

ISBN: 978-85-69172-17-8

UFSCar UNIVERSIDADE
FEDERAL DE
SÃO CARLOS

ENGENHARIA ELÉTRICA UFSCAR

DO PROJETO PEDAGÓGICO À IMPLANTAÇÃO

ORGANIZADORES

EDILSON REIS RODRIGUES KATO

CELSO APARECIDO DE FRANÇA

OSMAR OGASHAWARA



Comissão Permanente
de Publicações Oficiais
e Institucionais da UFSCar

ENGENHARIA ELÉTRICA UFSCAR

DO PROJETO PEDAGÓGICO À IMPLANTAÇÃO

ORGANIZADORES:

EDILSON REIS RODRIGUES KATO

CELSO APARECIDO DE FRANÇA

OSMAR OGASHAWARA

**São Carlos
2019**

© 2019 by Edilson Reis Rodrigues Kato, Celso Aparecido de França, Osmar Ogashwara.

Direitos dessa edição reservados à Comissão Permanente de Publicações Oficiais e Institucionais - CPOI

É proibida a reprodução total ou parcial desta obra sem a autorização expressa do Editor.

Normalização e Ficha Catalográfica: Marina P. Freitas CRB-08/ 6069

Dados internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

E57e Engenharia Elétrica UFSCar: do projeto pedagógico à implantação / organizadores Edilson Reis Rodrigues Kato, Celso A. de França, Osmar Ogashwara. – São Carlos : UFSCar/CPOI, 2021.
143 p.

ISBN : 978-85-69172-17-8

1. Engenharia Elétrica. 2. Formação profissional. 3. Ensino superior. 4. Universidade Federal de São Carlos. I. Título.

CDD: 621.3(20^a)
CDU: 621



Reitora

Wanda Aparecida Machado Hoffmann

Vice-Reitor

Walter Libardi

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	5
PARTE A.....	8
INOVAÇÕES PEDAGÓGICAS	8
A ATIVIDADE CURRICULAR “INICIAÇÃO À ENGENHARIA ELÉTRICA” COMO PARTE DO PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA UFSCAR [1].	9
Osmar Ogashawara	
Arlindo N. Montagnoli	
Edilson Reis Rodrigues Kato	
Flávio Y. Watanabe	
Orides Morandin Jr.	
DISCIPLINAS INTEGRADORAS: PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA UFSCAR [2].	19
Orides Morandin Junior	
Edilson Reis Rodrigues Kato	
Mara Silvia A. N. Morassutti	
IMPLEMENTAÇÃO DE GRUPOS DE ESTUDOS PARA ALUNOS DE GRADUAÇÃO DOS CURSOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA E ENGENHARIA MECÂNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS [3].	29
Osmar Ogashawara	
Flávio Yukio Watanabe.....	
Arlindo Neto Montagnoli	
Edilson Reis Rodrigues Kato	
DISCIPLINAS INTEGRADORAS DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA UFSCAR [4].	37
Osmar Ogashawara	
Carlos Alberto de Francisco	
Edilson Reis Rodrigues Kato	

INICIAÇÃO À ENGENHARIA E À METODOLOGIA DE PESQUISA E REDAÇÃO CIENTÍFICA	
[5].....	47
Flávio Yukio Watanabe.....	
Márcio Turra de Ávila	
Celso Aparecido de França	
Osmar Ogashawara	
Robson Barcellos	
IMPLANTAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA UFSCAR:	
ACOMPANHAMENTO DA DISCIPLINA INTEGRADORA “INICIAÇÃO À ENGENHARIA	
ELÉTRICA” [6].	54
Edilson Reis Rodrigues Kato	
Osmar Ogashawara	
Orides Morandin Jr.	
PARTE B.....	63
O CURSO, RESERVA DE VAGAS, PROJETOS INTEGRADORES E INOVAÇÕES	
TECNOLÓGICAS.....	63
IMPLANTAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA UFSCAR:	
ACOMPANHAMENTO DOS ESTUDANTES DO PROGRAMA DE RESERVA DE VAGAS [8].	83
Edilson Reis Rodrigues Kato	
Teresa Cristina. M. Dias	
Osmar Ogashawara	
Emerson Carlos Pedrino	
Orides Morandin Jr.	
PROPOSTA DE PROJETO INTERDISCIPLINAR PARA CURSOS DE ENGENHARIA	
ELÉTRICA [9].	93
Carlos Alberto De Francisco	
Osmar Ogashawara	
Heitor Mercaldi	
Mirela Zangirolami De Francisco	
MÓDULO DIDÁTICO PARA ENSINO DA TEORIA DE CONTROLE [10].	101
Arlindo N. Montagnoli	
Osmar Ogashawara	

Flávio Y. Watanabe	
Edilson Reis Rodrigues Kato	
Orides Morandin Jr.	
O USO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA COM DISPOSITIVOS MÓVEIS PARA DIVULGAÇÃO DAS INFORMAÇÕES NO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA [11].	108
Celso Aparecido de França	
Robson Barcellos	
Edilson Reis Rodrigues Kato	
Flávio Yukio Watanabe.....	
Osmar Ogashawara	
PARTE C	118
AVALIAÇÕES DO CURSO	118
IMPLANTAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA UFSCAR: AVALIAÇÃO PARCIAL (2009 A 2011) [12].	119
Edilson Reis Rodrigues Kato	
Osmar Ogashawara	
Emerson Carlos Pedrino	
Orides Morandin Jr.	
IMPLANTAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA UFSCAR: AVALIAÇÃO DOS EGRESSOS [13].	130
Edilson Reis Rodrigues Kato	
Celso Aparecido de França	
PARTE D	140
CONSIDERAÇÕES FINAIS	140

Apresentação

O Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) iniciou no ano de 2009, em decorrência do Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), com a missão de contribuir para o desenvolvimento do País e aumento do número de engenheiros nessa modalidade.

Inicialmente foi formada pelo CCET – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da UFSCar uma comissão constituída por professores de outros cursos, tais como Computação, matemática e Física, os quais possuíam alguma experiência em coordenação ou afinidade com o novo curso. Também contou com o apoio pedagógico fornecido pela PROGRAD – Pró-Reitoria de Graduação da UFSCar.

O primeiro coordenador do curso foi o Prof. Dr. Edilson Reis Rodrigues Kato, lotado no Departamento de Computação, sendo o Prof. Osmar Ogasawara o vice-coordenador e um dos primeiros professores contratados para o curso, juntamente com o Prof. Arlindo Neto Montagnoli. Em seguida foram contratados os outros docentes de acordo com a demanda do curso. O mandato do primeiro coordenador foi de três anos e meio, de 2009 a meados de 2012, quando foi criado o Departamento de Engenharia Elétrica, DEE. A partir daí, o Prof. Dr. Osmar Ogasawara assumiu a coordenação para os próximos dois anos e em seguida, o Prof. Dr. Celso Aparecido de França permaneceu até o fim da implantação do curso de Engenharia Elétrica.

Esse texto fornece uma coletânea de trabalhos que foram realizados durante o período de implantação do curso de Engenharia Elétrica na UFSCar. São trabalhos apresentados nos Congressos Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), promovidos pela ABENGE (Associação Brasileira de Ensino em Engenharia) durante esse período. Vários colaboradores postaram trabalhos relacionados com o curso em implantação, sendo no sentido de propor ideias novas ou mesmo de avaliar as iniciativas realizadas na proposta do curso. Também no texto podemos encontrar os primeiros registros e imagens das instalações, professores, alunos, eventos e etc.

De uma forma geral, a implantação do curso de Engenharia Elétrica buscou na sua criação mesclar novos conceitos e metodologias de forma a se implantar um curso o mais atual possível, embora sem que sua forma estrutural pudesse ser diferente dos outros cursos de Engenharia existentes na UFSCar. Ou seja, A estrutura fundamental, composta por disciplinas tradicionais e fornecidas por outros departamentos, como o de Matemática, o de Física e o de Química, não poderiam sofrer alterações significativas.

Nesse contexto, foram introduzidas de forma pontual algumas inovações, tais como as chamadas “Disciplinas Integradoras”, ou seja, a matriz curricular é constituída de disciplinas que possuem a função de estimular, motivar e justificar ao aluno do curso as necessidades curriculares estipuladas.

Uma dessas disciplinas é a chamada “Iniciação em Engenharia Elétrica” a qual possui uma carga horária de seis créditos, totalizando 120h no currículo do aluno e localizada no primeiro semestre letivo. A disciplina tem como objetivo a introdução à metodologia de pesquisa e ao aprimoramento da habilidade de comunicação técnica científica, além de motivar o aluno ingressante no curso de Engenharia Elétrica. Nela há a abordagem de problemas reais de engenharia buscando tornar o processo de construção do conhecimento mais dinâmico e interessante para os estudantes, e

evidenciando, por meio de situações-problema, a importância do desenvolvimento de competências, habilidades, valores e atitudes essenciais ao bom desempenho profissional dos futuros engenheiros.

Na primeira parte do texto (Parte A: Inovações Pedagógicas) desse livro há uma coletânea de trabalhos que introduzem a proposta desse curso baseada nas disciplinas integradoras, apresentam o acompanhamento de sua implantação e descrevem as primeiras atividades realizadas. Uma avaliação dos primeiros resultados dessas disciplinas também é apresentada.

Na segunda parte do texto (Parte B: O Curso e os Discentes) são apresentados um estudo sobre o desempenho dos discentes que entraram pelo programa de reserva de vagas adotado pela UFSCar e projetos integradores propostos e aplicados pelos docentes do curso. Também é dada uma visão geral da matriz curricular original do curso de Engenharia Elétrica implantado na UFSCar e são ilustradas várias atividades e inovações tecnológicas adotadas no curso.

Finalmente, na terceira parte do livro (Parte C: Avaliações do Curso) pode-se observar que a implantação do curso, após oito anos de seu início, foi realizada com sucesso, através do acompanhamento dos discentes no período inicial e da avaliação da sua colocação no mercado de trabalho e a visão que o curso lhe proporcionou.

Esperamos que a leitura desse livro possa ser inspiradora para a implantação de novos cursos de Engenharia Elétrica e também para aqueles que se encontram em andamento, no que diz respeito às experiências e inovações implementadas.

Gostaríamos de agradecer aos colaboradores, sem os quais não seria possível a implantação do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar e a produção desse livro.

Boa Leitura.

Os Autores

Colaboradores

Prof. Dr. Arlindo Neto Montagnoli
Prof. Dr. Carlos Alberto De Francisco
Prof. Dr. Emerson Carlos Pedrino
Prof. Dr. Flavio Yukio Watanabe
MsC. Heitor Vinicius Mercaldi
Prof^a. Dr^a. Mara Silvia A. N. Morassutti
Prof. Dr. Márcio Turra de Ávila
Mirela Zangirolami De Francisco
Prof. Dr. Orides Morandin Jr.
Prof. Dr. Robson Barcellos
Prof^a. Dr^a. Tereza Cristina M. Dias

Agradecimentos

CCET - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia - UFSCar

Profa. Dra. Sheyla Mara Baptista Serra (Diretora)

Prof. Dr. Claudio Antonio Cardoso (vice-Diretor)

ABENGE - Associação Brasileira de Educação em Engenharia

PARTE A

Inovações Pedagógicas

A atividade curricular “Iniciação à engenharia elétrica” como parte do processo de implantação do projeto pedagógico do curso de engenharia elétrica da UFSCar¹.

**Osmar Ogashawara
Arlindo N. Montagnoli
Edilson Reis Rodrigues Kato
Flávio Y. Watanabe
Orides Morandin Jr.**

O presente capítulo tem como objetivo apresentar a disciplina “Iniciação à Engenharia Elétrica”, como uma atividade curricular no processo de implantação do Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, oferecida no primeiro período curricular do curso. O plano de ensino e o método adotado na disciplina foram discutidos e planejados em conjunto por docentes, pela comissão de implantação do curso e sua coordenação, tomando-se como base as diretrizes institucionais internas e externas e o Projeto Pedagógico do curso. O objetivo principal desta disciplina é preparar o estudante para o desenvolvimento conceitual de atividades de projeto de Engenharia ao longo de todo curso, iniciando o ingressante em atividades de pesquisa e desenvolvimento e visando também o incremento de habilidades, competências e atitudes relacionada à comunicação verbal e escrita, planejamento, criatividade e trabalho em equipe de forma ética e responsável.

1. Introdução

A economia globalizada obrigou as empresas a investirem em tecnologia de automação (TA) e tecnologia de informação (TI) como meios para serem competitivas no mercado. Estes investimentos implicam no uso de sistemas de Planejamento dos Recursos da Empresa (ERP) (WALLACE; KREMZAR, 2006), sistemas de execução da manufatura (MES) (KLETTI, 2007), sistemas de manufatura flexíveis (FMS) (SHIVANAND, 2007), projeto assistido por computador (CAD), engenharia assistida por computador (CAE), manufatura assistida por computador (CAM), etc... e todos os sistemas devem trabalhar de forma integrada. Desta forma as exigências das habilidades e competências do profissional, em particular do engenheiro eletricitista, que atua nestas

¹ OGASHAWARA, O. *et al.* O. A atividade curricular “Iniciação à Engenharia Elétrica” como parte do processo de implantação do projeto pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 37., 2009, Recife. **Anais [...]**, Recife: COBENGE, 2009.

empresas também têm sido modificadas, conseqüentemente a formação deste profissional também deve acompanhar estas modificações (INSTITUTO EUVALDO LODI, 2006).

As classes de problemas que os engenheiros eletricitas deverão estar capacitados a resolver incluem efetivamente os problemas transdisciplinares, na medida em que estes figuram como os eixos integradores das áreas de conhecimento (ERP, MES, FMS, etc.) e por sua vez, alguns dos problemas típicos que os engenheiros deverão resolver são os seguintes (UFSCar, 2008):

- Problemas de projeto e configuração de sistemas eletrônicos e de controle integrados em que sejam exigidas as seguintes capacidades: determinar que funções devem ser implementadas em hardware e quais devem ser implementadas em software embarcado; selecionar os componentes básicos de hardware e de software;
- Problemas de análise de desempenho de projetos e sistemas, propostos ou implementados, sejam através de modelos analíticos, de simulação ou de experimentação;
- Problemas de análise e determinação dos requisitos que um projeto ou sistema deve atender, documentando estes requisitos de forma clara, concisa, precisa, organizada e fácil de ser usada;
- Problemas de complexidade que exijam a gerência do desenvolvimento de sistemas, com aplicação de modelos de qualidade;
- Problemas de concepção e estruturação de sistemas de controle para funcionar conforme projetado, através da combinação da codificação, validação e teste das unidades;
- Problemas que envolvam o desenvolvimento criativo e projeto de novas aplicações, produtos, serviços e sistemas nas vertentes propostas;
- Problemas que exijam a familiaridade com as tecnologias de automação e controle, de ferramentas de projeto e o discernimento de como, quando e quanto utilizar tais ferramentas;
- Problemas que requeiram o desenvolvimento de sistemas suficientemente complexos para exigir a aplicação de conhecimentos instrumentais às áreas de automação e controle, engenharia de software e redes;
- Problemas que requeiram o uso de técnicas formais no desenvolvimento de sistemas eletroeletrônicos.

Nesta perspectiva, as competências ou habilidades possíveis e esperadas do profissional Engenheiro Eletricista são (UFSCar, 2008):

- Capacitar-se a aprender de forma autônoma e contínua, adequando-se às exigências profissionais interpostas pelo avanço tecnológico mediante o domínio dos conteúdos básicos relacionados às áreas de conhecimento do exercício profissional, e da utilização de forma crítica, de diferentes fontes de veículos de informação.
- Desenvolver e operacionalizar conhecimento básico utilizando conceitos e aplicações de técnicas numéricas na resolução de problemas de engenharia.
- Analisar os modelos de resolução de problemas e construir, a partir de informações sistematizadas, modelos matemáticos, físicos, socioeconômicos que viabilizem o estudo das questões de engenharia.
- Conceber, concretizar, coordenar, supervisionar e avaliar a implantação de projetos e serviços na área de Engenharia Elétrica.
- Elaborar e desenvolver projetos, analisar sistemas, produtos e processos gerando e difundindo novas tecnologias e novos conhecimentos na área de engenharia.
- Gerenciar, supervisionar a operação, promovendo a manutenção e melhoria de sistemas;
- Avaliar o impacto técnico-sócio-econômico e ambiental de empreendimentos na área de Engenharia Elétrica;
- Utilizar o conhecimento sobre organização, gestão e financiamento das atividades profissionais, sobre a legislação para uma inserção profissional crítica;

- Organizar, coordenar e participar de equipes multidisciplinares de trabalho, considerando as potencialidades e limites dos envolvidos.
- Agir cooperativamente nos diferentes contextos da prática profissional, compartilhando saberes com os profissionais de diferentes áreas.

Com o objetivo de formar este profissional com as competências e habilidades descritas, a Universidade Federal de São Carlos propôs a criação do curso de Engenharia Elétrica. Este curso possui ênfase em eletrônica e sistemas de controle. Foi criado dentro do programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) promovido pelo Governo Federal.

A proposta para a formação do profissional em engenharia, conforme descrito em UFSCar (2008), está embasada por conhecimentos que propiciem o desenvolvimento das competências, habilidades a partir de situações-problemas e de projetos. As situações-problemas de engenharia propiciam a construção de técnicas e práticas essenciais na obtenção de soluções. Essas técnicas e práticas, fundamentadas pelos conceitos e teorias devem ser analisadas em função dos objetivos do problema em sua contextualização ética, social e humana. Caso contrário, perde-se de vista a eficácia das soluções, na medida em que passam a ser "fins em si". Além disso, a discussão crítica permite exercitar a capacidade de argumentação e a expressão oral e escrita.

Por outra parte, de acordo com UFSCar (2008) e Silveira (2008), se torna oportuno observar que as situações problemas envolvem a concepção de "multidisciplinar", ou seja, envolvem subproblemas de diferentes disciplinas, cada um considerando os objetivos e métodos de sua própria disciplina. A abordagem de uma situação problema na perspectiva interdisciplinar implica na apreensão da transformação do conhecimento sobre em conhecimento do, isto é, o desenvolvimento das competências, tais como: compreender, prever, extrapolar, agir, mudar, manter deve ser pautado pela interação das disciplinas, posto que se faz necessário conhecer os fenômenos de modo integrado, inter-relacionado, dinâmico e também se deve buscar a complementariedade dos métodos, conceitos e estruturas sobre as quais se fundamentam as diferentes disciplinas. O termo "transdisciplinar" aparece quando se procura mostrar que o mundo real atravessa e integra as diferentes disciplinas.

O objetivo de deste capítulo é relatar a experiência inicial com a disciplina Iniciação à Engenharia Elétrica e como ela está inserida no projeto pedagógico do curso.

2. Disciplinas Integradoras

No projeto pedagógico do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar foi introduzido o conceito de integração em um conjunto de disciplinas que têm como objetivo a interação de conceitos e métodos das disciplinas dos semestres atual, anterior e posteriores. Estas disciplinas são agrupadas em três fases. Na primeira fase, nos dois primeiros semestres, em que se concentram disciplinas do núcleo básico foram propostas as disciplinas: Iniciação à Engenharia Elétrica, Computação Científica 1 e Computação Científica 2. Estas disciplinas têm a finalidade específica para atividades de integração e de estimular os alunos ao estudo de engenharia.

Numa segunda fase, que abrange o período do terceiro ao oitavo semestre, há um conjunto de disciplinas do núcleo profissionalizante que são usadas como integradoras. Cada disciplina utiliza-se de situações problemas e apresentam soluções baseadas no conhecimento específico adquirido no momento e cada docente realiza a interação dos conceitos com outras disciplinas do semestre atual, anterior e posterior.

Na terceira fase, nono e décimo semestres, foram propostas as disciplinas de Projeto de Monografia de conclusão de curso e Desenvolvimento de Monografia de conclusão de curso para atuarem como disciplinas integradoras, abrangendo todo, ou grande parte, o conhecimento adquirido durante todo o curso.

3. Atividade Curricular “Iniciação à Engenharia Elétrica”

Para a fase inicial da proposta do curso, a disciplina “Iniciação à Engenharia Elétrica” é uma disciplina fundamental para o desenvolvimento conceitual de atividades integradoras ao longo de todo curso. Planejada para seis horas de atividades semanais ela substitui a usual Introdução à Engenharia por uma proposta que oferece ao ingressante no curso de Engenharia Elétrica uma iniciação a atividades de pesquisa e desenvolvimento de projetos em Engenharia.

Essa disciplina trata da iniciação às atividades de pesquisa e desenvolvimento de projetos em Engenharia mediante contato com conceitos e problemas práticos, contemplando visitas a empresas, em que os alunos tomam contato com os sistemas, equipamentos e ferramentas constituintes do processo industrial. Esse contato permite a visualização de sistemas eletroeletrônicos e mecatrônicos implantados nas empresas proporcionando temas de projeto em engenharia que envolvem tais sistemas e equipamentos.

Os temas dos projetos são reais, e o desenvolvimento destes deverá ser feito através de pesquisa sobre os conceitos, normas técnicas, equipamentos e uso de ferramentas computacionais, modelagem, cuja formulação deverá considerar necessidades das indústrias, incluindo a forma de documentação utilizada.

3.1 Planejamento da disciplina

No planejamento da disciplina Iniciação à Engenharia Elétrica foi estabelecido o seguinte critério de avaliação:

- a) Uma prova escrita, um seminário e dois projetos.
- b) Um seminário sobre análise de um artigo técnico científico.
- c) Os projetos devem resolver problemas identificados durante visitas a empresas da região.

Foi estabelecido que o seminário e os dois projetos serão feitos em grupo, e que os componentes dos grupos serão diferentes para cada uma das atividades. Nos dois projetos os alunos dos grupos fazem um auto avaliação, que faz parte da composição da nota dos projetos.

Foi adotado o livro texto de Bazzo e Pereira (2008), e foram propostas as seguintes aulas/atividades:

- a) Apresentação da disciplina, da universidade e do projeto pedagógico do curso;
- b) Apresentação das origens da engenharia, as características do engenheiro, as modalidades de engenharia, e atuação do engenheiro eletricitista;
- c) Visita à Biblioteca Comunitária (BCo) e treinamento de uso do portal CAPES e outros mecanismos de busca da biblioteca;

- d) Pesquisa de artigo técnico científico em revistas do IEEE, com acesso via portal CAPES;
- e) Análise do artigo e elaboração de seminário sobre o artigo;
- f) Apresentação sobre metodologia científica e normas de apresentação de trabalhos e monografias;
- g) Visita à empresa da região (área de manufatura);
- h) Proposição do primeiro projeto: integração de Robô Industrial e esteira transportadora de produtos para *palletização*;
- i) Pesquisas relacionadas ao primeiro projeto, elaboração e entrega do relatório;
- j) Visita a empresa da região, da área de processos;
- k) Proposição do segundo projeto: controle de temperatura (aquecimento) de sistema;
- l) Pesquisas relacionadas ao segundo projeto, modelamento matemático, simulação, ferramentas computacionais;
- m) Levantamento experimental do modelo do processo, implementação e teste do controle;
- n) Elaboração e apresentação do relatório;
- o) Visita a empresa da região;
- p) Avaliação da disciplina pelos alunos.

3.2 Pesquisa a artigos técnicos e científicos

O profissional deve estar continuamente na busca de conhecimento. Este conhecimento não deve ficar restrito a livros didáticos da graduação. Os artigos técnicos de revistas especializadas é uma fonte de conhecimento das tecnologias que são e serão usadas na indústria. Desta forma é importante para o engenheiro conhecer as revistas e saber como buscar as informações e artigos de interesse.

A Biblioteca Comunitária (BCo) da UFSCar tem acesso ao Portal CAPES que mantém assinaturas de periódicos nacionais e internacionais, dentre as editoras estão a IEEE e Science Direct que são responsáveis por inúmeros títulos de periódicos na área de Engenharia Elétrica. Os alunos receberão treinamento para uso das bases de dados da BCO e em específico da base de dados do Portal Capes.

Os alunos são divididos em grupos, cada grupo analisará um artigo diferente, porém escolhido pelo grupo com o aval do professor. Artigos que não atenderem as restrições impostas ao trabalho devem ser substituídos. Todos os artigos devem ser na língua inglesa.

Os grupos devem apresentar, pelo menos, as respostas às seguintes questões:

- a) Qual o assunto principal do artigo?
- b) Qual o método utilizado?
- c) Quais os problemas existentes no estado atual das pesquisas sobre o assunto principal?
- d) Quais as soluções propostas pelos autores do artigo?

e) Quais os resultados apresentados?

f) Qual o principal mérito do artigo?

3.3 Projeto de integração robô – esteira transportadora

Na visita a uma empresa da área de manufatura, identifica-se um problema real que pode gerar um projeto. No final da linha de fabricação existe uma esteira que transporta os produtos acabados e aprovados para a *palletização* e armazenagem. Um operador verifica se o produto possui o código de barras correto e um outro operador posiciona o produto no *pallet*. Cada *pallet* comporta 20 produtos e são empilhados 5 *pallets*, num total de 100 produtos para armazenagem. O problema proposto será a utilização de um robô industrial para realizar a tarefa.

Para os alunos entenderem o projeto são apresentados os conceitos básicos sobre robótica industrial, motores elétricos e sensores. No projeto os grupos devem associar os conhecimentos necessários para entender o projeto com as disciplinas da matriz curricular do curso e suas ementas, conduzindo os alunos a conhecerem o projeto pedagógico ou pelo menos a sua matriz curricular e as ementas das disciplinas.

Os grupos devem pesquisar os fabricantes de robôs, sensores, motores e esteiras para especificar os elementos necessários para implementação do projeto e desenhar o layout de como ficará a instalação. Este projeto tem a integração com a disciplina Projeto Assistido por Computador e proporciona o desenvolvimento da criatividade e capacidade para resolver problemas, cuja teoria não foi estudada anteriormente.

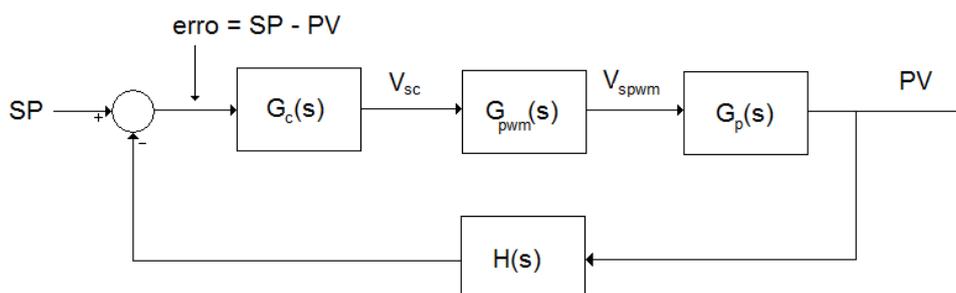
O relatório deste projeto deve ser feito no formato de monografia, conforme especificação da NBR 14724, com citação e referências de acordo com a NBR10520 e NBR6023 respectivamente.

3.4 Projeto de controle de temperatura

Na visita a uma empresa de processos contínuos, identificam-se problemas de controle de temperatura da caldeira, da coluna de destilação, etc. Estes problemas podem ser estudados em um projeto envolvendo o controle de temperatura dentro de um recipiente pequeno cuja fonte de calor é uma resistência elétrica de 10W, alimentada com tensão variável de 0 a 5V.

Um diagrama de blocos deste sistema de controle está ilustrado na figura 1. Tem-se o processo a controlar ($G_p(s)$), o conversor de potência do tipo Modulação de Largura de Pulso (PWM) ($G_{pwm}(s)$), o sensor de temperatura ($H(s)$), o controlador do processo ($G_c(s)$); a temperatura desejada está representada pelo *setpoint* (SP) e a temperatura real está representada por PV. É possível obter essas funções de transferências de forma empírica, e desse modo pode-se simular o sistema e ajustar o ganho do controlador. Depois pode-se implementar o controlador e o processo e avaliar o desempenho real do processo.

Figura 1 – Diagrama de blocos do processo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os conceitos necessários para que os alunos possam realizar o projeto são: equações diferenciais, transformada de Laplace, função de transferência, polos e zeros, controlador PID e aplicações de amplificadores operacionais. São verificados os conceitos de medidas e teoria de erros. Estes conceitos são apresentados de forma simplificada em sala de aula. Os grupos devem pesquisar informações sobre sensores de temperatura e modelamento de sistemas térmicos.

No laboratório são feitas práticas de calibração do sensor de temperatura, levantamento da curva de resposta do conversor de potência *PWM* e a resposta à entrada degrau do processo. Usando o programa *Matlab*[®] e os dados experimentais podem-se obter as funções de transferência do sistema de malha fechada. Com estas informações e usando o programa *Simulink*[®], é simulado o sistema de controle em malha fechada. O sistema em malha fechada também deve ser implementado fisicamente, usando amplificadores operacionais.

Este projeto destaca a importância do modelamento e simulação; proporciona o contato com eletrônica no primeiro semestre e apresenta a aplicação dos conceitos apresentados em outras disciplinas, a saber: Cálculo I, Computação Científica, Séries e Equações Diferenciais, Cálculo Numérico e Métodos de Matemática Aplicada.

4. Resultados e Conclusões

No início do semestre letivo, os calouros da Engenharia Elétrica foram recepcionados pela direção do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia que organizou um debate com engenheiros que trabalham em empresas da região. Estiveram presentes engenheiros da TAM, Tecumseh e Volkswagen e os docentes do curso. Neste debate os participantes reafirmam que as disciplinas do núcleo básico são fundamentais para a formação do engenheiro, mas seria importante que algumas disciplinas do núcleo profissionalizante pudessem ser ministradas logo nos primeiros semestres, como disciplinas motivadoras do curso. Outra discussão foi que a participação em atividades complementares tais como iniciação científica, grupos de estudos e congressos técnicos, contribui para a formação profissional. Estas discussões foram ao encontro da proposta pedagógica do curso e os engenheiros presentes elogiaram a iniciativa da UFSCar.

Na primeira semana de aula foram apresentados, aos alunos, o plano de ensino da disciplina, o projeto pedagógico do curso e a organização da universidade, assim como foi feita uma visita à Biblioteca Comunitária (BCo). Nas semanas seguintes os seguintes assuntos foram abordados: origens da engenharia, o engenheiro e a sociedade, as modalidades da engenharia, áreas de atuação do engenheiro eletricitista, metodologia científica, plano de pesquisa e sistemas produtivos. Este

último tópico foi uma preparação para visita a empresa do setor de manufatura, apresentando alguns sistemas e equipamentos que seriam vistos na empresa. A visita técnica foi na quarta semana e a empresa é a Tecumseh do Brasil, fabricante de compressores herméticos. Nesta visita, os alunos foram instruídos a observarem o processo final de *palletização* dos compressores, pois este seria um tema do projeto a ser desenvolvido, ou seja, a implantação de um robô industrial interagindo com o sistema de esteira transportadora dos compressores e realizando a *palletização* para armazenagem dos produtos.

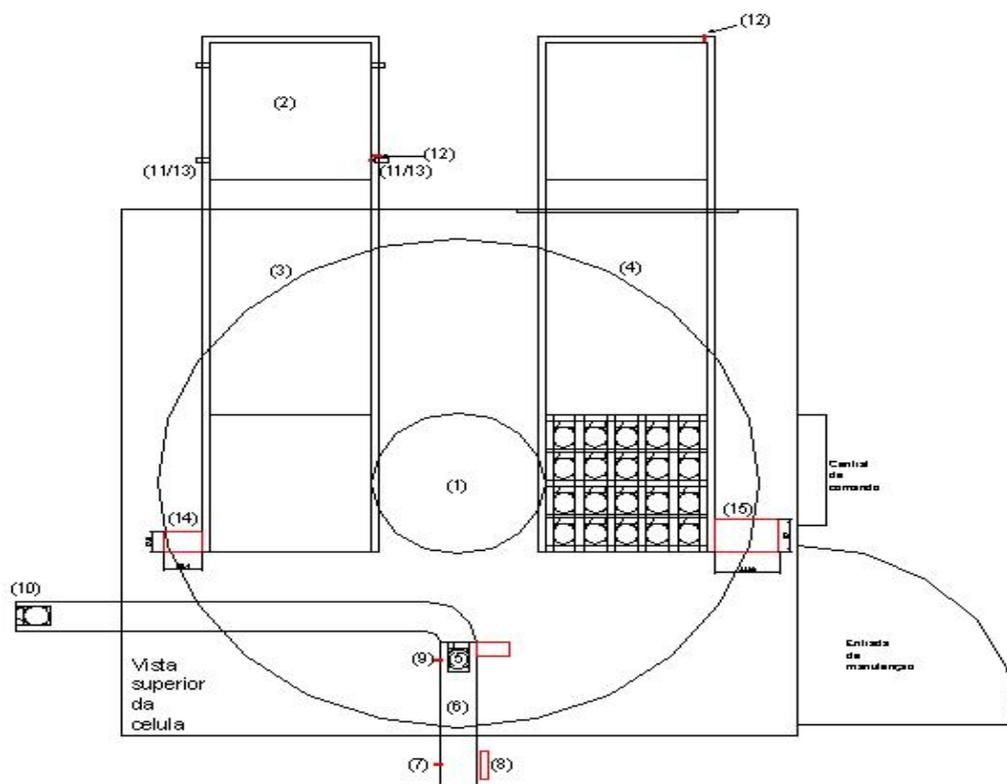
Paralelamente ao projeto, os alunos receberam treinamento na BCo para acesso ao Portal CAPES. Aproveitando o treinamento os alunos fizeram a pesquisa de artigo técnico científico em revistas das editoras IEEE e Science Direct, os temas e revistas que deveriam ser pesquisados foram previamente informados. Foram divididos em 14 grupos e cada grupo apresentou um seminário sobre o artigo pesquisado. Todos os grupos apresentaram respostas às questões solicitadas no item 3.2. Alguns alunos se interessaram em pesquisar mais sobre o tema do artigo estudado. Assim foram criados grupos de estudo em Inteligência Artificial e Engenharia Biomédica, cada um com assistência de um professor do curso.

Para o projeto de integração do robô industrial foi apresentado material didático sobre o funcionamento dos robôs industriais, motores elétricos e sensores. A partir do estudo destes materiais foi possível fazer a associação das necessidades de conhecimentos para este projeto com as disciplinas e ementas da grade curricular. Alguns grupos apresentaram o projeto com um bom nível de detalhamento técnico conforme ilustrado na figura 2, apesar do pouco conhecimento sobre o tema. Ficou evidenciado que os alunos têm criatividade e capacidade de realizar tarefas desconhecidas teoricamente. Os relatórios foram feitos no formato de monografia de conclusão de curso, como fora especificado.

No projeto de controle de temperatura utilizou-se uma caixa plástica de tamanho 6 cm x 5 cm x 2,5 cm e uma resistência de 10 Ohm, 10W. Usou-se o integrado LM35 como sensor de temperatura e um conversor PWM desenvolvido com o integrado LM3524 e transistor MOSFET. Para obter a resposta do sensor de temperatura foi utilizado um termômetro digital para medir a temperatura dentro da caixa com a resistência e um voltímetro, para medir a tensão de saída do LM35; foram feitas medidas até que a temperatura entrasse em regime permanente, as leituras foram feitas a cada 30 segundos inicialmente e depois a cada minuto. A resistência foi alimentada com tensão contínua de 5V. Para obter a resposta do conversor PWM, variou-se a tensão na entrada de controle e mediu-se a tensão sobre a resistência. Estes dados são utilizados para obter a função de transferência do processo térmico, do conversor PWM e do sensor, os dois últimos são considerados apenas como ganho. O projeto de controle de temperatura somente é encerrado no final do semestre letivo, não sendo possível apresentar outros dados, porém alguns alunos relataram que gostaram deste projeto, pois já puderam trabalhar com circuitos eletrônicos.

Figura 2 – Detalhamento do projeto feito pelos alunos

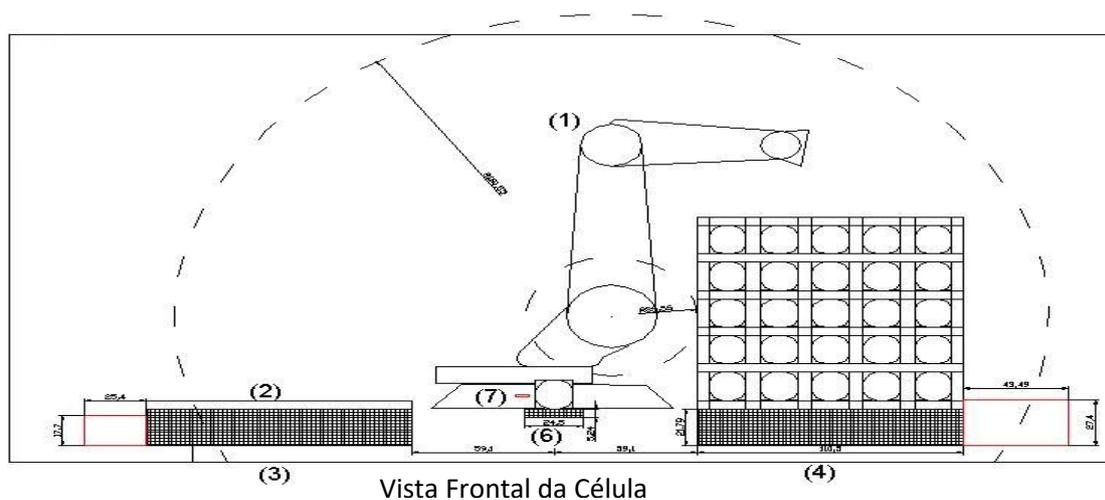
Vista Superior da Célula



Fonte: Elaborado pelo autor.

A implantação do Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar, sob o ponto de vista do desenvolvimento da disciplina “Iniciação à Engenharia Elétrica”, mostrou que é possível introduzir os ingressantes em atividades de pesquisa e elaboração de projetos, bem como desenvolver, desde o início do curso, competências, habilidades, valores e atitudes importantes para os futuros profissionais.

Figura 3 – Detalhamento do projeto feito pelos alunos (cont.)



Vista Frontal da Célula

Fonte: Elaborado pelo autor.

Através dos Projetos Multi/Interdisciplinares foi evidenciada a possibilidade de integração de conhecimentos de diferentes disciplinas do mesmo período curricular e de introdução de novos conhecimentos referentes a outras disciplinas do curso, mostrando aos estudantes a relação entre as áreas de conhecimento básico, profissionalizante e específico na resolução de problemas de engenharia.

5 Referências

- BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V. **Introdução à engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos**. 2. ed. Florianópolis: edUFSC, 2008. 270 p.
- KLETTI, J. (ed.). **Manufacturing Execution Systems**. Berlin: Springer-Verlag, 2007.
- INSTITUTO EUVALDO LODI. Núcleo Nacional. **Inova engenharia: propostas para a modernização da educação em engenharia no Brasil**. Brasília: Senai/IEL, 2006.
- SILVEIRA, M. A. *et al.* Projeto LAPIN: Um Caminho para a Implementação do Aprendizado Baseado em Projetos. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 36.*, 2008, São Paulo. **Anais [...]** São Paulo: EPUSP/IMT, 2008.
- SHIVANAND, H. K.; BENAL, M. M.; KOTI, V. **Flexible Manufacturing System**. New Delli: New Age International (P) Ltd., 2006.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). **Perfil do Profissional a ser formado na UFSCar**. Parecer CEPE/UFSCar nº 776/2001. 2. ed. São Carlos: UFSCar, 2008.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). **Plano de desenvolvimento institucional**. São Carlos: UFSCar, 2004.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). **Projeto Pedagógico - Curso de Graduação em Engenharia Elétrica**. São Carlos: UFSCar, 2008.
- WALLACE, T. F.; KREMZAR, M. H. **ERP: Making It Happen**. New York: John Wiley & Sons, 2001. 314 p.

Disciplinas Integradoras: Proposta Metodológica para o Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar colocar².

