

AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE UMA UNIDADE CURRICULAR EM CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

COMPARATIVE EVALUATION OF A CURRICULAR UNIT IN THE COURSE OF ELECTRICAL ENGINEERING

Luciane Brandalise

Doutora em Educação e professora do curso de engenharia industrial e elétrica na UTFPR

brandalise@utfpr.edu.br

Marisol Álvarez Álvarez

Professora e Doutora em Educação na Universidad Udelmar

marisol.alvarez@uldemar.cl

Resumo

Este artigo apresenta aspectos da avaliação da unidade curricular denominada Análise de Circuitos Elétricos 1. No ensino superior faz-se necessária permanente discussão e reflexão dos métodos educacionais e suas avaliações. A disciplina foco do estudo faz parte da matriz curricular do curso de engenharia industrial elétrica – modalidade eletrotécnica de uma Instituição Federal de Ensino Superior - IFES. Trata-se de uma disciplina base de cunho teórico-prática e também pré-requisito para os alunos do curso de Engenharia Industrial Elétrica, que é oferecido desde 1978 pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, no Campus Curitiba. A metodologia utilizada é um estudo comparativo de avaliação da unidade curricular segundo a metodologia da disciplina em que as avaliações se dividem em função das aulas teóricas e práticas. As avaliações teóricas são realizadas por meio de provas e exercícios propostos que reforçam o aprendizado e fazem parte da composição da nota. Na avaliação prática são realizadas experiências em laboratório e a mesma é realizada através do desenvolvimento das atividades, funcionamento do circuito, desempenho individual e ainda pela entrega de relatório relativo à mesma. O presente estudo visa analisar a partir das atividades desenvolvidas pelo professor com os alunos em relação às avaliações, se estão tendo uma metodologia correta e justa em relação ao aprendizado dos alunos. O desenvolvimento das atividades letivas deve possuir pesos e atributos diferenciados e contribuem para que o aluno tenha o conhecimento necessário para avançar para as disciplinas seguintes. Dessa forma o trabalho faz uma análise comparativa das formas de avaliação com outros cursos da mesma área e aborda a experiência de metodologias empregadas se avaliam de forma justa diante dos objetivos apresentados em relação a esta unidade curricular.

Palavras-chave: UTFPR; unidade curricular; circuitos elétricos 1; avaliação; atividades avaliativas.

Abstract

This article presents aspects of the evaluation of the curricular unit called Electrical Circuits Analysis 1. In higher education it is necessary to have a permanent discussion and reflection of the educational methods and their evaluations. The focus of the study is part of the curricular matrix of the electrical industrial engineering course - electrical engineering of a Federal Institution of Higher Education - IFES. It is a basic subject of theoretical-practical and also prerequisite for the students of the Industrial Electrical Engineering course, which has been offered since 1978 by the Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, at Campus Curitiba. The methodology used is a comparative study of evaluation of the curricular unit according to the methodology of the discipline in which the evaluations are divided according to the theoretical and practical classes. Theoretical evaluations are carried out by means of tests and exercises

proposed that reinforce the learning and are part of the composition of the note. In the practical evaluation experiments are carried out in the laboratory and the same is done through the development of the activities, operation of the circuit, individual performance and also the delivery of report related to it. The present study aims to analyze from the activities developed by the teacher with the students in relation to the evaluations, if they are having a correct and fair methodology in relation to the students' learning. The development of learner activities must have different weights and attributes and contribute to the student having the necessary knowledge to advance to the following disciplines. In this way the work makes a comparative analysis of the forms of evaluation with other courses of the same area and approaches the experience of methodologies used are evaluated in a fair way in front of the objectives presented in relation to this curricular unit.

Key-words: UTFPR; curricular unit; electrical circuits 1; evaluation; evaluative activities.

1 Introdução

A unidade curricular objeto deste estudo denomina-se análise de circuitos elétricos e faz parte do curso de engenharia industrial elétrica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, situada na cidade de Curitiba, Estado do Paraná.

A busca contínua de educadores em obter o melhor resultado daqueles que estão sob sua tutela é fator motivador de constante reavaliação do processo pedagógico, adequando-o às mudanças de tempo e espaço, já que cabe ao professor verificar a sedimentação dos assuntos ministrados.

Assim, questionamentos de como avaliar ou se a forma de avaliação está adequada são alvo de reflexões. A importância destas reflexões está muito além da sala de aula, do campo de ensino, se pensar no aluno como ser social e profissional, que estará atuando no mercado de trabalho e construindo a sociedade, com ética e seriedade. Princípios norteadores que são embasados dentro do ambiente escolar.

Não é mais possível admitir em transmitir a informação sem possibilitar a construção individual da significação dos conteúdos componentes de seu currículo.

Portanto, inferir sobre a importância de reflexões com este perfil social é de suma importância e com base nos dados das avaliações melhorarem sempre os processos formativos de futuros profissionais.

Neste sentido, este trabalho visa analisar a metodologia de avaliação empregada e se ela atende os processos formativos tecnológicos.

O curso que ela está inserida, engenharia industrial elétrica, teve sua origem no curso de engenharia de operação elétrica, modalidade eletrotécnica, ofertado a partir do ano de 1973,

autorizado pelo Decreto-Lei nº 547/67¹ e sua característica era atender a demanda da indústria automobilística que se instalava no Brasil naquela época (DALABONNA, WALENIA, 2007).

Sua função era formar profissionais com perfil prático e que atendessem às necessidades de operações industriais, contrapondo-se à formação de engenheiros plenos, que pela característica do currículo sobrecarregado não davam atenção a parte prática e gerencial do mercado de trabalho (ABENGE, 1982).

A princípio este curso tinha duração de três anos, contrapondo-se aos cinco anos da engenharia plena. Sua oferta foi por pouco tempo, em virtude do próprio preconceito a este profissional formado em menos tempo.

A partir do ano de 1977, o curso de engenharia de operação se transformou em engenharia industrial passando a ser um curso de engenharia pleno, mas sem alterar o propósito inicial do curso de engenharia de operação: ter o aspecto prático e gerencial.

