em outros casos, a ênfase de alguns experimentos foi mostrar os limites de validade da teoria – ou seja, fazer os alunos compreenderem que todo modelo teórico é uma aproximação, que vale apenas dentro de determinadas condições. Procuramos preparar um curso instigante e divertido, que ajudasse tanto a entender a teoria quanto a enxergar como aplicar os novos conceitos aprendidos durante o primeiro ano e meio na Poli. Nesse sentido, os conceitos aplicados no laboratório não se limitam ao curso de Circuitos Elétricos, mas também a todos os outros cursos: Cálculo, Física, Álgebra Linear, Mecânica, etc. Outra preocupação foi com relação à conduta do aluno, pois numa disciplina de laboratório a atitude e o comportamento fazem toda diferença. A cada aula eles estão diante de problemas que precisam ser resolvidos naquele exato momento. Precisam responder a perguntas do tipo “Por que o circuito não funciona como esperado?”, “Qual é a causa do problema?”, “O modelo considerado está correto ou não?”, “O resultado é aceitável, está dentro da incerteza (tolerância)?”, entre

outras. Por outro lado, podem desfrutar de uma grande satisfação ao superarem um desafio, ao compreenderem um conceito, associando a teoria à prática ou ao confirmarem a validade de um modelo. O maior inimigo é a passividade enquanto o maior aliado é a capacidade de aprender com os erros. Outro aspecto importante do laboratório é quanto ao engajamento do aluno nas atividades experimentais, na análise dos resultados e na confecção dos relatórios.

O laboratório de Circuitos Elétricos consiste de 10 experiências realizadas em bancadas com até três alunos (duas salas com total de 20 bancadas), duas provas práticas individuais e um projeto a ser realizado ao longo do semestre. As aulas são ministradas por um total de 10 professores, contando com auxílio de técnicos e especialistas de laboratório (funcionários com formação superior) e monitores (alunos de pós-graduação). A partir das diretrizes da EC3 o grupo de professores realizou ao longo de um ano a preparação dos novos experimentos e a elaboração dos materiais didáticos. Toda comunicação e a disponibilização da documentação para os alunos é feita através do Moodle Stoa da USP. Na semana anterior à experiência são disponibilizados os documentos: 1) Introdução Teórica; 2) Guia Experimental; 3) Template de Relatório; e 4) Materiais Adicionais.

Como destacado, uma das principais atividades desta disciplina é o projeto. Nos dois primeiros anos, o projeto do curso consistiu em implementar um multímetro digital a partir de uma plataforma de desenvolvimento (FRDM-KL25Z). Vale ressaltar que no segundo semestre os alunos passaram por uma disciplina chamada "Introdução à Engenharia Elétrica" onde tiveram um contato inicial com o kit de desenvolvimento. O projeto é onde os alunos podem efetivamente aplicar os aprendizados de teoria e de laboratório. É dividido em quatro etapas. 1) Análise e Planejamento, 2) Implementação de funções de medição de tensão e corrente em corrente contínua (CC) e corrente alternada (CA); 3) Medição de frequência, fase e representação fasorial; 4) Medição de Impedâncias. Cada uma das etapas é concluída com a entrega de relatório de projeto via Stoa. No final de semestre é feita

uma apresentação final do projeto onde os grupos devem demonstrar o funcionamento do equipamento para um grupo de avaliadores. A nota de projeto consiste de notas dos quatro relatórios (60%) e da apresentação final (40%). A nota de apresentação leva em consideração os seguintes quesitos: a) acabamento do protótipo (hardware e software); b) exatidão das medições; c) facilidade de operação; d) respostas às arguições dos Examinadores; e) grau de Inovação.