Orides Morandin Junior
Edilson Reis Rodrigues Kato
Mara Silvia A. N. Morassutti

A Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) assume sua possível contribuição para o desenvolvimento do País e aumento do número de engenheiros e oferece novos cursos, dentre eles o de Engenharia Elétrica. O presente capítulo tem como objetivo apresentar a opção metodológica de inclusão de disciplinas integradoras ao longo de três momentos distintos na proposta pedagógica do curso de graduação em Engenharia Elétrica, implantado na UFSCar em decorrência do Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais. Para tanto, analisa as possibilidades e necessidades que o contexto socioeconômico brasileiro impõe para a formação deste profissional. Finalmente, apresenta as disciplinas integradoras e sua pertinência diante do perfil desejado para a formação do engenheiro.

1 Introdução

O atual cenário socioeconômico brasileiro e a necessidade de se impulsionar o desenvolvimento científico e tecnológico da nação tornam imperativa a formação de uma grande quantidade de engenheiros capazes de se adaptar a novos ambientes; esta formação não deve ser pautada somente pela demanda do mercado de trabalho, mas também pela compreensão da atuação deste novo profissional frente aos profundos contrastes sociais e ao dinamismo das mudanças tecnológicas, que tornam a maioria dos conhecimentos obsoletos em curto prazo. É sentimento nacional que o Brasil não será capaz de fazer frente às necessidades de incorporar tecnologia na velocidade necessária para sair do subdesenvolvimento e se tornar competitivo, caso não haja um contingente expressivo de engenheiros bem formados e capazes de se atualizar continuamente. Também é sabido que o Brasil enfrenta outro grande desafio centrado nas áreas tradicionais da engenharia, em que se faz necessário modernizar a sua infraestrutura, reformar e construir portos, aeroportos, ferrovias, estradas, escolas, hospitais, além de usinas e redes de transmissão elétrica e de outras formas de energia. Sabemos que é grande o déficit nacional em habitação, saneamento básico, saúde e inclusão digital, áreas essas que dependem em muito da atuação de engenheiros. Além da extrema necessidade de inclusão social, o crescimento demográfico, estimado pelo IBGE em mais de 40 milhões de habitantes nas próximas décadas, implicará em novos desafios para os engenheiros: novas ampliações da infraestrutura, o ordenamento da ocupação e uso de espaços terrestres e das águas, o monitoramento das mudanças climáticas e dos demais fatores de impacto

² MORANDIN, O.; KATO, E. R. R.; MORASSUTTI, M. S. A. N. Disciplinas Integradoras: Proposta Metodológica para o curso de Engenharia Elétrica da UFSCar. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 37., 2009, Recife. *Anais [...]*, Recife: COBENGE, 2009.

ambiental, tais como poluição, produção, tratamento e destino de rejeitos, efluentes, emanações gasosas, irradiações eletromagnéticas etc. A maneira pela qual o Brasil terá de enfrentar esses desafios é tanto qualitativa como quantitativa. Entretanto, apesar da excelência obtida pelos vários Cursos de Engenharia mediante a realização de avaliações pelo Ministério da Educação e Cultura, o número de engenheiros por habitante é muito reduzido, se comparado tanto aos países desenvolvidos como àqueles que estão logrando o crescimento acelerado. Nesse contexto há uma forte responsabilidade da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), na contribuição para o desenvolvimento do País e aumento do número de engenheiros, a partir do oferecimento de dois cursos de Engenharia, nas modalidades Mecânica e Elétrica (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2008b).

A UFSCar oferece cursos de engenharia, todos muito bem avaliados em decorrência da infraestrutura física, de pessoal e da experiência adquirida em mais de 35 anos de atividades na formação de engenheiros. As diversas unidades acadêmicas existentes atentas às oportunidades e condições apresentadas no Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), especificamente em relação à necessidade de expansão do ensino superior público de engenharia, apresentaram proposta para criação de cursos, dentre eles o de Engenharia Elétrica com ênfase em Eletrônica e Sistemas de Controle, buscando melhor atender a sociedade e otimizar o uso da infraestrutura existente, além de proporcionar um equilíbrio entre as grandes áreas da engenharia.

A proposta pedagógica elaborada para subsidiar a implantação do referido curso de graduação é fruto das discussões realizadas por comissão designada como responsável para sua elaboração. Sua elaboração parte das considerações do contexto de atuação dos futuros profissionais de Engenharia e do perfil necessário à formação deste profissional

2 O processo de formação profissional e a mudança social

O contexto socioeconômico em que os engenheiros atuam mudou radicalmente desde a criação dos cursos destinados à sua formação, no final do século XVIII, mudança que se acelerou nas últimas décadas do século XX. De modo geral, as novas tecnologias fomentaram o desenvolvimento de novas ferramentas, exigindo uma formação complementar, bem como alteraram os processos de trabalho e suas representações. Por outra parte, se verifica a extensão do mercado de trabalho para o setor de serviços em decorrência dos seguintes fatores: busca da "qualidade total", uso intensivo das redes de telecomunicações, da informática e da automação, modularização e terceirização de parte dos sistemas de gerenciamento e produção. Por sua vez, as alterações subjacentes ao processo tecnológico são também identificadas na produtividade, ou seja, os principais ativos das indústrias passaram a se vincular à produção de novos conhecimentos técnico-científicos e à sua aplicação prática. A utilização de novas tecnologias, por sua vez, implicou na reorganização das formas de trabalho, posto que o processo produtivo ao ser perpassado pela referida utilização requer atores mais versáteis, capazes de compreender o processo de trabalho como um todo, dotados de autonomia e iniciativa para resolver problemas em equipe. As mudanças decorrentes da "sociedade pós-industrial" com as correspondentes mudanças de paradigmas tecnológicos implicam em alterações dos vários aspectos da atuação do profissional em Engenharia Elétrica, pois de acordo com Gama (2002), há vinte anos estes deveriam ser competentes em projetar e gerenciar sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica. A previsão da demanda de energia elétrica, o projeto de construção de novas usinas ou de novas linhas

de transmissão, a determinação dos fluxos de potência eram consideradas como atividades marcadamente técnicas, cuja análise de tais elementos era compartilhada tão somente com engenheiros civis, no caso de construção de barragens ou com os economistas para o estudo de financiamento das obras. Desta forma, as competências relacionadas à liderança ou administrativa eram mencionadas como desejáveis, não sendo consideradas como determinantes. Nesta perspectiva, as alterações decorrentes do processo tecnológico implicam na incorporação dos novos conceitos e valores ao ato de projetar, ou seja, a construção de uma barragem deve cotejar a possibilidade do uso de fontes alternativas de energia, bem como a equipe de projeto deverá ser multidisciplinar, isto é, composta por engenheiros eletricitas, engenheiros civis, geólogos, geógrafos, sociólogos, economistas e advogados, na medida em que a nova usina deve ser projetada a partir da análise histórico-social, cuja análise de custo/benefício do uso e/ou substituição de equipamento elétrico necessita ser pautada pela avaliação dos impactos sócio-econômico-político-ambientais e legais. Assim, as alterações decorrentes do processo tecnológico perpassadas pelo impacto sócio-econômico-cultural-ambiental subjacentes à utilização dessas novas tecnologias no âmbito produtivo desencadearam a ampliação do campo de atuação dos engenheiros, bem como gerou a necessidade de desenvolvimento de novos e diferentes perfis de formação profissional.

O reflexo da discussão sobre a formação do engenheiro pode ser verificado nas Resoluções do Conselho Federal de Educação, nos artigos das revistas editadas pelo Sistema CONFEA/CREA, bem como no processo de elaboração das Diretrizes Nacionais dos Cursos de Engenharia, especificamente entre as diretrizes que nortearam a elaboração do Parecer CNE/CES nº 1362/2001. Identificam-se entre estas a análise do desenvolvimento tecnológico e suas implicações em relação à formação e ao campo de atuação dos engenheiros, pois

“O desafio que se apresenta para o ensino de engenharia no Brasil é um cenário mundial que demanda uso intensivo da ciência e da tecnologia e exige profissionais altamente qualificados. O próprio conceito de qualificação profissional vem se alterando, com a presença cada vez maior de componentes associadas às capacidades de coordenar informações, interagir com pessoas, interpretar de maneira dinâmica a realidade. O novo engenheiro deve ser capaz de propor soluções que não sejam apenas tecnicamente corretas, ele deve ter a ambição de considerar os problemas em sua totalidade, em sua inserção numa cadeia de causas e efeitos de múltiplas dimensões” (BRASIL, 2001, p8).

Por sua vez, entre as prerrogativas legislativas constituintes da Resolução CNE/CES nº 11/2002 se verifica a opção pela formação generalista, inclusão da perspectiva delineada pelas alterações provocadas pelas novas tecnologias e pelo correspondente impacto sócio-econômico-cultural-ambiental. A relevância da formação delineada nesses artigos se pauta pelos aspectos identificados no Relatório apresentado pela Comissão de Estudos em 2002, sobre as linhas de pesquisa ou projetos estratégicos para o desenvolvimento da Física brasileira, criada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia. Em relação à qualidade dos cursos de engenharia a mencionada Comissão constatou que a Engenharia no Brasil atingiu alto nível em vários campos, como, por exemplo, as Engenharias Civil, Elétrica, Materiais, Mecânica e Química. A Engenharia Elétrica brasileira está entre as mais avançadas que operam em diversas áreas, desde controle industrial até telecomunicações. Além de formar bons profissionais nesses setores, tem-se necessidade de um

novo tipo de engenheiro com formação científica sólida, que possa atuar em novas áreas, educado em um ambiente de estimulante pesquisa científica e tecnológica.

2.1 A formação do engenheiro no novo contexto

A aceleração da automação e a disseminação dos instrumentos de informação e comunicação afetaram o processo produtivo, as relações e formas de gerenciamento do trabalho, na medida em que a divisão de tarefas está sendo substituída por atividades integradas, realizadas em equipe ou individualmente, que exigem a compreensão do conjunto, autonomia, iniciativa, capacidade de resolver problemas e flexibilidade. Por sua vez, o uso de tecnologias alterou a organização do processo produtivo, posto que a prevenção de falhas e a garantia de qualidade em cada etapa deste requer o desenvolvimento do raciocínio analítico, da habilidade e rapidez para processar as informações e tomar decisões, tanto no setor de produção de bens manufaturados como no de serviço. Alteram-se as profissões e os processos de formação de profissionais, tornando assim, cada vez mais fluida a noção de área especializada de conhecimentos.

Neste sentido, a educação figura como protagonista na agenda estratégica dos setores produtivos e dos Estados, na medida em que o crescimento econômico depende essencialmente de educação de qualidade, de um ambiente de geração e disseminação de conhecimentos, formação de habilidades cognitivas, (tais como: compreensão, pensamento analítico e abstrato, criatividade, flexibilidade de raciocínio para entender situações novas e solucionar problemas), além da formação de competências sociais, (como por exemplo: liderança, iniciativa, capacidade de tomar decisões, autonomia no ambiente de trabalho, habilidade de comunicação). Por sua vez, se torna oportuno observar as considerações feitas pelos elaboradores do Mapa Estratégico da Indústria (2005-2017), documento que resultou do Fórum Nacional da Indústria, ou seja,

“O maior valor agregado da produção hoje provém do conhecimento; a informação constitui insumo básico para a competitividade; a agilidade e a qualidade são elementos essenciais no contexto competitivo; a inovação é uma estratégia-chave para o desenvolvimento econômico e implica em constantes mudanças; educação é elemento essencial para a inclusão social e política, por ser imprescindível ao exercício da cidadania” (INSTITUTO EUVALDO LODI, 2006 p.24).

Em relação ao processo de inovação se torna oportuno observar que este compreende a prática da pesquisa, pois nesta os novos fenômenos são descobertos e novas aplicações de fenômenos conhecidos são realizadas, ou seja, tal processo se constitui pela “invenção” científica, propiciando a caracterização de novos conhecimentos científicos. Pela inovação tecnológica se torna possível a confecção de um produto inédito para o mercado com valor comercial, mediatizado apenas pelo desenvolvimento e implantação dos processos de produção e distribuição.

O desenvolvimento de inovações no setor produtivo é, atualmente, muito complexo aparecendo na forma de malhas de produção encadeadas. O mecanismo capilar de comunicação entre ciência, conhecimento novo (ou invenções), apoio das forças de mercado ao desenvolvimento e aproveitamento das inovações exigem uma comunicação entre geradores de conhecimento, formadores de inovadores e as forças de mercado. De modo geral, a referida comunicação pode se

desenvolver através das incubadoras de empresas interligadas às universidades, posto que estas representam a estrutura de comunicação bidirecional ligando a produção de conhecimento dentro da universidade com as demandas do mercado e as possibilidades de financiamento. Por outra parte, se torna necessário observar que a interação da universidade com a sociedade deve ser potencializada; no entanto, certas características essenciais e distintivas da universidade e responsáveis por sua vitalidade intelectual, independência e capacidade de previsão devem ser preservadas.

A inovação tecnológica se tornou um fator crucial para o desenvolvimento nacional, pois a competição em mercados nos quais produtos e processos têm ciclos cada vez mais curtos, o incremento contínuo da capacidade de gerar, difundir e utilizar as inovações tecnológicas figura como um dos eixos na formação dos engenheiros. A formação do engenheiro voltado para a inovação pressupõe incentivar a formação científica ampla e integrada, possibilitando o trabalho em equipe multidisciplinar. Outro aspecto relevante e vinculado a essa formação se refere à perspectiva empreendedora, na medida em que esta se pauta por intervenções técnicas perpassadas pela descoberta, invenção, planejamento, gerenciamento e organização, propiciando, portanto, a produção de novos serviços, produtos e tecnologias. Pressupõe também o desenvolvimento da capacidade destes para a resolução de problemas definidos a partir das necessidades do contexto empresarial e industrial, cuja resolução deve ser pautada pela previsão do impacto social, econômico e ecológico.

2.2 Disciplina integradora como parte da proposta metodológica do curso de Engenharia Elétrica

A formação do engenheiro deve ser pautada pela compreensão das alterações decorrentes do processo científico-tecnológico e necessitará, portanto, dominar o processo de produção e divulgação de novos conhecimentos, tecnologias, serviços e produtos. A sólida formação em ciências, matemática e informática, bem como o desenvolvimento das competências de educabilidade, relacionadas ao “*aprender a conhecer*”, “*aprender a fazer*”, e “*aprender a conviver*”, deverá propiciar a superação da fragmentação e justaposição das diversas disciplinas e atividades constituintes da estrutura curricular.

Nesta perspectiva, a formação do profissional em engenharia será embasada por conhecimentos pertinentes que propiciem o desenvolvimento das competências, habilidades a partir de situações problemas e de projetos. As situações problemas de engenharia ao figurar como um dos eixos dos processos de ensino e aprendizagem implica na compreensão de que as disciplinas não são concebidas como instantes de apreciação e desenvolvimento de direções particulares, redutores da complexidade do real, mas propicia a construção de técnicas e práticas essenciais na obtenção de soluções. Essas técnicas e práticas, fundamentadas pelos conceitos e teorias, devem, a cada vez, serem analisadas em função dos objetivos do problema em sua contextualização ética, social e humana. Caso contrário, perde-se de vista a eficácia das soluções, na medida em que passam a ser “fins em si”. Além disso, a discussão crítica permite exercitar a capacidade de argumentação e a expressão oral e escrita. Por outra parte, se torna oportuno observar que as situações problema envolvem a concepção de “multidisciplinar”, ou seja, subproblemas de diferentes disciplinas, cada um considerando os objetivos e métodos de sua própria disciplina. A abordagem de uma situação problema na perspectiva interdisciplinar implica na apreensão da transformação do conhecimento, isto é, o desenvolvimento de competências, tais como: compreender, prever, extrapolar, agir, mudar e manter. Deve ser pautado pela interação das disciplinas, posto que se faz necessário conhecer os

fenômenos de modo integrado, inter-relacionado, dinâmico e também se deve buscar a complementaridade dos métodos, conceitos e estruturas sobre as quais se fundamentam as diferentes disciplinas. O termo "transdisciplinar" aparece quando se procura mostrar que o mundo real atravessa e integra as diferentes disciplinas.

As atividades de projeto, definidas nesse Projeto Pedagógico como **disciplinas integradoras**, buscam desencadear a relação entre as experiências vivenciadas pelos estudantes, seus interesses a partir da conexão e mobilização dos conhecimentos pertinentes e sua significação, bem como a incorporação de novos conhecimentos e sua integração; portanto, a consecução da abordagem multi/interdisciplinar requer a compreensão pelos docentes que a implementação de suas atividades devem ser pautadas pela aproximação de seus discursos e práticas na direção do objetivo comum. Através desta atividade integrada voltada para objetivos comuns, principalmente entre disciplinas relacionadas às ciências básicas, da natureza, ciências humanas e sociais às tecnológicas propiciarão aos estudantes a compreensão que sua ação e formação é perpassada pelo compromisso ético-sócio-ambiental e político.

Uma preocupação adicional que se leva em consideração na definição das disciplinas integradoras diz respeito à motivação do estudante pela área de atuação do egresso. Tal preocupação surge notadamente em decorrência do encadeamento dos conteúdos e conceitos, pois de modo geral, as situações problemas apresentadas não são pautadas por temáticas abordadas nos semestres finais dos cursos nem tampouco são analisadas quando estes se encontram na condição de egressos. Isto tem sido apontado como um dos motivos da evasão que comumente ocorre no início dos cursos de engenharia. Nesse sentido, propõe-se desde o início do curso, a apresentação de problemas reais do mercado de trabalho, posto que a partir destes se torna possível identificar os conhecimentos a serem abordados, bem como o modo pelo qual as competências específicas exigidas serão desenvolvidas, justificando, portanto, o oferecimento de outras disciplinas. Deve-se ainda estimular a participação do estudante na busca, identificação e elucidação de situações problemas, pois assim, o estímulo à postura proativa do estudante será implementado. Além disso, se torna necessário promover o trabalho coletivo dos docentes em decorrência das disciplinas integradoras, na medida em que estas requerem a participação dos mesmos na definição e programação das atividades subjacentes aos projetos propostos.

De modo geral, a articulação entre as disciplinas é mediatizada pelo sistema de requisitos implantado na UFSCar, cuja concepção de construção de conhecimentos, competências e habilidades se pautada pela evolução gradativa e embasada também no desempenho dos alunos. As disciplinas integradoras se pautam pela interação de conceitos, métodos das disciplinas dos semestres em curso, dos anteriores e dos posteriores, tendo como objetivo agregar, paulatinamente, aos projetos desenvolvidos novas práticas, técnicas e novos conhecimentos específicos, aumentando o grau de dificuldade de modo compatível; estimulando assim, os trabalhos de caráter multi/interdisciplinar.

Cabe comentar que há três momentos para apresentação, proposição e caracterização de disciplinas integradoras.

O **primeiro momento** situa-se no início do curso, mais especificamente nos dois primeiros semestres, em que tipicamente se concentram disciplinas do chamado núcleo de conteúdo básico. Para este momento são propostas disciplinas de conteúdo específico e praticamente exclusivo para criação de ações ou atividades de integração. São propostas três disciplinas: Iniciação à Engenharia Elétrica, Computação Científica 1 e Computação Científica 2.

A disciplina *Iniciação à Engenharia Elétrica* é considerada fundamental para o desenvolvimento conceitual de atividades integradoras ao longo de todo curso. Planejada para uma carga horária de seis horas aula/atividade semanais ela substitui a usual Introdução à Engenharia por uma proposta que oferece ao ingressante no curso de Engenharia Elétrica uma iniciação a atividades de pesquisa e desenvolvimento de projetos em Engenharia. Essa disciplina deve ser desenvolvida através da iniciação às atividades de pesquisa e desenvolvimento de projetos em Engenharia mediante contato com conceitos e problemas práticos proporcionados pelas visitas às empresas, pois nestas os alunos tomarão contato com os sistemas, equipamentos e ferramentas constituintes do processo industrial. Os temas dos projetos devem se pautar na realidade e o desenvolvimento destes deve ser feito através de pesquisa sobre os conceitos, normas técnicas, equipamentos e uso de ferramentas computacionais, modelagem, cuja formulação deve considerar necessidades das indústrias, incluindo a forma de documentação utilizada. Assim, são apresentados alguns exemplos de projetos, por áreas, a serem desenvolvidos.

Para a área de processos contínuos, os projetos que abordem temáticas vinculadas ao estudo de usinas, fábricas de bebidas, papel e celulose etc. Para o projeto que aborda a temática estação de tratamento de água e esgoto, serão estudados os seguintes sistemas:- sistema de tração de cana de açúcar; - sistema de filtragem, etc.

Para a área de manufatura, os projetos que abordem temáticas vinculadas ao estudo de autopeças, aeronáutica, eletrodomésticos, montadoras etc. Serão estudados os seguintes sistemas e/ou projetos: - sistema de transporte de peças por esteiras; - sistema de transporte de peças por AGVs (veículos autoguiados); - sistema de alimentação de máquinas (*pick and places*); - integração de sistemas de manufatura; - projeto de torno ou fresa automáticos; - projeto de sistemas de produção em linha, célula e individualizados, etc.

A disciplina *Computação Científica 1* propiciará aos alunos a assimilação dos conceitos desenvolvidos na área de computação em engenharia, mediante a utilização de programas de uso comum nessa área, tais como: os de desenho e modelagem gráfica, e principalmente pela introdução de uso dos manipuladores algébricos na solução de problemas de cálculo diferencial e integral, assim como ferramentas de simulação.

A disciplina *Computação Científica 2*, por sua vez, possibilitará aos alunos a compreensão sobre o processo de construção de algoritmos e o uso de linguagens de programação para o desenvolvimento de rotinas, cuja interação dos conceitos ocorrerá em relação aos de cálculo diferencial e integral, séries e equações diferenciais.

No **segundo momento**, que cobre o período do terceiro ao oitavo semestres, há apresentação de disciplinas do chamado núcleo de conteúdo profissionalizante. Para este momento devem ser usadas as próprias disciplinas profissionalizantes como integradoras, buscando e identificando situações-problema e apresentando soluções parciais ou totais à luz do conhecimento específico adquirido no momento. As disciplinas profissionalizantes com esta característica são:

- Instalações Elétricas;
- Circuitos Elétricos 1 e 2;
- Circuitos Eletrônicos 1 e 2;
- Sistemas Digitais 1 e 2;
- Conversão Eletromecânica de Energia;

- Sistemas de Controle 1 e 2;
- Arquitetura de Sistemas Microprocessados;
- Controle Inteligente;
- Eletrônica de Potência;
- Circuitos Integrados Lineares;
- Aplicações de Microcontroladores;
- Princípio de Comunicação;
- Controle Digital;
- Tópicos em Banco de Dados
- Interfaceamento de Sistemas;
- Instrumentação e Sistemas de Medidas;
- Sistema de Controle e Supervisão Industrial;
- Sistemas de Comunicação;
- Tópicos em Engenharia de Software.

Neste conjunto de disciplinas, especial atenção deve ser dada propondo-se projetos específicos que apresentem situações problema que demandem não somente a aplicação de técnicas e conceitos adquiridos em disciplinas anteriores, mas que também contemplem aspectos apresentados no conjunto de disciplinas do semestre corrente e ainda os contextualize frente a problemas mais complexos que poderão ser abordados mais ao final do curso ou que poderão ser demandados pelo mercado de trabalho.

Os mesmos exemplos de projetos citados na disciplina Iniciação à Engenharia Elétrica devem ser considerados como ponto de partida para definição de atividades. Coloque-se como exemplo o projeto de sistema de transporte de peças por veículos autoguiados (AGVs). Para tal sistema, devem-se projetar: circuitos eletrônicos de controle de motores, sistemas de sensoriamento para localização, sistemas computacionais para gerenciamento de despacho, sistemas inteligentes de controle de movimentação, etc. Cada um desses pontos deve ser desenvolvido em disciplinas como: Circuitos Eletrônicos, Interfaceamento de Sistemas, Tópicos em Engenharia de *Software*, Sistemas de Controle e Controle Inteligente.

O **terceiro momento** situa-se nos dois últimos semestres, em que se propõe o desenvolvimento de projeto de monografia como disciplinas integradoras. São propostas duas disciplinas: Projeto de Monografia e Desenvolvimento de Monografia. Considera-se que nesse momento, deve-se propor e desenvolver projetos que integrem diversos conhecimentos e competências.

Assim, a disciplina *Projeto de Monografia* se pauta pela elaboração de um projeto de monografia, ou seja, este se constitui pela: escolha do tópico de investigação; delimitação do problema, hipóteses, base teórica e conceitual; definição do objeto e dos objetivos; a escolha do método; referências bibliográficas e cronograma para o desenvolvimento do projeto.

Na disciplina *Desenvolvimento de Monografia* os elementos constituintes do projeto de monografias devem ser desenvolvidos sob a perspectiva de elaboração da monografia a ser

apresentada perante uma banca examinadora. A elaboração da monografia consiste na sistematização dos dados levantados, análise dos mesmos sob a perspectiva metodológica escolhida, bem como a partir das referências, desenvolvimento das hipóteses, cuja redação deve pautada pelo rigor, pela clareza e coerência. Por sua vez, a incorporação dos conceitos abordados no transcorrer do curso, bem como a consecução do estágio profissionalizante possibilita aos alunos o desenvolvimento completo de um projeto de engenharia.

3 Considerações finais

A formação do engenheiro buscando um perfil que garanta aspectos ligados a competência, habilidades e atitudes está relacionada a uma prática de ensino-aprendizagem pautada nas competências de educabilidade, citada por DELORS (2001), relacionadas ao “*aprender a conhecer*”, “*aprender a fazer*”, e “*aprender a conviver*”.

Ainda considerando as “Propostas para a Modernização da Educação em Engenharia no Brasil” do Instituto Euvaldo Lodi (2006, p. 24).

“(…) As tendências atuais vêm indicando na direção de cursos de graduação com estruturas flexíveis, permitindo que o futuro profissional a ser formado tenha opções de áreas de conhecimento e atuação, articulação permanente com o campo de atuação do profissional, base filosófica com enfoque em competências, abordagem pedagógica centrada no aluno, ênfase na síntese e na transdisciplinaridade, preocupação com a valorização do ser humano e preservação do meio ambiente, integração social e política do profissional, possibilidade de articulação direta com a pós-graduação e forte vinculação entre teoria e prática.”

As propostas pedagógicas delineadas para formação de profissionais nas mais diversas áreas, incluindo a engenharia, esperam tipicamente garantir a formação que contemple as características citadas pela inclusão de uma disciplina que tenha o objetivo de articular os conteúdos de diversas áreas de conhecimento.

Em geral elas são apresentadas de maneira bastante sucinta no início do curso e/ou com expectativa dificilmente cumprida em atividades no final da graduação.

Uma alternativa que se observa é a oferta de uma disciplina em cada um dos períodos do curso e que se busca tal articulação, mas de forma isolada.

As disciplinas profissionalizantes, que normalmente são tratadas de maneira isoladas, aqui são consideradas como responsáveis pela integração dos conteúdos de diferentes áreas, como proposta para atingir o tratamento transdisciplinar do conhecimento e o desenvolvimento de competências técnicas.

Para se atingir uma abordagem pedagógica centrada no aluno, bem como uma articulação com o campo de atuação do profissional e a formação de competências que superem as técnicas, além de habilidades e atitudes, todas as disciplinas indicadas como integradoras devem buscar projetos considerando necessidades do mercado, articulando-se com alguns destes agentes e instigando os estudantes a buscarem conhecimento sobre os assuntos abordados.

Também faz parte do projeto pedagógico uma forte articulação entre os docentes, a construção coletiva de propostas que também incluam os estudantes, incentivando atitudes.

4 Referências

BARDY, L. P. Financiamento de projetos de P&D. *In*: SANDRONI, F. A. R (org.). **Cadernos de Tecnologia**. Rio de Janeiro: INSTITUTO EUVALDO LODI (FIRJAN), 2001. v 1.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Relatório Alguns aspectos da Física brasileira**. Brasília, agosto de 2002. Disponível em: <http://www.cbpf.br/pdf/RelatorioMCT.pdf>.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB).

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Parecer CNE/CES nº 1362/2001, de 12 de dezembro de 2001**. Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Resolução CNE/CES nº 11/2002, de 11 de março de 2002**. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia.

DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir**. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI. 6. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: MEC: UNESCO, 2001.

GAMA, S. Z. **Novo perfil de formação do engenheiro elétrico para o século XXI**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio, Rio de Janeiro, 2002.

INSTITUTO EUVALDO LODI. Núcleo Nacional. **Inova Engenharia: Propostas para a Modernização da Educação em Engenharia no Brasil**. Brasília: Senai/IEL, 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). Perfil do Profissional a ser formado na UFSCar. **Parecer CEPE/UFSCar no. 776/2001**. 2. ed. São Carlos: UFSCar, 2008.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). **Plano de Desenvolvimento Institucional**. São Carlos: UFSCar, 2004.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). **Projeto Pedagógico - Curso de Graduação em Engenharia Elétrica**. São Carlos: UFSCar, 2008.

Implementação de Grupos de Estudos para Alunos de Graduação dos Cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica da Universidade Federal de São Carlos³.

Osmar Ogashawara

Flávio Yukio Watanabe

Arlindo Neto Montagnoli

Edilson Reis Rodrigues Kato

Este capítulo apresenta os resultados da implementação de grupos de estudos para alunos dos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica da Universidade Federal de São Carlos. A partir de discussões entre os docentes sobre como implementar o projeto pedagógico dos dois cursos, surgiu a ideia de formar grupos de estudos. Os primeiros professores contratados se empenharam em colocar em prática um projeto pedagógico com várias inovações, como introduzir logo nos primeiros anos dos cursos um contato maior com disciplinas mais práticas. A intenção consiste em fazer, desde o início, um curso mais dinâmico e atrativo aos alunos, sem que se diminua a importância das disciplinas básicas. Para isso alguns dos componentes curriculares, chamados de integradores, trazem aos alunos um elo mais claro entre as disciplinas básicas e específicas. Nesse contexto, foram propostos os grupos de estudos com o objetivo inicial de introduzir os alunos à pesquisa e à tecnologia para que complementem sua formação de engenheiros.

1 Introdução

Os Cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) foram criados em 2008, dentro do Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais – REUNI, e encontram-se em processo de implantação com o ingresso das primeiras turmas de estudantes em 2009, 2010 e 2011.

Os Projetos Pedagógicos dos Cursos de Engenharia Mecânica (UFSCAR, 2008a) e Engenharia Elétrica (UFSCAR, 2008b) foram elaborados segundo metodologias e parâmetros similares, e também, em consonância com diretrizes institucionais internas e externas, destacando-se dentre estas:

- Plano de Desenvolvimento Institucional (UFSCAR, 2004);
- Perfil Profissional a ser Formado na UFSCar (UFSCAR, 2001);

³ OGASHAWARA, O. *et al.* Implementação de Grupos de Estudos para Alunos de Graduação dos Cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica da Universidade Federal de São Carlos, *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*. 39., 2011, Blumenau. **Anais [...]**. Blumenau: COBENGE, 2011.

- Resolução CNE/CES nº11/2002 - Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia;
- Inova Engenharia: Propostas para a Modernização da Educação em Engenharia no Brasil (INSTITUTO EUVALDO LODI, 2006);
- Resolução CONFEA/CREA nº1010/2005 - Regulamentação de Títulos Profissionais, Atividades, Competências e Caracterização do Âmbito de Atuação dos Profissionais inseridos no Sistema CONFEA/CREA.

Os processos de construção de conhecimentos, competências, habilidades, valores e atitudes dos estudantes de engenharia são preocupações sempre presentes nestes documentos, refletidas em ações e questões mais específicas como:

- A responsabilidade de transformação da aprendizagem tradicional e expositiva em um processo autônomo e contínuo, mas pautado por critérios de relevância, rigor e ética em relação às fontes de informações utilizadas;
- A adoção de estratégias de ensino que promovam a interação de conceitos e métodos das áreas básicas e específicas desde o início do curso;
- O desenvolvimento de atividades e projetos de caráter multi/interdisciplinares fundamentados em problemas reais de engenharia;
- O incentivo à participação em atividades complementares de pesquisa e extensão, bem como em atividades empreendedoras;
- A capacitação nos processos de assimilação e desenvolvimento de novas tecnologias, mas com o comprometimento com os aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade;
- O desenvolvimento da capacidade de atuação em equipes multidisciplinares e de comunicação nas mais diversificadas formas.

Os primeiros relatos da implantação dos dois cursos foram apresentados no COBENGE dos anos 2009 e 2010. Ogashawara *et al.* (2009), Kato *et al.* (2010) e Watanabe *et al.* (2009) apresentaram um relato sobre as disciplinas de “Iniciação à Engenharia Elétrica” e “Iniciação à Engenharia Mecânica” respectivamente, no contexto da implementação do projeto pedagógico dos dois cursos. Watanabe *et al.* (2010) apresentaram um relato sobre as atividades de projetos desenvolvidos nas disciplinas de iniciação à engenharia de ambos os cursos. Os projetos envolvem conceitos e conhecimentos trabalhados em diferentes disciplinas do mesmo período e também de outros mais avançados, apresentados de forma simplificada, e os problemas abordados estão relacionados às áreas de estática de estruturas, cinemática de mecanismos, vibrações mecânicas, sistemas de controle e automação da manufatura. Por meio destes projetos, busca-se iniciar os estudantes ingressantes em atividades de pesquisa e desenvolvimento, visando também o incremento de habilidades, competências e atitudes relacionadas à comunicação, planejamento, criatividade, modelagem, simulação, ensaio e trabalho em equipe.

Neste capítulo apresenta-se a implementação de grupo de estudos como instrumento auxiliar para a implantação da proposta pedagógica dos cursos de Engenharia Elétrica e Mecânica. Os grupos foram criados com o intuito de iniciar os alunos ingressantes nos cursos em temas de pesquisa e incentivá-los a participarem em atividades complementares, tais como Iniciação Científica e Tecnológica, eventos científicos ou projetos interdisciplinares.

2 Grupos de Estudos

A partir de discussões entre os docentes sobre como implementar o projeto pedagógico dos dois cursos, surgiu a ideia de formar grupos de estudos. Os primeiros professores contratados se empenharam em colocar em prática um projeto pedagógico com várias inovações, como introduzir logo nos primeiros anos dos cursos um contato maior com disciplinas mais práticas. A intenção consiste em fazer, desde o início, um curso mais dinâmico e atrativo aos alunos, sem que se diminua a importância das disciplinas básicas. Para isso alguns dos componentes curriculares, chamados de integradores, trazem aos alunos um elo mais claro entre as disciplinas básicas e específicas. Nesse contexto, foram propostos os grupos de estudos com o objetivo inicial de introduzir os alunos à pesquisa e à tecnologia para que complementem sua formação de engenheiros.

Os docentes propuseram em 2009 a criação de grupos de estudos com os seguintes temas: “Biônica”, “Inteligência Artificial” e “Projeto, Modelagem e Simulação de Sistemas Mecânicos”. Estes grupos de estudos foram organizados pelos próprios alunos, com a orientação dos docentes que propuseram os temas aos grupos. As primeiras reuniões tiveram uma participação mais ativa dos docentes, que instruíram como estes grupos deveriam ser organizados e o que deveriam estudar, e também apresentaram uma introdução teórica sobre os temas de pesquisa dos grupos.

2.1 Grupo de estudos em “Biônica”

O grupo de estudos em “Biônica” foi proposto pelo professor Arlindo Neto Montagnoli. O objeto de estudo do grupo está relacionado com os temas pesquisados na linha de pesquisa “Tecnologia de Próteses” e “Instrumentação Biomédica” do “Grupo de Pesquisa em Engenharia Médica” cadastrado no CNPq.

O objetivo inicial foi desenvolver uma prótese de mão biônica de baixo custo. Atualmente tem-se em funcionamento um protótipo com o movimento de pinça acionados pelo sinal eletromiográfico captados de eletrodos fixados na musculatura do antebraço. Por ser uma atividade interdisciplinar possibilita a interação com diversas outras linhas de pesquisas, como as da área médica, mecânica, processamento de sinais, fisioterapia, terapia ocupacional, entre outras, portanto a linha de pesquisa que esse projeto está incluída abrange inúmeras parcerias as quais poderão ser formadas na própria UFSCar, trazendo para o grupo um intercâmbio de informações muito produtivo.

Apesar do apelo imediato aos alunos da Engenharia Elétrica e Mecânica, possibilitando a eles o contato com a pesquisa e a prática logo no ano de ingresso na Universidade, a tarefa exigiu uma atenção mais próxima do coordenador, pois o grupo criado é muito heterogêneo, tendo alunos com formação técnica e outros sem nenhuma experiência na área, fazendo com que o nivelamento torne-se desgastante para os alunos ingressantes e muitas vezes tedioso para os mais avançados. Portanto o grupo que inicialmente possuía 10 alunos foi reduzido para 3 e está atualmente estabilizado com 7 alunos. Para isso foi adotado um cuidado com a documentação de todos os desenvolvimentos, para que facilite a disseminação do conhecimento adquirido aos futuros integrantes do grupo. Foram propostas a leitura de alguns artigos técnicos para início do estudo (KATO *et al.*, 2006; KONDO, 2008; SU *et al.*, 2007; TSUKAMOTO *et al.*, 2007). Seminários, minicursos são realizados frequentemente e reuniões semanais visando o desenvolvimento prático das atividades foram medidas adotadas para manter o grupo motivado.

2.2 Grupo de estudos em “Inteligência Artificial”

O grupo de estudo em “Inteligência Artificial” (IA) foi proposto pelo professor Osmar Ogashawara e o objeto de estudo está relacionado com os temas pesquisados na linha de pesquisa “Sistemas Inteligentes” do grupo de pesquisa “Modelagem, Simulação e Controle de Sistemas Dinâmicos” cadastrado no CNPq. Tem como objetivo estudar e desenvolver aplicações de sistemas inteligentes e no início do período letivo para a primeira turma da Engenharia Elétrica da UFSCar foi proposto o estudo de lógica fuzzy aplicado em sistemas de controle.

O grupo iniciou com 20 alunos, alguns alunos também participavam do grupo de “Biônica”, para depois optarem por um. No final do semestre letivo o grupo estava reduzido a 5 alunos. Para início dos estudos foi proposta a leitura de referências básicas (JANTZEN, 2007; SIVANANDAN *et al.*, 2007; SHAW; SIMÕES, 1999) e artigos técnicos de aplicação em controle do motor de corrente contínua (PRAVADALIOGLU, 2005; GUNDOGDU; ERENTURK, 2005; KHANH, 2008). Foram marcadas reuniões quinzenais na qual foram apresentados resumos dos estudos e realizadas algumas práticas com motores de corrente contínua acionados por conversor PWM, tanto em malha aberta como em malha fechada com controle PID (Proporcional-Integral-Derivativo) convencional.

No ano de 2010 os alunos ingressantes foram convidados para participar do grupo de estudos de “Inteligência Artificial”, mas não houve adesão. Alguns alunos ingressantes em 2010 iniciaram um grupo de estudos de “Veículos Elétricos Híbridos”. No segundo semestre de 2011 o grupo de IA iniciará os estudos sobre redes neurais e as aplicações em engenharia elétrica. Os alunos ingressantes em 2011 e 2010 serão convidados a participarem do estudo.

2.3 Grupo de estudos em “Projeto, Modelagem e Simulação de Sistemas Mecânicos”

Este grupo foi proposto pelo professor Flávio Yukio Watanabe com o intuito de iniciar os estudantes ingressantes no curso de Engenharia Mecânica em estudos sobre dinâmica e projeto de sistemas mecânicos. Os temas estudados estão relacionados às linhas de pesquisa de “Dinâmica e Vibrações de Máquinas e Estruturas” e “Projeto de Sistemas Mecânicos” relacionadas ao grupo de pesquisa “Modelagem, Simulação e Controle de Sistemas Dinâmicos” cadastrado no CNPq. Os estudos iniciais enfocaram fenômenos vibratórios em máquinas e estruturas e, posteriormente, comportamento dinâmico de veículos, seleção de mancais de rolamento e projeto mancais e acoplamentos de imãs permanentes.