Esse modelo proporciona realinhar a formação com o mínimo de custo, em função das exigências e demandas de uma reestruturação no processo produtivo e de novos modos de gerenciamento da organização do trabalho e conseqüentemente do saber dos trabalhadores. Essa constatação deve-se ao gradativo aprimoramento da globalização do mercado, o conceito de competências e as práticas das organizações empresariais enquanto modelo de gestão do trabalho. Atualmente este curso é ofertado como engenharia industrial elétrica – ênfase eletrotécnica.

2 O ensino de engenharia no Brasil

A educação em engenharia no Brasil pode ser feita em consonância com a história do desenvolvimento brasileiro e assim se compreende o primeiro curso ter sido no Rio de Janeiro, onde se instalava o governo central do país na época.

A primeira escola de engenharia propriamente dita foi a Academia Real Militar, criada em dezembro de 1810, pelo príncipe Regente (futuro Rei D. João VI), vindo a substituir a Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, esta instalada em 17 de dezembro de 1792 (MEC/SETEC, 2009).

A chegada de D. João VI em 1808 e a necessidade de reorganização da cidade que passaria a abrigar o Reinado, aceleraram o investimento nessa formação e importantes escolas de engenharia

1. Decreto Lei no 547/67 trata especificamente da autorização, da organização e o funcionamento dos cursos profissionais superiores de curta duração, entre eles o de engenharia de operação, pelas Escolas Técnicas Federais. Esse Decreto-Lei é uma decorrência dos estudos executados por força de convênios internacionais de cooperação técnica, conhecidos globalmente como “acordo MEC/USAID”, que foram duramente criticados pelos movimentos estudantis e por parcelas significativas do magistério de nível superior.

até os dias atuais, foram criadas nesta época, como Escola Politécnica do Rio de Janeiro em 1874, Escola de Minas de Ouro Preto em 1876, a Politécnica de São Paulo no ano de 1893, Politécnica do *Mackenzie College* e a Escola de Engenharia do Recife em 1896 e a Politécnica da Bahia e a Escola de Engenharia de Porto Alegre em 1897 (UNESP, 2010).

Em 1930, o Brasil contava aproximadamente com trinta cursos de engenharia distribuídos em treze instituições de ensino, doze delas públicas. Em 1945, chegavam a quarenta e sete, localizados em oito capitais de estados e algumas cidades do interior de Minas Gerais.

Na década de 1950, com o governo de Juscelino Kubitschek, surgiam no país três cursos a cada ano. Somente no ano de 1962, onze novos cursos foram criados. O Brasil chegava a 112 cursos de engenharia (UNESP, 2010).

Segundo o Ministério da Educação tinha-se uma discussão sobre os princípios norteadores das engenharias e da educação em engenharia para a sociedade atual que:

“em se tratando dos engenheiros, essa exigência é cada vez perceptível e necessária, na mesma proporção em que se reconhece a necessidade de ampliação do número desses profissionais para a perspectiva que se desenha para o país (MEC, 2009, p.10).”

Em 1966 foi aprovada a regulamentação da profissão que estabelecia as seguintes modalidades de formação: agrimensor, agrônomo, cartógrafo, civil, eletricitista, eletrônico, de comunicação, florestal, mecânica, metalurgista, de minas, naval, de petróleo, químico, industrial, sanitaria, têxtil e de operação.

Em 1976, aprovaram-se as resoluções que estabeleciam os currículos mínimos e estabeleceram ênfases ou habilitações para cursos (MEC/SETEC, 2009).

A reforma universitária de 1968 estabeleceu o regime de créditos para estes cursos e ditou normas para a estruturação de universidades, centros universitários e faculdades. Lançaram-se as bases da pós-graduação e da pesquisa universitária.

O ambiente de produção do conhecimento repercute positivamente nas engenharias. O país chega ao final de 1979 com 363 cursos de engenharia, em sintonia com a demanda do crescimento que o país apresentava.

Na década de 1980 houve sensível desaceleração na oferta destes cursos devido a estagnação da economia até a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996, que trouxe grandes modificações e forte repercussão nas engenharias.

Em 1996, eram 35 modalidades nos 545 cursos; em 2006 eram 1251 cursos e 50 modalidades (MEC/SETEC, 2009).

Estima-se um aumento de 240% de cursos ofertados pela iniciativa privada e 77% na rede pública. No entanto, o aumento foi meramente quantitativo, não se preocupou com a qualidade e exigências para a formação dos engenheiros (MEC/SETEC, 2009).

3 Histórico da engenharia na UTFPR

Na UTFPR, o curso de engenharia habilitação em Engenharia Industrial Elétrica, ênfase em Eletrotécnica, foi implantado no ano de 1979 com 80 vagas anuais, conforme autorização expressa pelo Conselho Federal de Educação - CFE no parecer nº 5265/78 da Câmara de Educação Superior - CESu, 1º grupo, aprovado em 01 de setembro de 1978 e homologado pelo Ministério da Educação e Cultura - MEC conforme processo MEC nº 239.718/78 publicado no Diário Oficial da União em 09 de novembro de 1978 (DALABONNA, WALENIA, 2007).

Teve parecer favorável ao reconhecimento pelo Conselho Federal de Educação – CFE, de acordo com o parecer número, CESu 1º Grupo aprovado em 03 de setembro de 1982 e reconhecido pela portaria do MEC nº 424 de 11 de outubro de 1982 (DALABONNA, WALENIA, 2007).

Posteriormente houve solicitação de retificação de denominação do Curso, aceita pelo CFE pelo Parecer nº 54/83 CESu 1º Grupo, aprovado em 04-02-83 e homologação da retificação solicitada pela Portaria MEC nº 124/83 de 29 de março de 1983 (UTFPR, 2010).

O currículo do curso estaria de acordo com as resoluções 48/76-CFE de 27 de abril de 1976 e 4/77-CFE de 09 de março de 1977, para o Curso de Engenharia habilitação em Engenharia Industrial Elétrica, reconhecido pelo Parecer 475/82 - CFE de 03 de setembro de 1982 e homologado pela Portaria 424 MEC de 11 de outubro de 1982 e com reformulação aceita pelo Parecer 70/86 do CFE de 27 de janeiro de 1986 (UTFPR, 2010).