## Resultados

No primeiro ano, efetuou-se uma avaliação da disciplina no final do semestre por meio de uma enquete. Esta primeira enquete teve participação de cerca de 25% dos alunos inscritos, e diversos problemas foram apontados sob seu ponto de vista. Notamos que muitos dos problemas que os alunos descreveram poderiam ter sido resolvidos ao longo do semestre letivo, caso aplicássemos um meio de comunicação mais eficiente. Por esta razão, a sistemática de avaliação foi aprimorada no segundo ano, efetuando-se enquetes ao final de cada experiência. Para que isso fosse possível e contássemos com a participação de muitos alunos, as pesquisas foram realizadas *online* utilizando o aplicativo *GoogleForms*, disponibilizando-as através de um link na página do Stoa. Cada enquete, consistindo de dez itens, incluiu avaliações quanto às dificuldades encontradas, qualidade do material didático, tempo de execução, fluidez da aula e interação com os professores, entre outras questões, e a participação do aluno ocorreu de forma voluntária e anônima. Por meio das respostas obtidas foi possível obter e avaliar as opiniões dos alunos a cada aula experimental realizada, já que à medida do possível algumas dificuldades apontadas ou problemas relacionados ao aprendizado puderam ser corrigidos. Poder-se-ia esperar que somente alunos que tiveram dificuldades ou os que se sentiram prejudicados em algum experimento participassem deste processo, no entanto, respostas reportando qualidade das aulas, dedicação dos professores ou interesse no assunto abordado também foram destacadas, motivando o professor. A realimentação

do aluno, opinando sobre o experimento que acabara de realizar, é importante para o professor avaliar se a estratégia didática adotada para a aula atingiu ou não seu objetivo, antes mesmo de aplicar-se outros métodos de avaliação. Notamos também que fazer o aluno participar das enquetes depende bastante do entusiasmo do professor em convencê-lo a fazer parte deste processo de ensino e aprendizagem.

### Conclusão

Disciplinas de laboratório têm um papel formativo relevante para os alunos de Engenharia. Para alunos da área de Engenharia Elétrica o Laboratório de Circuitos Elétricos tem o papel de prover os conhecimentos básicos necessários para o prosseguimento em disciplinas mais especializadas. A implantação desta nova disciplina exigiu um envolvimento intenso dos docentes responsáveis pelas aulas práticas e também dos docentes responsáveis pelas aulas de teoria, que con-

tribuíram para a elaboração das apostilas e com sugestões sobre as experiências. Os resultados das avaliações realizadas junto aos alunos indicam que o laboratório está produzindo os efeitos esperados. Por exemplo, conceitos que exigem um grau elevado de abstração como fasores e resposta em frequência puderam ser assimilados com eficácia através dos experimentos. A inclusão das atividades de projeto concomitantemente com as experiências também foram positivas. Ao longo do semestre pôde-se observar a evolução dos alunos em relação ao domínio dos aspectos procedimentais, bem como a sua capacidade de associação das observações com os conceitos teóricos envolvidos. Por outro lado, observou-se também a necessidade de aprimoramento dos experimentos, como redução do tempo necessário para a execução. Para as próximas edições está se estudando o uso mais frequente de ferramentas de simulação, principalmente na etapa de preparação para o laboratório.

### Inovações em aulas de laboratório e trabalhos de campo

## Laboratórios de Engenharia de Projetos, Temática: Pneumática

**Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo**

Carlos Alberto Fortulan, Jéssika de Oliveira Alves  
cfortula@sc.usp.br

### Resumo

A disciplina Laboratórios de Engenharia de Projetos (SEM 0523) oferece ao aluno o contato com a parte experimental do curso. É constituída por um conjunto de temáticas que são estruturadas por uma série de práticas de laboratórios que reúnem e complementam conhecimentos relevantes para a vida profissional do futuro engenheiro. O presente estudo trata do projeto e desenvolvimento de um banco didático de uma máquina de silkscreen envolvendo conceitos de pneumática, automação, mecânica e segurança. O resultado é a montagem de um banco didático que reúne teoria, simulação e aplicação na impressão em camiseta com símbolo da equipe. A execução deste projeto, em diversas turmas da Eng. Mecânica e

Eng. de Materiais e Manufatura, teve aceitação e participação muito expressiva por parte dos alunos.

### Introdução

Dizia o filósofo chinês Confúcio (551 - 479 a.C): "Ouço, esqueço; Vejo, me lembro; Faço, aprendo), hoje, se vive a era digital, com o acesso imediato e irrestrito à internet, onde as informações estão disponíveis, e ficou mais fácil "ver", logo... se lembrar, entretanto para o aprender ainda é preciso "fazer". Neste sentido, projetos com associação de teoria e prática em bancos experimentais têm sido aplicados em grandes centros de ensino e se mostram altamente motivadores e dinâmicos onde, diversos e simultâneos conceitos podem ser desenvolvidos, sendo também,