Inicialmente, cerca de 10 estudantes ingressantes em 2009 aderiram ao grupo de estudos, que se reunia periodicamente com o professor coordenador que orientou os primeiros estudos básicos fundamentos em tópicos de capítulos introdutórios de livros sobre vibrações mecânicas (RAO, 2008; THOMSON; DAHLEH, 1998) e modelagem e simulação dinâmica (FELÍCIO, 2010). Posteriormente, os estudantes foram agrupados em grupos menores e foram definidos temas específicos que deveriam ser pesquisados e estudados pelos mesmos, tais como, a modelagem e simulação de sistemas de plataformas oscilantes, absorvedores dinâmicos de vibração, suspensão veicular e isoladores de vibração. Nesta fase, observou-se a desistência da maior parte dos estudantes, mas os poucos que persistiram conseguiram avançar significativamente nos estudos propostos. Com o tempo, outros estudantes das turmas de 2009 e 2010 demonstraram interesse em

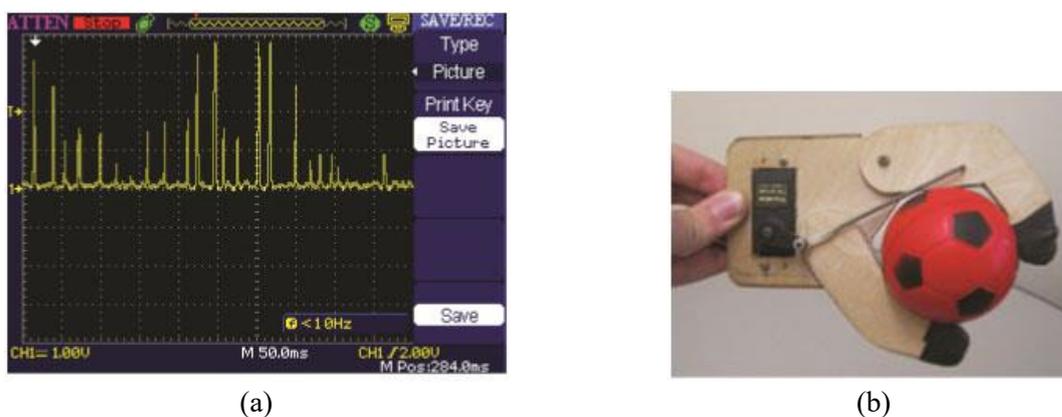
ingressar no grupo de estudos e este foi se renovando naturalmente, passando a contar atualmente com 9 integrantes.

3 Resultados

A participação voluntária nos grupos de estudo permite que os professores conheçam e identifiquem os alunos que têm interesse e potencial para desenvolver um projeto de pesquisa de Iniciação Científica (IC). Assim, foram propostos projetos de IC para alguns estudantes, onde alguns foram contemplados com bolsa PIBIC/PIBIT/CNPq/UFSCar.

O grupo de Biônica desenvolveu uma pinça acionada pelo sinal eletromiográfico captados de eletrodos fixados na musculatura do antebraço. A Figura 1a mostra o sinal eletromiográfico captado e a Figura 1b mostra a pinça desenvolvida. Um dos alunos do grupo foi contemplado com bolsa de IC.

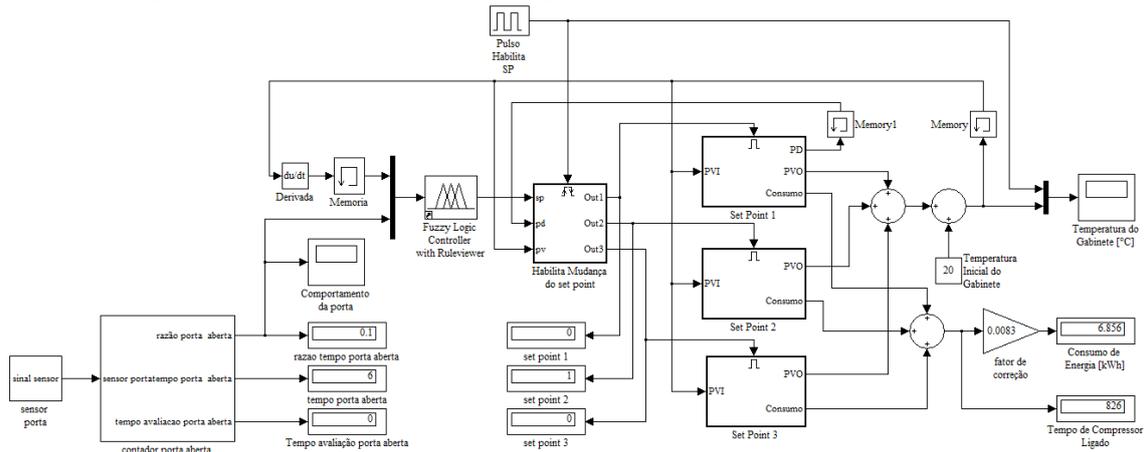
Figura 1 – (a) Sinal eletromiográfico e (b) Pinça desenvolvida



Fonte: Elaborada pelo autor

No grupo de estudos em “Inteligência Artificial”, 3 alunos foram contemplados com trabalhos de IC, sendo dois bolsistas e um voluntário. Os trabalhos envolvem o desenvolvimento de controlador fuzzy para sistemas de refrigeração. No primeiro trabalho estudou-se o princípio de funcionamento do sistema de refrigeração e seu modelamento matemático para fins de controle. No segundo trabalho estudou-se a aplicação da lógica fuzzy e desenvolveu-se um modelo para simulação do sistema. No terceiro trabalho, voluntário, estudou-se a implementação do sistema usando um programa gráfico da National Instruments e uma placa de aquisição de dados via USB. A Figura 2 mostra um diagrama de blocos do modelo elaborado no programa MatLab-Simulink e utilizado para simulação do controle fuzzy aplicado em sistemas de refrigeração.

Figura 2 – Modelo desenvolvido para simulação do controlador fuzzy.



Fonte: Elaborada pelo autor

Os três alunos também fizeram estágio de férias nos meses de janeiro e fevereiro de 2011 na empresa Tecumseh do Brasil que produz compressores herméticos utilizados em refrigeração, onde puderam usar os laboratórios de desenvolvimento da empresa para realizar os trabalhos de IC. No final do estágio, os alunos apresentaram os resultados da simulação para a equipe de Pesquisa e Desenvolvimento da Tecumseh que se mostraram interessados na implementação de protótipo do controlador fuzzy. Isto gerou a possibilidade da continuação do estágio nas próximas férias de janeiro de 2012. Para auxiliar no desenvolvimento da iniciação científica a Tecumseh forneceu um kit de sistema de refrigeração mostrado na Figura 3.

Figura 3 – kit de refrigeração fornecido pela Tecumseh



Fonte: Elaborada pelo autor

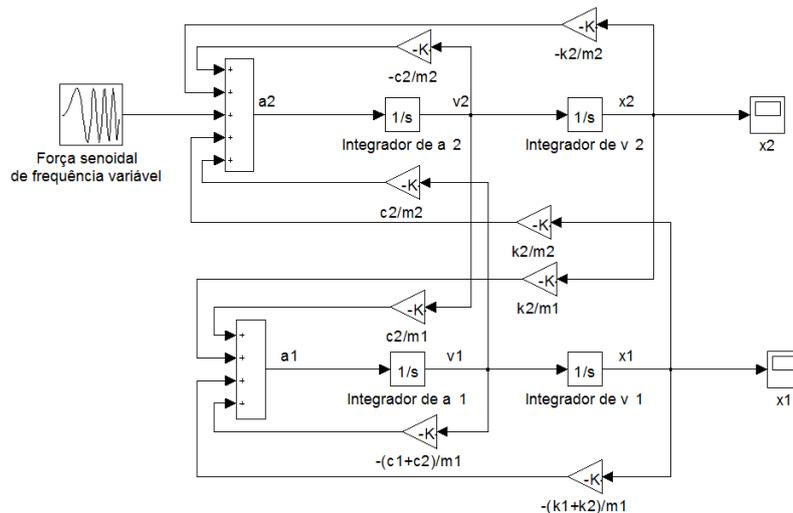
Como resultados dos primeiros trabalhos realizados no grupo de estudos em “Projeto, Modelagem e Simulação de Sistemas Mecânicos”, foram construídos e ensaiados os sistemas apresentados nas Figuras 4a e 4b, modelados e simulados com o auxílio do programa MatLab-Simulink como sistemas com 2 graus de liberdade (gdl) sujeitos a perturbação de frequência variável (Figura 5).

Figura 4 – (a) Sistema de plataformas oscilantes; (b) Absorvedor dinâmico de vibrações



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 5 – Modelo MatLab-Simulink de um sistema com 2 gdl



Fonte: Elaborada pelo autor

Três dos integrantes iniciais do grupo de estudos desenvolveram projetos de pesquisa de IC com bolsa de estudos. Dois dos projetos estão relacionados à área de dinâmica de sistemas mecânicos, mais especificamente na modelagem dinâmica de rotores pelo método dos elementos finitos e no projeto e otimização de absorvedores dinâmicos de vibração. O terceiro projeto trata da aplicação de lógica *fuzzy* no processo de seleção de mancais de rolamento, empregando técnicas de decisão multi-critério.

Outros três estudantes estão com temas de projetos de pesquisa de IC definidos e em fase de aprovação, mas já com estudos em andamento no contexto do grupo de estudos. Dentre os trabalhos desenvolvidos por estes estudantes, um está relacionado à análise do comportamento dinâmico de um compressor alternativo e dois à análise dinâmica do sistema de suspensão de um veículo do tipo baja, projetado e construído por uma equipe da instituição com uma atividade de extensão. Os

demais integrantes do grupo de estudos estão em fase de estudos preliminares para a definição dos temas de pesquisa.

4 Conclusões

O objetivo inicial da criação dos grupos de estudos foi incentivar os alunos ingressantes para participarem de atividades de iniciação científica e desenvolverem o hábito de estudo em grupo e autoaprendizagem. Os grupos iniciaram com um grande número de alunos, mas que foram diminuindo no decorrer do período letivo. Os alunos que persistiram demonstraram uma capacidade de administração do tempo e interesse pelos assuntos pesquisados, indicando um potencial para o desenvolvimento de trabalhos de pesquisa. Dessa forma a participação nos grupos facilita, para os professores, a proposição de trabalhos de IC aos alunos. Isso ficou evidenciado nos resultados apresentados neste trabalho, onde os alunos que participaram dos três grupos de estudos estão desenvolvendo trabalhos de IC.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e a Pró-Reitoria de Pesquisa da UFSCar, por terem fomentado as bolsas de iniciação científica dos alunos.

5 Referências

FELÍCIO, L. C. **Modelagem da Dinâmica de Sistemas e Estudo da Resposta**. 2. ed. São Carlos: RiMa, 2010.

GUNDOGDU, O.; ERENTURK, K. Fuzzy control of a dc motor driven four-bar mechanism. **Mechatronics**, [s.l.], v.15, n.4, p.423–438, 2005.

JANTZEN, J. **Foundations of fuzzy control**. [s.l.]: Wiley, 2007, 219p.

WATANABE, F. Y. A Disciplina “Iniciação à Engenharia Mecânica” no contexto do processo de implantação do projeto pedagógico do Curso de Engenharia Mecânica da UFSCar. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 37., 2009, Recife. **Anais [...]**. Recife: UFPe, 2009. 1 CD ROM.

WATANABE, F. Y. Desenvolvimento de atividades de projeto nas disciplinas de “Iniciação à Engenharia”. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 38., 2010, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: UFC, 2010. 1CD ROM.

Disciplinas Integradoras do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar⁴.

Osmar Ogashawara

Carlos Alberto de Francisco

Edilson Reis Rodrigues Kato

No presente capítulo são relatadas as experiências com as disciplinas integradoras do 6º período do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). As disciplinas integradoras buscam tornar o processo de construção do conhecimento mais dinâmico e interessante para os estudantes, evidenciando por meio de situações problema a importância para os futuros engenheiros do incremento de competências, habilidades, valores e atitudes relacionadas às atividades de comunicação, planejamento, criatividade, modelagem, simulação, ensaio e trabalho em equipe.

1 Introdução

Os Cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) foram criados em 2008, dentro do Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais – REUNI, e encontram-se em processo de implantação com o ingresso das primeiras turmas de estudantes em 2009, 2010, 2011 e 2012.

Nos projetos pedagógicos dos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica da UFSCar (UFSCar, 2008a e 2008b) foi introduzido o conceito de integração em um conjunto de disciplinas que têm como objetivo a interação de conceitos e métodos das disciplinas dos semestres atual, anterior e posteriores. As disciplinas integradoras buscam tornar o processo de construção do conhecimento mais dinâmico e interessante para os estudantes, evidenciando por meio de situações problema a importância do desenvolvimento de competências, habilidades, valores e atitudes essenciais ao bom desempenho profissional dos futuros engenheiros.

Na Engenharia Elétrica estas disciplinas são agrupadas em três fases. Na primeira fase, nos dois primeiros semestres, em que se concentram disciplinas do núcleo básico foram propostas as disciplinas: Iniciação à Engenharia Elétrica, Computação Científica 1 e Computação Científica 2. Estas disciplinas têm a finalidade específica para atividades de integração e de estimular os alunos ao estudo de engenharia.

Numa segunda fase, que abrange o período do terceiro ao oitavo semestre, há um conjunto de disciplinas do núcleo profissionalizante que são usadas como integradoras. Cada disciplina utiliza-se de situações problemas e apresentam soluções baseadas no conhecimento específico adquirido no momento e cada docente realiza a interação dos conceitos com outras disciplinas do semestre atual, anterior e posterior.

⁴ OGASHAWARA, O.; DE FRANCISCO, C. A.; KATO, E. R. R. Disciplinas Integradoras do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. 40., 2012, Belém. **Anais [...]. Belém: COBENGE, 2012.**

Na terceira fase, nono e décimo semestres, foram propostas as disciplinas de Projeto de Monografia de conclusão de curso e Desenvolvimento de Monografia de conclusão de curso para atuarem como disciplinas integradoras, abrangendo todo, ou grande parte, o conhecimento adquirido durante todo o curso.

Os primeiros relatos da implantação dos dois cursos foram apresentados no COBENGE dos anos 2009 e 2010. Ogashawara et al. (2009), Kato et al. (2010) e Watanabe et al. (2009) apresentaram um relato sobre as disciplinas de “Iniciação à Engenharia Elétrica” e “Iniciação à Engenharia Mecânica” respectivamente, no contexto da implementação do projeto pedagógico dos dois cursos. Watanabe et al. (2010) apresentaram um relato sobre as atividades de projetos desenvolvidos nas disciplinas de iniciação à engenharia de ambos os cursos. Estas disciplinas são as integradoras do primeiro semestre.

Neste capítulo são relatadas as experiências com as disciplinas integradoras do 6º período, do curso de Engenharia Elétrica:

- 1) Sistemas de controle 2
- 2) Eletrônica de potência
- 3) Circuitos integrados lineares
- 4) Controle inteligente
- 5) Arquitetura de sistemas microprocessado

2 Ementas das disciplinas integradoras

A integração deve relacionar os conteúdos das disciplinas do semestre anterior, do semestre atual e do próximo semestre. As disciplinas do 5º semestre são: Sistemas de Controle 1, Conversão Eletromecânica de Energia, Circuitos Eletrônicos 2 e Sistemas Digitais 2 e Fenômenos de Transporte. Na disciplina Sistemas de Controle 1 são apresentados os conceitos de sistemas lineares, modelagem por equações diferenciais, função de transferência, diagrama de blocos e variáveis de estado e também a análise à resposta transitória de sistemas lineares de primeira e segunda ordem. Na disciplina de Conversão Eletromecânica de Energia são estudados os conceitos de circuitos magnéticos, dispositivos como relés, válvulas solenoides e alto-falantes, transformadores monofásicos e trifásicos, motores de indução, motores de corrente contínua, motores de passo, motores *brushless* e máquinas síncronas. Na disciplina Circuito Eletrônicos 2 estuda-se os amplificadores multiestágios, amplificadores realimentados, filtros ativos, geradores de sinais e osciladores de áudio. Na disciplina Sistemas Digitais 2 utiliza-se FPGA para implementação de máquinas sequenciais síncronas e assíncronas e circuitos básicos de sistemas microprocessados. Na disciplina Fenômenos de Transporte estudou-se os processos de transferência de massa, energia e quantidade de movimento.

As ementas das disciplinas do 6º período são:

2.1 - Sistemas de controle 2: projeto de sistemas de controle: Lugar das raízes. Resposta em frequência. Projeto de controladores, avanço, atraso e avanço-atraso de fase. Controladores PID. Controle em cascata, controle por alimentação em avanço. Noções de controle de processo contínuo. Projeto de sistemas de controle via espaço de estado: posicionamento de polos.

2.2 - Eletrônica de potência: características e princípios de operação de dispositivos semicondutores de potência. Tipos de comutação. Conversores CA/CC: retificadores não controlados, retificadores semi-controlados e retificadores controlados. Conversores CA/CA: controladores de tensão por controle de fase. Semicondutores de potência: transistores de potência BJT e MOSFET, IGBT. Conversores CA/CA: choppers de 1, 2, e 4 quadrantes. Conversores CC/CA: inversores. Conversores CA/CA: cicloconversores.

2.3 - Circuitos integrados lineares: definições, parâmetros e características principais em amplificadores operacionais. Desempenho ótimo. Configurações de uso de amplificadores operacionais, isoladores, seguidores, detetores de pico e retentores de amostra. Integradores e

diferenciadores. Amplificadores logarítmicos e antilogarítmicos. Comparadores de histerese. Geradores de funções periódicas e não periódicas. Retificadores eletrônicos. Filtros ativos

2.4 - Controle inteligente: fundamentos de Inteligência artificial (IA). Linguagens computacionais em IA. Representação do conhecimento e métodos para resolução de problemas. Sistemas especialistas, Lógica Nebulosa e Redes Neurais e suas aplicações em sistemas de controle em engenharia elétrica.

2.5 - Arquitetura de sistemas microprocessados: introdução à arquitetura de computadores: elementos (unidade central de processamento, memória, ULA, multiplexadores, sistemas de entrada e saída). Controle microprogramado. Arquitetura e organização de um microprocessador. Hardware de microcomputadores: mapeamento em memória, linhas dos microprocessadores. Programação de microcomputadores: algoritmos, fluxogramas, linguagem de máquina. Aplicações de sub-rotinas utilizando as linguagens *assembly* e *C*.

Definiu-se que a integração seria realizada através de projetos que envolvessem o conhecimento de conteúdos (partes) das disciplinas. Os docentes das disciplinas e a coordenação do curso definiram os projetos integradores, e discutiu-se a sincronização dos conhecimentos das disciplinas do mesmo semestre para viabilizar os projetos. Estes projetos estão relatados no item 3.

3 Projetos das disciplinas integradoras

Neste tópico é descrito o controle de velocidade de um motor de corrente contínua e o de controle de temperatura aplicado nas disciplinas integradoras descritas nesse trabalho.

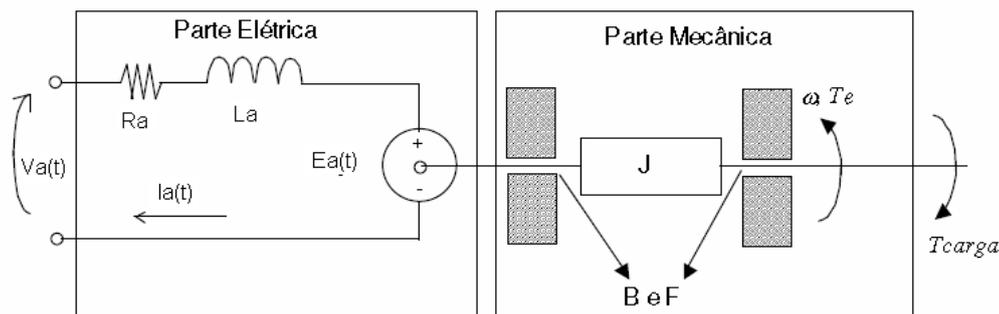
3.1 Controle de velocidade de motor de corrente contínua

O controle de velocidade é aplicado em esteiras transportadoras, veículos autoguiados, robôs industriais, esteiras ergométricas, veículos elétricos, brinquedos, etc. O motor utilizado nestas aplicações pode ser motor de indução, motor brushless, motor de passo, motor de relutância variável, mas o procedimento de projeto é o mesmo para qualquer máquina. Neste projeto estão relacionados:

- a) Motor de corrente contínua.
- b) Acionamento do motor feito com conversor CC/CC com modulação por largura de pulso (PWM)
- c) Controlador Proporcional, Integral, Derivativo (PID)

A modelagem matemática do motor CC, a obtenção dos parâmetros do motor e a simulação são apresentadas aos alunos na disciplina de Iniciação à Engenharia Elétrica (1º período). Nesta primeira disciplina integradora os alunos conhecem a importância do modelamento matemático, a importância da simulação e realizam experimentos para comparar a resposta real do motor com a resposta obtida pela simulação. Relaciona-se os conhecimentos de Cálculo 1, Séries e Equações Diferenciais, Métodos de Matemática Aplicada, Cálculo Numérico, Fundamentos de Eletromagnetismo e Computação Científica 1, informa-se que esta modelagem será estudada com maiores detalhes nas disciplinas de Conversão Eletromecânica de Energia e Sistemas de Controle 1, ambas do 5º período. Na figura 1 tem-se ilustrado o circuito equivalente do motor cc.

Figura 1 – circuito equivalente do motor cc



Fonte: Elaborado pelo autor

A parte elétrica pode ser equacionada pela lei de Kirchhoff de tensão (estudado em Circuitos Elétricos 1, 3º período):

$$V_a = E_a + \left(R_a \cdot I_a + L_a \frac{dI_a}{dt} \right) \quad (1)$$

Onde: V_a = tensão de alimentação do motor (Volt)
 R_a = resistência do enrolamento de armadura (Ohm)
 L_a = indutância do enrolamento de armadura (Henry)
 I_a = corrente no enrolamento de armadura
 E_a = força eletromotriz induzida (Volt)

A força eletromotriz induzida é determinada por:

$$E_a = K_E \cdot \omega_r \quad (2)$$

Com: K_E = constante da força eletromotriz
 ω_r = velocidade angular do eixo do motor (rad/s)

O conjugado eletromagnético produzido pode ser determinado pela força de Lorentz (Fundamentos de Eletromagnetismo, 3º período) e calculado como:

$$T_e = K_T \cdot I_a \quad (3)$$

Com: K_T = constante de conjugado

O equacionamento mecânico pode ser determinado pelas leis de movimento rotativo (Fundamentos de Mecânica – 2º período):

$$T_e = J \cdot \frac{d\omega_r}{dt} + B \cdot \omega_r + F + T_{carga} \quad (4)$$

Onde: J = momento de inércia total refletida no eixo do motor (kg m^2)
 B = coeficiente de amortecimento (Nm/rad/s^{-1})
 F = atrito seco (Nm)
 T_{carga} = conjugado da carga referido ao eixo do motor (Nm)

As equações elétricas e mecânicas são exemplos de equações diferenciais que são estudadas na disciplina (Séries e Equações Diferenciais, 2º período). Nas disciplinas de Iniciação à Engenharia Elétrica (1º período) e Conversão Eletromecânica de Energia (5º período) são feitos experimentos que determinam os parâmetros das equações. Para simular o motor, a partir das equações diferenciais, utilizam-se os conceitos estudados na disciplina de Cálculo Numérico (4º período) e simula-se usando o Matlab (Computação Científica 1, 1º período).

Outra abordagem para o modelo do motor cc é o conceito de função de transferência. Aplica-se a transformada de Laplace nas equações diferenciais (Métodos de Matemática Aplicada, 4º período) obtendo-se as seguintes funções de transferência:

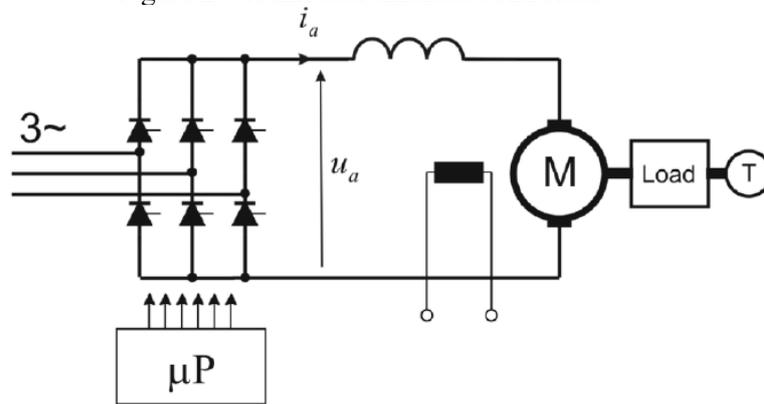
$$\frac{\Omega_r(s)}{V_a(s)} = \frac{K_T}{(J \cdot s + B)(R_a + L_a s) + K_T K_E} \quad (5)$$

$$\frac{\Omega_r(s)}{T_{res}(s)} = \frac{(R_a + L_a s)}{(J \cdot s + B)(R_a + L_a s) + K_T K_E} \quad (6)$$

A equação 5 relaciona a velocidade angular com a tensão de alimentação e a equação 6 relaciona a velocidade angular com o conjugado resistente (carga + atrito). Esta modelagem é desenvolvida na disciplina Sistemas de Controle 1 (5º período) e depois utilizada nas disciplinas Sistemas de Controle 2 (6º período) e Eletrônica de Potência (6º período).

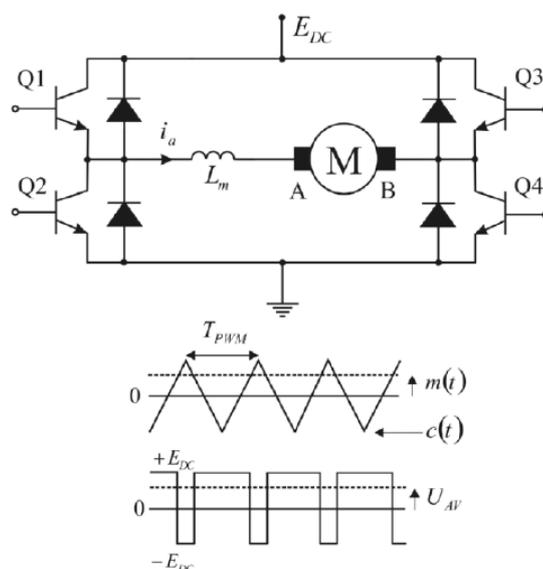
A equação 5 mostra que a velocidade do motor pode ser regulada controlando-se a tensão de alimentação V_a do motor. A variação da tensão pode ser feita usando conversores eletrônicos de potência. Pode-se usar um retificador controlado monofásico ou trifásico com dispositivos semicondutores (SCR - ver figura 2) ou um conversor CC/CC com modulação por largura de pulso (PWM - ver figura 3) com transistor de potência. Estes dois tipos de conversores são estudados na disciplina Eletrônica de Potência (6º período) bem como os dispositivos semicondutores de potência (SCR e Transistor de potência).

Figura 2 – retificador trifásico controlado



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 3 – conversor recortador PWM e forma de onda



Fonte: Elaborado pelo autor

Na disciplina Eletrônica de Potência (6º período) é projetado, montado e testado o conversor ilustrado na figura 3.

Para realizar o controle de velocidade do motor é necessário um controlador. No projeto será usado um controlador Proporcional, Integral, Derivativo (PID). Os conceitos teóricos dos compensadores e controladores são estudados na disciplina Sistemas de Controle 2 (6º período), assim como a metodologia de projeto dos mesmos. Para o ajuste do PID pode ser usado o método empírico proposto por Ziegler-Nichols (OGATA, 2010). O PID compara o valor desejado da variável controlada, chamado de SETPOINT (SP) com o valor real da variável controlada, chamada PROCESS VARIABLE (PV). A diferença erro = SP- PV é o erro da variável controlada. Este erro é processado PID conforme a equação:

$$c(t) = K_p \left(e(t) + \frac{1}{T_i} \int e(t) dt + T_d \frac{d}{dt} e(t) \right) \quad (7)$$

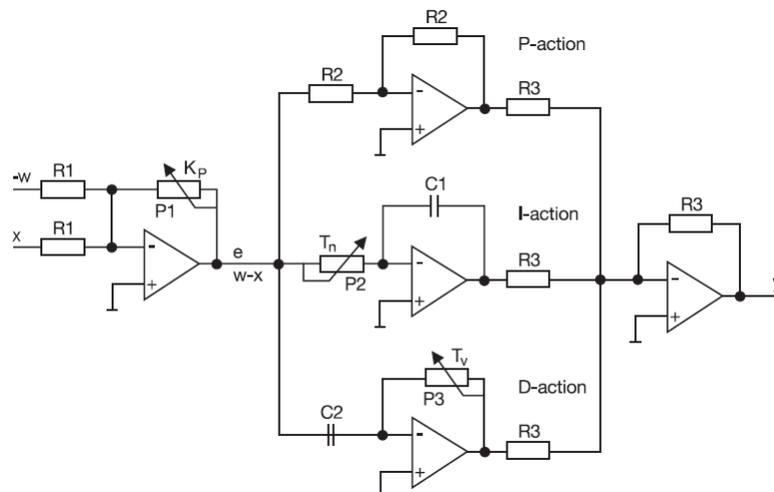
Onde o termo proporcional é representado pelo ganho K_p x $e(t)$, o termo integral é representado pela integral de $e(t)$ e o termo derivativo é representado pela derivada de $e(t)$.

A implementação do controlador pode ser feita usando amplificadores operacionais, conforme ilustrado na figura 4. Estes circuitos são apresentados aos calouros na disciplina Iniciação à Engenharia Elétrica (1º período) e estudados na disciplina Circuitos Integrados Lineares (6º período). Para entender o funcionamento eletrônico do amplificador operacional são necessários os conhecimentos adquiridos nas disciplinas Circuitos Elétricos 1 e 2 (3º e 4º períodos), Circuitos Eletrônicos 1 e 2 (4º e 5º períodos).

Atualmente o controlador PID é microprocessado, não se faz com amplificadores operacionais. O microprocessador é objeto de estudo da disciplina Arquitetura de Sistemas Microprocessados (6º período), mas requer os conceitos vistos nas disciplinas de Sistemas Digitais 1 e 2 (4º e 5º período). No 6º período os alunos ainda não estão aptos para desenvolver o controle PID microprocessado, isto pode ser feito no 7º período nas disciplinas Aplicações de Microcontroladores e Controle Digital.

Para controlar a velocidade do motor podem-se usar técnicas de inteligência artificial (IA) como a lógica nebulosa (fuzzy) e redes neurais (CIRSTAE et al., 2002). Estas técnicas são estudadas na disciplina Controle Inteligente (6º período), onde pode-se fazer a simulação do controle de velocidade do motor cc usando as técnicas de IA. A aplicação real do controle inteligente pode ser feita na disciplina Aplicações de Microcontroladores (7º período).

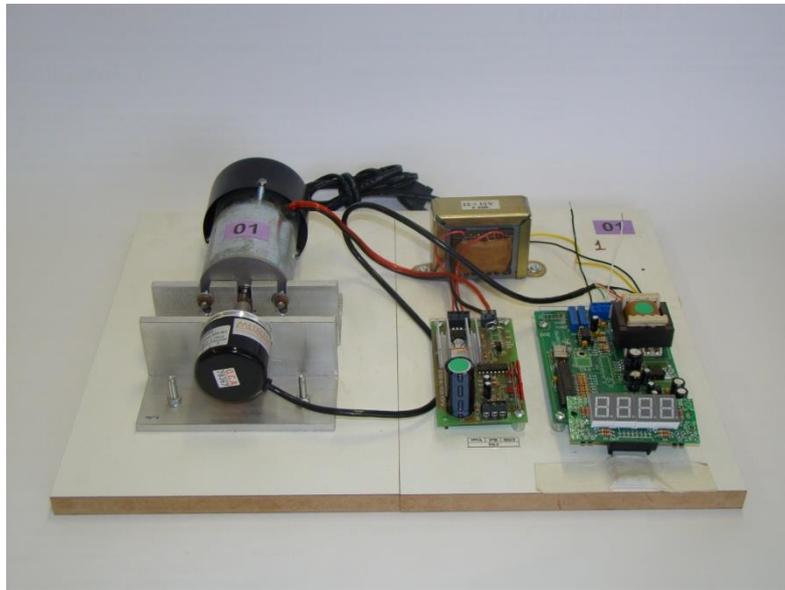
Figura 4 – controlador PID feito com amplificadores operacionais.



Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme descrito nos parágrafos anteriores, o projeto envolve conceitos de várias disciplinas, possibilitando a realização da integração dos diversos conhecimentos. A integração é viável se houver um planejamento prévio envolvendo todos os docentes das disciplinas integradoras. Na figura 5 mostra-se a foto de um kit que foi desenvolvido para o projeto de controle de velocidade. É composto por um motor cc, um encoder ótico (sensor de velocidade), um conversor PWM, um tacômetro microprocessado (mostra no display a velocidade em rotações por minuto (RPM)).

Figura 5 – kit desenvolvido para o projeto de controle do motor CC



Fonte: Elaborado pelo autor

O projeto é desenvolvido em duas disciplinas. O projeto, montagem e teste do conversor PWM é feito na disciplina Eletrônica de Potência. O projeto e implementação do sistema de controle em malha fechada com controlador PID é feito na disciplina Sistemas de Controle 2. Na disciplina Circuitos Integrados Lineares desenvolve-se os circuitos amplificadores (proporcional), integradores e derivadores. Na disciplina Controle Inteligente simula-se o sistema usando

3.2 Projeto de Controle de Temperatura

O controle de temperatura tem aplicações em diversos segmentos industriais, comerciais e serviços. Exemplos: controle de temperatura da caldeira, controle de temperatura ambiente de um estabelecimento comercial, controle de temperatura de autoclave para uso odontológico, etc... Neste projeto estão relacionados:

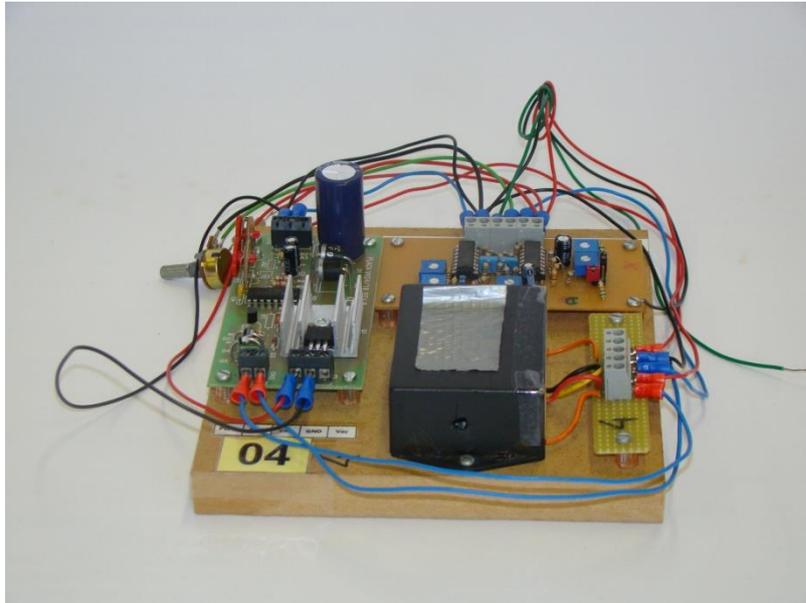
- a) Processo térmico: estudado na disciplina Fenômenos de Transporte (5º período) e na disciplina Sistemas de Controle 1 (5º período)
- b) Conversor de potência para aquecimento: pode ser um conversor CA/CA (controle de fase ou controle de ciclo integral) ou um conversor CA/CC (retificador controlado) ou um conversor CC/CC (recortador PWM), todos estudados na disciplina Eletrônica de Potência (6º período).
- c) Controlador Proporcional Integral Derivativo: semelhante ao controle de velocidade.
- d) Controlador Inteligente: semelhante ao controle de velocidade.

Este projeto é desenvolvido na disciplina de Iniciação à Engenharia Elétrica (1º período) e depois resgatado no quinto e sexto período. Com o controle PID mostra-se a aplicação real de derivada e integral que são estudados na disciplina de Cálculo 1 (1 período), apresentam os

amplificadores operacionais e o conversor PWM. Na disciplina Fenômenos de Transporte (5º período) estuda-se o processo de transferência de calor e as leis que regem o fenômeno, na disciplina Sistemas de Controle 1 (5º período) apresenta-se o modelo de processos térmicos para fins de controle. Na figura 6 está ilustrado o kit desenvolvido para este projeto.

A planta utilizada é um recipiente de plástico e uma resistência elétrica de 10 W. Para alimentar a resistência utiliza-se um conversor PWM. Como sensor de temperatura utiliza-se o circuito integrado LM35. O controlador PID é implementado usando amplificadores operacionais.

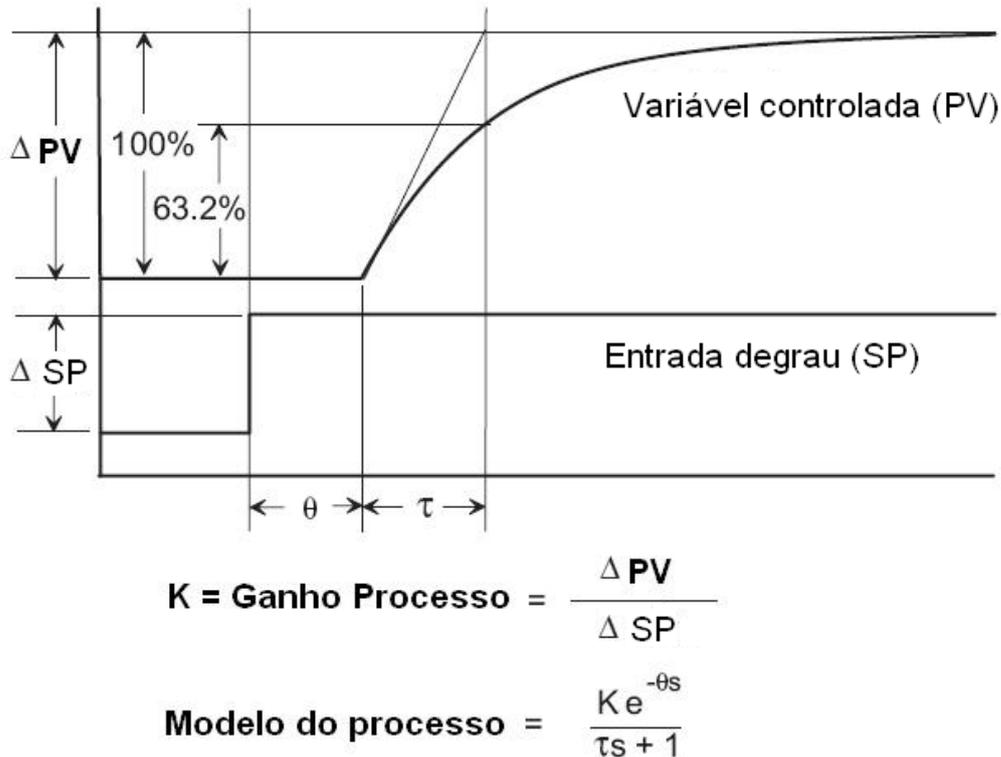
Figura 6 – kit desenvolvido para o projeto do controle de temperatura



Fonte: Elaborado pelo autor

O modelo do processo pode ser obtido experimentalmente, conforme descrito em Ogata, 2011. Aplica-se uma entrada degrau de amplitude conhecida, mede-se a variável de controle em função do tempo. A partir do gráfico Temperatura x tempo obtém a função de transferência, conforme mostrado na figura 7.

Figura 7 – procedimento para obtenção da função de transferência do processo térmico.



Fonte: Elaborado pelo autor

Conhecendo-se a função de transferência do processo é possível projetar os compensadores e controladores usando técnicas como Lugar das Raízes, Diagramas de Bode, Ziegler Nichols. Estas técnicas são estudadas na disciplina Sistema de Controle 2. A implementação do controlador PID segue o mesmo procedimento adotado no projeto de controle de velocidade do motor. O conversor PWM é fornecido montado, mas o ajuste do deve ser feito no projeto. O conversor PWM é estudado na disciplina Eletrônica de Potência.