O engenheiro industrial é um profissional de nível superior com formação e capacitação que o habilitam à supervisão de setores especializados da indústria e encargos normais de produção industrial, caracterizado por uma formação predominantemente prática, necessária à condução de processos industriais, gerência ou supervisão das indústrias, direção e aplicação de mão-de-obra, técnicas de utilização e manutenção de equipamentos; enfim, às atividades normais ou de rotina das indústrias.

A ênfase eletrotécnica possibilita ao diplomado o engajamento a atividades relacionadas com geração, transmissão, distribuição e utilização de energia elétrica, sistemas de potência,

máquinas e equipamentos elétricos, instalações elétricas prediais e industriais, acionamentos industriais, fontes alternativas de energia, sistemas de medição e controle elétrico e serviços (UTFPR, 2010).

A carga horária total do curso é de 4320 horas distribuídas da seguinte forma: 3660 horas em aulas presenciais sendo 1395 horas em laboratório, 660 horas em atividades de complementação de conhecimentos denominados de trabalho de conclusão de curso, estágio e atividades complementares.

Atualmente na UTFPR são ofertadas quatro modalidades de engenharia: Eletrônica, Eletrotécnica, Mecânica e Civil, todos em regime semestral.

4 Histórico da UTFPR

A UTFPR tem sua história a partir da criação de uma Escola de Aprendizes e Artífices, no ano de 1909, ministrando cursos como sapataria, cutelaria, alfaiataria, carpintaria, entre outros. Mais tarde a escola passou a ser denominada de Liceu Industrial de Curitiba.

Em 1959, a partir reformulação do ensino industrial e da instituição da rede federal de escolas de ensino industrial, através da lei nº 3552/59, o Liceu passou a chamar-se de Escola Técnica de Curitiba, ministrando cursos técnicos ao nível de segundo grau na área de eletrônica, eletrotécnica, mecânica, desenho industrial, como também cursos superiores de Engenharia de Operação na área Elétrica e Construção Civil, a partir de 1973 (UTFPR, 2010).

Em 1978, passou a denominar-se Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, passando a ministrar além dos cursos técnicos citados, o ensino superior com o curso de Engenharia Industrial Elétrica e Tecnologia em Construção Civil - modalidade Edifícios, substituindo a Engenharia de Operação.

Em 1996, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, nº 9394/96 faz com que a Instituição não ofereça mais os cursos técnicos e é implantado um novo modelo de educação profissional a nível superior com os cursos de Tecnologia, cujo objetivo é formar profissionais focados na área de inovação tecnológica (UTFPR, 2010).

A partir daí, a área de abrangência do ensino evoluiu gradativamente, como também aumentou a abrangência no Estado, com campus em várias cidades, até que em 2005, passou a Universidade. É a primeira Universidade Tecnológica do Brasil.

5 O ensino de engenharia e a formação do engenheiro

O ensino de engenharia está em permanente discussão e as questões em debate são:

- 1) o que o aluno deve aprender;
- 2) quais os conhecimentos e habilidades que a boa prática em engenharia requer;
- 3) que novas ferramentas educacionais podem ser introduzidas para melhorar o ensino;
- 4) qual deveria ser o papel das modernas tecnologias, tais como a aprendizagem com o auxílio do computador ou da Internet.

Os educadores sobrecarregados de tarefas e de compromissos muitas vezes acham que a solução mais simples é continuar fazendo aquilo que sempre foi feito e da mesma forma.

Mas como ignorar a diferença do mundo de hoje em relação há 30 anos atrás e por certo o próximo será ainda mais diferente do atual. Devemos ter em mente que estamos formando os jovens que estarão atuando profissionalmente nas primeiras décadas desse novo século. É essencial que tenhamos uma visão clara a respeito de nossas metas educacionais e, conseqüentemente a respeito do sistema educacional.

Segundo Rompelman (s.d), um bom sistema de ensino em engenharia visa à formação de bons engenheiros e descreve o processo de ensino como uma transformação por meio da qual os estudantes que ingressam são "transformados" em engenheiros.

Supõe-se tradicionalmente que os engenheiros tenham três qualidades intelectuais importantes: conhecimento, habilidade e compreensão.

Até os anos 50 admitia-se que o ensino obtivera êxito se o diplomado houvesse adquirido o conhecimento e as habilidades suficientes para dar início a uma carreira de aproximadamente 40 anos. Conforme cita Rompelman (s.d):

“engenheiro típico dos anos 50 é bem preparado em ciências. Ele aplica esse conhecimento na solução de problemas complexos, de alta tecnologia, do tipo daqueles que são encontrados no planejamento de sistemas complexos, em áreas como a militar, a industrial e a aeroespacial. Ele faz isso como integrante de uma equipe de uma organização oficial de grande porte, bem equipada e bem estruturada: ele trabalha numa agência cujas atividades estão de acordo com seu foco de interesse e sua especialidade técnica.”

O engenheiro “moderno” é menos especializado, em compensação é necessário ter várias outras habilidades, como: trabalho em equipe, capacidade de articular, comunicação e saber defender suas propostas, estar aberto à negociação e saber como lidar com a incerteza.

Para desenvolver todas estas habilidades e ainda formar profissionais atuantes é necessário um currículo que permita desenvolvê-las e também novos métodos educacionais, como aprendizagem baseada em problemas e ensino voltado para projetos. Partindo-se com novas metodologias é necessário um modelo de avaliação que acompanhe esta contemporaneidade.

6 Objetivo

O objetivo deste trabalho é relacionar e comparar as diferentes metodologias utilizadas para verificar como os conteúdos tecnológicos podem ser avaliados, partindo da unidade curricular denominada análise de circuitos elétricos 1 do curso de engenharia industrial elétrica na UTFPR e mensurar se as mesmas dão conta do processo de avaliação dos conteúdos, assim como a comparação da metodologia utilizada em outras Instituições que ofertam a mesma modalidade de curso.

6.1 Justificativa

Quando se referencia as diversas metodologias possíveis utilizadas no desenvolvimento de uma disciplina em um curso superior, deve-se ter clara a importância da mudança também no processo avaliativo. Parametrizar estes itens é tarefa de grande dificuldade ao professor.

Principalmente porque esta unidade curricular em estudo estabelece desenvolvimento de raciocínio e cabe ao professor conseguir desenvolver esta habilidade no aluno, como também cabe ao professor, o entendimento da complexidade deste processo avaliativo.

Como já citado, existe necessidade do curso de engenharia formar profissionais em consonância com a realidade da sociedade atual e do mundo, portanto é necessário desenvolver mudanças na formação e nas práticas educacionais. Estas mudanças passam pelo processo avaliativo dentro dos cursos de graduação, que permitam uma mudança de postura em relação aos conteúdos e a solução dos problemas e tendo como base a melhora do processo formativo de futuros profissionais relacionados às áreas de engenharia.

Como comparação este trabalho demonstra modelos de avaliação desta disciplina no curso de engenharia em diferentes Instituições de ensino e faz uma análise das mesmas.

6.2 Desenvolvimento

A unidade curricular analisada para avaliação denomina-se análise de circuitos elétricos 1 e está no terceiro período do curso de engenharia industrial elétrica, na UTFPR, sendo que o curso possui 10 períodos.

Existem duas questões importantes a serem levantadas aqui:

- Porque esta unidade curricular é a escolhida para análise?
- Qual o problema da avaliação nesta unidade curricular?

Reportamo-nos a primeira questão e para obter esta resposta devemos saber por que ou qual é o problema com a teoria de circuitos elétricos.

Esta é uma das primeiras disciplinas de contato com o exercício da engenharia. Até então, o estudante lidou com disciplinas de três tipos:

- Disciplinas onde aprendeu ferramentas matemáticas necessárias à operacionalização das soluções de problemas de engenharia, como cálculo diferencial e integral, álgebra linear, informática.

- Disciplinas onde aprendeu os princípios físicos que explicam o que acontece na natureza e que irão estabelecer as condições de contorno e as limitações que o engenheiro deve considerar na solução dos problemas de engenharia, como física, química.

- Disciplinas instrumentais que dão ao estudante as ferramentas necessárias para a comunicação com os demais engenheiros e com a sociedade em geral, é ele português, desenho técnico.

Portanto, a disciplina de circuitos elétricos traz para o mundo do estudante uma nova dimensão: a partir de agora os problemas não têm mais uma única solução. Cada problema pode ser resolvido de diferentes maneiras, todas elas corretas.

O estudante deverá usar o seu conhecimento das várias técnicas de análise, associado ao conhecimento da física e das ferramentas matemáticas para identificar a melhor forma de encaminhar a solução de um problema e desenvolver seu raciocínio de acordo com o problema proposto para encontrar a melhor solução.

Este é o momento decisivo em sua formação e o grande desafio está na mudança da forma de raciocínio (BEZERRA, 2010).

Se este é o desafio por parte do aluno, também é o desafio para o professor que deve proporcionar este aprendizado e ainda avaliar.

Como algo tão complexo como mudança de raciocínio, de pensamento, pode ser avaliado e como pode ser avaliado? Se há uma mudança estrutural no pensamento do aluno, como acompanhar de modo coerente na avaliação?

Não pode ser descartada a fragilidade do processo de avaliação durante a graduação e esta pode ser revelada pela ocorrência de vários insucessos da prática profissional atribuída à desqualificação da formação profissional ou à presença de valores pessoais incompatíveis com uma postura ética e de responsabilidade social no exercício da profissão.

Se a avaliação focalizar apenas os aspectos cognitivos (saber) e/ou as habilidades e destrezas (fazer), a inadequação desse processo estará mantida, uma vez que reduz e fragmenta o processo (NETO, 2007).

Resignificar a avaliação no processo educacional é um eixo estruturante nas mudanças curriculares. Torná-la uma atividade inerente ao processo educacional e, por isso, contínua e sistematizada; reconhecê-la como uma das atividades educacionais mais expressivas do ponto de vista da mobilização dos alunos, por isso, a estratégia em ampliá-la pela análise integradora dos atributos pessoais em relação aos resultados obtidos e, por isso, orientada à avaliação da prática profissional. Finalmente, assegurar a coerência entre as avaliações de processo (formativas) e as avaliações que definem a progressão dos estudantes (somativas) e dessas duas com o perfil profissional desejado e os princípios filosóficos, pedagógicos e ideológicos do programa (LIMA, 2004).

O processo pedagógico condena a avaliação por ser intrinsecamente antipedagógica: avaliar é reprimir, excluir, estigmatizar, classificar, punir (DEMO, 1999).

Segundo Neto (2007), a idéia de avaliação não pode ser associada somente a isto e sim como um sistema de balizamento do estudante, mostrando se está no caminho acadêmico certo ou se precisa mudar, repensar seu processo de formação, assim como o professor pode orientar-se por ela e por seus resultados verificando se os objetivos estão sendo alcançados.

Assim pretende ser o pensamento deste trabalho, encarando os obstáculos da avaliação de maneira aberta, aceitando sua ambigüidade e buscando suas contribuições positivas no ensino-aprendizagem: a avaliação serve tanto para o aluno quanto para o professor.

A grande questão do resultado da avaliação em uma unidade curricular não é quantificar os alunos em função da nota ou conceito, mas envolver este valor em um contexto pedagógico incluído.