4 Conclusões

As atividades de projeto das disciplinas integradoras do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar, têm proporcionado aos estudantes a oportunidade de trabalhar na resolução de problemas de engenharia, desde o início do curso, sempre buscando evidenciar a importância e a inter-relação entre os conhecimentos das áreas básicas e específicas, e entre a teoria e o experimento.

As atividades de projeto do controle de velocidade do motor cc e o projeto do controle de temperatura despertam grande interesse e envolvimento dos estudantes, que se mostram capazes de superar as dificuldades iniciais de entendimento e aplicação de conceitos e conhecimentos básicos e conhecimentos específicos de eletrônica, controle, máquinas elétricas.

A metodologia de ensino empregada evidencia aos estudantes a importância das atividades de modelagem e simulação no processo de desenvolvimento de um projeto de engenharia, antes de se construir um protótipo para testes.

5 Bibliografia

CIRSTEA, M. N. **Neural and fuzzy logic control of drives and power systems**. Oxford: Newnes, 2002. 399 p.

KATO, E. R. R.; OGASHAWARA, O.; MORANDIN JR, O. Implantação do curso de engenharia elétrica da UFSCar: acompanhamento da disciplina integradora “Iniciação à engenharia elétrica”. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 38., 2010, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: UFC, 2010. 1CD ROM.

OGASHAWARA, O. *et al.* Iniciação à Engenharia Elétrica como parte do Processo de Implantação do Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 37., 2009, Recife. **Anais [...]**. Recife: UPF, 2009.

OGATA, K. **Engenharia de Controle Moderno**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. **Projeto Pedagógico** - Curso de Graduação em Engenharia Mecânica. São Carlos: UFSCar, 2008a.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. **Projeto Pedagógico** - Curso de Graduação em Engenharia Elétrica. São Carlos: UFSCar, 2008b.

WATANABE, F. Y. *et al.* A Disciplina “Iniciação à Engenharia Mecânica” no Contexto do Processo de Implantação do Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Mecânica da UFSCar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 37., 2009, Recife. **Anais [...]**. Recife: UPF, 2009.

WATANABE, F. Y. *et al.* Desenvolvimento de Atividades de Projeto nas Disciplinas de “Iniciação à Engenharia”. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 38., 2010, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: UFC/UNIFOR, 2010.

Iniciação à Engenharia e à Metodologia de Pesquisa e Redação Científica⁵.

Flávio Yukio Watanabe
Márcio Turra de Ávila
Celso Aparecido de França
Osmar Ogashawara
Robson Barcellos

Atualmente, os requisitos exigidos na formação em engenharia vão além de uma sólida formação técnica e teórica; é necessário, também, o desenvolvimento de um conjunto de atributos e habilidades não técnicas, que se tornaram imprescindíveis no mercado de trabalho atual, tais como as capacidades de comunicação oral e escrita, gestão, liderança, empreendedorismo, inovação e trabalho em equipes multidisciplinares. O presente capítulo tem como objetivo principal apresentar um relato sobre as iniciativas de introdução à metodologia de pesquisa e ao aprimoramento da habilidade de comunicação técnico-científicas relacionadas às atividades práticas desenvolvidas pelos estudantes nas disciplinas de “Iniciação à Engenharia”, ministradas nos Cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia Elétrica da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Esta experiência tem proporcionado bons resultados não somente nestas disciplinas iniciais, mas também ao longo desses cursos de graduação, seja nas atividades curriculares vinculadas a disciplinas ou ao Trabalho de Conclusão do Curso (TCC), ou ainda no desenvolvimento de projetos de iniciação científica e tecnológica.

1 Introdução

O cenário global de desenvolvimento e valorização de setores com maior conteúdo tecnológico tem impulsionado a crescente demanda do mercado de trabalho por profissionais das áreas de Ciências Exatas e de Tecnologia cada vez mais capacitados, tanto nos ambientes empresariais quanto acadêmicos. No Brasil, este cenário não é diferente e o País terá que enfrentar este desafio tanto do ponto de vista qualitativo quanto quantitativo, e esta preocupação é compartilhada tanto por empresas, quanto por órgãos governamentais e Instituições de Ensino Superior - IES. Embora o País possua centros de excelência dentro das engenharias, ainda apresenta um número de engenheiros por habitante muito reduzido se comparado com os países desenvolvidos ou que estão em processo de crescimento acelerado.

Os cursos de engenharia, de um modo geral, são vistos pelos estudantes como sendo cursos relativamente mais difíceis, quando comparados com outros de outras carreiras; e também muito concorridos, quando se trata de IES públicas ou privadas mais tradicionais e/ou de qualidade reconhecida. Acrescentam-se a esta evidência, os problemas vivenciados pelas IES, independentemente de sua tradição ou qualificação, de índices elevados de retenção e de evasão de

⁵ WATANABE, F. Y. et al. Iniciação à Engenharia e à Metodologia de Pesquisa e Redação Científica. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. 41., 2013, Gramado. **Anais [...]. Gramado: COBENGE, 2013.**

estudantes nos cursos de engenharia, principalmente nos primeiros períodos, provocados por fatores múltiplos tais como: a dificuldade de adaptação com o processo de ensino-aprendizagem mais contínuo e autônomo; a desmotivação provocada pelas retenções; a adoção de ciclos básicos longos e tradicionais; a necessidade de uma base sólida de conhecimentos, principalmente em física e matemática; a falta de conhecimento sobre o curso e a profissão escolhida; o alto investimento financeiro necessário no caso de Instituições Privadas; e até a insegurança em relação a cursos novos ou em processo de implantação. Segundo Hipólito, *apud* Nogueira (2011), pesquisador do Instituto Lobo para o Desenvolvimento da Educação, da Ciência e da Tecnologia, as perdas financeiras com a evasão no ensino superior em 2009 chegaram a cerca de R\$ 9 bilhões, com base nos números do Censo do Ensino Superior divulgados pelo Ministério da Educação em dezembro de 2010.

Com relação ao perfil profissional do egresso de um curso de engenharia, observa-se que atualmente os requisitos vão muito além de uma formação técnico-científica tradicional e de qualidade. Na publicação "Inova Engenharia" do Instituto Euvaldo Lodi (INSTITUTO EUVALDO LODI, 2006), é traçado um paralelo entre o desenvolvimento das engenharias e o processo de industrialização, indicando que a direção seguida na formação do engenheiro foi a da especialização crescente: num primeiro estágio, a competência exigida do engenheiro era eminentemente técnica; num segundo estágio, à medida em que a indústria se diversificava e se sofisticava, passou a ser requerida a qualificação científica; e no terceiro estágio, adicionaram-se os requisitos de competências gerenciais. Com o processo de globalização da economia e das empresas, houve o avanço para um quarto estágio caracterizado por uma inversão de direção, indo da especialização para a formação holística a qual pode ser entendida em suas várias dimensões: profissional, social, cultural, tecnológica, metodológica e multidisciplinar.

A indústria brasileira, considerando os resultados de pesquisa feita no setor empresarial, propõe que as políticas governamentais de fomento na área de educação superior contemplem programas e ações voltados a fazer com que a formação em engenharias englobe, além de uma sólida formação técnica e teórica, o desenvolvimento do conjunto de atributos e habilidades não técnicas, que se tornaram imprescindíveis no mercado de trabalho atual, tais como as capacidades de comunicação oral e escrita, gestão, liderança, empreendedorismo, inovação e trabalho em equipes multidisciplinares, além do domínio de uma língua estrangeira, preferentemente, inglês (INSTITUTO EUVALDO LODI, 2006).

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (MEC, 2002) indicam também que, além dos objetivos de formação técnico-científica, os Cursos de Graduação devem proporcionar aos estudantes outras competências e habilidades de caráter geral, tais como: comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica; atuar em equipes multidisciplinares; compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais; avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental; avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia; e assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Adicionalmente, cabe mencionar que, no documento intitulado "Perfil do Profissional a ser Formado na UFSCar" (UFSCar, 2008a), as preocupações que vão além da necessidade de uma formação técnico-científica sólida não diferem daquelas que vêm sendo apontadas para todos os profissionais, independentemente de sua área de formação. De uma forma sucinta, as diretrizes defendidas pela UFSCar são: aprender de forma autônoma e contínua; produzir e divulgar novos conhecimentos, tecnologias, serviços e produtos; empreender formas diversificadas de atuação profissional; atuar inter/multi/transdisciplinarmente; comprometer-se com a preservação da biodiversidade no ambiente natural e construído, com sustentabilidade e melhoria da qualidade da vida; gerenciar processos participativos de organização pública e/ou privada e/ou incluir-se neles; pautar-se na ética e na solidariedade enquanto ser humano, cidadão e profissional; e buscar maturidade, sensibilidade e equilíbrio ao agir profissionalmente.

Neste contexto, buscando atender às diretrizes institucionais internas e externas relacionadas aos cursos de graduação em engenharia, em 2008 foram criados os Cursos de Engenharia Mecânica e de Engenharia Elétrica da UFSCar, dentro do Programa de Apoio aos Planos de Reestruturação e

Expansão das Universidades Federais - REUNI (BRASIL, 2007), e encontram-se em processo de implantação desde 2009 com o ingresso das primeiras turmas de estudantes.

Os Projetos Pedagógicos dos Cursos de Engenharia Mecânica (UFSCAR, 2008c) e Engenharia Elétrica (UFSCar, 2008b) foram concebidos com algumas propostas inovadoras que buscam propiciar aos estudantes o contato direto com problemas reais de engenharia por meio de projetos interdisciplinares desenvolvidos nas disciplinas denominadas “integradoras” que têm como objetivo principal acrescentar, paulatinamente às atividades desenvolvidas, novas práticas, técnicas e novos conhecimentos específicos, aumentando o grau de dificuldade de modo compatível ao longo dos cursos, buscando tornar o processo de construção do conhecimento mais dinâmico e interessante para os estudantes, e evidenciando, por meio de situações-problema, a importância do desenvolvimento de competências, habilidades, valores e atitudes essenciais ao bom desempenho profissional dos futuros engenheiros.

As disciplinas integradoras estão distribuídas ao longo das matrizes curriculares dos cursos e estão presentes desde o primeiro período curricular, como no caso das disciplinas “Iniciação à Engenharia Mecânica” e “Iniciação à Engenharia Elétrica”, cujo objetivo geral é proporcionar aos ingressantes uma iniciação às atividades de pesquisa, projeto, simulação, construção e teste, através da aplicação de conceitos básicos compatíveis com os conhecimentos de um estudante em início de curso. Como objetivos específicos destas disciplinas, destacam-se:

- Apresentar o Projeto Pedagógico do Curso, a estrutura organizacional da UFSCar e as atividades complementares que podem ser desenvolvidas na Instituição;
- Apresentar um breve histórico da Engenharia e de suas diferentes modalidades, bem como as atividades referentes ao exercício profissional do engenheiro;
- Realizar visitas técnicas a empresas da região para um contato com o ambiente industrial e o levantamento de situações-problema;
- Desenvolver atividades em equipe com processo de auto avaliação crítica, visando conscientizar os estudantes sobre a importância do comprometimento em trabalhos desenvolvidos em equipe;
- Desenvolver atividades interdisciplinares de projeto, simulação, construção e teste, utilizando materiais e recursos computacionais simples;
- Mostrar a importância da pesquisa no desenvolvimento científico e tecnológico e realizar uma atividade prática de pesquisa e análise de um artigo técnico-científico, visando a elaboração de um projeto de pesquisa;
- Evidenciar aos estudantes a necessidade de aprimoramento da habilidade de comunicação nas mais diferentes modalidades, e especialmente no formato técnico-científico, requisito essencial ao bom desempenho profissional como engenheiro.

Relatos sobre o desenvolvimento das disciplinas de “Iniciação à Engenharia” na UFSCar, no contexto da implantação dos respectivos Projetos Pedagógicos dos Cursos, têm sido apresentados nos Congressos Brasileiros de Educação em Engenharia (COBENGES), desde 2009 (OGASHAWARA et al., 2009; WATANABE et al., 2009, 2010 e 2012), mas focados principalmente na descrição das atividades relacionadas aos projetos interdisciplinares ligados às disciplinas, tais como a modelagem, simulação, projeto e teste de uma ponte de macarrão espaguete ou de um carrinho movido à ratoeira, no caso do Curso de Engenharia Mecânica; ou ainda, na modelagem, identificação, simulação de motores elétricos de corrente contínua ou de sistemas de controle de temperatura em malha fechada, no caso do Curso de Engenharia Elétrica.

O presente capítulo, por sua vez, tem como objetivo principal apresentar um relato sobre as iniciativas de introdução à metodologia de pesquisa e ao aprimoramento da habilidade de comunicação técnico-científica relacionadas às atividades práticas desenvolvidas pelos estudantes nas disciplinas de “Iniciação à Engenharia”. Cabe destacar que todas as atividades, sejam de pesquisa ou de projeto, são realizadas pelos estudantes em equipes, cujas composições são estabelecidas de forma aleatória para cada atividade, assegurando a não formação de grupos fechados e obrigando os estudantes a aprenderem a trabalhar da melhor forma possível com colegas de perfis diversificados, do mesmo modo como ocorre na vida profissional.

2 Atividades de pesquisa, projeto e redação científica

As atividades práticas de pesquisa e de projeto desenvolvidas pelos estudantes dos Cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia Elétrica nas disciplinas de "Iniciação à Engenharia" envolvem desde o primeiro contato com Bases de Dados de artigos técnico-científicos nacionais e internacionais, passando pela elaboração de propostas de projetos de pesquisas, artigos e relatórios técnico-científicos, até a apresentação de seminários e pôsteres relacionados a estes trabalhos. Em todas estas atividades, é indicado aos estudantes que eles devem seguir as orientações de padronização de citações e de referências apresentadas nos guias elaborados pela Biblioteca Comunitária (BCo) da UFSCar (UFSCar, 2012a e 2012b).

2.1 Pesquisa bibliográfica e elaboração de proposta de projeto de pesquisa

Os estudantes são apresentados aos conceitos básicos sobre pesquisa científica e tecnológica, suas diferenças e inter-relações, as diferentes modalidades e etapas da pesquisa, a importância da documentação e divulgação dos resultados; são apresentadas, também, informações básicas sobre as Bases de Dados de Literatura Técnico-Científica (BDLTCs) disponíveis *online*, que oferecem ao usuário o acesso a uma série de coleções de itens de informação, tais como livros eletrônicos (*ebooks*), periódicos (*journals*), artigos de periódicos e conjuntos de ferramentas de busca e filtragem que possibilitam fácil localização de itens desejados para pesquisa.

Com base nestes conhecimentos, os estudantes organizados em equipes recebem palavras-chave em português que devem ser corretamente traduzidas para o inglês para a busca e seleção de um artigo técnico-científico escrito no mesmo idioma, utilizando as Bases de Dados do Portal CAPES, Web of Science ou ScienceDirect. A partir desta busca, apesar da dificuldade natural dos estudantes em ler um texto técnico escrito em inglês e entender os detalhes das publicações selecionadas, eles são orientados a identificar os itens principais que compõem os artigos: Título, Resumo, Revisão sobre o tema, Justificativa e objetivos do trabalho, Metodologia, Resultados e discussões, Conclusões e Referências bibliográficas.

Após esta etapa da atividade, os estudantes recebem instruções sobre como elaborar uma proposta de projeto de pesquisa que levaria à reprodução do estudo ou pesquisa apresentada no artigo selecionado. O modelo de projeto de pesquisa indicado é similar ao utilizado para a submissão de propostas nos Programas Institucionais de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) ou de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), cuja estrutura básica é composta por: Capa, Identificação dos proponentes, Resumo, Introdução, Objetivos, Metodologia, Cronograma de execução, Resultados esperados, Forma de análise dos resultados e Referências bibliográficas. Cada equipe de estudantes elabora um projeto de pesquisa redigido em português, com 10 páginas, no máximo, e prepara também um conjunto de *slides* sobre o projeto para uma apresentação da proposta aos demais colegas de turma e ao docente responsável pela disciplina.

Na avaliação desta atividade, são considerados os seguintes aspectos: a adequação do projeto de pesquisa aos requisitos previamente estabelecidos; a qualidade dos *slides* e a apresentação do seminário; e a autoavaliação realizada pelos integrantes da equipe. Desta forma, são trabalhados diferentes aspectos da pesquisa, da comunicação técnico-científica na forma escrita e oral, da necessidade de se dominar um segundo idioma, especialmente o inglês, além da importância do trabalho em equipe de forma responsável.

2.2 Atividades de projeto e elaboração de relatório e de artigo técnico-científico

Conforme descrito anteriormente, o desenvolvimento de projetos interdisciplinares nas disciplinas de "Iniciação à Engenharia" envolve os processos de modelagem matemática, simulação computacional, realização de ensaios de identificação, construção e testes dos sistemas mecânicos ou elétricos propostos, sendo estas atividades documentadas e apresentadas pelos estudantes na forma de um relatório de projeto ou de um artigo técnico e de um pôster. Além disso, as equipes de estudantes devem executar as ações de projeto propostas dentro de um cronograma previamente estabelecido, simulando uma situação real de atividade profissional, onde metas e prazos para o cumprimento de tarefas de desenvolvimento de um projeto devem ser atendidos.

Relatório técnico

Os relatórios de projeto são executados tendo como base a norma NBR 10719 (ABNT, 2011), que estabelece os princípios gerais para a elaboração e a apresentação de relatório técnico e/ou científico. Neste caso, não é indicado um modelo a ser seguido, mas apenas os elementos obrigatórios que devem fazer parte do relatório: Folha de rosto, Resumo, Sumário, Introdução, Desenvolvimento, Considerações finais e Referências. Adicionalmente, são sugeridos alguns elementos opcionais que podem ser adotados pelos estudantes como: Capa, Listas de figuras, tabelas, abreviaturas, siglas e símbolos; Anexos e Apêndices. No elemento textual Desenvolvimento do relatório, são detalhados os itens envolvidos em cada projeto específico: definição de hipóteses simplificadoras, modelagem matemática, simulação computacional, ensaios de identificação, construção e testes. O relatório completo deve ter um máximo de 10 páginas.

No processo de avaliação desta atividade são consideradas: a adequação do conteúdo do relatório técnico-científico aos requisitos previamente estabelecidos; a execução das tarefas pela equipe dentro dos prazos estabelecidos; e a auto avaliação realizada pelos integrantes da equipe. Deste modo, busca-se evidenciar aos estudantes a importância da comunicação técnico-científica e da habilidade de trabalhar em equipe de modo responsável, algo imprescindível na vida profissional dos futuros engenheiros.

Artigo técnico-científico

Os artigos técnico-científicos são elaborados com base em um modelo similar ao utilizado no COBENGE (ABENGE, 2013), cujas regras para a apresentação e formatação de itens básicos como páginas, parágrafos, fontes de letras, figuras, tabelas, equações e seções são descritos detalhadamente. Os elementos principais do artigo exigidos são: Título, Autores e afiliação, Resumo e palavras-chave, Introdução, Desenvolvimento, Resultados e discussões, Conclusões e Referências bibliográficas. Na Introdução do artigo, devem ser apresentadas: uma revisão sobre o tema, a justificativa e os objetivos do trabalho. Analogamente ao relatório técnico, no item Desenvolvimento do artigo podem ser detalhados os seguintes itens envolvidos em cada projeto específico: definição de hipóteses simplificadoras, modelagem matemática, simulação computacional, ensaios de identificação, construção e testes.

Cada equipe de estudantes elabora um artigo com 10 páginas, no máximo, e prepara também um pôster a partir deste, utilizando um modelo elaborado pelos docentes da disciplina "Iniciação à Engenharia". Uma seção de pôsteres é organizada e os estudantes apresentam seus trabalhos a outros docentes que avaliam o trabalho e sua apresentação.

Na avaliação desta atividade são consideradas: a adequação do conteúdo do artigo técnico-científico ao modelo indicado; a execução das tarefas pela equipe dentro dos prazos estabelecidos; a apresentação do pôster; e a auto avaliação realizada pelos integrantes da equipe. Deste modo, mais uma vez, busca-se evidenciar aos estudantes a importância da comunicação técnico-científica e da habilidade de trabalhar em equipe de modo responsável, assim como se busca instruí-los na elaboração e apresentação de trabalhos acadêmicos.

3 Resultados e discussões

As atividades relatadas no presente capítulo foram desenvolvidas e aprimoradas gradativamente ao longo dos 5 anos de implantação dos Cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia Elétrica da UFSCar e os resultados destas iniciativas podem ser notados em atividades curriculares desenvolvidas em períodos subsequentes dos cursos. Em algumas disciplinas como "Vibrações Mecânicas" e "Sistemas de Controle", os docentes solicitam aos estudantes que apresentem relatos de atividades práticas no formato de artigo técnico-científico, seja no modelo utilizado na "Iniciação à Engenharia" ou a partir outra referência.

Outra informação relevante refere-se à situação na qual um estudante demonstra interesse em desenvolver um projeto de iniciação científica ou tecnológica. Neste caso, ele é instruído pelo docente a realizar uma revisão bibliográfica sobre o tema do trabalho e a elaborar uma proposta de projeto de pesquisa; esta proposta é então revisada e aprimorada pelo docente, antes da submissão aos órgãos de fomento. Tem-se observado, ao longo dos anos, que os estudantes demonstram conhecimento sobre o acesso e a pesquisa nas Bases de Dados de Literatura Técnico-Científica e, também, sobre os elementos fundamentais de um projeto de pesquisa. Além disso, de um modo geral, a qualidade das propostas e dos relatórios elaborados pelos estudantes tem melhorado, diminuindo a necessidade de intervenção dos docentes e agilizando os procedimentos de encaminhamento destes processos.

Nos períodos finais dos cursos, quando os estudantes devem elaborar um plano de trabalho e uma monografia para o Trabalho de Conclusão do Curso (TCC), é notório que os conhecimentos iniciais sobre metodologia de pesquisa e redação científica introduzidos na disciplina "Iniciação à Engenharia" foram aprimorados, contribuindo para este fato o desenvolvimento de outras atividades correlatas realizadas ao longo dos cursos e, também, a maturidade natural dos estudantes angariada durante os anos de graduação.

4 Conclusões

Apesar das dificuldades iniciais apresentadas pelos estudantes em compreender as propostas de trabalho vinculadas às disciplinas de "Iniciação à Engenharia", uma vez que são exigidas a aplicação prática de conhecimentos e uma postura mais ativa na resolução de problemas, os estudantes têm demonstrado grande capacidade de adaptação às novas metodologias de ensino, o que culmina no seu envolvimento de forma positiva com as atividades propostas, principalmente no desenvolvimento dos projetos. Entretanto, sempre é ressaltada aos estudantes a importância do desenvolvimento de outras competências e habilidades de caráter mais geral, mas que são essenciais para uma formação mais completa, o que influi decisivamente na vida profissional dos futuros engenheiros, seja na área acadêmica ou área empresarial.

Na opinião dos autores do presente capítulo, a experiência relatada tem proporcionado bons resultados não somente nestas disciplinas iniciais, mas também ao longo de todos os cursos de graduação, seja nas atividades curriculares vinculadas a disciplinas ou ao TCC, ou ainda no desenvolvimento de projetos de iniciação científica e tecnológica.

5 Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (ABENGE). Instruções para a submissão dos trabalhos a serem apresentados em Sessão Oral ou em Sessão Poster. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge-2013/cobenge-2013/inscricao-e-submissao-de-trabalhos>. Acesso em: jun. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 10719**: Informação e documentação: Relatório técnico e/ou científico: Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura (MEC). Conselho Nacional de Educação (CNS) Câmara de Educação Superior (CES). **Resolução CNE/CES nº 11**, de 11 de março de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Decreto nº 6.096, de 24 de abril de 2007**. Institui o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais - REUNI.

INSTITUTO EUVALDO LODI (IEL). Núcleo Central (NC). **Inova Engenharia**: Propostas para a modernização da educação em engenharia no Brasil. Brasília: Senai/IEL, 2006.

OGASHAWARA, O., *et al.* Iniciação à Engenharia Elétrica como parte do Processo de Implantação do Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 37., 2009, Recife. **Anais** [...]. Recife: UPF, 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). Biblioteca Comunitária (BCo). Departamento de Referência. **Guia para Padronização de Citações**: de acordo com NBR 10520/2002. São Carlos: UFSCar/BCo/DeRef, 2012a.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). Biblioteca Comunitária (BCo). Departamento de Referência. **Guia para Padronização de Referências**: de acordo com NBR 6023/2002. São Carlos: UFSCar/BCo/DeRef, 2012b.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). Perfil do Profissional a ser Formado na UFSCar. **Parecer CEPE/UFSCar nº 776/2001**. 2. ed. São Carlos: UFSCar, 2008a.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). **Projeto Pedagógico** - Curso de Graduação em Engenharia Elétrica. São Carlos: UFSCar, 2008b.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). **Projeto Pedagógico** - Curso de Graduação em Engenharia Mecânica. São Carlos: UFSCar, 2008c.

WATANABE, F. Y. *et al.* A Disciplina “Iniciação à Engenharia Mecânica” no Contexto do Processo de Implantação do Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Mecânica da UFSCar. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 37., 2009, Recife. **Anais** [...]. Recife: UPF, 2009.

WATANABE, F. Y. *et al.* Desenvolvimento de Atividades de Projeto nas Disciplinas de “Iniciação à Engenharia”. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 38., 2010, Fortaleza. **Anais** [...]. Fortaleza: UFC/UNIFOR, 2010.

WATANABE, F. Y.; ENDO, M. T.; OGASHAWARA, O. A disciplina Iniciação à Engenharia Mecânica e o "Projeto Carrinho de Ratoeira". *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 40., 2012, Belém. **Anais** [...]. Belém: UFP, 2012.

Implantação do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar: Acompanhamento da Disciplina Integradora “Iniciação à Engenharia Elétrica”⁶.

Edilson Reis Rodrigues Kato

Osmar Ogashawara

Orides Morandin Jr.

O Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) foi iniciado em 2009 em decorrência do Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) com a missão de contribuir para o desenvolvimento do País e aumento do número de engenheiros nessa modalidade. A Proposta metodológica inovadora desse curso contemplou as chamadas “Disciplinas Integradoras”, ou seja, a inclusão de disciplinas na matriz curricular que possuem a função de estimular, motivar e justificar ao aluno do curso as necessidades curriculares estipuladas. Essas disciplinas estão espalhadas ao longo do curso em três momentos distintos na proposta pedagógica. O presente capítulo tem como objetivo apresentar o acompanhamento realizado pela coordenação na implantação do curso da disciplina integradora “Iniciação à Engenharia Elétrica”, ministrada no primeiro ano de atividade do curso e a sua concordância com a proposta metodológica do curso. O objetivo principal é o de verificar e validar se a disciplina cumpriu com o seu papel de preparar e motivar o estudante para o desenvolvimento conceitual de atividades de projeto de Engenharia ao longo do curso, além de fornecer motivação e auxílio ao aluno para as disciplinas do curso.

1 Introdução

O panorama global onde as empresas investem em tecnologias de automação e tecnologias de informação para serem competitivas no mercado implicam no uso de sistemas que devam trabalhar de forma integrada, ou seja, interagindo com várias áreas de conhecimento. Assim, as exigências das habilidades e competências do profissional, em particular do engenheiro eletricista, que atua nestas empresas também têm sido modificadas e conseqüentemente a formação deste profissional também deve acompanhar estas modificações (INSTITUTO EUVALDO LODI, 2006).

As classes de problemas que os engenheiros eletricistas deverão estar capacitados a resolverem incluem efetivamente os problemas multidisciplinares, na medida em que estes figuram como os

⁶ KATO, E. R. R., OGASAWARA, O., MORANDIN, O. Jr, Implantação do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar: Acompanhamento da Disciplina Integradora “Iniciação à Engenharia Elétrica”. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. 38., 2010, Fortaleza. **Anais [...]. Fortaleza: COBENGE, 2010.**

eixos integradores das áreas de conhecimento. Tais problemas envolvem o projeto e configuração de sistemas, a análise de desempenho e determinação de requisitos, a gerência e governança e o desenvolvimento criativo de soluções na abordagem dos problemas, entre outras.

Com o objetivo de formar este profissional com as competências e habilidades descritas, a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) propôs a criação do curso de Engenharia Elétrica com ênfase em eletrônica e sistemas de controle (BRASIL, 1996) (CNE/CES, 2002). Foi criado dentro do programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) promovido pelo Governo Federal.

A proposta pedagógica elaborada para subsidiar a implantação do referido curso de graduação foi fruto das discussões realizadas por uma comissão designada como responsável para sua elaboração. Sua elaboração parte das considerações do contexto de atuação dos futuros profissionais de Engenharia e do perfil necessário à formação deste profissional (GAMA, 2002) (UFSCar, 2008a).

No projeto pedagógico do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar foi introduzido o conceito de integração em um conjunto de disciplinas que têm como objetivo a interação de conceitos e métodos das disciplinas dos semestres atuais, anterior e posteriores (UFSCAR 2008b).

Este capítulo trata de uma primeira avaliação da disciplina integradora “Iniciação à Engenharia Elétrica”, oferecida no primeiro ano de implantação do curso, no ano de 2009.

2 Proposta metodológica do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar

O Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar (UFSCar, 2008b) possui disciplinas caracterizadas como disciplinas integradoras, as quais buscam desencadear a relação entre as experiências vivenciadas pelos estudantes, seus interesses a partir da conexão e mobilização dos conhecimentos pertinentes e sua significação, bem como a incorporação de novos conhecimentos e sua integração; portanto, a concepção da abordagem multi/interdisciplinar requer a compreensão pelos docentes que a implementação de suas atividades devem ser pautadas pela aproximação de seus discursos e práticas na direção do objetivo comum (DELORS, 2001). Através desta atividade integrada voltada para objetivos comuns, principalmente entre disciplinas relacionadas às ciências básicas, da natureza, ciências humanas e sociais às tecnológicas propiciarão aos estudantes a compreensão que sua ação e formação é perpassada pelo compromisso ético-sócio-ambiental e político.

Uma preocupação adicional que se leva em consideração na definição das disciplinas integradoras diz respeito à motivação do estudante pela área de atuação do aluno. Tal preocupação surge notadamente em decorrência do encadeamento dos conteúdos e conceitos, pois de modo geral, as situações problemas apresentadas não são pautadas por temáticas abordadas nos semestres finais dos cursos nem tampouco são analisadas quando estes se encontram na condição de alunos. Isto tem sido apontado como um dos motivos da evasão que comumente ocorre no início dos cursos de engenharia. Nesse sentido, propõe-se desde o início do curso, a apresentação de problemas reais do mercado de trabalho, posto que a partir destes se tornasse possível identificar os conhecimentos a serem abordados, bem como o modo pelo qual as competências específicas exigidas serão desenvolvidas, justificando, portanto, o oferecimento de outras disciplinas. Deve-se ainda estimular a participação do estudante na busca, identificação e elucidação de situações problemas, pois assim, o estímulo à postura proativa do estudante será implementado. Além disso, se torna necessário

promover o trabalho coletivo dos docentes em decorrência das disciplinas integradoras, na medida em que estas requerem a participação dos mesmos na definição e programação das atividades subjacentes aos projetos propostos.

Cabe comentar que há três momentos para apresentação, proposição e caracterização de disciplinas integradoras (MORANDIN; KATO, 2009).

O primeiro momento situa-se no início do curso, mais especificamente nos dois primeiros semestres, em que tipicamente se concentram disciplinas do chamado núcleo de conteúdo básico. Para este momento são propostas disciplinas de conteúdo específico e praticamente exclusivo para criação de ações ou atividades de integração. São propostas três disciplinas: Iniciação à Engenharia Elétrica, Computação Científica 1 e Computação Científica 2.

A disciplina Iniciação à Engenharia Elétrica é considerada fundamental para o desenvolvimento conceitual de atividades integradoras ao longo de todo curso. Planejada para uma carga horária de seis horas aula/atividade semanais ela substitui a usual Introdução à Engenharia por uma proposta que oferece ao ingressante no curso de Engenharia Elétrica uma iniciação a atividades de pesquisa e desenvolvimento de projetos em Engenharia.

A disciplina Computação Científica 1 propiciará aos alunos a assimilação dos conceitos desenvolvidos na área de computação em engenharia, mediante a utilização de programas de uso comum nessa área, tais como: os de desenho e modelagem gráfica, e principalmente pela introdução de uso dos manipuladores algébricos na solução de problemas de cálculo diferencial e integral, assim como ferramentas de simulação.

A disciplina Computação Científica 2, por sua vez, possibilitará aos alunos a compreensão sobre o processo de construção de algoritmos e o uso de linguagens de programação para o desenvolvimento de rotinas, cuja interação dos conceitos ocorrerá em relação aos de cálculo diferencial e integral, séries e equações diferenciais.

No segundo momento, que cobre o período do terceiro ao oitavo semestres, há apresentação de disciplinas do chamado núcleo de conteúdo profissionalizante. Para este momento devem ser usadas as próprias disciplinas profissionalizantes como integradoras, buscando e identificando situações-problema e apresentando soluções parciais ou totais à luz do conhecimento específico adquirido no momento.

Nas disciplinas, especial atenção deve ser dada propondo-se projetos específicos que apresentem situações problema que demandem não somente a aplicação de técnicas e conceitos adquiridos em disciplinas anteriores, mas que também contemplem aspectos apresentados no conjunto de disciplinas do semestre corrente e ainda os contextualize frente a problemas mais complexos que poderão ser abordados mais ao final do curso ou que poderão ser demandados pelo mercado de trabalho.

O terceiro momento situa-se nos dois últimos semestres, em que se propõe o desenvolvimento de projeto de monografia como disciplinas integradoras. São propostas duas disciplinas: Projeto de Monografia e Desenvolvimento de Monografia. Considera-se que nesse momento, deve-se propor e desenvolver projetos que integrem diversos conhecimentos e competências.

Assim, a disciplina Projeto de Monografia se pauta pela elaboração de um projeto de monografia, ou seja, este se constitui pela: escolha do tópico de investigação; delimitação do problema, hipóteses, base teórica e conceitual; definição do objeto e dos objetivos; a escolha do método; referências bibliográficas e cronograma para o desenvolvimento do projeto.

Na disciplina Desenvolvimento de Monografia os elementos constituintes do projeto de monografias devem ser desenvolvidos sob a perspectiva de elaboração da monografia a ser apresentada perante uma banca examinadora. A elaboração da monografia consiste na sistematização dos dados levantados, análise dos mesmos sob a perspectiva metodológica escolhida, bem como a partir das referências, desenvolvimento das hipóteses, cuja redação deve pautada pelo rigor, pela clareza e coerência. Por sua vez, a incorporação dos conceitos abordados no transcorrer do curso, bem como a consecução do estágio profissionalizante possibilita aos alunos o desenvolvimento completo de um projeto de engenharia.

3 Atividade Curricular “Iniciação à Engenharia Elétrica”

A disciplina “Iniciação à Engenharia Elétrica” é uma disciplina fundamental para o desenvolvimento conceitual de atividades integradoras ao longo de todo curso. Planejada para seis horas de atividades semanais ela substitui a usual Introdução à Engenharia por uma proposta que oferece ao ingressante no curso de Engenharia Elétrica uma iniciação a atividades de pesquisa e desenvolvimento de projetos em Engenharia além de pretender fornecer motivação e apoio as outras disciplinas da matriz curricular (OGASAWARA, *et al.*, 2009).

Essa disciplina trata da iniciação às atividades de pesquisa e desenvolvimento de projetos em Engenharia mediante contato com conceitos e problemas práticos, contemplando visitas a empresas, em que os alunos tomam contato com os sistemas, equipamentos e ferramentas constituintes do processo industrial. Esse contato permite a visualização de sistemas eletroeletrônicos e mecatrônicos implantados nas empresas proporcionando temas de projeto em engenharia que envolvem tais sistemas e equipamentos.

Os temas dos projetos são reais, e o desenvolvimento destes deverá ser feito através de pesquisa sobre os conceitos, normas técnicas, equipamentos e uso de ferramentas computacionais, modelagem, cuja formulação deverá considerar necessidades das indústrias, incluindo a forma de documentação utilizada (MORANDIN; KATO, 2009).

Para a área de processos contínuos, os projetos devem abordar temáticas vinculadas ao estudo de problemas em usinas de processamento, fábricas de bebidas, papel e celulose, estações de tratamento de água e esgoto, etc. Poderão ser estudados os seguintes sistemas: sistema de tração de cana de açúcar; sistema de filtragem, processo de aquecimento, mistura de ingredientes, etc.

Para a área de manufatura, os projetos que abordem temáticas vinculadas ao estudo de problemas em indústrias de autopeças, aeronáutica, eletrodomésticos, montadoras de veículos, etc. Poderão ser estudados os seguintes sistemas: sistema de transporte de peças por esteiras; sistema de transporte de peças por AGVs (veículos autoguiados); sistema de alimentação de máquinas (pick and places); integração de sistemas de manufatura; projeto de torno ou fresa automáticos; projeto de sistemas de produção em linha, célula e individualizados, etc.

O planejamento da disciplina Iniciação à Engenharia Elétrica estabelece provas, seminários e projetos identificados nas visitas às empresas, além de pesquisa aos artigos técnicos (OGASHAWARA, *et al.* 2009).

Os projetos desenvolvidos envolvem de forma multidisciplinar o relacionamento de várias disciplinas tratadas em paralelo no ciclo básico do curso. É destacada a importância do modelamento e simulação; proporciona o contato com eletrônica e apresenta a aplicação dos

conceitos apresentados em disciplinas básicas tais como: Cálculo I, Computação Científica, Séries e Equações Diferenciais, Cálculo Numérico e Métodos de Matemática Aplicada.

4 Aplicação da Disciplina “Iniciação à Engenharia Elétrica” na UFSCar

A disciplina “Iniciação a Engenharia Elétrica” foi ministrada no primeiro semestre de 2009, para a primeira turma do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar. De acordo com o projeto pedagógico, procurou-se envolver profissionais de educação e aqueles estabelecidos em empresas com o intuito de motivação aos alunos. Tratou-se de assuntos que abordaram a origem da engenharia, o engenheiro e a sociedade, as modalidades da engenharia, áreas de atuação do engenheiro eletricista, metodologia científica, plano de pesquisa e sistemas produtivos. Foram realizadas visitas técnicas para se estabelecerem as situações problemas em empresas e definição dos temas de estudo. Uma visita técnica foi a empresa da cidade de São Carlos, fabricante de compressores herméticos. Nesta visita, os alunos foram instruídos a observarem o processo final de *palletização* dos compressores, pois este seria um tema de projeto da disciplina, ou seja, a implantação de um robô industrial interagindo com o sistema de esteira transportadora dos compressores e realizando a *palletização* para armazenagem dos produtos. Uma segunda visita técnica foi realizada em uma indústria do ramo de bebidas da região de Araraquara, onde problemas de sistemas de controle puderam ser observados. Estabeleceu-se um projeto de um controle de temperatura para tanques. Nessa atividade os alunos puderam estabelecer um primeiro contato com desenvolvimento de sistemas eletrônicos.

Paralelamente aos projetos, os alunos embasaram o desenvolvimento do projeto em pesquisas e leitura de artigos de trabalhos relacionados.

O critério de avaliação envolveu além das provas regulares e seminários, um “workshop” de projetos, apresentados na forma de pôsteres.

5 Resultados e avaliação da disciplina integradora “Iniciação à Engenharia Elétrica”

Com o objetivo de verificar e avaliar a atuação discente nessa disciplina, para suas possíveis correções e modificações, serão avaliadas as opiniões dos alunos, o percentual de alunos aprovados e as notas dos alunos.

Para avaliar a opinião dos alunos foi elaborado um questionário pela coordenação do curso focando os principais objetivos da disciplina:

- Tratar de problemas reais do ramo de Engenharia Elétrica;
- Apoiar os alunos em disciplinas do ciclo básico;
- Motivar o Interesse pelas próximas disciplinas do curso;
- Motivar o aumento do desempenho acadêmico do aluno;
- Esclarecimento da atuação do Engenheiro Eletricista;
- Estabelecer métodos e formalismos tanto técnicos como acadêmicos ao aluno.

A amostragem foi de 28 opiniões dos alunos, como mostrado no questionário ilustrado na Figura 1 eles não precisavam se identificar e as respostas sim e não puderam ser descritas em uma graduação de 1 a 10, onde 1 seria totalmente “Não” e 10 totalmente “Sim”. As Figuras 2, 3, 4, 5 e 6

ilustram as opiniões referentes à escala de 1 a 10. Para cada pergunta foi solicitada uma justificativa da resposta por escrito.

Figura 1 – Questionário aplicado aos alunos do curso de Engenharia Elétrica.

**Questionário de Avaliação da Disciplina de Integração
“INICIAÇÃO À ENGENHARIA ELÉTRICA – UFSCar”**

Instruções :

Por favor preencher o questionário de avaliação para que possamos melhorar cada vez mais o curso de Engenharia Elétrica.
Responder dentro da escala de 1(Não) a 10 (Sim)
Não precisa se identificar.

A – Quanto a Disciplina “Iniciação à Engenharia Elétrica”

1- A disciplina cumpriu suas expectativas? Justifique sua resposta.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2- A carga horária foi suficiente? Por quê?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3- Na sua opinião as visitas técnicas foram satisfatórias para entender problemas reais?
Comente.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

4- Na sua visão, os problemas abordados possibilitaram um maior interesse pelo curso?
Comente.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

5- A disciplina ajudou de alguma forma as disciplinas do ciclo básico (Cálculo, Geometria, Química, etc...)? Quais? Comente.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

6- Sugestões ou comentários:

Fonte: Elaborado pelo autor

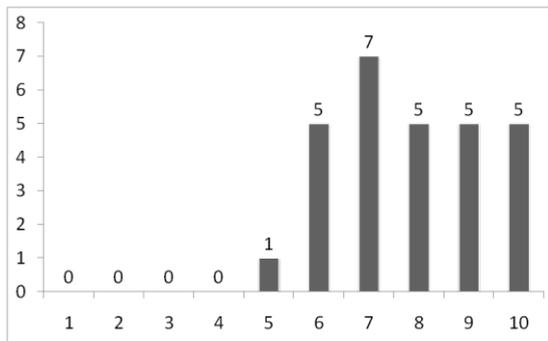
O questionário foi aplicado de forma a permitir que em uma escala de 0 a 10 o aluno especificasse seu aceite ou não aos questionamentos, além de estabelecer o sentimento e a motivação do aluno frente à disciplina. Também foi solicitada uma justificativa da resposta fornecida. A Figura 1 ilustra o conteúdo do questionário.

6 Resultados

Para a questão 1, ou seja, se a disciplina cumpriu com as expectativas do aluno, de uma forma geral observou-se que sim e as justificativas observadas apontavam em satisfazer a necessidade mais básica, ou seja, de esclarecer ao aluno o que era a profissão de Engenheiro Eletricista. Esse resultado pode ser verificado na Figura 2.

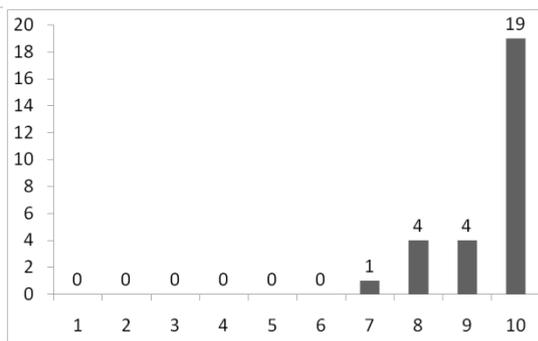
Para a questão 2, a carga horária foi considerada suficiente pela maioria absoluta, ou seja, as 6 horas-aula que a disciplina possui foram suficientes para que toda a ementa fosse cumprida de maneira satisfatória tanto na opinião do docente como dos discentes. Esse resultado pode ser observado na Figura 3.

Figura 2 - Quanto as expectativas dos alunos.



Fonte: Elaborado pelo autor

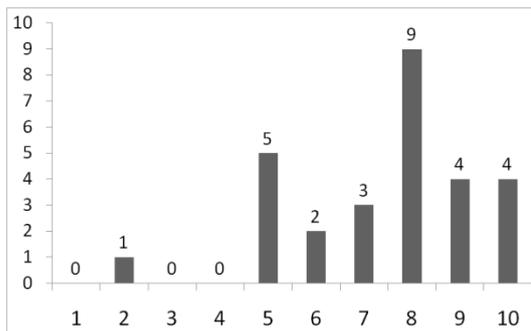
Figura 3 - Quanto à carga horária.



Fonte: Elaborado pelo autor

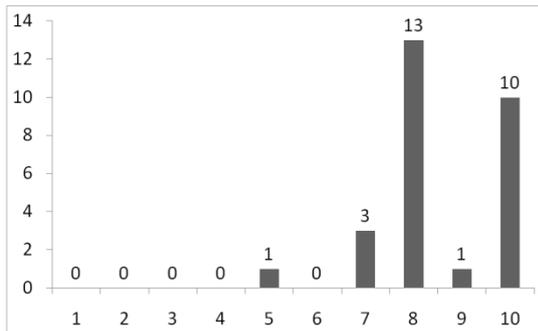
Para a questão 3, se o formato das visitas técnicas foi adequado para conceber o problema e fornecer uma visão real de problemas em indústrias que necessitavam da atuação do engenheiro electricista, verificou-se nos nas respostas que elas foram realmente muito valiosas e ainda em muitos comentários foram solicitadas uma quantidade maior de visitas. Esse resultado pode ser verificado na Figura 4.

Figura 4 - Quanto às visitas técnicas.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 5 - Quanto ao interesse pelo curso.



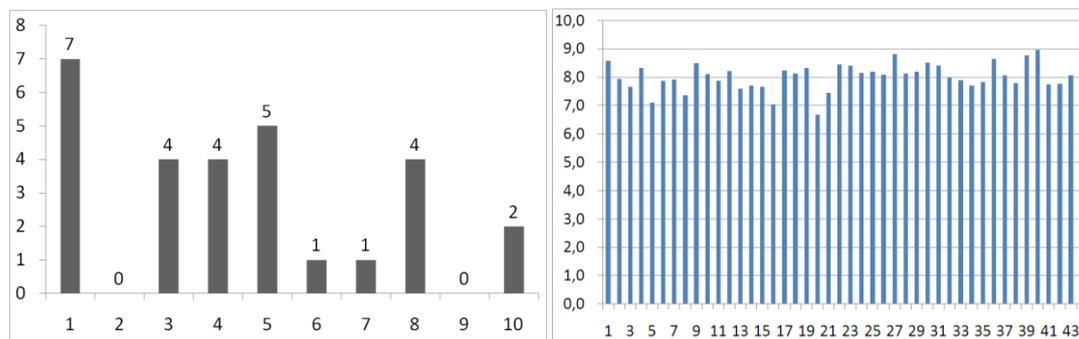
Fonte: Elaborado pelo autor

Na questão 4 foi perguntado se houve um maior interesse pelo curso e a resposta foi bastante positiva sendo que vários comentários foram enfáticos em ressaltar a motivação para o desafio de se tornar um Engenheiro Eletricista. A Figura 5 ilustra esse resultado.

E finalmente, para a questão 5 notou-se que não houve uma identificação dos alunos dentro da elaboração dos projetos de alguma coisa que fornecessem subsídios diretos para o auxílio as outras disciplinas do primeiro ano do curso. As respostas foram bastante contraditórias e diluídas dentro da graduação especificada. A Figura 6 ilustra essa opinião.

Outro resultado importante e ilustrado na Figura 7, a qual mostra o desempenho do aluno na forma de notas na disciplina. A média na UFSCar é 6,0. Nota-se o bom desempenho dos alunos no curso.

Figura 6 - Quanto ao auxílio as disciplinas. Figura 7 – Notas dos alunos na disciplina



Fonte: Elaborado pelo autor

Fonte: Elaborado pelo autor

7 Considerações finais

A implantação do Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar, sob o ponto de vista do desenvolvimento da disciplina “Iniciação à Engenharia Elétrica”, mostrou que é possível introduzir os ingressantes em atividades de pesquisa e elaboração de projetos, bem como desenvolver, desde o início do curso, competências, habilidades, valores e atitudes importantes para os futuros profissionais.

Das respostas e observações coletadas com o uso do questionário, verificou-se que a maioria dos alunos preencheu suas expectativas com a disciplina, obtendo um primeiro e satisfatório contato com a Engenharia Elétrica. Através dos resultados também se observou que a carga horária é adequada e suficiente para se desenvolver todas as atividades solicitadas e que foi despertada a motivação e o interesse pelo curso.

A disciplina também propôs através dos Projetos multi/interdisciplinares a possibilidade de integração de conhecimentos de diferentes disciplinas do mesmo período curricular e de introdução de novos conhecimentos referentes a outras disciplinas do curso, mostrando aos estudantes a relação entre as áreas de conhecimento básico, profissionalizante e específico na resolução de problemas de engenharia, no entanto a resposta à pesquisa pelos alunos não evidenciou esse fato. Ou seja, os alunos embora sabendo das necessidades de outras disciplinas, como Cálculo e Geometria Analítica, não consideraram que houve uma ajuda direta à resolução dos problemas do ponto de vista dessas disciplinas, o que realmente parece prematuro nesse início de curso.

Também se verificou esses resultados denotados pela aprovação maciça dos alunos e pelas notas estarem acima da média.

Conclui-se que a proposta disciplina “Iniciação à Engenharia Elétrica” atingiu seus objetivos quase que plenamente, devendo explicitar melhor sua interação ou motivação das outras disciplinas do ciclo básico, o que poderia ser realizado com uma interação maior com os problemas apresentados em outras disciplinas, caracterizando-o melhor na área da Engenharia Elétrica.

8 Referências

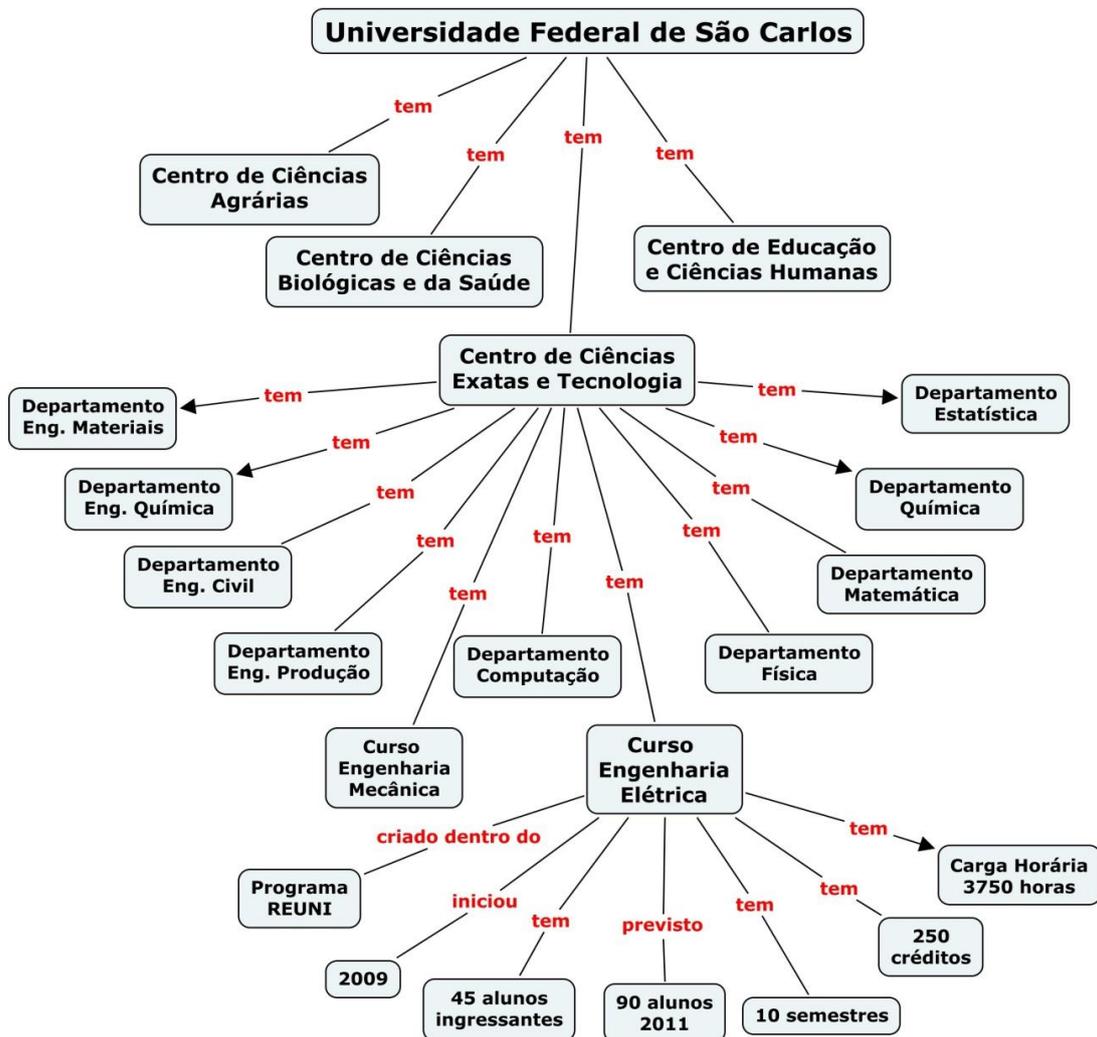
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Brasília, 1996.
- CNE/CES, **Resolução nº 11/2002, de 11 de março de 2002**. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia, Brasília, 2002.
- DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir**. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI. 6. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, 2001.
- GAMA, S. Z. **Novo perfil de formação do engenheiro elétrico para o século XXI**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio, Rio de Janeiro, 2002.
- INSTITUTO EUVALDO LODI. Núcleo Nacional. **Inova Engenharia: Propostas para a Modernização da Educação em Engenharia no Brasil**. Brasília, 2006.
- MORANDIN JR., O.; KATO, E. R. R. Disciplinas Integradoras: Proposta Metodológica para o curso de Engenharia Elétrica da UFSCar. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*. 37., 2009, Recife. **Anais [...]**. Recife: COBENGE, 2009.
- OGASAWARA, O. *et al.* Iniciação à engenharia elétrica como parte do processo de implantação do projeto pedagógico do curso de engenharia elétrica da UFSCar. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*. 37., 2009, Recife. **Anais [...]**. Recife: COBENGE, 2009.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). **Plano de Desenvolvimento Institucional**. São Carlos: UFSCar, 2004.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). Perfil do Profissional a ser Formado na UFSCar. **Parecer CEPE/UFSCar no. 776/2001**. 2. ed. São Carlos: UFSCar, 2008a.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). Projeto Pedagógico – Curso de Graduação em Engenharia Elétrica. São Carlos, 2008b.

PARTE B

O Curso, Reserva de Vagas, Projetos Integradores e Inovações Tecnológicas

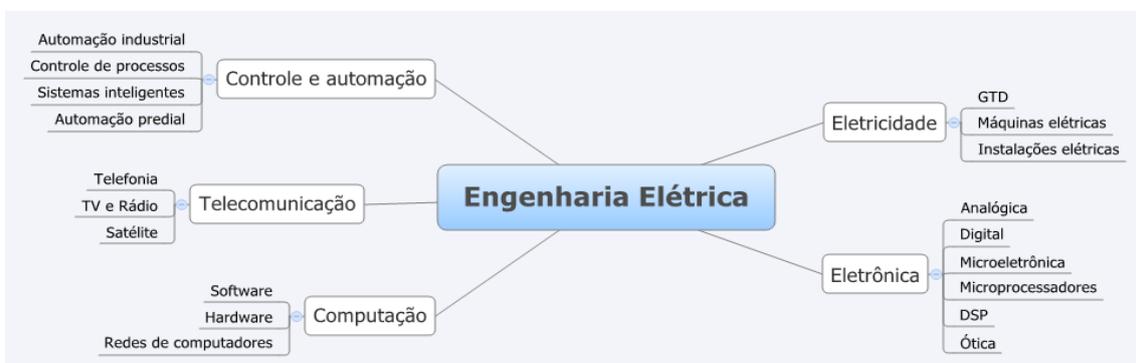
Organização Acadêmica da UFSCar onde se Localiza o Curso de Engenharia Elétrica⁷.

Organograma 1 – Organograma da UFSCar destacando o Curso de Engenharia Elétrica



Fonte: Elaborado pelo autor

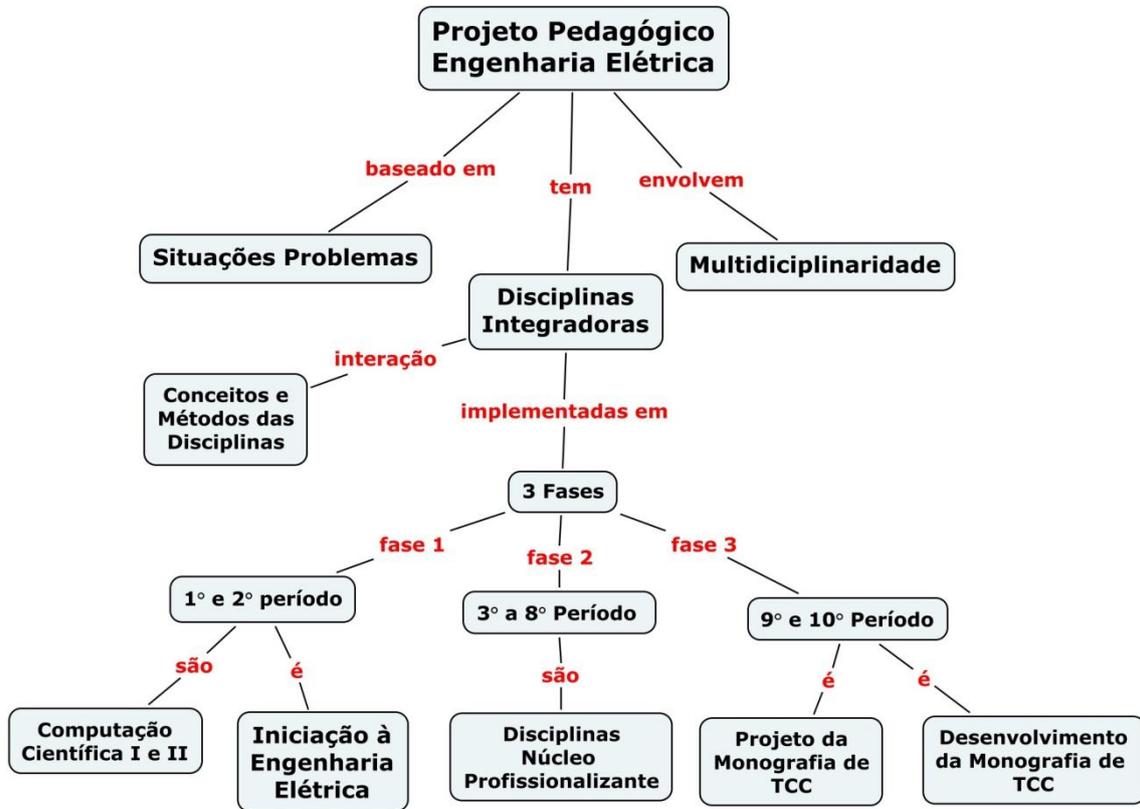
Gráfico 1 - Áreas da Engenharia Elétrica



Fonte: Elaborado pelo autor

⁷ UFSCAR, Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar. São Carlos, 2008. p. 102.

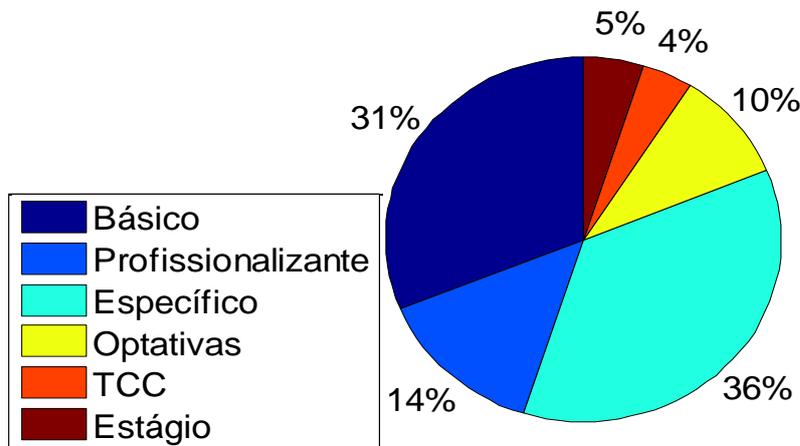
Organograma 2 - Características do Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica da UFScar.



Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 2 - Distribuição das disciplinas por núcleos

CURSO DE ENGENHARIA ELETRICA



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 1 - 1º Folder de Apresentação do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar

<p><u>A ENGENHARIA ELÉTRICA...NA UFSCar</u></p> <p>O Curso de Engenharia Elétrica que você, estudante, inicia neste ano de 2009, visa a formação de profissionais com sólida formação técnica e científica aliada a atitude empreendedora, criativa e ética, profissional consciente de seu papel social e do impacto de sua atuação na melhoria da qualidade de vida das pessoas e no desenvolvimento do país.</p> <p>O Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar é parte do esforço de expansão das universidades públicas federais dentro do programa REUNI do MEC. A UFSCar dispõe de infraestrutura adequada ao atendimento dos novos alunos no ciclo básico. Novos investimentos em infraestrutura física, contratação de técnicos, docentes e funcionários vem sendo feitos para atender as especificidades de cada um dos novos cursos.</p> <p>A Direção da UFSCar, o Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, ao qual o novo curso está vinculado e a Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica, cientes dos desafios a serem enfrentados, está a disposição dos novos alunos para esclarecer as suas dúvidas, orientá-los em seus primeiros passos na UFSCar e convidá-los para ser parte ativa neste processo que se inicia.</p>	 <p><u>O PROJETO PEDAGÓGICO</u></p> <p>Embora a proposta pedagógica apresentada tenha se baseado na experiência acumulada de cursos de Engenharia Elétrica muito bem avaliados e tradicionais existentes no país, algumas inovações foram introduzidas com o objetivo de fazer com que os estudantes tenham experiências com projeto de engenharia desde o início do curso. Além disso, a organização da matriz curricular abre espaço para que conceitos usualmente desenvolvidos em disciplinas de ciclo básico possam ser explorados sob uma visão própria da engenharia, ressaltando sua importância na formação profissional do Engenheiro Eletricista.</p> <p>O curso proposto é de Engenharia Elétrica pleno, as grandes áreas de Materiais e dispositivos eletro-eletrônicos, Instrumentação, Controle e automação,</p>	<p>Eletrônica industrial, Telecomunicações, Sistemas de potência, Circuitos elétricos, magnéticos, e eletrônicos estão cobertas e um foco especial é dado aos sistemas mecatrônicos.</p> <p><u>MERCADO DE TRABALHO</u></p> <p>O Engenheiro Eletricista desenvolve projetos de instalações elétricas prediais e industriais, automação de máquinas e equipamentos, projeto de sistemas de comunicação, desenvolvimento de produtos eletro-eletrônicos, que podem ser extremamente simples e funcionais ou até complexas máquinas construídas com a mais sofisticada tecnologia.</p> <p>Além de atuar no projeto conceitual, na concepção dos processos e métodos de fabricação e controle, otimização e qualidade, o Engenheiro Eletricista pode prestar consultorias e elaborar laudos técnicos, pode participar de equipes multidisciplinares em pesquisa básica e tecnológica dentro de empresas privadas, universidades e institutos de pesquisa.</p> <p>A natureza da profissão frequentemente oferece oportunidades para os jovens empreendedores nos setores industrial e de serviços especializados.</p>
<p><u>O ESPAÇO FÍSICO</u></p> <p>A coordenação da Engenharia Elétrica ocupará provisoriamente instalações no Departamento de Engenharia de Materiais. Nesse local o novo curso contará com secretaria, salas de técnicos e docentes e o laboratório de iniciação a engenharia.</p>  <p>Planta parcial do campus</p> <p>2 - SALAS DE AULA. 4 - DEPTO. ENGENHARIA DE MATERIAIS (VERMELHO). 6 - BIBLIOTECA COMPLEMENTAR. 9 - SALAS DE AULA.</p>	<p><u>MENSAGEM DE BOAS VINDAS</u></p> <p>Caros calouros, a Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica e a Diretoria do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da UFSCar tem muita satisfação e orgulho de receber a primeira turma de calouros. Desejamos muito sucesso e que encontrem na UFSCar o acolhimento e os meios que lhes permitam atingir uma formação de qualidade tornando-os profissionais altamente qualificados e capacitados para atuar e enfrentar os desafios da sociedade tecnológica dos nossos tempos.</p> <p><u>INFORMAÇÕES E CONTATO</u></p> <p>Coordenação de Curso da Engenharia Elétrica Prof. Dr. Edilson Reis Kato e-mail: kato@dc.ufscar.br Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia - CCET Diretor: Prof. Dr. Ernesto A. Urquieta-Gonzalez Vice-Diretor: Prof. Dr. Paulo A. Silvani Castano Tel: (16) 3351-8201 e 3351-8202 e-mail: ccetdir@ufscar.br</p>	 <p>UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA</p> <p>CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA</p> 

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 1 - Matriz Curricular do Curso de Engenharia Elétrica – UFSCar 2009.

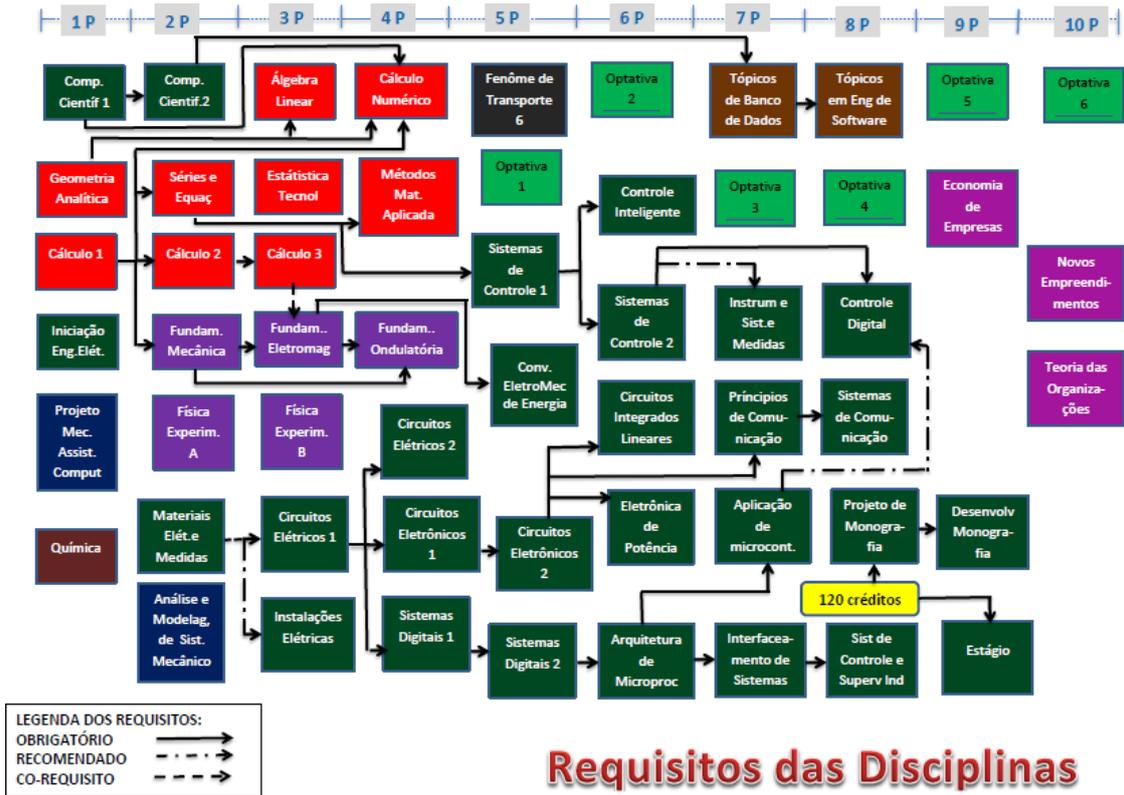
1º SEMESTRE			
Nome da Disciplina	Requisito (s)	Créditos Teóricos/ Práticos	Carga Horária
(07.006-8) Química Tecnológica Geral	Não há	(2-4)	90
(08.910-9) Cálculo 1	Não há	(4-0)	60
(08.111-6) Geometria Analítica	Não há	(3-1)	60
Projeto Assistido por Computador	Não há	(2-2)	60
Iniciação à Engenharia Elétrica	Não há	(2-4)	90
Computação Científica 1	Não há	(2-2)	60
TOTAL		28	420
2º SEMESTRE			
Nome da Disciplina	Requisito (s)	Créditos Teóricos/ Práticos	Carga Horária
(08.920-6) Cálculo 2	(08.910-9) Cálculo 1	(3-1)	60
(08.940-0) Séries e Equações Diferenciais	(08.910-9) Cálculo 1	(3-1)	60
(09.110-3) Física Experimental A	Não há	(0-4)	60
(09.810-8) Fundamentos de Mecânica	(08.910-9) Cálculo 1	(4-0)	60
Análise e Modelagem de Sistemas Mecânicos	Não há	(4-0)	60
Computação Científica 2	Computação Científica 1	(2-2)	60
Materiais Elétricos e Medidas	Não há	(2-2)	60
TOTAL		28	420
3º SEMESTRE			
Nome da Disciplina	Requisito (s)	Créditos Teóricos/ Práticos	Carga Horária
(08.013-6) Álgebra Linear 1	(08.111-6) Geometria Analítica	(3-1)	60
(08.930-3) Cálculo 3	(08.920-6) Cálculo 2	(3-1)	60
(09.111-1) Física Experimental B	Não há	(0-4)	60
(09.811-6) Fundamentos de Eletromagnetismo	(09.810-8) Fundamentos de Mecânica Co-requisito (08.930-3) Cálculo 3	(4-0)	60
(15.002-9) Estatística Tecnológica	Não há	(4-0)	60
Circuitos Elétricos 1	Materiais Elétricos e Medidas	(3-1)	60
Instalações Elétricas	Materiais Elétricos e Medidas	(2-2)	60
TOTAL		28	420
4º SEMESTRE			
Nome da Disciplina	Requisito (s)	Créditos Teóricos/ Práticos	Carga Horária
(08.302-0) Cálculo Numérico	(08.111-6) Geometria Analítica e Cálculo 1	(3-1)	60

(08.311-9) Métodos da Matemática Aplicada	(08.940-0) Séries e Equações Diferenciais	(4-0)	60
(09.812-4) Fundamentos de Física Ondulatória	(09.810-8) Fundamentos de Mecânica e (09.811-6) Fundamentos de Eletromagnetismo	(4-0)	60
Circuitos Elétricos 2	Circuitos Elétricos 1 e Materiais Elétricos e Medidas	(3-1)	60
Circuitos Eletrônicos 1	Circuitos Elétricos 1	(4-2)	90
Sistemas Digitais 1	Circuitos Elétricos 1	(2-2)	60
TOTAL		26	390
5º SEMESTRE			
Nome da Disciplina	Requisito (s)	Créditos Teóricos/Práticos	Carga Horária
(10213-0) Fenômenos de Transporte 6	Não há	(4-0)	60
Circuitos Eletrônicos 2	Circuitos Eletrônicos 1	(4-2)	90
Conversão Eletromecânica de Energia	(09.811-6) Fundamentos de Eletromagnetismo	(3-1)	60
Sistemas de Controle 1	Séries e Equações Diferenciais	(4-2)	90
Sistemas Digitais 2	Sistemas Digitais 1	(2-2)	60
OPTATIVA		(4)	60
TOTAL		28	420
6º SEMESTRE			
Nome da Disciplina	Requisito (s)	Créditos Teóricos/Práticos	Carga Horária
Arquitetura de Sistemas Microprocessados	Sistemas Digitais 2	(2-2)	60
Circuitos Integrados Lineares	Circuitos Eletrônicos 2	(2-2)	60
Controle Inteligente	Sistemas de Controle 1	(2-2)	60
Eletrônica de Potência	Circuitos Eletrônicos 2	(2-2)	60
Sistemas de Controle 2	Sistemas de Controle 1	(4-2)	90
OPTATIVA		(4)	60
TOTAL		26	390
7º SEMESTRE			
Nome da Disciplina	Requisito (s)	Créditos Teóricos/Práticos	Carga Horária
(02.494-5) Tópicos em Banco de Dados	Computação Científica 2	(2-2)	60
Aplicações de Microcontroladores	Arquitetura de Sistemas Micro-processados	(2-2)	60
Controle Digital	Sistemas de Controle 2	(4-2)	90
Interfaceamento de Sistemas	Arquitetura de Sistemas Micro-processados	(2-2)	60
Princípios de Comunicação	Circuitos Eletrônicos 2	(3-1)	60
OPTATIVA		(4)	60
TOTAL		26	390

8º SEMESTRE			
Nome da Disciplina	Requisito (s)	Créditos Teóricos/Práticos	Carga Horária
(02.495-3) Tópicos em Engenharia de Software	(02.494-5) Tópicos em Banco de Dados	(2-2)	60
Instrumentação e Sistemas de Medidas	Interfaceamento de Sistemas	(4-2)	90
Projeto de Monografia	120 Créditos	(2-2)	60
Sistemas de Comunicação	Princípios de Comunicação	(3-1)	60
Sistemas de Controle e Supervisão Industrial	Interfaceamento de Sistemas	(2-2)	60
OPTATIVA		(4)	60
TOTAL		26	390
9º SEMESTRE			
Nome da Disciplina	Requisito (s)	Créditos Teóricos/Práticos	Carga Horária
(11.014-0) Economia de Empresas	Não há	(2-0)	30
Desenvolvimento de Monografia	Projeto de Monografia	(2-4)	90
Estágio Supervisionado	120 Créditos	(12)	180
OPTATIVA		(4)	60
TOTAL		24	360
10º SEMESTRE			
Nome da Disciplina	Requisito (s)	Créditos Teóricos/Práticos	Carga Horária
(11.028-0) Novos Empreendimentos	Não há	(2-0)	30
(11219-4) Teoria da Organizações	Não há	(4-0)	60
OPTATIVA		(4)	60
TOTAL		10	150

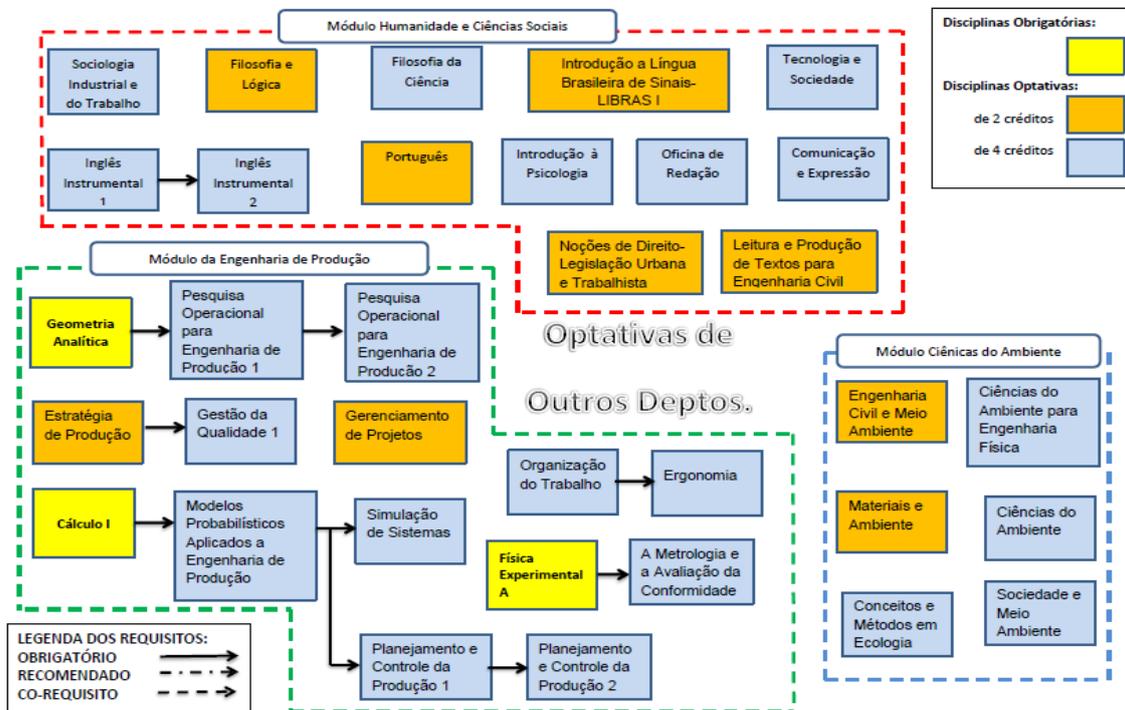
Fonte: UFSCAR, **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar**. São Carlos, 2008. pp.102.

Diagrama 1 – Organização dos Requisitos e disciplinas de outros departamentos



Fonte: Elaborado pelo autor

Diagrama 2 – Fluxo das disciplinas optativas oferecidas por outros departamentos



Fonte: Elaborado pelo autor

Em 2011 foi realizado um concurso, aberto a toda comunidade acadêmica, para escolher o logo da Engenharia Elétrica da UFSCar.

Figura 2 - Concurso do logo da Engenharia Elétrica da UFSCar



Fonte: Elaborado pelos alunos

Figura 3 - Cartaz da 1ª SEMEL – Semana de Engenharia Elétrica da UFSCar



1ª Semana da Engenharia Elétrica

“São Carlos – Cidade da Energia”



Programação:

Dia 4 de Maio

Local: Anfiteatro Bento Prado

9h00 – Abertura com Autoridades

9h30 – Mesa Redonda
Tema: “São Carlos – Cidade da Energia”

10h30 – intervalo

10h50 – Continuação da Mesa Redonda
Tema: “São Carlos – Cidade da Energia”

12h00 – Almoço

14h00 – Palestra “Sistemas Supervisórios”
Palestrante: Elipse Software

16h00 – intervalo

16h20 – Palestra “Controladores Lógicos Programáveis e para Automação – CLPs e PACs”
Palestrante: GE Intelligent Platforms

18h20 – Encerramento do Primeiro dia






Partner
Intelligent Platforms

Dia 5 de Maio

Local: Anfiteatro CCET

9h00 – Palestra “Automação Pneumática”
Palestrante: Festo Didatic

10h30 – intervalo

10h50 – Continuação da Palestra “Automação Pneumática”
Palestrante: Festo Didatic

12h00 – Almoço

14h00 – Palestra “ABB Institucional” em conjunto com Minicurso “DOC Win”
Palestrante: ABB

16h00 – intervalo

16h20 – Continuação da Palestra “ABB Institucional” em conjunto com Minicurso “DOC Win”
Palestrante: ABB

18h20 – Encerramento do Segundo dia






Dia 6 de Maio

Local: Anfiteatro CCET

Local: Laboratório Elétrica I

9h00 – Palestra “Qualidade de Energia”
Palestrante: Farnell

10h30 – intervalo

10h50 – Continuação da Palestra “Qualidade de Energia”
Palestrante: Farnell

12h00 – Almoço

14h00 – Palestra “Trafos Secos”
Palestrante: ABB

16h00 – intervalo

16h20 – Continuação da Palestra “Trafos Secos”
Palestrante: ABB

18h20 – Encerramento

9h00 – Minicurso “DOC Win”
Resp: ABB

10h30 – intervalo

10h50 – Continuação do Minicurso “DOC Win”
Resp: ABB

12h00 – Almoço

14h00 – Minicurso “DOC Win”
Resp: ABB

16h00 – intervalo

16h20 – Continuação do Minicurso “DOC Win”
Resp: ABB

Fonte: Elaborado pelo autor

A SEMEL (Semana de Engenharia Elétrica da UFSCar) é um evento organizado pelos próprios alunos que ocorre todos os anos. A 1ª SEMEL ocorreu no ano de 2011.