Segundo Neto:

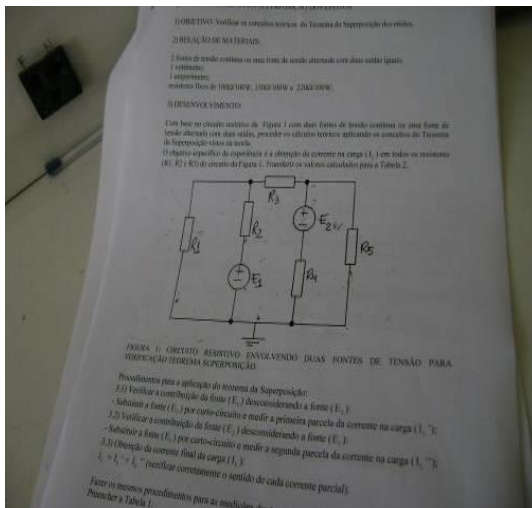
“A avaliação revela também se há necessidade de mudança. Esta crítica está a cargo do professor e deve nortear uma ação positiva no campo do incentivo, o que também é louvável em termos pedagógicos. Ela revela os problemas e indica os gargalos a serem superados, mostrando quais desafios deverão ser enfrentados. O aluno precisa ter consciência de sua fragilidade no processo de aprendizado e ser capaz de mudar esta realidade, buscando maneiras de aprender melhor. O fato de dizer a verdade não significa necessariamente uma relação de brutalidade entre professor e aluno, mas deveria refletir a habilidade do professor em lidar com alunos em dificuldade de aprendizagem (2007).”

7 A unidade curricular dentro do curso de engenharia

A unidade curricular analisada é ministrada pelo departamento acadêmico de eletrotécnica da UTFPR e o seu código na grade curricular é o ET63D.

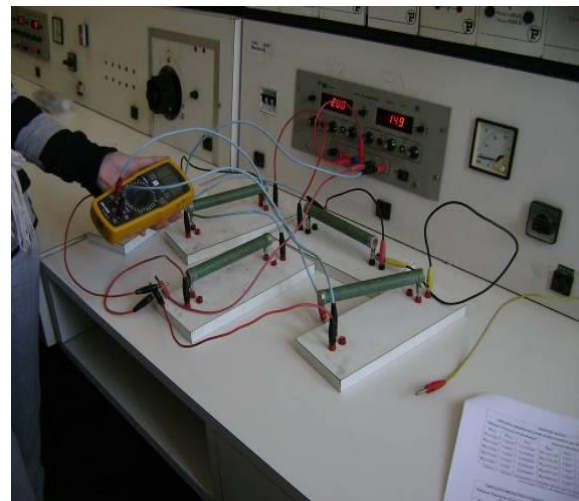
A carga horária total da unidade curricular análise de circuitos 1 é de 90 horas, divididas em parte teórica em sala de aula e parte prática em laboratório. Cabe a parte teórica 60% da carga horária total e 40% para a parte de laboratório aproximadamente. A figura 1 mostra o esboço de um circuito elétrico, que o aluno deve interpretar para efetuar a montagem no laboratório.

Figura 1 – Circuito elétrico



Fonte: UTFPR (2010)

Figura 2 – Montagem do circuito elétrico proposto



Fonte: UTFPR (2010)

Com o circuito que vai ser montado no laboratório, o aluno desenvolve cálculos teóricos, efetua a montagem para do mesmo, conforme mostrado na figura 2 e comprova através das medições com instrumentos, os valores determinados teoricamente.

Na aula teórica são trabalhados os conceitos da teoria de circuitos e resolução de exercícios. Na aula de laboratório, o aluno tem a oportunidade de executar as medições que desenvolvem teoricamente, comprovando assim, todos os métodos de cálculo.

A figura 3 mostra o ambiente de laboratório para a aula prática onde os alunos realizam as montagens de circuitos elétricos e tem contato com instrumentos de medição. Neste laboratório é possível efetuar experimentos tanto em corrente contínua quanto em corrente alternada.

Em particular, em análise de circuitos elétricos 1, o tipo de alimentação utilizada é contínua.

Figura 3 – Laboratório de circuitos elétricos.



Fonte: UTFPR (2010)

Os conteúdos são estabelecidos no plano de ensino através do projeto do curso. A ementa para análise de circuitos elétricos 1 é a seguinte:

- Fundamentos de Eletricidade, Circuitos Elétricos, Resistores, Indutores e Capacitores, Transitórios em Circuitos, Leis de Kirchhoff e das Malhas, Teoremas para Resolução de Circuitos, Medidas Elétricas e Magnéticas. O objetivo da disciplina é desenvolver no aluno a habilidade de interpretação de redes e circuitos elétricos.

A figura 4, mostra os alunos no ambiente de laboratório efetuando a montagem do circuito proposto, bem como os experimentos realizados por eles em equipe na bancada didática em manuseio com componentes eletro-eletrônicos, instrumentos de medição e assim, comprovação dos teoremas e métodos de análise.

Figura 4 – Equipe de alunos em prática de laboratório



Fonte: UTFPR (2010)

8 Processo de avaliação e aprovação

A avaliação da parte teórica é feita através de provas e exercícios avaliativos feitos em sala durante o período letivo, já a avaliação da parte prática é feita através do desempenho individual no laboratório e através de um relatório referente a experiência entregue ao professor sempre na semana posterior a prática.

Assim, cada item possui um peso diferente na composição da nota que totaliza 10 pontos. Cabe observar que o aluno para ser aprovado deve ter 7 pontos para aprovação direta e 5 pontos para aprovação através de exame final, conforme se verifica no regulamento da Instituição.

“A avaliação nos Cursos Superiores de Graduação dar-se-á por média ou com exame final, obtida pela avaliação continuada prevista nos planos de ensino de cada unidade curricular, considerando-se aprovado o aluno que obtiver média parcial igual ou superior a 7,0 (sete) e frequência às atividades escolares igual ou superior a 75% (setenta e cinco por cento) da carga horária total da unidade curricular ou que obtiver no exame final média final igual ou superior a 5,0 (cinco) e frequência às atividades escolares igual ou superior a 75% (setenta e cinco por cento) da carga horária total da unidade curricular. Entende-se por avaliação continuada, toda estratégia pedagógica aplicada ao processo da avaliação da aprendizagem prevista no plano de ensino de cada unidade curricular (UTFPR, 2007 p.11).”

Art. 30 – A aprovação nas disciplinas dar-se-á por média ou com exame final.

§ 1º – Considera-se, para todos os efeitos, Média Parcial (MP) como a média aritmética de duas ou quatro notas parciais, dependendo do regime letivo ser semestral ou anual respectivamente, e cada Nota Parcial (NP) como sendo resultante de pelo menos uma avaliação prevista no plano de ensino de cada disciplina.

§ 2º – Considerar-se-á aprovado por média, o aluno que tiver frequência igual ou superior a 75% (setenta e cinco por cento) e média parcial igual ou superior a 7,0 (sete), consideradas todas as avaliações previstas no plano de ensino da disciplina, calculada pela seguinte expressão:

$$MP \equiv \sum NP \frac{NP}{n} \geq 7$$

Onde: MP = média parcial
NP = nota parcial
n = n°. de notas parciais

§ 3º – A Média Final do aluno aprovado por média será igual à sua Média Parcial.

§ 4º – O aluno com Média Parcial inferior a 4,0 (quatro) e/ou com frequência inferior a 75% (setenta e cinco por cento), será considerado reprovado na disciplina.

§ 5º – O aluno com Média Parcial igual ou superior a 4,0 (quatro), com frequência igual ou superior a 75% (setenta e cinco por cento) e que não tenha sido aprovado por média terá direito a prestar exame final.

§ 6º – No caso do parágrafo anterior, considerar-se-á aprovado com exame final, o aluno que tiver frequência igual ou superior a 75% e obtiver Média Final (MF) igual ou superior a 5,0 (cinco), calculada pela seguinte expressão:

$$MF \equiv \frac{MP \oplus EF}{2} \geq 5$$

Onde: MF = média final
MP = média parcial
EF = exame final

8.1 Desenvolvimento das atividades programadas

Primeiramente os alunos participam das atividades teóricas, nas quais os conteúdos básicos são desenvolvidos. Paralelamente as atividades teóricas os mesmos são divididos em grupos de no máximo três alunos para as atividades práticas em laboratório.

Todas as atividades práticas são acompanhadas pelo professor.

Os experimentos que são executados nesta aula auxiliam o aluno no entendimento do princípio básico dos circuitos elétricos, isto é, como é o funcionamento de cada componente e o que resulta a associação dos mesmos. Permite também ao aluno entrar em contato com instrumentos de medição de grandezas elétricas, conforme indicado na figura 5.

Também é possível a utilização de software que permitem a simulação de circuitos elétricos em computador, outra ferramenta utilizada para facilitar o aprendizado do aluno. Na UTFPR utiliza-se o software EWB².

Figura 5 – Bancada de medição de grandezas elétricas



Fonte: UTFPR (2010)

9 Método

A partir das atividades desenvolvidas, cabe ao professor conseguir reunir o procedimento para avaliação.

Como a unidade curricular é desenvolvida semestralmente, são feitas 4 avaliações teóricas e 10 práticas de laboratório.

A avaliação tem pesos diferentes para cada item:

a) As duas primeiras provas teóricas valem 10 pontos e sua média aritmética equivale a primeira nota parcial do aluno.

b) Na segunda nota parcial temos a composição de duas provas teóricas, com valor de 7,0 pontos, mais o relatório entregue ao professor após a prática de laboratório com valor de 2,0 pontos, alguns exercícios avaliativos desenvolvidos durante o semestre letivo e listas de exercícios propostos com valor de 1,0 ponto. Assim é a segunda nota parcial.

A simulação em software é uma ferramenta paralela utilizada pelo aluno, mas não pontua diretamente.

² EWB - Engineers Without Borders : Engenheiros sem fronteiras: software de simulação de circuitos eletrônicos

Para efetivar a média do semestre e verificar se foi aprovado na disciplina, o aluno deverá fazer a média aritmética entre a primeira parcial e as segundas parciais, devendo ficar com valor igual ou superior a 7,0 pontos.

É necessário neste item uma reflexão em relação à quantidade de trabalhos que o aluno deverá executar e o que isto realmente pesa na sua nota.

“A questão é: será justa esta divisão nos pesos das avaliações? Esta metodologia consegue desenvolver o raciocínio do aluno?”

Uma maneira de quantificar este aprendizado e o efeito da metodologia pode ser como uma análise direta do desempenho da disciplina imediatamente posterior e verificar o desempenho dos alunos.

10 Resultados

Em virtude da experiência no desenvolvimento desta unidade curricular, acredito que esta é a melhor maneira de avaliar o aluno, apesar do grande número de atividades extraclasse com um peso muito pequeno atribuído as mesmas. É a única possibilidade de realizar o aprendizado.

Já foi comentado que esta unidade curricular é de suma importância ao desempenho do acadêmico de engenharia, por ser uma disciplina chamada básica, mas que carrega toda a base que o aluno precisará em sua vida profissional.

Não há como desenvolver o cérebro na questão relacionada a circuitos elétricos a não ser com prática. O treino que ocorre no cérebro para o entendimento do comportamento da eletricidade e dos componentes eletro-eletrônicos se faz através de muito exercício, em virtude que as diversas situações existentes irão ocorrendo conforme os circuitos vão sendo demonstrados, além da especificidade que cada um utiliza no mesmo.

Por isso é de extrema importância o desenvolvimento deste conjunto de atividades, mesmo que com um percentual pequeno atribuído a elas. A realização de todas é fundamental para o sucesso na prova teórica. Portanto mesmo que o percentual atribuído seja pequeno, ele se transformará em consequência direta de um resultado satisfatório.

Por outro lado, se as atividades de laboratório e exercícios desenvolvidos em sala têm um peso percentual maior, pode ocorrer um “mascaramento” no aprendizado.

Ao professor cabe a sensibilidade do processo avaliativo e não ser binário, isto quer dizer, certo ou errado. É necessária uma avaliação de todo pensamento envolvido em cada resolução. Isto dá um aspecto muito personalizado em cada aluno.

A avaliação não pode ser imposta com o resultado a ser atingido, somente.

Este processo se inicia neste período e terá como consequência os próximos, pois o conhecimento não é um processo estanque.