Fotos 1, 2, 3 e 4 - Mesa de abertura da semana



Fonte: Organização do evento.

Fotos 5 e 6 - Participação do Prefeito de São Carlos (prof. Dr. Oswaldo B. Duarte Filho) na primeira SEMEL em 2011.



Fonte: Organização do evento.

Fotos 7 e 8 - Público da 1ª SEMEL em 2011.



Fonte: Organização do evento.

Figuras 4 e 5 - Cursos de Extensão Oferecidos à Comunidade

Curso de Treinamento Técnico
Capacitação em Telecomunicações

Público-alvo: todos os profissionais não técnicos que trabalham direta ou indiretamente na área de telecomunicações (administração, gerenciamento, comercialização, vendas, marketing e áreas afins)

Programação
 Panorama do setor de telecomunicações Conceitos básicos em telecomunicações
 Sistemas de comunicação móvel, celular e via satélite
 Conceitos sobre redes Serviços e tecnologias emergentes

Corpo docente especializado na área: professores da UFSCar e especialistas da empresa LHE

Acesse o site faça sua pré-inscrição (vagas limitadas)
www.dee.ufscar.br/tele

Período de inscrição: 01/06/12 a 05/10/12
 Contato: Prof. Picolato - Fone: (16) 3306-6637 - e-mail: jcpicolato@yahoo.com.br
 O curso ocorrerá em dois sábados (manhã e tarde) com carga horária total de 16hs
 Local: Departamento de Engenharia Elétrica – UFSCar
 Data prevista para realização: 29/10/12 e 27/11/12 (turno máximo de 90 alunos)
 Valor: R\$ 471,00 (incluindo coffee breaks)

ufscar PROEX Engenharia Elétrica LHE

Tecnologias de acesso ultrarrápido para um mundo conectado

O curso será ministrado por engenheiros, técnicos e tecnólogos que trabalham na área de redes, TI ou comunicação de dados.

Programação
 Aplicações (VoIP e multimedial)
 Desenvolvimento em redes (3G e 4G)
 Tecnologias de acesso (via cabos, fibra ou sem fio)
 Casa conectada (Roteador multisserviços, IPTV, NPHS e HomePlugAV)

O curso será aplicado por um profissional especialista na área.
Engenheiro e consultor Hamilton Fernandes de Mattias

Atualiza mais de 25 anos em telecomunicações e TI. Foi gerente da área de redes de dados, diretor técnico de marketing e CTO de empresas. Mestrado e doutorado em desenvolvimento de negócios em TI, Líder de Banca Consultoria. Suas áreas de interesse incluem: redes de acesso Internet banda larga, redes sem fio, redes digitais, VoIP, IPTV, análise de desempenho em redes, gerenciamento de redes e computação em nuvem.

Manifestação de interesse e maiores informações a respeito do evento
 Consulte nosso site: www.dee.ufscar.br/tele
 Ou pelo contato: Prof. Dr. José Carlos Picolato Junior
 Fone: (16) 3306-6637 ou (16) 3306-1000
 e-mail: jcpicolato@yahoo.com.br

Período de inscrição: 09/06/2014 a 04/07/2014
 Data de realização: 04/08/2014
 O evento ocorrerá em um dia (sábado e tarde) com carga horária de 8hs
 Local do evento: Sítio - Caricó - SP
 Valor do investimento: R\$ 1.131,90 (incluindo coffee breaks)

Fonte: Site do curso de engenharia elétrica.

Fotos 9, 10, 11, 12, 13 e 14 - Cursos de Extensão



Fonte: Acervo do curso de Engenharia Elétrica.

Figura 6 e 7 - Workshop de Robótica, evento anual preparado para a comunidade acadêmica

Workshop de Robótica
 Data: 16/04/2015
 Local: Anfiteatro Bento Prado Junior
 Incrições: www.robotica.ufscar.br
Programação
 09:15 ABERTURA
 09:30 INOVAÇÃO, POR QUÊ? (Espetáculo / Colóquio)
 10:30 ROBÔS NA INDÚSTRIA DE MANIPULAÇÃO (Espetáculo / Colóquio)
 11:30 METROLOGIA POR ROBÔS (Espetáculo / Colóquio)
 12:30 ROBOTICA MILITAR O CASO DO PAIS (Espetáculo / Colóquio)
 17:00 ENCERRAMENTO
Exposição
 RED DRAGONS (Espetáculo de Robôs)
 HEXAGON (Espetáculo de Robôs)
 SEA (Espetáculo de Robôs)
 Sponsors: HEXAGON, SKA, EQUATOR, ABB, PROEX



Fonte: Organização do evento.

Fotos 15, 16, 17 e 18 - Alunos em Eventos

Alunos representando o curso na Incitel (Congresso de Iniciação Científica) nas dependências do Inatel



Fonte: Acervo do curso de Engenharia Elétrica.

Fotos 19, 20, 21, 22 e 23 Alunos recebendo prêmio AEA





O ex-aluno Paulo Roberto Ubaldo Guazzelli recebendo da Associação de Engenharia Automotiva o 2º Prêmio AEA Destaque Novos Engenheiros pelo trabalho de iniciação científica intitulado “Estudo e Modelagem de Sistema Regenerativo de Energia para Aplicação em Veículos Elétricos”



Participação da aluna Paula Andréia Petrini do evento “International Microwave and Optoelectronics Conference – IMOC 2015” realizado de 03 a 06 de novembro de 2015 na cidade de Porto de Galinhas – PE. A aluna apresentou o trabalho intitulado “A liquid-filled W-type optical fiber temperature sensor”.

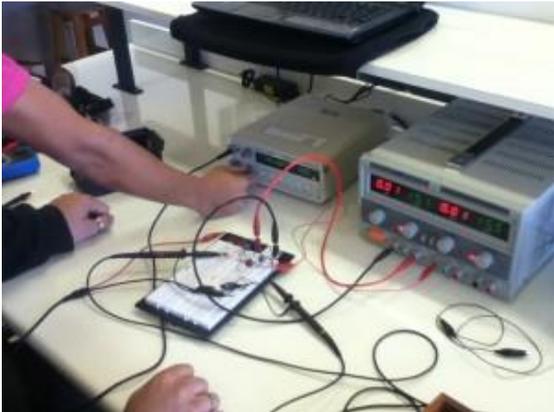
Fonte: Acervo do curso de Engenharia Elétrica

Foto 24 - Visita técnica realizada pelos alunos na fábrica da Volkswagen em São Bernardo do Campo.



Fonte: Acervo do curso de Engenharia Elétrica

Fotos 25, 26, 27, 28, 29 e 30 Laboratórios



Fonte: Acervo do curso de Engenharia Elétrica

Foto 31- Edificações no início das obras em 2011 para construção do departamento de Engenharia Elétrica



Fonte: Acervo do curso de Engenharia Elétrica

Foto 32 - Prédio de laboratórios



Foto 33 - Prédio do Departamento



Fonte: Acervo do curso de Engenharia Elétrica

Mapa 1 - UFSCar com a localização do departamento e dos laboratórios.



Fonte: Site da UFSCar

Figura 8 -Enade 2014 - Desempenho dos alunos da Engenharia Elétrica da UFSCar.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 9 - Em 2016 o curso de Engenharia Elétrica da UFSCar obteve 5 estrelas no Guia do Estudante.



Fonte: Site do Guia do Estudante

Corpo docente (2016)

Prof. Dr. André Carmona Hernandez

Prof. Dr. Arlindo Neto Montagnoli

Prof. Dr. Celso Aparecido de França

Prof. Dr. Carlos Alberto de Francisco

Prof. Dr. Claudionor F. do Nascimento

Prof^a. Dr^a. Diana Pamela Moya Osório

Prof. Dr. Giuseppe Antônio Cirino

Prof. Dr. Guilherme G. Lage

Prof. Dr. Helder V. A. Galeti

Prof. Dr. José Carlos Pizolato Jr.

Prof. Dr. Luís Alberto Mijam Barêa

Prof. Dr. Marcelo Suetake

Prof. Dr. Michel André Maurice Hospital

Prof. Dr. Osmar Ogashawara

Prof. Dr. Ricardo Fernandes

Prof. Dr. Roberto Santos Inoue

Prof. Dr. Robson Barcellos

Prof. Dr. Samuel Lourenço Nogueira

Prof^a. Dr^a. Tatiana F. P. A. Taveira Pazelli

Prof. Dr. Valdinei Luís Belini

Servidores Técnicos Administrativos

Secretaria da Engenharia Elétrica/Engenharia Mecânica

Assistente em Administração: – Daniel Somera

Laboratório de Engenharia Elétrica

- Heitor Vinicius Mercaldi
- José Roberto Esperança
- Vanusa Alves de Sousa
- Rafael Marchiori Visintin

Implantação do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar: Acompanhamento dos Estudantes do Programa de Reserva de Vagas⁸.

Edilson Reis Rodrigues Kato

Teresa Cristina. M. Dias

Osmar Ogashawara

Emerson Carlos Pedrino

Orides Morandin Jr.

O Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) iniciou no ano de 2009, em decorrência do Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), com a missão de contribuir para o desenvolvimento do País e aumento do número de engenheiros nessa modalidade. A proposta metodológica desse curso é considerada inovadora devido às chamadas “Disciplinas Integradoras”, ou seja, a matriz curricular é constituída de disciplinas que possuem a função de estimular, motivar e justificar ao aluno do curso as necessidades curriculares estipuladas, sendo implantadas nesses anos. Em paralelo à sua implantação, a UFSCar vem tomando atitudes inovadoras de inclusão como o programa de reserva de vagas da UFSCar para alunos que cursaram o ensino público e para aqueles de raça negra. O presente capítulo tem como objetivo avaliar o desempenho dos alunos ingressantes por reserva de vaga, frente à proposta inovadora do projeto curricular do curso de Engenharia Elétrica, analisando seu desempenho em relação àqueles que entraram pelo processo normal. As comparações são realizadas utilizando média e desvio-padrão das médias dos alunos. Aplicou-se também um teste não paramétrico para verificar se existe diferença significativa entre as médias. Como resultado, pode-se observar que não há diferença entre as médias dos alunos ingressantes pelo sistema de reserva de vagas e estudantes que não ingressaram por esse sistema, considerando o desempenho médio nas disciplinas cursadas pela primeira vez no curso.

1 Introdução

A UFSCar (Universidade Federal de São Carlos) reserva desde 2008 uma parcela de vagas dos seus cursos para o cumprimento da ação social de inclusão de alunos menos favorecidos na Universidade. O programa de reserva de vagas garante 20% das vagas de cada curso de graduação para alunos que cursaram integralmente o Ensino Médio em escolas públicas, e 35% dessas vagas são para negros/pardos. É reservada para a população indígena uma vaga em cada curso, além do total de vagas que cada curso oferece (UFSCAR, 2007).

O curso de Engenharia Elétrica da UFSCar foi criado em 2009, dentro do programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) promovido pelo Governo Federal, com o objetivo de aumentar a quantidade de engenheiros formados nessa modalidade. Frente a essa

⁸ KATO, E. R. R. et. al., Implantação do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar: Acompanhamento dos Estudantes do Programa de Reserva de Vagas. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. 39., Blumenau, 2011. **Anais [...]**. Blumenau: COBENGE, 2011.

necessidade, o projeto pedagógico desse curso deveria propor meios de formar profissionais para tratar de problemas que envolvessem tecnologias de automação e tecnologias de informação para serem competitivos no mercado globalizado, implicando no uso de sistemas que devam trabalhar de forma integrada, ou seja, interagindo com várias áreas de conhecimento. Este fato deve-se às exigências das habilidades e competências desse profissional que têm sido modificadas, e conseqüentemente, a formação deste profissional também deve acompanhar estas modificações (INSTITUTO EUVALDO LODI, 2006).

Com o objetivo de formar profissionais com as competências e habilidades acima descritas, a UFSCar propôs a criação do curso de Engenharia Elétrica com ênfase em eletrônica e sistemas de controle (BRASIL, 1996) (CNE/CES, 2002). A elaboração do curso parte das considerações do contexto de atuação dos futuros profissionais de Engenharia e do perfil necessário à formação deste profissional (GAMA, 2002) (UFSCar, 2008a).

Nos últimos anos, os alunos provenientes do ensino particular têm tido larga vantagem na obtenção de vagas no ensino superior público em relação aos alunos provenientes do ensino público. Uma das questões fundamentais considera a questão de que se alunos formados na rede pública ou de raça negra proveniente da rede de ensino pública poderiam acompanhar o desempenho de alunos formados em escolas particulares de ensino médio, principalmente frente às novas exigências e inovações propostas no projeto pedagógico do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar.

O presente capítulo tem como objetivo realizar a verificação e avaliação de desempenho dos alunos ingressantes por reserva de vaga, frente à proposta inovadora do projeto curricular do curso de Engenharia Elétrica, analisando seu desempenho em relação àqueles que entraram pelo processo normal. Todas as disciplinas dos dois primeiros anos do curso dão consideradas na análise.

1.1 Programas de Ações Afirmativas da UFSCar

As Ações Afirmativas são compostas de um conjunto de medidas especiais e temporárias que tem por objetivo a igualdade de oportunidades, buscando neutralizar os efeitos da discriminação e promovendo a ascensão social das classes desfavorecidas. Na educação, as práticas mais conhecidas nesse sentido são o sistema de cotas e a reserva de vagas, que garantem a inclusão dessas classes à universidade.

A política de ação afirmativa teve início nos Estados Unidos em 1963 e percorreu mais países como Austrália, Canadá, África do Sul, Cuba, entre outros. Após 13 anos, o conceito atingiu os países Europeus e, somente em 2001, alcançou o Brasil (FEITOSA, 2011).

O Programa de Ações Afirmativas (PPA) da UFSCar surgiu em 2008, através da Portaria GR nº 695/07, de 06 de junho de 2007, com o objetivo de ampliar o acesso, aos Cursos de Graduação, oferecidos pela UFSCar, de candidatos que tenham cursado o Ensino Médio integralmente na rede pública (municipal, estadual, federal) e dentre estes candidatos negros/as e indígenas, com adequada proporcionalidade no competente processo seletivo. Também tem por objetivo fortalecer ações para a permanência na universidade dos alunos economicamente desfavorecidos, mediante condições de sobrevivência e de orientação para o adequado desenvolvimento e aprimoramento acadêmico-pedagógico, além de promover ações objetivando a educação das relações étnico-raciais (UFSCAR, 2007) (UFSCAR, 2011).

Para os anos 2008 a 2010, a UFSCar adotou dentro do PAA, o sistema de reserva 20% das vagas, de cada curso de graduação para alunos que cursaram integralmente o Ensino Médio em escolas públicas. Uma parcela de 35% das vagas, alocadas pelo sistema de reserva de vagas, é para negros/pardos. Para a população indígena, a reserva de é uma vaga em cada curso, além do total de vagas que cada curso oferece. A partir de 2011 até 2013, o sistema de reserva de vagas passa a ser de 40% das vagas de cada curso de graduação. Para negros/pardos e indígenas, o critério permanece inalterado. De 2014 a 2016, o ingresso por reserva de vagas aumentará para 50% das vagas de cada curso de graduação seguindo as mesmas condições anteriores para negros e candidatos indígenas. Em 2017, quando a implantação do ingresso por reserva de vagas completa 10 anos, os colegiados superiores apreciarão, mediante avaliação, a necessidade de sua continuidade ou ampliação (UFSCAR, 2007) (UFSCAR, 2011).

1.2 Proposta metodológica do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar

O Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar (UFSCar, 2008b) possui disciplinas caracterizadas como disciplinas integradoras, as quais buscam desencadear a relação entre as experiências vivenciadas pelos estudantes, seus interesses a partir da conexão e mobilização dos conhecimentos pertinentes e sua significação, bem como a incorporação de novos conhecimentos e sua integração. Portanto, a concepção da abordagem multi/interdisciplinar requer a compreensão pelos docentes que a implementação de suas atividades devem ser pautadas pela aproximação de seus discursos e práticas na direção do objetivo comum (DELORS, 2001). Através desta atividade integrada voltada para objetivos comuns, principalmente entre disciplinas relacionadas às ciências básicas, da natureza, ciências humanas e sociais e às tecnológicas propiciarão aos estudantes a compreensão que sua ação e formação é perpassada pelo compromisso ético-sócio-ambiental e político.

Cabe destacar que existem três momentos para apresentação, proposição e caracterização de disciplinas integradoras (MORANDIN JR. et al., 2009; OGASHAWARA et al., 2009; KATO et al., 2010).

O primeiro momento situa-se no início do curso, mais especificamente nos dois primeiros semestres, em que tipicamente se concentram disciplinas do chamado núcleo de conteúdo básico. Para este momento são propostas disciplinas de conteúdo específico e praticamente exclusivo para criação de ações ou atividades de integração. São propostas três disciplinas: Iniciação à Engenharia Elétrica, Computação Científica 1 e Computação Científica 2.

A disciplina Iniciação à Engenharia Elétrica é considerada fundamental para o desenvolvimento conceitual de atividades integradoras ao longo de todo curso. Planejada para uma carga horária de seis horas aula/atividade semanais, esta substitui a usual Introdução à Engenharia por uma proposta que oferece ao ingressante no curso de Engenharia Elétrica uma iniciação às atividades de pesquisa e desenvolvimento de projetos em Engenharia.

A disciplina Computação Científica 1 propicia aos alunos a assimilação dos conceitos desenvolvidos na área de computação em engenharia, mediante a utilização de programas de uso comum nessa área, tais como: de desenho e modelagem gráfica, e principalmente pela introdução de uso dos manipuladores algébricos na solução de problemas de cálculo diferencial e integral, assim como ferramentas de simulação.

A disciplina Computação Científica 2, por sua vez, possibilita aos alunos a compreensão sobre o processo de construção de algoritmos e o uso de linguagens de programação para o desenvolvimento de rotinas, cuja interação dos conceitos ocorre em relação aos de cálculo diferencial e integral, séries e equações diferenciais.

No segundo momento, que abrange o período do terceiro ao oitavo semestres, há apresentação de disciplinas do chamado núcleo de conteúdo profissionalizante. Para este momento são usadas as próprias disciplinas profissionalizantes como integradoras, buscando e identificando situações-problema e apresentando soluções parciais ou totais à luz do conhecimento específico adquirido no momento.

O terceiro momento situa-se nos dois últimos semestres, em que se propõe o desenvolvimento de projeto de monografia como disciplinas integradoras. Este momento é composto por duas disciplinas: Projeto de Monografia e Desenvolvimento de Monografia. Considera-se ainda nesse momento, que deve ser proposto e desenvolvido projetos que integrem diversos conhecimentos e competências.

A elaboração da monografia consiste na sistematização dos dados levantados, análise dos mesmos sob a perspectiva metodológica escolhida, bem como a partir das referências, desenvolvimento das hipóteses, cuja redação deve pautada pelo rigor, pela clareza e coerência. Por sua vez, a incorporação dos conceitos abordados no transcorrer do curso, bem como a consecução do estágio profissionalizante possibilita aos alunos o desenvolvimento completo de um projeto de engenharia.

2 Metodologia de análise de desempenho dos alunos Ingressantes por Reserva de Vagas

Com o objetivo de verificar e avaliar o desempenho dos alunos ingressantes, por reserva de vaga, nas disciplinas do primeiro e segundo anos do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar, foram buscadas informações contidas na base de dados da Pró-Reitoria de Graduação – ProgradWeb, em junho de 2011, ajustadas pelos registros da lista de vestibular dos alunos que permanecem regularmente matriculados no curso, disponibilizadas pela Divisão de Controle Acadêmico (DICA) da UFSCar. São consideradas, para fins de análise, as notas das disciplinas em que os estudantes cursaram pela primeira vez, ou seja, não são consideradas as notas em que os alunos cursaram as disciplinas por outras vezes posteriores. Os estudantes foram separados em dois grupos: alunos que ingressaram pelo processo normal e alunos que ingressaram através do sistema de reserva de vagas.

São analisadas as médias das notas de todas as disciplinas cursadas para esses dois grupos de estudantes e também a quantidade de alunos aprovados por disciplina para os dois grupos, além de uma análise sobre o desempenho dos alunos frente às disciplinas específicas do curso versus disciplinas básicas.

Assim, são aplicados testes para essas duas amostras com o objetivo de compara-las. O teste aplicado neste capítulo é o teste de Mann-Whitney. A ideia deste é combinar as duas amostras, atribuir postos (ou a média dos postos, caso haja observações iguais) e somar os postos das observações das duas amostras. Se uma das amostras apresentarem soma muito grande ou muito pequena em relação à outra, então as amostras provêm de populações diferentes. As suposições para aplicação do teste são que as duas amostras são independentes e aleatórias e que a escala de medida

é pelo menos ordinal. Este é um teste não-paramétrico, aplicado quando o tamanho da amostra é pequeno ou quando as observações não satisfazem a suposição de normalidade (CONOVER, 1980).

Os dados consistem de duas amostras aleatórias (X_1, X_2, \dots, X_n) , retirada da população 1 e (Y_1, Y_2, \dots, Y_m) retirada da população 2. Atribua postos as $(n+m)$ observações. Denote $R(X_i)$ o posto associado à observação X_i , $i = 1, 2, \dots, n$ e por $R(Y_j)$ o posto associado à observação Y_j , $j = 1, 2, \dots, m$. Denote $N = n + m$. Para um teste bilateral, a hipótese é dada por (1):

$$\begin{cases} H_0 : E(X) = E(Y) \\ H_1 : E(X) \neq E(Y) \end{cases} \quad (1)$$

Se não existe igualdade ou se existem poucas, os postos associados às observações da população 1 (X) são somados e o teste é definido por (2):

$$T = \sum_{i=1}^n R(X_i). \quad (2)$$

Porém, se existe muita igualdade, calcula-se T e o teste usado é dado por (3):

$$T_1 = \frac{T - n \frac{N+1}{2}}{\sqrt{\frac{nm}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N R_i^2 - \frac{nm(N+1)^2}{4(N-1)}}}. \quad (3)$$

A hipótese de que as médias são estatisticamente iguais, H_0 , é rejeitada ao nível α de significância se $T < w_{\alpha/2}$ ou $T > w_{1-\alpha/2}$, sendo w_p o quantil encontrado na tabela de Mann-Whitney (CONOVER, 1980).

3 Resultados da avaliação de desempenho dos alunos

Os alunos ingressantes em 2009 e que cursaram as disciplinas da matriz curricular do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar contabilizam um total de 36 sendo 22,2% ingressantes pelo programa de reserva de vagas; em 2010, o mesmo total de 36 alunos compõe o total sendo que 19,4% são oriundos do programa de reserva de vagas. A Tabela 1 ilustra a situação dessa distribuição.

Tabela 1: Distribuição dos ingressantes, segundo a opção e o ano.

Ano de ingresso	Reserva	Não Reserva
2009	22,2%	77,8%
2010	19,4%	80,6%
Total	20,8%	79,2%

Fonte: Elaborada pelo autor

As notas de todas as disciplinas da matriz curricular foram analisadas, considerando os primeiros quatro semestres do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar.

A Tabela 2 lista as disciplinas analisadas e separadas em dois módulos, básico e profissionalizante/específico, conforme o Projeto Pedagógico do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar (UFSCAR, 2008b).

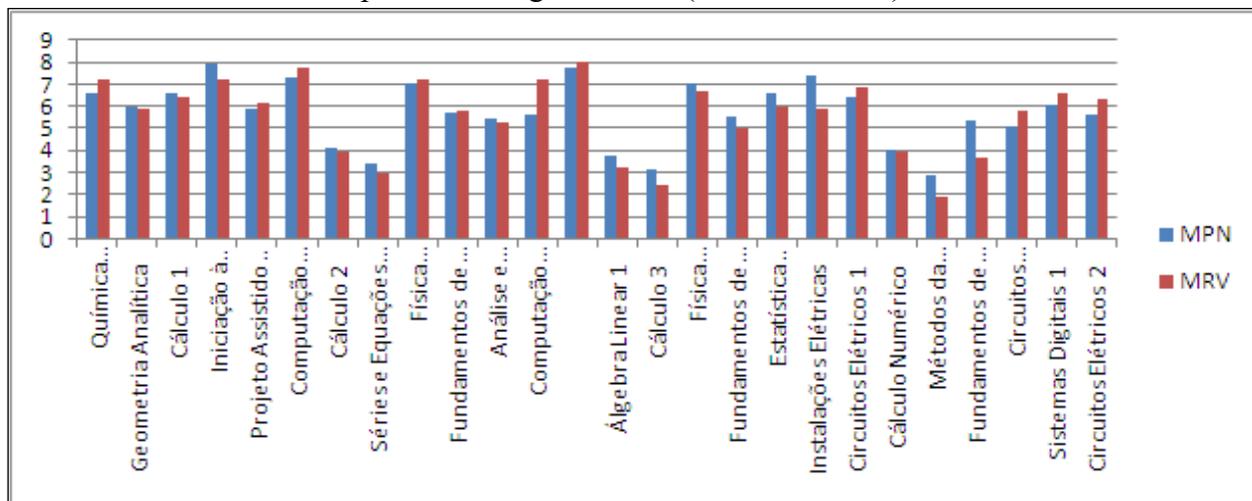
Tabela 2: Disciplinas Analisadas

Ano/semestre	Básico	Profissionalizante/Específico
2009/1	Química Tecnológica Geral	Computação Científica 1
	Geometria Analítica	
	Cálculo 1	
	Iniciação à Engenharia Elétrica	
	Projeto Assistido por Computador	
2009/2	Cálculo 2	Computação Científica 2
	Séries e Equações Diferenciais	Materiais Elétricos e Medidas
	Física Experimental A	
	Fundamentos de Mecânica	
	Análise e Modelagem de Sistemas Mecânicos	
2010/1	Álgebra Linear 1	Estatística Tecnológica
	Cálculo 3	Instalações Elétricas
	Física Experimental B	Circuitos Elétricos 1
	Fundamentos de Eletromagnetismo	
2010/2	Cálculo Numérico	Circuitos Eletrônicos 1
	Métodos da Matemática Aplicada	Sistemas Digitais 1
	Fundamentos de Física Ondulatória	Circuitos Elétricos 2

Fonte: Elaborada pelo autor

A Figura 1 ilustra a média dos alunos da turma de 2009 nas disciplinas do primeiro e segundo anos do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar, destacando os alunos que ingressaram pelo processo normal (MPN) e os ingressantes pelo sistema de reserva de vagas (MRV).

Figura 1 – Médias dos alunos ingressantes pelo processo normal *versus* reserva de vagas para o primeiro e segundo anos (Turma de 2009).



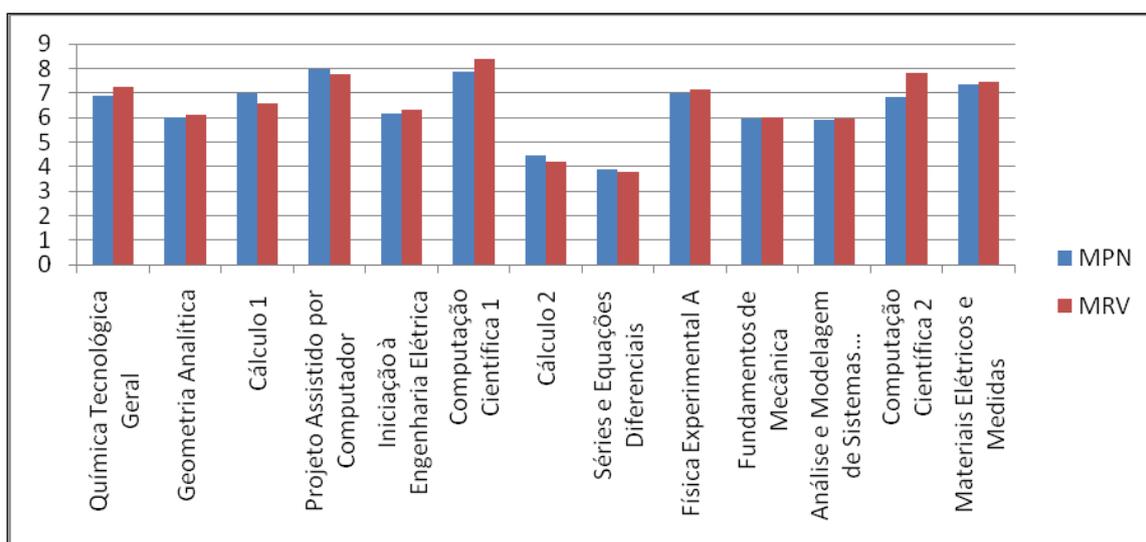
Fonte: Elaborada pelo autor.

Em 2009, a média (considerando todas as disciplinas da matriz curricular dos quatro primeiro semestre) dos ingressantes via processo normal é igual a 6,36 com desvio-padrão de 2,07; para os alunos que optaram por reserva de vagas, a média é igual a 6,52 com desvio-padrão de 1,94. Pelo teste de Mann-Whitney, dizemos que a diferença entre médias não é significativa, com $p\text{-valor} = 0,3684$. Destaca-se que o ingressante por reserva de vagas tem média maior do que os ingressantes pelo processo normal em algumas disciplinas. A maior diferença está na disciplina Computação Científica 2. Das disciplinas que apresentam maior média para ingressantes pelo processo normal, destaca-se Fundamentos de Física Ondulatória.

Em 2010, a média (considerando todas as disciplinas da matriz curricular dos dois primeiros semestres) dos ingressantes via processo normal é igual a 6,84 com desvio padrão de 2,01; para os alunos que optaram por reserva de vagas, a média é igual a 6,84 com desvio-padrão de 1,65 (Figura 2). Pelo teste de Mann-Whitney é possível de dizer que a diferença é não significativa, com $p\text{-valor} = 0,4371$ (CONOVER, 1980).

Comparando apenas as médias para as disciplinas do primeiro semestre, para os anos de 2009 e 2010 e ingressantes pelos dois processos, notamos que não existe um comportamento padrão.

Figura 2 – Médias dos alunos ingressantes pelo processo normal *versus* pela reserva de vagas para a turma de 2010.



Fonte: Elaborada pelo autor

Na UFSCar, para o aluno obter aprovação nas disciplinas a média final deve ser maior ou igual a 6,0 (e frequência de no mínimo 75% nas aulas). Somente para alunos aprovados nas disciplinas tanto do módulo básico como para o específico/profissionalizante, a Tabela 3 mostra média e desvio-padrão das notas. Note que nas disciplinas do módulo específico/profissionalizante, os alunos tiveram melhor desempenho, em média, tanto para alunos que optaram por reserva de vagas, como para alunos que não optaram, nos dois anos. Os alunos que optaram por reserva de vagas apresentaram as maiores médias, no módulo Profissionalizante/Específico e a menor média no módulo Básico.

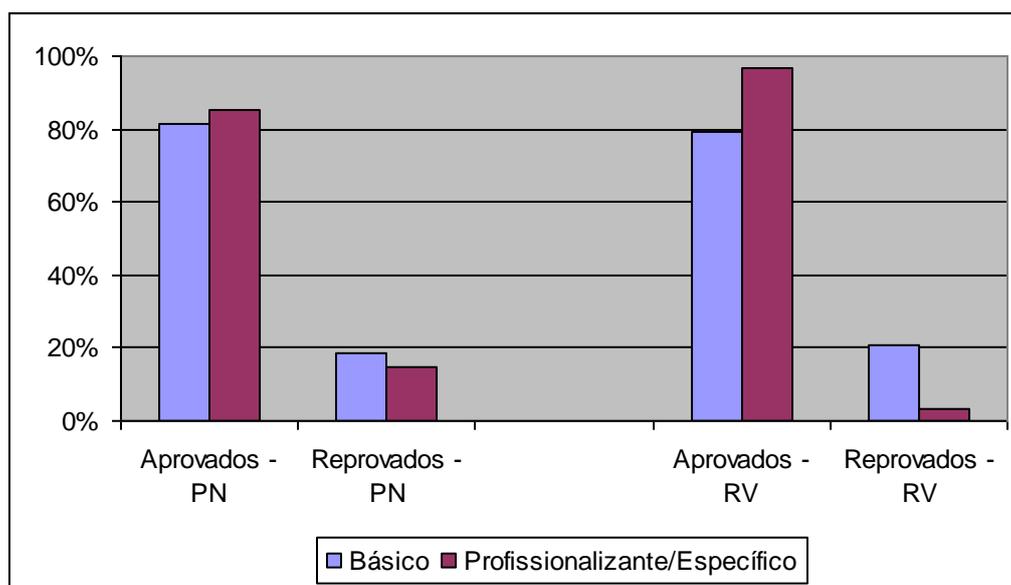
Tabela 3: Resumos descritivos das médias dos aprovados, segundo a opção de vaga e módulos, ano de ingresso.

Ano	Opção	Módulo básico		Módulo Profissionalizante/Específico	
		Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
2009	Processo normal	7,03	0,92	7,45	1,07
	Reserva de vaga	7,07	0,94	7,53	1,05
2010	Processo normal	7,27	1,06	8,07	1,14
	Reserva de vaga	6,96	0,83	8,17	1,25

Fonte: Elaborada pelo autor

A Figura 3 ilustra o percentual de aprovação nas disciplinas de forma geral e de acordo com os módulos básico e profissionalizante/específico. Nota-se que para o módulo Profissionalizante/Específico, existe um percentual maior de aprovação do grupo reserva de vagas.

Figura 3 – Aprovação dos ingressantes pelo processo normal *versus* pela reserva de vagas para as turmas de 2009 e 2010 para os módulos básico e profissionalizante/específico.



Fonte: Elaborada pelo autor

4 Considerações Finais

Após os resultados, obtidos a partir das comparações entre o grupo de alunos que ingressaram pelo processo normal e o grupo de alunos que ingressaram pela reserva de vagas, para as turmas de 2009 e 2010 do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar, pode-se considerar que não há diferença entre o desempenho médio dos alunos ingressantes pelo sistema de reserva de vagas e estudantes que não ingressaram por esse sistema, nas disciplinas cursadas pela primeira vez no curso.

As comparações foram realizadas utilizando média e desvio-padrão das médias dos alunos. Foi aplicado um teste não paramétrico para verificar se existe diferença entre as médias e podemos concluir que não existe diferença significativa entre desempenho dos alunos que ingressaram via processo seletivo ou por reserva de vagas em 2009 e 2010, isto é, em média, os aproveitamentos são similares. Os alunos apresentaram desempenho bom, visto a média dos aprovados e a porcentagem de aprovados.

Pode-se observar que o desempenho dos alunos de reserva de vagas frente às disciplinas do projeto pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar, mostrou-se ligeiramente melhor em relação às disciplinas do módulo profissionalizante e específico em relação às disciplinas do módulo básico, evidenciando uma tendência em relação a compensar uma suposta falta de formação básica por cursar o ensino público, aumentando a motivação dos alunos pelo curso escolhido.

Pelos dados analisados, é possível observar que pela taxa de aprovação elevada (aproximadamente 80%) a proposta do projeto pedagógico mostra indícios de ser adequada, cumprindo com a função de motivação e integração das disciplinas do módulo básico e profissionalizante/ específico tanto para os alunos ingressantes pelo processo normal, como pelo processo por reserva de vagas para os dois primeiros anos do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar.

5 Referências

- BRASIL, Ministério da Educação e Cultura. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelecem as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Brasília, 1996.
- CNE/CES. **Resolução nº 11/2002, de 11 de março de 2002.** Institui Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia, Brasília, 2002.
- CONOVER, W. U. **Practical Nonparametric**, 2. ed. [s.l.]: John Wiley & Sons, 1980. 493 p.
- DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir.** Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI. 6. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, 2001.
- FEITOSA, C. C. **Relatório II – Análise do desempenho dos alunos que ingressaram pelo sistema de reserva de vagas, comparando-os com os estudantes não cotistas.** Coleta dos dados fev. 2011. São Carlos: UFSCar/ DE, 2011.
- GAMA, S. Z. **Novo perfil de formação do engenheiro elétrico para o século XXI.** 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio, Rio de Janeiro, 2002.
- INSTITUTO EUVALDO LODI. **Núcleo Nacional.** Inova Engenharia: Propostas para a Modernização da Educação em Engenharia no Brasil. Brasília, 2006.
- KATO, E. R. R.; OGASAWARA, O.; MORANDIN JR, O. Implantação do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar: Acompanhamento da Disciplina Integradora “Iniciação à Engenharia Elétrica”. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 38., 2010, Fortaleza. **Anais [...].** Fortaleza: COBENGE, 2010
- OGASAWARA, O. Iniciação à engenharia elétrica” como parte do processo de implantação do projeto pedagógico do curso de engenharia elétrica da UFSCar. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 37., 2009, Recife. **Anais [...].** Recife: COBENGE, 2009.
- MORANDIN, O. Jr.; KATO, E. R. R.; MORASSUTTI, M. S. A. N. Disciplinas Integradoras: Proposta Metodológica para o Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 37., 2009, Recife. **Anais [...].** Recife: COBENGE, 2009.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). **Plano de Desenvolvimento Institucional.** São Carlos, 2004.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). **Portaria GR nº 695/07, de 06 de junho de 2007.** Dispõe sobre a implantação do Ingresso por Reserva de vagas para acesso aos cursos de Graduação da UFSCar, no Programa de Ações Afirmativas. São Carlos, 2007.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). Perfil do Profissional a ser Formado na UFSCar. **Parecer CEPE/UFSCar no. 776/2001.** 2. ed. São Carlos: UFSCar, 2008a.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). **Projeto Pedagógico – Curso de Graduação em Engenharia Elétrica.** São Carlos, 2008b.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). **Reserva de vagas.** 2011. Disponível em: <http://www.acoesafirmativas.ufscar.br/reserva-de-vagas>. Acesso em: 22/06/2011.

Proposta de Projeto Interdisciplinar para Cursos de Engenharia Elétrica⁹.

Carlos Alberto De Francisco
Osmar Ogashawara
Heitor Mercaldi
Mirela Zangirolami De Francisco

Este capítulo apresenta um projeto interdisciplinar para cursos de engenharia elétrica. Trata-se de um amplificador de áudio completo cujos módulos são apresentados aos alunos em diferentes disciplinas ao longo do curso. O principal objetivo do projeto é proporcionar uma ferramenta de integração curricular onde o aluno terá a oportunidade de analisar o problema dentro da perspectiva de diversas disciplinas no decorrer do curso de graduação. Nesta proposta, os alunos tem o primeiro contato com o projeto já no primeiro semestre no âmbito da disciplina de Iniciação à engenharia elétrica. Neste primeiro contato, uma visão do todo é proporcionada aos alunos. Nos períodos letivos subsequentes são realizados os projetos e a montagem em laboratório dos módulos que constituem o amplificador. No momento da finalização do último módulo, os alunos terão o conhecimento prático do envolvimento dos diversos saberes e competências abordadas nas diversas disciplinas na realização de um projeto de engenharia. Desta forma, o projeto interdisciplinar contribuirá para a integração curricular do curso.

1 Introdução

O desafio da integração curricular está presente nos principais fóruns de discussão sobre educação e, em especial, nos cursos de engenharia. Neste contexto, o projeto pedagógico do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar propõe diversas estratégias para implementar a integração de seu currículo como, por exemplo as disciplinas integradoras (OGASHAWARA *et al.*, 2012), os grupos de estudo (OGASHAWARA *et al.*, 2011) e o uso de situações problema (OGASHAWARA *et al.*, 2013).

Outra ferramenta de integração curricular é a utilização de projetos interdisciplinares (DE FRANCISCO *et al.*, 2012). Estes projetos permitem que os alunos sejam defrontados com uma situação problema de forma ampla, sob diferentes perspectivas e em diferentes estágios do aprendizado. Desta maneira, o projeto de caráter interdisciplinar permite que os docentes possam analisar com os alunos a solução de problemas sob diferentes perspectivas fazendo uso dos conteúdos das disciplinas passadas, da atual e promover a ligação com aquelas que estão por vir. Assim, conforme o aluno progride no curso, o repertório de ferramentas aumenta e a forma de encarar o problema é diversificada.