Analisando a matriz curricular deste curso, conforme consta no anexo 1, é possível visualizar a localização da disciplina de circuitos elétricos 1 (selecionada na cor cinza) e as subsequentes a ela (selecionadas na cor verde), quer dizer aquelas que ela é pré-requisito. A constatação do rendimento dos alunos na primeira parte da matéria, onde se desenvolve muito mais práticas de laboratório e também muito mais exercícios que na segunda parte da matéria, os alunos sobressaem-se bem nas disciplinas subsequentes. Quer dizer, onde o treino foi exaustivo o conhecimento realmente foi adquirido.

Contudo, o conteúdo do final do semestre onde se desenvolve um número menor de práticas e também menos exercícios, os alunos têm um rendimento bem menos satisfatório nas disciplinas subsequentes.

Fazendo uma análise bem simples deste resultado em termos de conhecimento, é possível fazer um diagnóstico das falhas no processo educativo e avaliativo.

O relato dos alunos através da avaliação institucional onde é permitido levantar pontos fortes e fracos de cada disciplina cursada, observa-se que o ponto de destaque em análise de circuitos elétricos 1 é o desenvolvimento de práticas de laboratório, onde realmente o aluno consegue verificar o que estuda na teoria e entender o complexo funcionamento de redes elétricas.

Outro forma de verificação é efetuada pelo professor da disciplina de circuitos elétricos 2, que instituiu a avaliação continuada e com isso realiza várias provas em relação a disciplina que serviu de base à sua, no caso análise de circuitos elétricos 1. Estas provas são realizadas no decorrer do semestre.

O resultado desta avaliação permite comparar as turmas que vêm de diferentes professores e qual é o resultado de cada um, assim como permite verificar a validade da metodologia empregada, pois como a avaliação é realizada no semestre seguinte verifica-se qual é a quantidade de conhecimento que realmente foi assimilada pelos alunos.

Este mapeamento da disciplina posterior é um *feedback* importante e permite uma análise do professor sobre sua metodologia.

Mais uma vez o resultado é satisfatório para a metodologia empregada.

10.1 Exemplos práticos de inovação em programas de ensino

Comparação com outras Instituições:

Abaixo são apresentados dois exemplos onde é mostrada a possibilidade de incorporar muito dos objetivos do ensino de engenharia.

- Primeiro exemplo:

O primeiro deles trata da experiência relatada pelo professor Otto Rompelman da Faculdade de Sistemas e Tecnologia da Informação e da Universidade de Tecnologia de Delft, na Holanda, onde explicita sua própria experiência no programa de Engenharia Elétrica em Delft.

No artigo publicado pelo autor, ele cita vários problemas que foram identificados no currículo do curso de engenharia no primeiro ano, como a falta de compreensão das relações mútuas entre os diferentes conteúdos do curso; a relevância do curso para o futuro programa de estudos a prática da engenharia, a falta de motivação dos alunos.

Com base nestes dados, decidiram introduzir um módulo no curso que foi chamado de Grupos de trabalho integrados em engenharia elétrica - IWEE – (*Integrative Working-groups Electrical Engineering*).

Os objetivos educacionais foram definidos em termos de progressos na aprendizagem:

- aprender a pensar em termos de alternativas;
- aprender que na vida real há sempre mais do que uma única solução;
- aprender a avaliar soluções alternativas mediante a prévia formulação de critérios;
- aprender a pensar em termos de funções antes de pensar em termos de implementações;
- aprender a usar conhecimentos e aptidões como meios e não como conquistas;
- aprender a perceber a tecnologia em um contexto.

Os alunos são reunidos em grupo de 10 e este tem suas características em relação a coordenação, número de reuniões , projetos que serão desenvolvidos, relatórios escritos e apresentações orais.

O exemplo de projeto aqui desenvolvido envolve análise de circuitos elétricos com resistores, capacitores e indutores, denominado de RLC. Para testar e prever o comportamento do circuito, de maneira qualitativa, é necessário:

- 1) montagem do circuito e mensuração das propriedades;
- 2) análise mediante simulação, com P-Spice (programa de simulação);
- 3) cálculos.

Este trabalho normalmente é executado por equipe de dois alunos que depois de concluir, retornam ao grupo e relatam suas descobertas com objetivo de: comparar e discutir resultados, qual

é o desvio das medições (erro do valor calculado e do valor medido), terminando o projeto com a elaboração de um relatório escrito com as descobertas e com o resultado da discussão.

O resultado deste projeto foi a identificação que os estudantes havia:

- identificar os itens do programa relevantes para a solução de problemas reais;
- trabalhar em equipes: subdividir o trabalho em partes menores e posteriormente integrar os resultados;
- buscar informações relevantes;
- comunicar-se melhor;
- fazer apresentações;
- desenvolvido habilidade para projetar;
- resolver problemas complexos;
- sua motivação aumentou: Como alguns alunos relataram: “Fomos capazes de fazer mais do que jamais pensáramos que fosse possível, o que é altamente estimulante e motivador”.

Os professores também fizeram algumas observações em relação ao ganho com o projeto, como:

- identificação precoce da aptidão para o estudo;
- os alunos tendem a estudar com maior regularidade;
- melhor participação nos exames preliminares;
- melhores resultados nos exames de disciplinas relacionadas com projetos do IWEE;
- é possível tratar de uma ampla faixa de tópicos (às vezes de engenharia geral) o que antes era impossível.

Como conclusão geral deste projeto o professor Otto relata que:

“a introdução do IWEE foi uma operação bem-sucedida; a qualidade depende muito do corpo de ensino: reuniões regulares de avaliação e treinamento são essenciais; há necessidade de boa comunicação e coordenação com alunos, professores da disciplina e laboratórios regulares.”

- Segundo exemplo:

O segundo deles mostra a metodologia de trabalho da disciplina de circuitos elétricos 1, Curso de Engenharia Elétrica na Universidade de Campinas – UNICAMP, no Brasil.

A disciplina sob código 60640P tem o seguinte método de trabalho: as aulas serão realizadas no laboratório de Eletrônica. Os meios utilizados para garantir os objetivos propostos são:

- Simulações de circuitos usando o software P-Spice.
- Experimentos sincronizados com os conceitos vistos em teoria.
- Exemplos de simulações computacionais de circuitos elétricos.