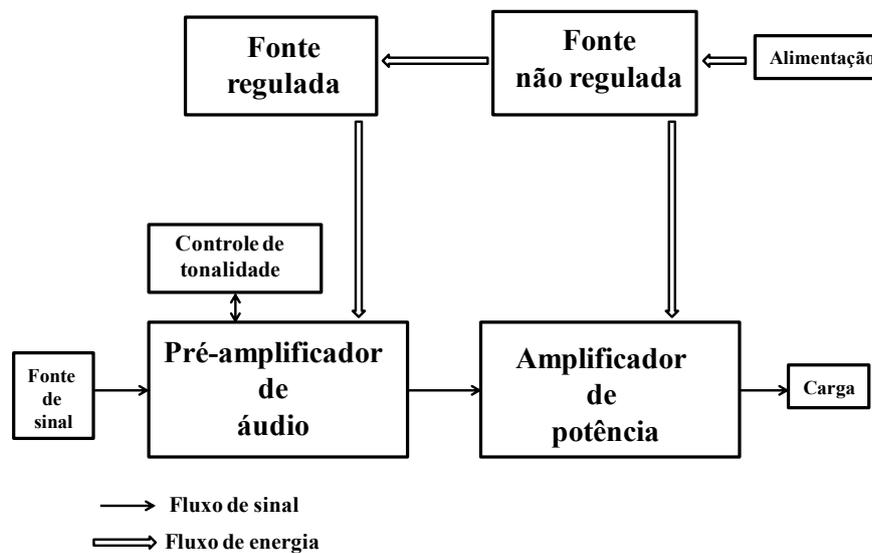
⁹ DE FRANCISCO, C. A. et. al., Proposta de Projeto Interdisciplinar para Cursos de Engenharia Elétrica. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*. 41., 2013, Gramado, **Anais [...]**. Gramado: COBENGE, 2013.

Este capítulo é organizado da seguinte maneira: O projeto e suas partes são descritos na seção 2. A seção 3 discute a metodologia utilizada na realização dos projetos em cada disciplina envolvida. As conclusões são apresentadas na seção 4 enquanto os trabalhos futuros são discutidos na seção 5.

2 Descrição do Projeto

O amplificador de áudio proposto é formado por diversos módulos: Fonte de tensão não regulada, Fonte de tensão regulada, Pré-amplificador de áudio, Controle de tonalidade e Amplificador de potência. A figura 1 mostra um diagrama esquemático do amplificador.

Figura 1. Diagrama esquemático do amplificador de áudio proposto.



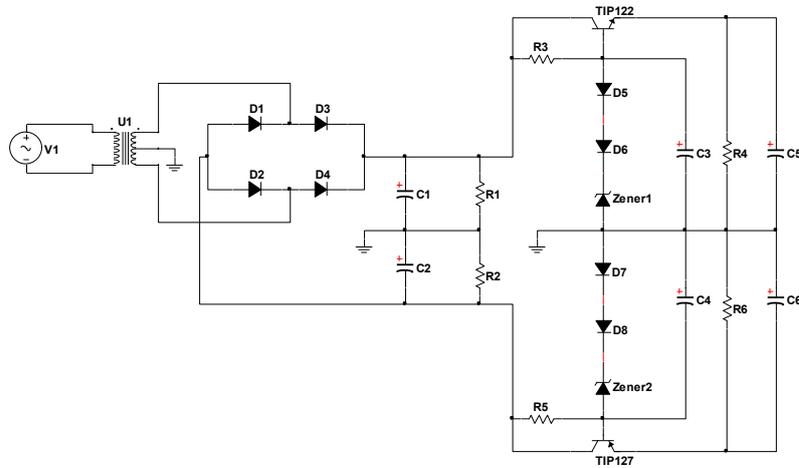
Fonte: Elaborado pelo autor.

Como pode ser observado na figura 1, o sinal passa pelo módulo pré-amplificador dotado de controle de tonalidade sendo então entregue ao amplificador de potência e finalmente à carga. A fonte de tensão não regulada fornece energia ao amplificador de potência enquanto a fonte regulada entrega uma tensão constante com baixa flutuação “*ripple*” ao pré-amplificador. A seguir são detalhados os módulos que constituem o amplificador.

2.1 Fontes reguladas e não reguladas

A alimentação dos circuitos é realizada por uma fonte composta de duas etapas cujo esquema elétrico pode ser visualizado na figura 2. A primeira etapa é uma fonte não regulada formada por um circuito retificador com diodos em ponte e capacitores de filtro. A segunda etapa é formada por uma fonte de tensão regulada sendo esta constituída por reguladores de tensão transistorizados. Uma tensão de referência é gerada no ramo que contém os três diodos em série. Neste ramo, o diodo zener é polarizado reversamente fornecendo uma tensão estável entre seus terminais. Os dois diodos em série com o zener compensam a queda de tensão entre a base e o emissor do transistor Darlington fazendo com que a tensão de saída no emissor do transistor seja aproximadamente igual à tensão no Zener. Sendo esta uma tensão estável, a tensão de saída também o será.

Figura 2. Esquema elétrico da fonte de tensão composta.

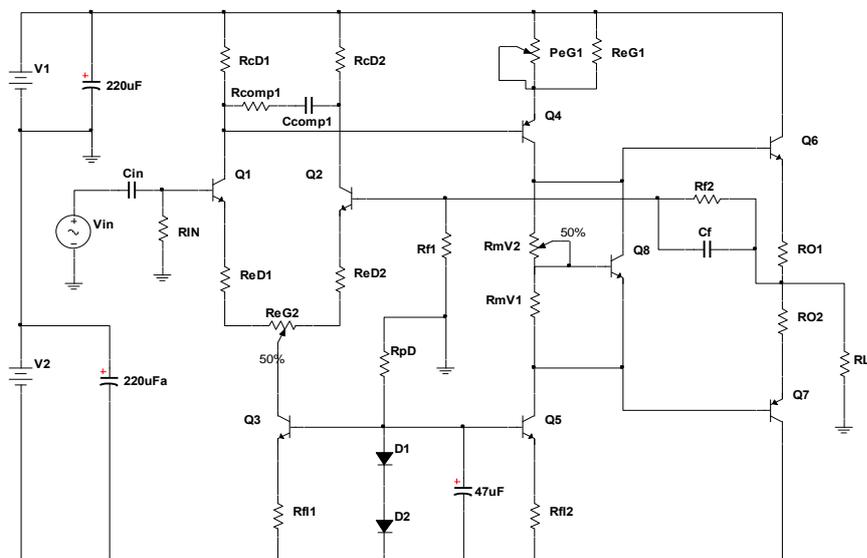


Fonte: Elaborado pelo autor.

2.2 Pré-amplificador de áudio

A primeira etapa de amplificação é realizada pelo circuito pré-amplificador. Este circuito é composto por um estágio de amplificação diferencial (Q1 e Q2) seguido por uma etapa de ganho de tensão (Q4) e finalizando com um estágio de saída complementar com ganho de corrente (Q6 e Q7). O primeiro e o segundo estágio são alimentados por fontes de corrente formadas pelos transistores Q3 e Q5 que tem como referência de tensão dois diodos polarizados pelo resistor R_{pD} . A polarização do terceiro estágio é realizada por um estágio multiplicador de V_{be} (Q8) que garante também a estabilidade térmica dos transistores de saída. A figura 3 mostra o esquema elétrico do circuito pré-amplificador.

Figura 3. Esquema elétrico do pré-amplificador de áudio proposto.

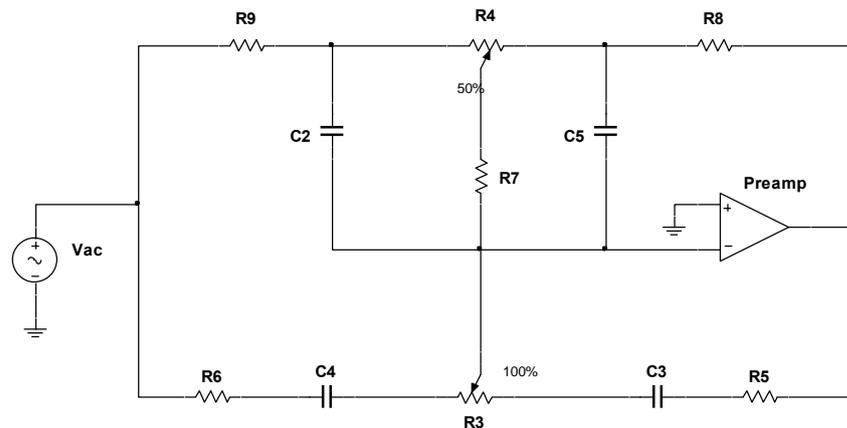


Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3 Controle de Tonalidade

O estágio do controle de tonalidade é formado por um filtro do tipo Baxandall muito utilizado em áudio (SELF *et al.*, 2009). O circuito é um filtro composto por duas malhas de realimentação uma para controle de graves e outra para controle de agudos. A figura 4 mostra o esquema elétrico do circuito de controle de tonalidade proposto. O resistor variável R4 é responsável pelo controle de graves enquanto o resistor R3 controla o nível de agudos.

Figura 4. Esquema elétrico do circuito de controle de tonalidade.

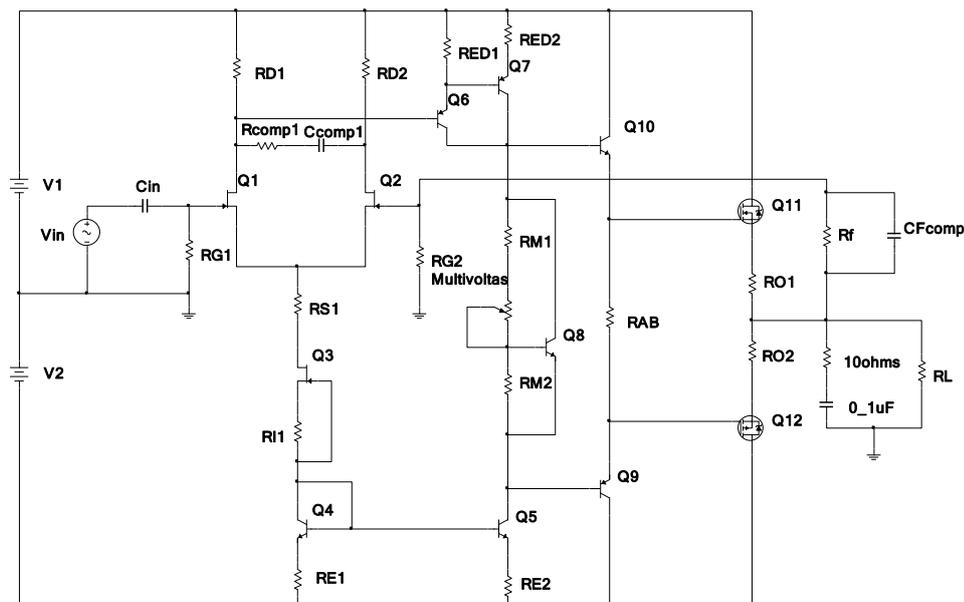


Fonte: Elaborado pelo autor.

2.4 Amplificador de Potência

A etapa final de amplificação é formada por um amplificador de potência, conforme ilustra a figura 5. O circuito é composto por uma etapa de entrada diferencial com transistores JFET (Q1 e Q2) seguida por um estágio de ganho de tensão em emissor comum com transistores bipolares (Q6 e Q7 em configuração Darlington). A saída do segundo estágio é ligada ao terceiro estágio por meio de uma etapa em coletor comum a fim de se evitar o carregamento do segundo estágio. A etapa de saída é composta por dois transistores Mosfet complementares (Q11 e Q12) e funciona com ganho de corrente. A polarização do primeiro estágio é realizada por um transistor JFET operando como fonte de corrente (Q3). A corrente da fonte é então espelhada pelos transistores Q4 e Q5 para o segundo estágio. Os resistores RE1 e RE2 permitem o controle do valor da corrente do segundo estágio. Assim como no caso do pré-amplificador, o terceiro estágio é polarizado por um multiplicador de Vbe (Q8).

Figura 5. Esquema elétrico do amplificador de potência.



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.5 Integração dos circuitos

Os circuitos descritos nas seções anteriores formam um amplificador de áudio que pode ser utilizado para diversos fins como, por exemplo, para amplificação de sinal de instrumentos musicais como uma guitarra ou violão elétrico. A figura 6 mostra um amplificador de guitarra montado a partir dos módulos descritos. O amplificador de guitarra pode ser utilizado como motivação para o projeto demonstrando a integração e funcionalidade dos circuitos.

3 Metodologia

O desenvolvimento do projeto no curso de Engenharia Elétrica da UFSCar envolve diretamente as seguintes disciplinas: Introdução à Engenharia no primeiro semestre, Circuitos Elétricos 2 e Circuitos Eletrônicos 1 no quarto semestre e Circuitos Eletrônicos 2 no quinto semestre. A disciplina de Circuitos Integrados Lineares no sexto semestre pode ainda abordar o projeto por meio do estudo das características dos amplificadores operacionais que melhor atendem aos requisitos de projeto de um amplificador de áudio. Ainda, podem ser montados circuitos com amplificadores de potência integrados cujo desempenho pode ser comparado aos amplificadores discretos. Outros parâmetros de projeto como custo, tamanho físico e tempo de projeto podem ser analisados e comparados.

3.1 Introdução à Engenharia

A disciplina de Introdução à Engenharia da UFSCar desenvolve diversos projetos como forma de iniciar os estudantes ingressantes em atividades de pesquisa e desenvolvimento, visando também o incremento de habilidades, competências e atitudes relacionadas à comunicação, planejamento, criatividade, modelagem, simulação, ensaio e trabalho em equipe (WATANABE, F. Y., 2010). Neste contexto, o projeto do amplificador de áudio é apresentado como forma de mostrar aos alunos

o conceito de interdisciplinaridade, indicando os saberes envolvidos no projeto bem como em quais disciplinas tais conhecimentos são abordados. Com isso, os alunos poderão observar de forma mais concreta a necessidade de se utilizar os mais diversos conhecimentos e competências na realização de um projeto de engenharia.

3.2 Circuitos Elétricos 2

Na disciplina de Circuitos Elétricos 2 é apresentada a análise de circuitos no domínio da frequência por meio da aplicação da transformada de Laplace. O conceito de filtros eletrônicos é então introduzido e a transformação de Laplace é utilizada como ferramenta de análise. Vários exemplos de filtros passivos e ativos são trabalhados em classe incluindo circuitos de controle de tonalidade. Então, o circuito de controle de tonalidade do tipo Baxandall é utilizado como proposta de projeto. São formados grupos de alunos e são passados requisitos de projeto distintos para cada grupo. Os alunos então realizam o projeto utilizando a análise de Laplace e, em seguida, realizam a simulação do circuito em software próprio (SPICE).

Ao final do semestre, os alunos têm a oportunidade de realizar a montagem do circuito simulado utilizando o amplificador montado na disciplina de Circuitos Eletrônicos 1 como elemento ativo.

3.4 Circuitos Eletrônicos 1

Nesta disciplina são vistos os dispositivos de junção como os diodos e os transistores. Como aplicações destes componentes são estudados os circuitos retificadores, ceifadores, grampeadores, reguladores de tensão, etc. Entre outras, são propostas práticas de laboratório onde são dimensionadas e montadas fontes de alimentação para aplicação no amplificador de áudio proposto. São realizadas as etapas de projeto, simulação, montagem em placa de circuito impresso bem como medidas de desempenho para a fonte.

Ainda nesta disciplina, os alunos têm a oportunidade de projetar e montar o pré-amplificador de áudio. Neste pré-amplificador, são utilizados vários dos circuitos estudados na disciplina como: o amplificador diferencial, o transistor como fonte de corrente, o multiplicador de V_{be} e o estágio de saída complementar. Desta forma, os alunos têm a oportunidade de aplicar não somente os conceitos vistos, mas também podem verificar a integração de vários dos circuitos abordados na disciplina por meio do projeto de um circuito de maior complexidade.

A metodologia adotada nesta disciplina é similar ao descrito para o circuito de controle de tonalidade com a diferença de que são passados os mesmos requisitos de projeto para todos os grupos (o docente acompanha todas as etapas de projeto a fim de evitar fraudes). O projeto é dividido em três etapas. Na primeira, os alunos realizam o projeto e a simulação do circuito e entregam um pré-relatório. Após a aprovação deste pré-relatório, os grupos passam para a segunda fase onde realizam a montagem, os testes e as medidas de desempenho do protótipo em placa de circuito impresso. São fabricadas placas de circuito impresso capazes de suportar a montagem do amplificador e permitir pequenas variações na topologia do projeto. Após a verificação do funcionamento por parte do docente, os grupos realizam a terceira etapa com a confecção de um relatório final. Este relatório contém os resultados das simulações, das medições realizadas bem como uma discussão das possíveis diferenças e dificuldades encontradas.

3.5 Circuitos Eletrônicos 2

Nesta disciplina são abordados os transistores de efeito de campo do tipo JFET e MOSFET. São discutidos seus princípios de funcionamento, modelagem e aplicações. O amplificador de

potência proposto utiliza-se de ambos os transistores aproveitando-se das vantagens de cada um. O transistor JFET pela sua alta impedância de entrada, baixo ruído e maior linearidade é escolhido para compor o estágio diferencial de entrada. Já o MOSFET pelas suas boas características de condução e potência bem como sua alta impedância de entrada é utilizado no estágio de saída. No estágio de ganho de tensão é mantido o transistor bipolar pela sua característica de alto ganho na configuração emissor comum. A metodologia aplicada nesta disciplina segue o que foi descrito na seção anterior para o pré-amplificador.

4 Conclusões

O projeto de um amplificador de áudio completo pode ser utilizado como ferramenta de integração curricular ao ser abordado como projeto interdisciplinar. Esta abordagem permite que os alunos vivenciem a integração dos diversos saberes obtidos nas disciplinas envolvidas por meio do projeto e montagem gradual dos subcircuitos que constituem o amplificador. Ainda, a articulação dos saberes necessária para a compreensão e execução dos projetos pode contribuir de forma decisiva na construção das competências e habilidades tão valorizadas no perfil do engenheiro.

5 Trabalhos Futuros

Pretende-se realizar uma pesquisa de opinião com os ex-alunos das disciplinas para conhecer a visão dos alunos sobre a efetividade pedagógica da utilização do projeto interdisciplinar. Com isso, pretende-se realizar uma análise que possa balizar novas ações com o objetivo de aprimorar a metodologia bem como gerar resultados que possam ser utilizados em novas propostas de integração curricular.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à diretoria do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da UFSCar pelo apoio e incentivo na realização de ações de efetivação do projeto pedagógico.

6 Referências

DUNCAN, B. **High performance audio power amplifier**. Southampton: Newness, 1997. 463 p.

WATANABE F. Y. Desenvolvimento de atividades de projeto nas disciplinas de “Iniciação à Engenharia”. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA*, 38., 2010, Fortaleza. **Anais** [...]. Fortaleza: COBENGE, 2010.

DE FRANCISCO, C. A.; PIZOLATO JUNIOR, J. C.; CIRINO, G. A. O projeto interdisciplinar como ferramenta de integração curricular. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA*, 39., 2011, Blumenau. **Anais** [...]. Blumenau: FURB, 2011.

OGASHAWARA, O. Implementação de grupos de estudos para alunos dos cursos de engenharia elétrica e engenharia mecânica da Universidade Federal de São Carlos. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA*, 39., 2011, Blumenau. **Anais** [...]. Blumenau: FURB, 2011.

OGASHAWARA, O.; DE FRANCISCO C. A.; KATO, E. R. R. Disciplinas integradoras do curso de engenharia elétrica da UFSCar. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 40., 2012, Belém. **Anais** [...]. Belém: UFPA, 2012.

SELF, D. *et al.* **Audio engineering**: Know it all. Southampton: Newness, 2009. 936 p.

Módulo Didático para Ensino da Teoria de Controle¹⁰.

Arlindo N. Montagnoli

Osmar Ogashawara

Flávio Y. Watanabe

Edilson Reis Rodrigues Kato

Orides Morandin Jr.

Esse capítulo apresenta um módulo didático para ensino da teoria de controle utilizando um software supervisorio desenvolvido através da linguagem C Sharp, com uma placa de aquisição de dados via USB, um controle digital microcontrolado e uma planta de um motor de corrente contínua e respectivo acionamento. Inicialmente são apresentados resultados que demonstram as características do controlador proporcional, integral e derivativo (PID), mas com a possibilidade de alteração do módulo de controle por qualquer outro tipo de controlador. Essa proposta tem como objetivo a substituição do trabalho desenvolvido anteriormente pelos autores, (OGASHAWARA, O. et al. 2009), o qual utilizou ferramentas comerciais, relativamente de alto custo para serem implantadas em cursos de graduação. Dessa forma, além de trazer os benefícios ao ensino da teoria de controle através de aplicações práticas com um custo muito reduzido, permite o total acesso a qualquer parte do sistema, pois foi totalmente desenvolvido para esse fim.

1 Introdução

A economia globalizada tem favorecido as empresas que possuem capacidade de se adaptarem rapidamente às necessidades do mercado, bem como serem competitivas nos quesitos de preço, qualidade e prazo de entrega. Uma das alternativas para o sucesso é a automação de suas plantas industriais. Esta automação implica em conhecimento e aplicação de Sistemas de Controle nos diversos processos, máquinas e equipamentos necessários para a produção. Dentre os diversos sistemas de controle utilizados pela indústria de processos contínuos, o controlador PID é responsável por mais de 95% das malhas de controle (ASTROM; HAGGLUNDO, 2001) e ainda hoje é objeto de pesquisa (LENNARTSON; KRISTIANSSON, 2009; SEKARA; MATAUSEK, 2009; GUZMAN et al., 2008).

Nos cursos de engenharia este assunto é abordado nas disciplinas de Controle. Entretanto em alguns cursos existe uma dificuldade dos alunos entenderem os conceitos relacionados às leis de controle e sua aplicação no ambiente industrial. Os trabalhos de (GUZMAN et al., 2008, KELLY; MORENO, 2001) apresentam métodos de ensino das técnicas de controle PID usando módulos didáticos. Em (GUZMAN et al., 2008) utilizou-se simulação computacional e em (KELLY; MORENO, 2001) utilizou-se um módulo com motor de corrente contínua e sistema de aquisição de dados.

¹⁰ MONTAGNOLI, A. N. et. al., Módulo Didático para Ensino da Teoria de Controle. *In* CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. 37., 2009, Recife. *Anais [...]*. Recife: COBENGE, 2009.

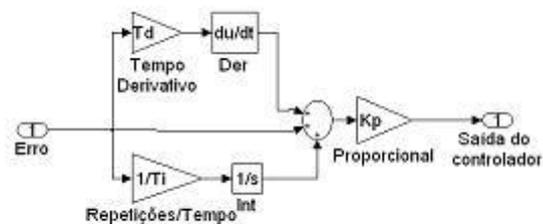
2 Controlador PID

O controlador PID, representado pela Equação (1) é conhecido como PID paralelo clássico, sua representação gráfica pode ser ilustrada na Figura 1.

$$c(t) = K_p \left[e(t) + \frac{1}{\tau_i} \int_0^{\tau_i} e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt} \right] \quad (1)$$

O tempo T_i é o tempo necessário para a saída do controlador dobrar a ação do ganho K_p supondo que o erro permaneça constante. O termo integrador é responsável por eliminar o erro de regime permanente da resposta à entrada degrau. O tempo T_d indica o tempo de antecipação da saída da ação do ganho K_p . O termo derivativo atenua o sobressinal e diminui o tempo de resposta.

Figura 1 - Diagrama de blocos do controlador PID clássico



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.1 Métodos de Sintonia

Um dos fatores que tornou o controlador PID popular foram os métodos empíricos (O'DWYER, 2006) de ajuste dos parâmetros de sintonia, ou seja, o ganho proporcional (K_p), o período de integração (T_i) e o tempo de derivação (T_d). O primeiro método proposto por Ziegler e Nichols é o mais conhecido, outros métodos são derivados da idéia deles. Neste método, aplica-se uma entrada degrau ao processo em malha aberta e mede-se a sua resposta transitória. Da resposta à entrada degrau obtém-se o tempo de atraso (θ), o tempo de resposta (τ) e o ganho (K) do processo. Com esses valores e usando as informações tabeladas calculam-se os valores dos ganhos K_p , tempo de integração T_i e tempo de derivação T_d do controlador PID, (O'DWYER, 2006; OGATA, 2003).

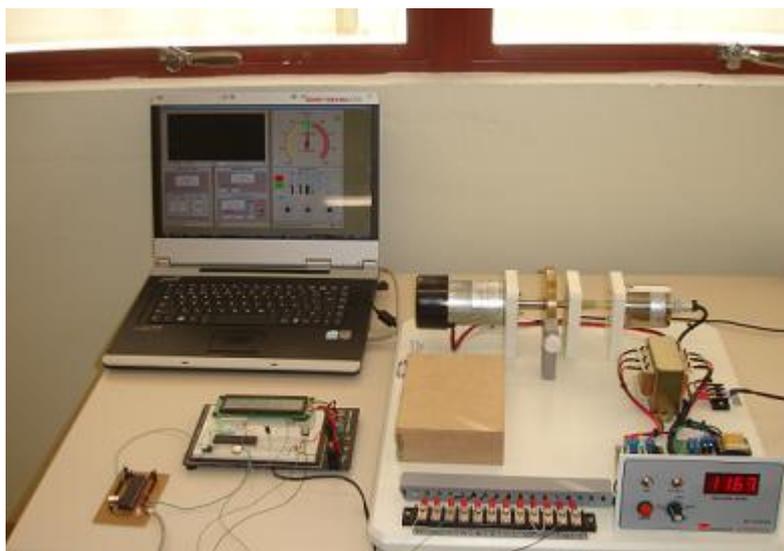
No segundo método de sintonia de Ziegler Nichols o sistema deve trabalhar em malha fechada, com o controlador PID ajustado como controle proporcional. Aumenta-se o ganho proporcional até que a saída do sistema entre em oscilação, este ganho é conhecido como ganho crítico K_{cr} e o período de oscilação é chamado de período crítico T_{cr} . Com estes valores e as informações tabeladas calcula-se os parâmetros do controlador PID.

3 Metodologia

Todo o sistema com exceção da planta do motor, conforme apresentado nas Figuras 2 e 3, foram desenvolvidos pelos autores desse capítulo. O software supervisor foi desenvolvido utilizando a linguagem C Sharp do ambiente de desenvolvimento Visual Studio 2008, a placa de captura USB foi desenvolvida utilizando o Microcontrolador PIC 18F4550, essa placa permite a comunicação do PC com o controlador através da comunicação USB 2.0, esse tipo de comunicação é mais conveniente atualmente devido à facilidade de conexão, pois possui alimentação própria e em muitos computadores atuais, praticamente é único dispositivo de entrada e saída acessível para desenvolvimento de periféricos, foi utilizado o módulo didático com driver de acionamento do motor de corrente contínua, KVC25 desenvolvido pela empresa T&S Equipamentos Eletrônicos, (T&S EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS, 2009).

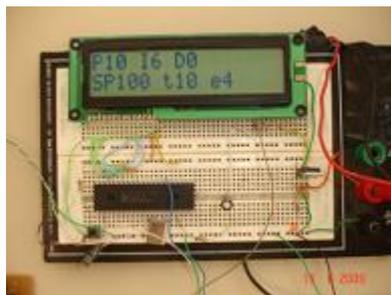
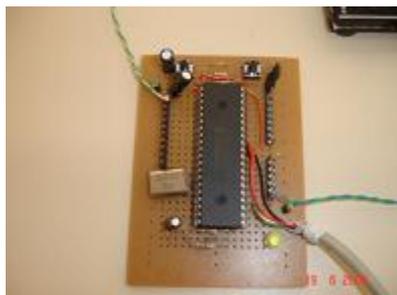
O hardware supervisor desenvolvido com microcontrolador PIC 18F4550, Figura 3a, envia os comandos e parâmetros ao controle, apresentado na Figura 3b, propositalmente realizado em matriz de contato, evidenciando a característica modular de diversos tipos de controles que podem ser implementados pelos alunos durante o curso, neste caso foi utilizado um microcontrolador PIC18F4520, programado em linguagem C padrão. Assim como o hardware supervisor ele também se encarrega pela leitura do conversor analógico/digital (ADC) referente a variável controlada, com o objetivo de liberar o controle para apenas realizar a tarefa de controle, inclusive a atualização do display somente ocorre quando solicitado pelo supervisor, tornando-o mais rápido possível para a tarefa de controle.

Figura 2 – Sistema completo desenvolvido



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 3 – Detalhes: a) do hardware supervisor; b) do controlador PID.

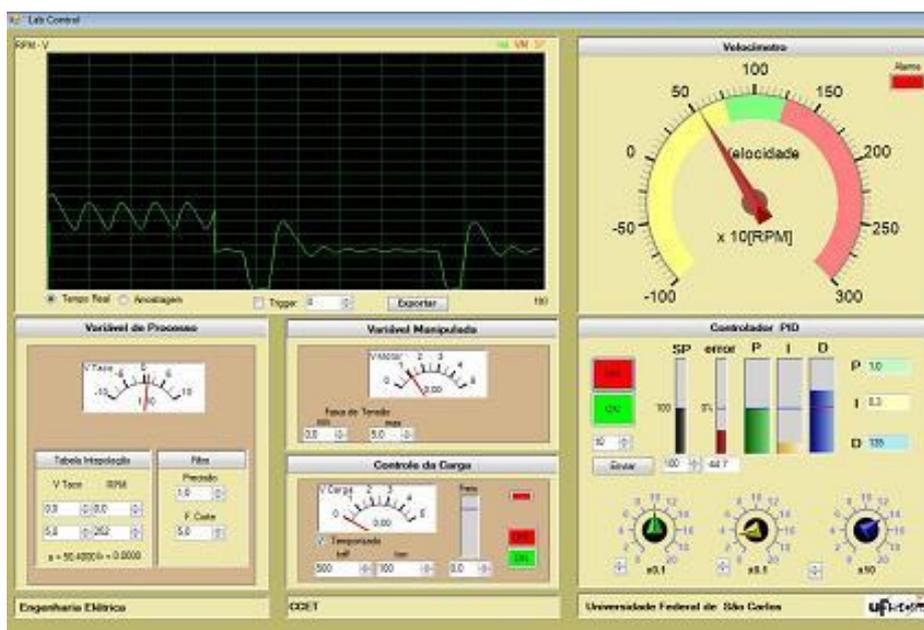


Fonte: Elaborado pelo autor.

A vantagem do sistema proposto está no fato do supervisor apenas fazer a comunicação com o controlador dedicado via comunicação I2C, de tal maneira, conforme utilizado na maioria dos controles industriais, esse fique independente do funcionamento do computador destinado à supervisão, ou seja, o computador onde reside o programa supervisor após o envio das informações para o controle pode ser desligado do sistema sem que ocorram danos ao controle da planta. O microcontrolador responsável pelo controlador possui memória não volátil (flash) que permite sua reinicialização mantendo a última configuração de parâmetros enviada pelo supervisor, isso permite a implementação de sistemas de segurança como *watch dog* que permite a reinicialização automática do controlador ou com sistemas duplicados tipo *master-slave* onde o mau funcionamento do master automaticamente aciona o controle auxiliar *slave*.

O software supervisor desenvolvido utilizando a linguagem C Sharp permite a modularização do controle, conforme apresentado na Figura 4, sendo que, a parte dedicada ao envio ao controlador pode ser facilmente remodelada para trabalhar com outros tipos de plantas ou utilizar outros tipos e teorias de controle como controle Fuzzy, por Redes Neurais, Ótimo e até mesmo controles analógicos, onde os parâmetros de controle são passados via comunicação I2C para o controlador que pode atuar no ganho dos operacionais via *Voltage Controlled Amplifier (VCA)*.

Figura 4 - Janela principal do programa supervisor

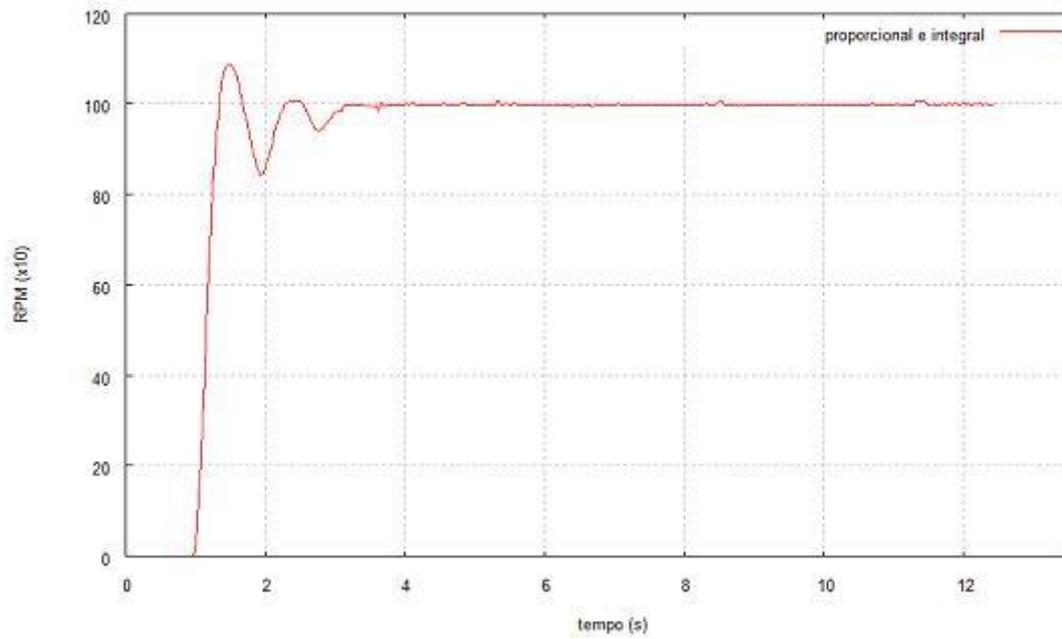


Fonte: Elaborado pelo autor.

4 Resultados

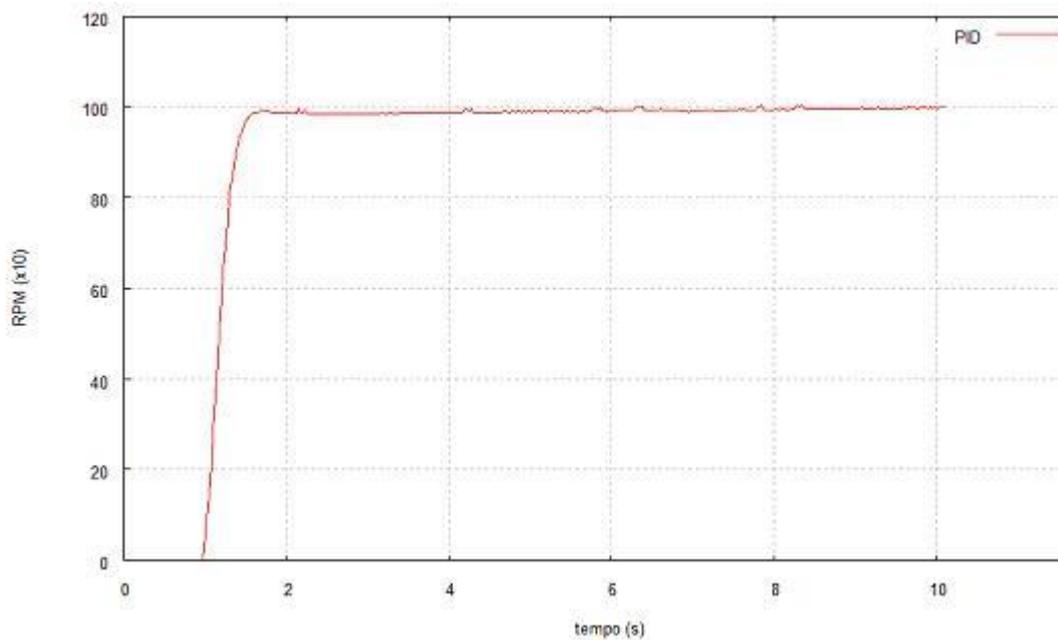
Devido ao objetivo principal desse capítulo ter sido a apresentação do sistema desenvolvido evidenciando seu caráter didático e não o estudo aprofundado das diversas teorias de controle, portanto foram selecionadas duas respostas do sistema, conforme a Figura 5, o controle não tem a ação derivativa e com o parâmetro proporcional igual a 1.0 e integral igual a 0.6, observa-se uma resposta subamortecida de todo o sistema evidenciando o sobressinal da velocidade. Na Figura 6, todos os parâmetros do controlador PID foram ajustados, respectivamente $P = 1.0$, $I = 3.0$ e $D = 15.0$, para ter a melhor resposta possível sem o sobressinal da velocidade.

Figura 5 - Controle somente com os fatores Proporcional e Integral.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 6 – Controle com os três termos PID atuando.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5 Conclusões

A substituição do sistema comercial pelo proposto nesse capítulo permite o estudo da teoria de controle em um ambiente prático mais próximo da realidade industrial com um custo muito reduzido, possibilitando sua implantação em todas as bancadas disponíveis no laboratório das aulas relacionadas à teoria de controle.

Outro fator importante consiste no completo domínio da tecnologia, a qual pode ser repassada aos alunos para eventuais melhorias e compreensão de todo o sistema.

Segundo alguns autores existe uma lacuna muito grande entre a teoria e a prática quando se diz respeito à teoria de controle, muitas vezes um controlador PID pode ser utilizado na prática quase sem nenhum conhecimento teórico e por outro lado o conhecimento profundo de diversas teorias de controle não garante a formação e capacitação do aluno para sua aplicação na prática, (SANCHES-PEÑA, R. S. et al., 2007; O'DWYER, 2006). O exemplo apresentado nesse capítulo mostra a utilização de um controlador na prática validando as teorias de controle, sendo que, sua sintonia foi obtida utilizando o método empírico de Ziegler-Nichols, apenas com o intuito de apresentar uma das diversas possibilidades que o sistema desenvolvido tem em sua aplicação em aulas referentes à teorias de controle. Especificamente na Universidade Federal de São Carlos, nesse ano de 2009, deu-se início as aulas da primeira turma do curso de Engenharia Elétrica, evidentemente esse sistema não foi utilizado ainda nos laboratórios das disciplinas de controle, mas em conjunto com a disciplina oferecida no primeiro semestre do curso chamada de Iniciação à Engenharia, a qual aborda uma introdução à teoria de controle, permitiu que os alunos apresentassem o módulo didático desenvolvido em um evento aberto ao público, chamado de Universidade Aberta. Foi observada de forma muito positiva a satisfação dos alunos em ter um contato logo no início do curso com ferramentas intimamente relacionadas à área de formação que estão ingressando.

5 Referências

ASTROM, K. J.; HAGGLUND, T. The future of PID control. **Control Engineering Practice**. p. 1163–75, v. 9, n. 11, 2001.

GUZMAN, J. L. *et al.* Interactive Learning Modules for PID Control. **IEEE Control Systems Magazine**, p.118-34, 2008.

KELLY, R.; MORENO, J. Learning PID Structures in an Introductory Course of Automatic Control. **IEEE Transactions on Education**, p. 373-376, v. 44, n. 4, 2001.

LENNARTSON, B.; KRISTIANSSON, B. Evaluation and tuning of robust PID controllers. **IET Control Theory Applications**, p. 294–302, v. 3, n. 3, 2009.

O'DWYER, A. **Handbook of PI and PID controller tuning rules**. Londres: Imperial College Press, 2006.

OGASHAWARA, O. Módulo Didático para Ensino da Teoria de Controle. *In*: BRAZILIAN CONFERENCE ON DYNAMICS, CONTROL AND APPLICATIONS, 8., 2009, Bauru. **Anais**

[...]. Bauru: FEB-UNESP, 2009.

OGATA, K., **Engenharia de Controle Moderno**. [s.l.]: Prentice-Hall do Brasil, 4. ed. 2003.