10.2 Avaliação:

Durante o processo de aprendizagem os alunos serão avaliados quanto à capacidade de:

- a) descrever qualitativa e quantitativamente circuitos elétricos;
- b) identificar e resolver problemas de projetos de circuitos;
- c) realizar medidas em sinais elétricos;
- d) realizar experimentos e simulações de circuitos elétricos básicos.

Os alunos serão avaliados semanalmente através de sua performance no laboratório. Durante o semestre os estudantes deverão entregar diversos relatórios e realizar uma demonstração de cada experimento. A nota final do laboratório (ML) será dada por:

$ML = (\text{Média dos relatórios} + \text{Média das apresentações}) * CA/2$. CA é o coeficiente de aproveitamento. Ele leva em conta a postura do aluno no laboratório e sua assiduidade às aulas.

Os alunos que não forem aprovados pelo critério acima terão as seguintes oportunidades de recuperação:

- Prova de bancada a ser realizada ao final do semestre e baseada numa atividade experimental a ser definida pelo professor;
- Refazer o(s) experimento(s) e o(s) relatórios que tiveram um desempenho insatisfatório durante o semestre.

A nota final será dada para esses casos por:

$$ML2 = (ML + \text{Prova de Bancada})/2$$

10.3 Tratamento das faltas: Faltas por doença ou relacionadas à atividades profissionais poderão ser justificadas via apresentação de algum documento que comprove a veracidade do fato na aula imediatamente seguinte à falta.

11 Considerações

No ensino de engenharia numa sociedade de contínua evolução, faz-se necessária permanente discussão e reflexão dos métodos educacionais e conseqüentemente sobre a avaliação. É natural que os métodos de avaliação evoluam juntamente com o ensino.

Neste trabalho foi abordada a experiência de metodologia e avaliação em uma disciplina de análise de circuitos elétricos e o reflexo deste modelo em uma universidade brasileira. Com relação ao ensino de análise de circuitos elétricos havia uma preocupação sobre a forma que a disciplina estava sendo desenvolvida e se os seus objetivos estavam sendo alcançados.

A partir da comparação com outros trabalhos em outras universidades no mesmo curso e na mesma disciplina, foi possível verificar o caminho correto e atual que a mesma está sendo desenvolvida.

Embora em realidades diferentes, estudantes brasileiros e holandeses experimentam o desenvolvimento desta unidade curricular de forma muito semelhante.

Assim como estas experiências citadas aqui, existem muitas outras que estão sendo realizadas no mundo todo e os educadores na área de engenharia podem se manter atualizados a respeito das inovações no campo educativo e a respeito da avaliação.

A mudança do mundo requer um profissional diferente, o engenheiro de hoje diferente do engenheiro de décadas passadas.

Os exemplos citados neste artigo demonstram universidades com o mesmo objetivo e resultados satisfatórios em relação ao desenvolvimento de uma unidade curricular específica na área de engenharia.

O conceito de avaliação como norteador possibilita resultados e mudanças só existem quando a avaliação é encarada não como elemento punitivo, mas como indicativo da realidade.

Referências

ABENGE – Associação Brasileira de Ensino de Engenharia. **Formação do engenheiro industrial**. São Paulo. 1982.

BEZERRA, Edmilson de Oliveira. **Disponível em:** <<http://www.ebah.com.br>>. Acesso em: 10 maio 2010.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação em Engenharia**. Resolução 11/2002. Brasília. 2002.

DALABONNA, Carlos Alberto; WALENIA, Paulo Sérgio. **Revisão curricular do curso de Engenharia Industrial Elétrica - Eletrotécnica na UTFPR – atualização e ampliação**. XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE, 2007.

DEMO, Pedro. **Mitologias da avaliação:** de como ignorar, em vez de enfrentar problemas. Campinas: Autores Associados, 1999.

LIMA, V.V. Avaliação de competência nos cursos médicos. In: MARINS, J.J.N.; REGO, S.; LAMPERT, J.B.; ARAÚJO, J.G.C. (Orgs.) **Educação Médica em transformação: instrumentos para a construção de novas realidades.** São Paulo: HUCITEC/ABEM, 2004. p.123-40.

MEC/SETEC. **Princípios Norteadores das engenharias nos Institutos Federais.** Brasília. Abril. 2009. 37p.

MEC/SETEC. Ministério da Educação - Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Princípios Norteadores das engenharias nos Institutos Federais. Dados retirados de documento publicado, da Inova engenharia: **propostas para a modernização da educação em engenharia no Brasil/IEL.NC, SENAI.DN.** Brasília: IEL. NC, SENAI. DN. 2009.

NETO, Arnaldo Debatin; SOUZA, Antonio Carlos; GÓMES, Luis Alberto. **Elaboração de uma planilha de avaliação em uma disciplina de representação gráfica.** XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE, 2007.

ROMPELMAN, Otto. Avaliação do aprendizado: **a evolução dos objetivos no ensino da engenharia e suas conseqüências no tocante à avaliação.**

UNESP. Universidade Estadual Paulista. **Disponível em:** <<http://www.dee.feis.unesp.br>>. Acesso em 12 maio 2010.

UTFPR. Regulamento da organização didático-pedagógica dos cursos de bacharelado e licenciatura: **Resolução nº 55/07 – COEPP, de 22 de junho de 2007.** Curitiba, dez. 2007 18p.

UTFPR. **Diretrizes Curriculares para os Cursos de Graduação em Engenharia.** Curitiba. 2006.

UTFPR. **Guia de cursos da UTFPR.** Disponível em <<http://sistema.utfpr.edu.br/prograd/guia.htm>>. Acesso em: 20 maio 2010.

UTFPR. **Projeto Pedagógico do Curso de engenharia elétrica – ênfase eletrotécnica.** Disponível em< <http://www.cefetpr.br/deptos/daelt>>. Acesso em maio de 2010.

UTFPR. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. **Disponível em** :<<http://www.utfpr.ct.edu.br>>. Acesso em: 26 maio 2010.