REGAZZI, R. D.; PEREIRA, S. P.; SILVA JR., M. F. **Soluções Práticas de Instrumentação e Automação Utilizando a programação gráfica LabVIEW**. Rio de Janeiro: KWG, 2005. 456 p.

SANCHES-PEÑA, R. S. *et al.*(ed.). **Identification and Control: The Gap Between Theory and Practice**. [s.l.]: Springer, 2007. 330 p.

SEKARA, T. B.; MATAUSEK, M. R. Optimization of PID Controller Based on Maximization of the Proportional Gain Under Constraints on Robustness and Sensitivity to Measurement Noise. **IEEE Transactions on Automatic Control**, v.54, n.1, 2009.

T&S EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS. **Bancada de controle de motor KVC25**. Disponível em: www.tesequipamentos.com.br. Acesso em: 10 jun. 2009.

O Uso da Inovação Tecnológica com Dispositivos Móveis para Divulgação das Informações no Curso de Engenharia Elétrica¹¹.

Celso Aparecido de França
Robson Barcellos
Edilson Reis Rodrigues Kato
Flávio Yukio Watanabe
Osmar Ogashawara

A informação é um fator importante em qualquer área do conhecimento. Através da informação muitas inovações são realizadas, novas descobertas acontecem e várias ações são tomadas com economia de recursos. A evolução da tecnologia proporcionou como fator positivo maior conforto e segurança aos usuários, além de ter facilitado o acesso à informação. Infelizmente nem sempre as informações obtidas nas redes mundiais são confiáveis, tornando-se isto um fator negativo, mas não resta dúvida que a tecnologia, quando bem explorada, se torna um instrumento de grande valia em qualquer área do conhecimento. Muitos alunos desconhecem o regimento e informações sobre a escola e sobre o curso e por causa desse desconhecimento muitos são penalizados, inclusive com perda de vaga. Este capítulo propõe a utilização da tecnologia no auxílio aos coordenadores, professores e discentes do curso com objetivo de trazer informações sobre o curso e sobre o regimento de uma forma rápida que possa ser acessada de qualquer lugar, através de um dispositivo móvel. Para atingir este objetivo foi desenvolvido um aplicativo com informações sobre o curso e sobre o regimento interno da escola, sendo que o mesmo pode ser baixado e consultado através de celulares, de tablets e até mesmo pelo computador pessoal. O sucesso do aplicativo foi medido pela quantidade de downloads e pelo retorno dado pelos alunos.

1 Introdução

O ingresso no ensino superior é marcado por diversos tipos de experiências para os alunos. Se por um lado, existe a felicidade de se ter conquistado uma vaga nas IES, do outro, existem fatores que causam choques culturais aos recém-chegados à vida universitária (MARCONDES & PINTO, 2004). A maioria dos alunos que ingressam nas IES tem que se adaptar a uma nova metodologia de ensino. Diferentemente do nível médio, a quantidade de conteúdos e de trabalhos são maiores nos cursos superiores. Além disso, muitos alunos são de outras cidades e, portanto,

¹¹ FRANÇA, C. A., et. al., O uso da Inovação Tecnológica com Dispositivos Móveis para Divulgação das Informações no Curso de Engenharia Elétrica. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. 43., 2015, São Bernardo do Campo. **Anais [...]**. São Bernardo do Campo: COBENGE, 2015.

devem se preocupar, também, com questões do tipo moradia e alimentação. Com todas essas preocupações, muitos alunos esquecem ou desconhecem o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) e o regimento interno da instituição.

A resolução CNE/CES 11/2002* no seu Art. 5º estabelece que “cada curso de Engenharia deve possuir um projeto pedagógico que demonstre claramente como o conjunto das atividades previstas garantirá o perfil desejado de seu egresso e o desenvolvimento das competências e habilidades esperadas”. O desconhecimento do PPC e do regimento pode causar sérias penalidades aos alunos, inclusive com a perda da vaga.

A falta de informação sobre o curso, também, é prejudicial aos alunos. Muitos alunos não se preocupam com os requisitos das disciplinas, o que pode levar a um atraso da formatura ou até mesmo no jubramento do estudante.

O papel do professor e o papel do aluno devem ser pensados como elementos fundamentais para organização escolar, pois é justamente na interação entre esses dois papéis que se dá o processo ensino aprendizagem (Machado et al, 2015). Por isso as informações, também, são essenciais aos coordenadores e professores que devem ter conhecimento sobre o curso e o regimento para interagir de forma eficiente com os discentes.

Para incentivar e motivar os alunos a acessar essas informações, elas devem estar presentes no cotidiano dessa nova geração. Internet e dispositivos móveis fazem parte do mundo moderno sendo que, segundo o IBGE (2015), cerca de 130,8 milhões de pessoas com idade de 10 anos ou mais, que corresponde a 75,5% da população residente no Brasil em 2013, possuíam telefone móvel celular para uso pessoal, indicando um crescimento de 5,1% em relação ao ano anterior (IBGE, 2015).

Um dos principais motivos para a disseminação e uso de aparelhos celulares é o baixo custo dos aparelhos e dos serviços de telefonia móvel em comparação com os valores dos computadores e serviços de acesso à internet (Da Silva, 2008).

Mendez (2001) comenta que “estamos vivendo uma realidade em que a variedade de opções, em termos educacionais, amplia-se rapidamente em função da presença de diferentes tecnologias, que são utilizadas não só como mídias auxiliares e facilitadoras, mas também como mediadoras e estruturadoras do processo de ensino-aprendizagem” (Mendez Filho et al, 2001).

Há uma tendência de empregar, em todas as partes do mundo, a Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) como suporte para a realização de diversificadas atividades à distância, devido às facilidades de design e produção sofisticados, rápida emissão e distribuição de conteúdos, interação com informações, recursos e pessoas (ALMEIDA, 2006).

A contribuição das tecnologias da informação e comunicação (TIC) e as diferentes ferramentas de comunicação e interação favorecem “a formação de comunidades de aprendizagem que privilegiam a construção do conhecimento, a comunicação, a formação continuada, a gestão administrativa, pedagógica e de informações” (ALMEIDA, 2001).

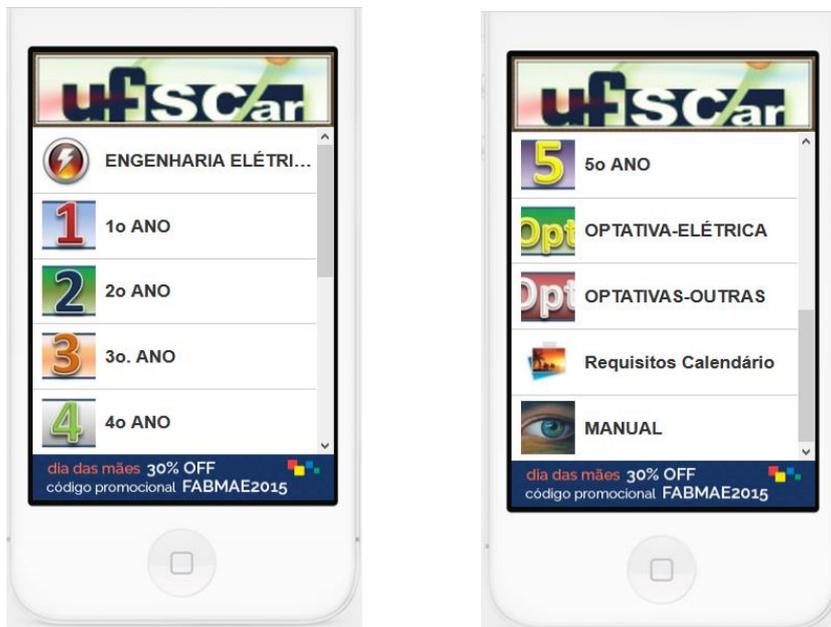
É apresentado neste capítulo um aplicativo utilizado no curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) que tem por objetivo levar aos alunos, informações sobre o curso e sobre o regimento interno do Departamento de Engenharia Elétrica e da Universidade, que podem ser acessadas através de dispositivos móveis como celulares e *tablets*, e também através de computadores pessoais.

2 Aplicativo

A ideia do aplicativo surgiu da necessidade de transmitir informações atualizadas e confiáveis para os alunos. Além disso, o usuário tem a vantagem de ter as informações sempre à mão, o que se torna muito útil para os coordenadores, professores e alunos. O lado esquerdo da

Figura 1 mostra as cinco primeiras opções da tela inicial do aplicativo, e do lado direito às últimas cinco opções. A barra de rolagem é usada para navegar entre as opções.

Figura 1 – Tela inicial do Aplicativo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 2 – Opção "Engenharia Elétrica".



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesta tela inicial as opções oferecidas pelo aplicativo são indicadas por ícones e possuem as seguintes informações:

Opção "Engenharia Elétrica": nesta opção são apresentadas informações gerais sobre o curso tais como: data da criação, total de créditos, portaria de reconhecimento, contatos da secretaria e da coordenação, links para acesso às páginas do departamento e do centro acadêmico, entre outras informações. A Figura 2 apresenta esta opção, onde se pode notar um código de barra bidimensional (Código QR) que contém o endereço do aplicativo na internet.

As opções "1º Ano", até "5º Ano" contêm as informações das disciplinas referentes aos cinco anos do curso. Cada ano traz a informações de dois semestres, pois o curso é semestral. Informações como código de disciplinas, requisitos e ementas podem ser consultadas a qualquer momento. Vários ícones foram utilizados para designar os departamentos ofertantes das disciplinas, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1 – Ícones utilizados para determinar os departamentos ofertantes das disciplinas.

	Departamento de Engenharia Elétrica		Departamento de Engenharia Química		Departamento de Estatística
	Departamento de Física		Departamento de Matemática		Departamento de Engenharia Mecânica
	Departamento de Engenharia de Produção		Departamento de Química		Departamento de Computação

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 3 são mostradas duas telas do aplicativo da opção “2º Ano”. Na tela à esquerda (a) estão listadas as várias disciplinas do 2º Ano e na tela à direita (b) estão as informações sobre a disciplina Instalações Elétricas.

Figura 3 – (a) Tela enumerando as disciplinas do 2º Ano. (b) Tela sobre as informações da disciplina de Instalações Elétricas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As opções "Optativa-Elétrica" e "Optativas-Outras" contêm informações referentes às disciplinas optativas oferecidas pela engenharia elétrica e pelos outros departamentos, respectivamente.

A Engenharia Elétrica possui 6 módulos nos quais as disciplinas se agrupam (Eletrônica, Automação, Comunicações, Eletricidade, Energia e Mecatrônica). As disciplinas optativas

oferecidas pelos outros departamentos são agrupadas em 3 módulos: Humanidades, Ciências do Ambiente e Engenharia de Produção. Foram utilizados vários ícones para designar a qual módulo a disciplina optativa pertence. A Tabela 2 mostra todos os ícones das disciplinas optativas.

Tabela 2 - Ícones utilizados para determinar os módulos das disciplinas optativas.

	Módulo de Eletrônica		Módulo de Automação		Módulo de Comunicações
	Módulo de Eletricidade		Módulo de Energia		Módulo de Mecatrônica
	Módulo de Humanidades		Módulo de Ciências do Ambiente		Módulo de Engenharia de Produção

Fonte: Elaborado pelo autor.

A opção "Requisitos Calendários" dá acesso a várias informações em forma de imagens. A Figura 4 mostra a tela da opção "Requisitos Calendários" que foi dividida em quatro áreas de informações (A, B, C e D). A área A contém informações, em forma de diagrama em blocos, da sequência das disciplinas obrigatórias por semestre e com os seus requisitos. Na área A também, existe o diagrama em blocos das disciplinas optativas. Na área B é mostrada a tabela com as atividades complementares e sua equivalência, em horas, que são usadas para inclusão no histórico. Na área C é apresentado o horário do semestre corrente, incluindo o nome dos professores que ministram as disciplinas e a localização das salas de aulas. Na área D, os usuários tem acesso ao calendário acadêmico da universidade.

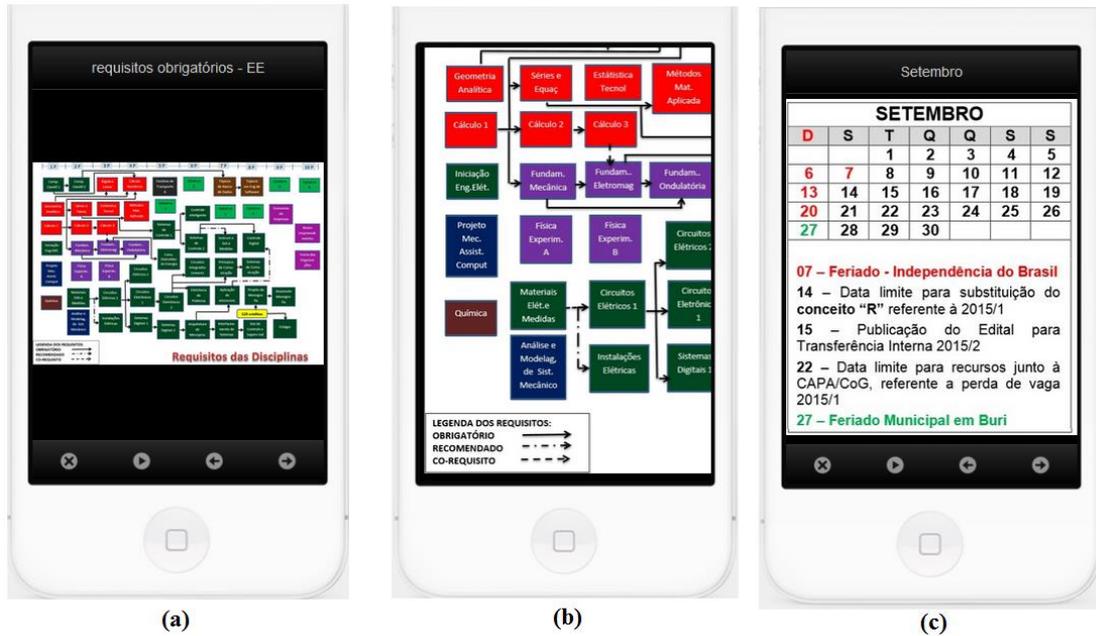
Figura 4 – Tela da opção Requisitos Calendários mostrando algumas áreas de informações.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 5 mostra o acesso às informações das áreas A e D. A Figura 5(a) mostra o diagrama em bloco inteiro da sequência das disciplinas, que pode ser ampliado pelo usuário para mostrar os detalhes do diagrama de blocos como mostrado na tela da Figura 5(b). A Figura 5(c) apresenta um acesso ao mês de setembro do calendário acadêmico, onde os alunos, os professores e coordenadores podem consultar as atividades previstas para aquele mês.

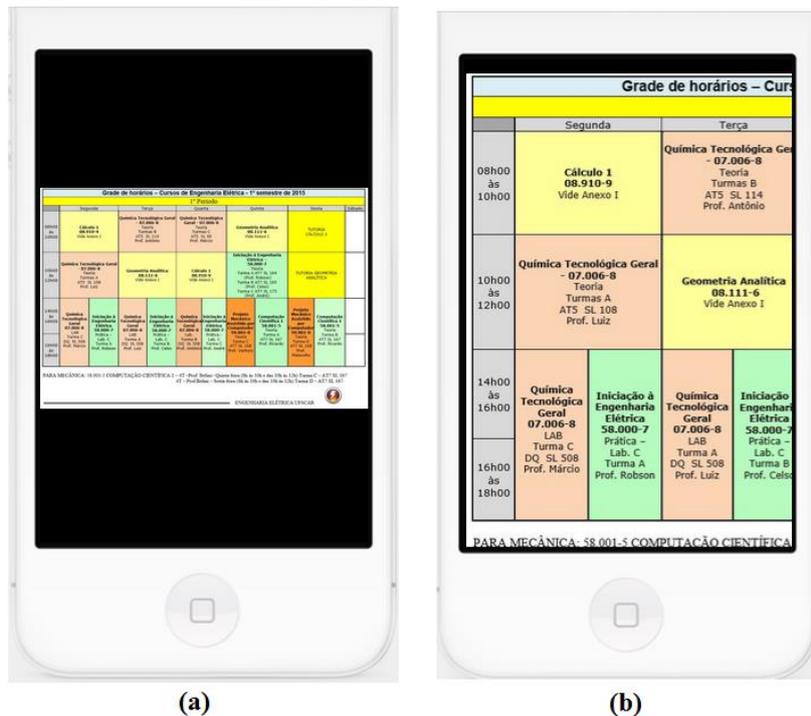
Figura 5 – (a) Acesso ao diagrama em blocos das disciplinas obrigatórias. (b) Ampliação do diagrama em blocos e (c) acesso às informações das atividades do mês de setembro.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 6 apresenta as informações da área C da opção "Requisitos Calendários". A informação contida nesta área auxilia muito os alunos no início dos semestres, pois além dos horários das aulas serem exibidos, também, o número das salas de aulas. Isto permite que os alunos saibam exatamente onde é a sala de sua próxima aula.

Figura 6 – (a) Horário de aulas. (b) Horário de aulas ampliado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A última opção do aplicativo é o "Manual". Nesta opção estão alguns pontos relevantes das normas e do regimento da universidade, os avisos importantes e itens do projeto pedagógico do curso. São informações de elevado interesse, que afetam diretamente os alunos. A Figura 7(a) mostra o acesso a algumas dessas informações (Atividades Complementares, Perda de Vaga, Disciplinas: cancelamento e desistência e Trancamento de Matrícula). Na Figura 7(b) apresenta na área A informações sobre perda de vaga. Na área B são mostradas informações sobre procedimentos para entrar com recurso caso o aluno venha a perder a vaga. Essas informações evitam que os alunos precisem ser orientados pelas secretarias sobre o procedimento a ser seguido.

Figura 7 – (a) Algumas das informações da opção Manual. (b) Acesso ao item Perda de Vagas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O aplicativo foi elaborado no fim de dezembro de 2014. A ideia inicial era o desenvolvimento completo do aplicativo, mas devido à meta de apresentar o aplicativo no início do ano de 2015, os autores resolveram utilizar um *template*. A vantagem do *template* é a economia de tempo de desenvolvimento, além do mesmo já ser desenvolvido em quatro plataformas: Windows, Android, IOs e Firefox. Uma desvantagem do *template* é sua limitação, por exemplo, a falta de um canal de comunicação entre o aplicativo e os usuários.

O desenvolvimento de um aplicativo proprietário está em estudo. Para que o aplicativo seja útil, o mesmo deve ser sempre atualizado. Uma dificuldade comum é que nem sempre as instituições tem pessoal com tempo disponível para manter o aplicativo atualizado.

3 Conclusões

As vantagens do aplicativo são enormes. As perdas de tempo de alunos, professores e secretarias são minimizadas. As informações estão sempre à mão a qualquer hora e em qualquer lugar. A mobilidade permite aos coordenadores acessarem os conteúdos e informações mesmo estando longe dos computadores de suas salas e secretarias.

O aplicativo ainda não completou seis meses de uso e já acusa 654 *downloads* conforme Tabela 3 e Figura 8. A Figura 8 foi obtida diretamente no site do aplicativo.

Tabela 3 – *downloads* mensais do Aplicativo.

Mês	Download
Dezembro/2014	100
Janeiro/2015	70
Fevereiro/2015	138
Março/2015	253
Abril/2015	77
Mai/2015	16
TOTAL	654

Figura 8 – Gráfico dos *downloads* mensais do Aplicativo.



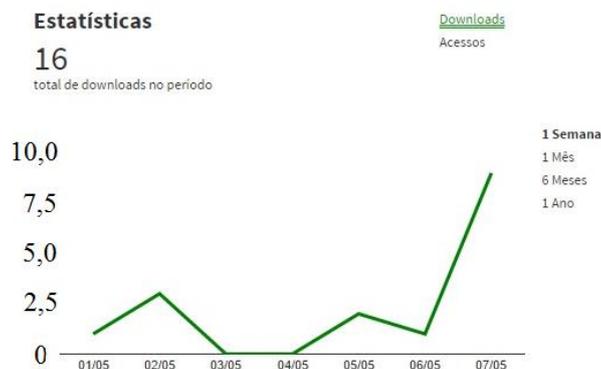
Fonte: Elaborado pelo autor.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Deve-se notar que o curso de Engenharia Elétrica da UFSCar é um curso novo, começou suas atividades em 2009, possuindo duas turmas formadas. Levando em conta que o total de alunos ativos no curso não chega a 240 e que o total de *downloads* foi de 654 conclui-se que houve 2,7 vezes mais de *downloads* do que o número de alunos. Isto se deve em parte a *downloads* feitos por alunos que se matricularam, mas desistiram do curso. Outro motivo foi que os alunos de outros cursos fizeram *downloads* do aplicativo devido à divulgação feita pelos alunos da Engenharia Elétrica. O grande número de *downloads* incentivou os autores a darem continuidade à evolução do aplicativo.

Na primeira semana do mês de maio/2015, época que este capítulo foi escrito, aconteceram 16 *downloads*, conforme mostra a Figura 9 obtida no site do aplicativo.

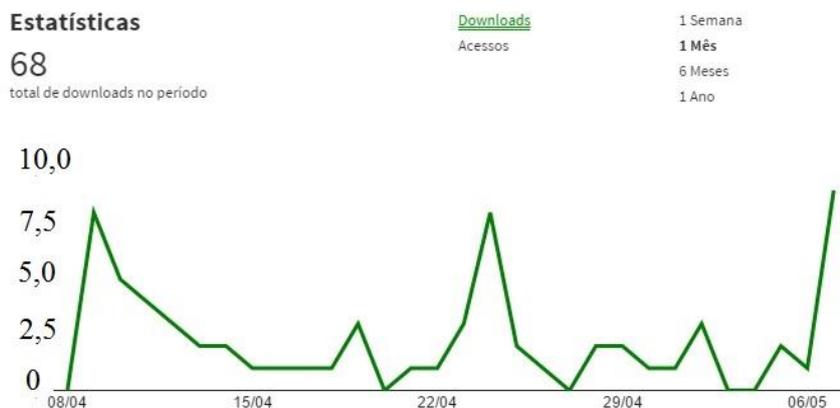
Figura 9 – Gráfico dos *downloads* da primeira semana do mês de maio/2015. Obtido no site do Aplicativo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 10 apresenta o número de *downloads* realizados no período de um mês anterior a 07 de maio de 2015. Nota-se que praticamente todos os dias há pelo menos um *download* do aplicativo. Neste período foram realizados 68 *downloads*.

Figura 10 – Gráfico dos *downloads* entre as datas de 08/abril a 07/maio. Obtido no site do Aplicativo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Será realizada uma pesquisa com os alunos para saber o grau de satisfação com o aplicativo e sua usabilidade. Esta pesquisa foi sugerida por alguns alunos que também sugeriram a criação um canal de comunicação no aplicativo e a alteração de alguns ícones.

4 Referências

ALMEIDA, M. E. B. Formando professores para atuar em ambientes virtuais de aprendizagem. *In*: ALMEIDA, F. (org.). **Educação a distância**: formação de professores em ambientes virtuais e colaborativos de aprendizagem. São Paulo: MCT/PUC, 2001.

ALMEIDA, M. E. B. Educação, Ambientes Virtuais e Interatividade. *In*: SILVA, M. (org.). **Educação Online**. 2. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2006, p. 203-218.

CNE. Resolução CNE/CES 11/2002. **Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril de 2002**. Seção 1, p. 32.

DA SILVA, M. G. M.; CONSOLLOI, A. T. **Uso de dispositivos móveis na educação** – o SMS como auxiliar na mediação pedagógica de cursos a distância. quinto elemento-design da informação, 2008.

IBGE. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios**: Síntese de indicadores 2013. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Trabalho_e_Rendimento/Pesquisa_Nacional_por_Amostra_de_Domicilios_anual/2013/Sintese_Indicadores/sintese_pnad2013.pdf. Acesso em: 04 de maio de 2015.

MACHADO, S. C.; CHICIUE, L.; ARAUJO, V. L.; LEITÃO, V. **O papel do professor e do aluno no projeto político pedagógico da escola**. (PUCPR): Paraná. Disponível em: <http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2006/anaisEvento/docs/CI-255-TC.pdf>. Acesso em 27 de abril de 2015.

MARCONDES, F. D.; PINTO, D. P. A Participação discente na elaboração e implementação do projeto político pedagógico. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 32., 2004, Juiz de Fora. **Anais** [...]. Juiz de Fora: COBENGE, 2004.

MENDES FILHO, L. A. M. Inovações Tecnológicas no Ensino: Contribuições Teóricas. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29., 2001, Porto Alegre. **Anais** [...]. Porto Alegre: COBENGE, 2001.

PARTE C

Avaliações do Curso

Implantação do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar: Avaliação Parcial (2009 a 2011)¹².

Edilson Reis Rodrigues Kato

Osmar Ogashawara

Emerson Carlos Pedrino

Orides Morandin Jr.

O Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) iniciou no ano de 2009, em decorrência do Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), com a missão de contribuir para o desenvolvimento do País e aumento do número de engenheiros nessa modalidade. A proposta metodológica desse curso é considerada inovadora devido às chamadas “Disciplinas Integradoras”, ou seja, a matriz curricular é constituída de disciplinas que possuem a função de estimular, motivar e justificar ao aluno do curso as necessidades curriculares estipuladas. O presente capítulo tem como objetivo realizar uma avaliação parcial da implantação do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar frente aos três primeiros anos de sua implantação. Nessa avaliação parcial serão analisadas especificamente o desempenho dos alunos nas disciplinas básicas e nas específicas, assim como será apresentada uma visão do aluno em relação ao projeto pedagógico, os docentes e a estrutura física do curso. As comparações são realizadas utilizando as médias dos alunos nas disciplinas e dados de um projeto de auto avaliação da UFSCar realizado pela CPA – Comissão Própria de Avaliação da UFSCar em 2011. Como resultado, pode-se observar que apesar das dificuldades encontradas na implantação do curso de Engenharia Elétrica, pelo menos até o momento o curso vem sendo implantado com sucesso tanto no quesito desempenho dos alunos como na sua satisfação e motivação. Também são apontadas lacunas para que a coordenação de curso consiga sanar alguns possíveis desvios e diferenças.

1 Introdução

O curso de Engenharia Elétrica da UFSCar foi criado em 2009, dentro do programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) promovido pelo Governo Federal, com o objetivo de aumentar a quantidade de engenheiros formados nessa modalidade. Frente a essa necessidade, o projeto pedagógico desse curso deveria propor meios de formar profissionais para tratar de problemas que envolvessem tecnologias de automação e tecnologias de informação para serem competitivos no mercado globalizado, implicando no uso de sistemas que devam trabalhar de forma integrada, ou seja, interagindo com várias áreas de conhecimento (INSTITUTO EUVALDO LODI, 2006). Com o objetivo de formar profissionais com essas competências e habilidades, a UFSCar propôs a criação do curso de Engenharia Elétrica com ênfase em eletrônica e sistemas de controle (BRASIL, 1996) (CNE/CES, 2002). A elaboração do curso parte das considerações do

¹² KATO, E. R. R. et. al., Implantação do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar: Avaliação Parcial (2009 a 2011)”. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. 40., 2012, Belém. **Anais [...]**. Belém: COBENGE, 2012.

contexto de atuação dos futuros profissionais de Engenharia e do perfil necessário à formação deste profissional (GAMA, 2002) (UFSCar, 2004).

O presente capítulo tem como objetivo realizar uma avaliação parcial da implantação do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar em relação ao desempenho dos alunos nas disciplinas de formação básica e profissionalizante/específica e a partir da visão do aluno verificar seu entendimento e avaliação do projeto pedagógico, dos docentes e da infraestrutura do curso apresentados até o momento.

O curso se encontra atualmente no quarto ano de implantação, sendo que a coleta de dados se refere aos três primeiros anos de implantação, ou seja, dos anos de 2009, 2010 e 2011, onde se pode analisar o desempenho dos alunos nesse período, através do seu desempenho nas disciplinas. Será analisada a média das notas obtidas por disciplinas e o percentual de alunos aprovados e reprovados na mesma.

Uma pesquisa realizada pela CPA (Comissão Própria de Avaliação) da UFSCar (2012) envolveu a avaliação por parte dos alunos, docentes e técnicos administrativos, com o apoio da Pró-reitoria de Graduação da UFSCar, dos cursos mais novos implantados pelo programa REUNI, dentre eles, o curso de Engenharia Elétrica da UFSCar.

1.1 Proposta metodológica do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar

O Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar possui um conjunto de disciplinas de formação as quais podem ser divididas em núcleos. Os núcleos de formação são descritos como Núcleo de Formação Básica, Profissionalizante e Específico (UFSCar, 2008). Algumas disciplinas tanto do núcleo de formação Básico como Profissionalizante e Específico atuam como disciplinas integradoras que visam basicamente estabelecer uma motivação entre os conhecimentos desses núcleos baseada principalmente na ideia de aprendizado baseado em problemas e projetos. A ação dessas disciplinas integradoras, assim como a descrição dos momentos para a sua apresentação, proposição e caracterização foi amplamente discutida em trabalhos anteriores (MORANDIN JR. et al., 2009; OGASHAWARA et al., 2009; KATO et al., 2010). Também nesses trabalhos o projeto pedagógico do curso de Engenharia Elétrica implantado na UFSCar foi discutido em detalhes.

As disciplinas caracterizadas como disciplinas de formação Básica, formação Profissionalizante e formação Específica ofertadas até o momento no curso de graduação em Engenharia Elétrica da UFSCar (UFSCar, 2008) são:

Básicas: Química Tecnológica Geral, Geometria Analítica, Cálculo 1, Iniciação à Engenharia Elétrica, Projeto Assistido por Computador, Cálculo 2, Séries e Equações Diferenciais, Física Experimental A, Fundamentos de Mecânica, Análise e Modelagem de Sistemas Mecânicos, Álgebra Linear 1, Cálculo 3, Física Experimental B, Fundamentos de Eletromagnetismo, Cálculo Numérico, Métodos da Matemática Aplicada, Fundamentos de Física Ondulatória e Fenômenos de Transporte 6.

Profissionalizante/Específica: Computação Científica 1, Computação Científica 2, Materiais Elétricos e Medidas, Estatística Tecnológica, Instalações Elétricas, Circuitos Elétricos 1, Circuitos Eletrônicos 1, Sistemas Digitais 1, Circuitos Elétricos 2, Circuitos Eletrônicos 2, Conversão Eletromecânica de Energia, Sistemas de Controle 1, Sistemas Digitais 2, Arquitetura de Sistemas Microprocessados, Circuitos Integrados Lineares, Controle Inteligente, Eletrônica de Potência e Sistemas de Controle 2.

A partir dessas disciplinas separadas nesses dois grupos, formação Básica e formação Profissionalizante/Específica, pode-se avaliar o desempenho dos alunos nos três anos de implantação do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar.

2 Avaliação de desempenho dos alunos

Para se verificar e avaliar o desempenho dos alunos ingressantes nas disciplinas do primeiro, segundo e terceiro anos do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar, foram buscadas informações contidas na base de dados do site da Pró-Reitoria de Graduação – ProgradWeb, em maio de 2012, de acordo com os registros da lista dos alunos que permanecem regularmente matriculados no curso, disponibilizadas pela Divisão de Controle Acadêmico (DICA) da UFSCar. São consideradas, para fins de análise, as notas das disciplinas em que os estudantes cursaram pela primeira vez, ou seja, não são consideradas as notas em que os alunos cursaram as disciplinas por outras vezes posteriores, a ideia foi analisar o grau de dificuldade e preparo para os alunos na primeira vez que cursou a disciplina.

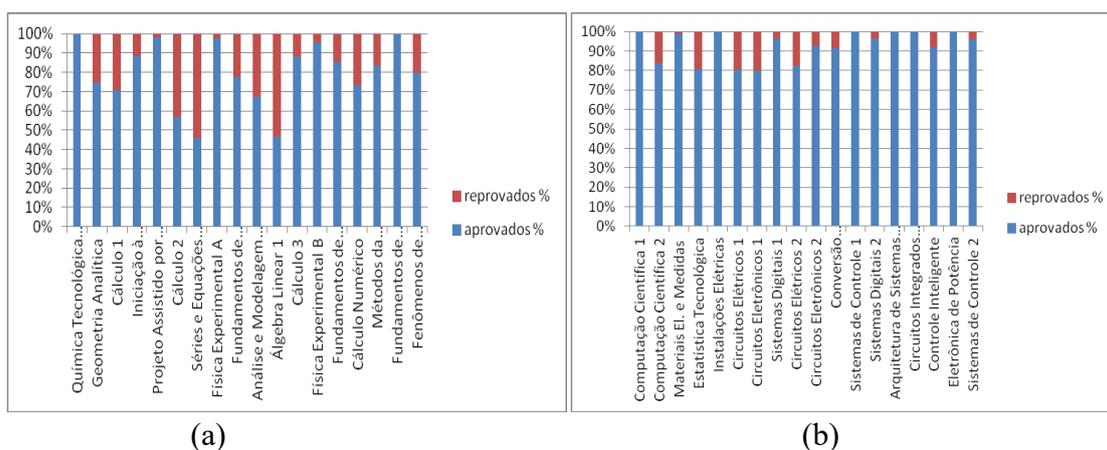
São analisadas as médias das notas de todas as disciplinas cursadas pelos alunos para esses dois grupos de disciplinas e também a quantidade de alunos aprovados e reprovados por disciplina para os dois grupos. De acordo com a DICA, os alunos regularmente matriculados no curso de Engenharia Elétrica totalizavam 32 ingressantes em 2009, 32 ingressantes em 2010 e 38 ingressantes em 2011.

2.1 Resultados da Avaliação do Desempenho dos Alunos

Para os dois grupos de disciplinas, isto é, disciplinas de formação Básica e de formação Profissionalizante/Específico o percentual de alunos aprovados e reprovados e também a média geral obtida pelos alunos que cursaram tais disciplinas pela primeira vez.

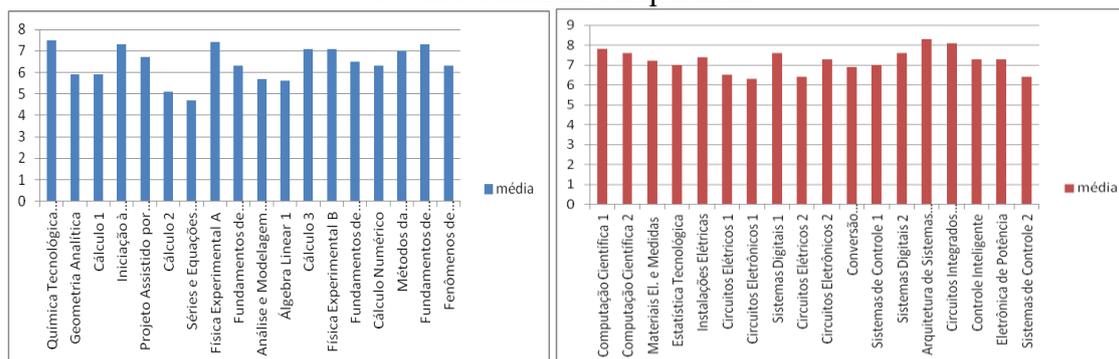
A Figura 1(a) ilustra o percentual de alunos aprovados e reprovados nas disciplinas de formação Básica e a Figura 1 (b) ilustra o percentual de alunos aprovados e reprovados nas disciplinas de formação Profissionalizante/Específico. A Figura 2 ilustra a média obtida nas disciplinas de formação Básica e de formação Profissionalizante/Específico pelos alunos que cursaram pela primeira vez tais disciplinas.

Figura 1 – Percentual de alunos aprovados e reprovados nas disciplinas de formação Básica (a) e formação Profissionalizante/Específica (b).



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 2 – Média obtida pelos alunos nas disciplinas de formação Básica e Profissionalizante/Específica.



Fonte: Elaborada pelo autor.

3 Avaliação do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar

Como parte do processo de avaliação da qualidade de ensino elaborado pelo Plano Desenvolvimento Institucional (PDI) da UFSCar (UFSCar, 2004) foi estabelecida a Comissão Própria de Avaliação (CPA) da UFSCar, com o objetivo de avaliar os cursos implantados e em implantação junto aos estudantes, docentes e técnico-administrativos. A Comissão Própria de Avaliação considera importante a avaliação dos cursos para reflexões sobre os projetos pedagógicos e possíveis ajustes e reformulações. Em decisão conjunta com a ProGrad, ficou acordado que seriam avaliados os cursos mais novos da UFSCar, ainda não consolidados. Assim, foram avaliados todos os 14 cursos do campus Sorocaba, cinco cursos do campus Araras (exceto o Curso de Engenharia Agrônômica, que é mais antigo) e os nove cursos novos REUNI do campus São Carlos. No total foram avaliados 28 cursos (UFSCar, 2012). Dentre eles, o curso de Engenharia Elétrica da UFSCar.

Foram elaborados formulários para discentes, docentes e técnico-administrativos com a colaboração das pedagogas da Coordenadoria de Desenvolvimento Pedagógico da Pró-Reitoria de Graduação da UFSCar e do Centro de Estudos de Risco (CER) do Departamento de Estatística da UFSCar. Procurou-se confeccionar formulários com o menor número possível de questões e mais objetivos, para que a comunidade se motivasse a respondê-los. Os formulários abordaram questões sobre as dimensões do Perfil do Profissional a ser formado na UFSCar; da formação recebida nos cursos; estágio supervisionado; participação em pesquisa, extensão e outras atividades; condições didático-pedagógicas dos professores; trabalho das coordenações de curso; grau de satisfação com o curso realizado; condições e serviços proporcionados pela UFSCar; condições de trabalho para docentes e técnico-administrativos.

a. Avaliação do curso de Engenharia Elétrica: visão dos estudantes

Com relação ao curso de Engenharia Elétrica foram coletados dados do corpo discente, no período de outubro e novembro de 2011, nuns 32 alunos atualmente cursando o 4º ano de Engenharia Elétrica, foram obtidas 30 respostas válidas. Os formulários abordaram questões pertinentes ao curso de Engenharia Elétrica conforme as questões e seus itens descritos abaixo:

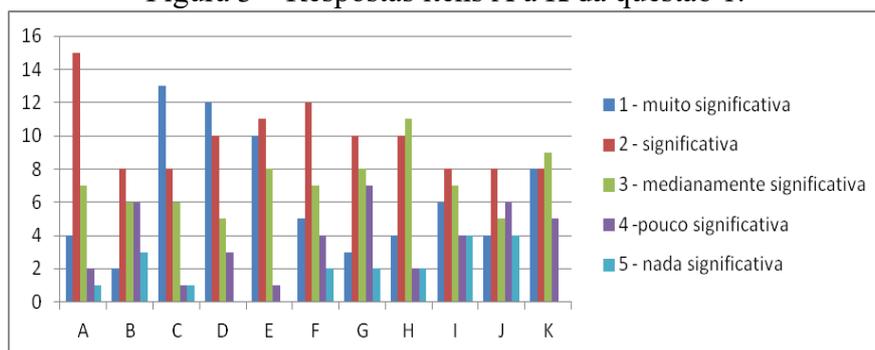
1 – Avalie a contribuição das atividades/disciplinas cursadas até o momento para a sua formação em cada um dos aspectos abaixo relacionados que compõem o perfil do profissional/cidadão a ser formado pela UFSCar. A Figura 3 ilustra os resultados obtidos.

A - Desenvolvimento pessoal, no que diz respeito ao conhecimento de si e dos outros.

B - Aquisição de valores ético-morais e respeito às diferenças culturais, políticas e religiosas.

- C - Capacidade de adquirir conhecimento de forma autônoma, a partir da consulta e crítica a diferentes fontes de informação.
- D - Aquisição de conhecimento científico e das formas e instrumentos de sua aplicação profissional.
- E - Atuação em equipes de trabalho para resolução de problemas em diferentes situações.
- F - Segurança para atuar profissionalmente e tomar decisões considerando os diferentes fatores envolvidos.
- G - Domínio de habilidades básicas de comunicação.
- H - Domínio de habilidades básicas de negociação, cooperação e coordenação.
- I - Compreensão das relações homem, ambiente, tecnologia e sociedade.
- J - Comprometimento com a conservação ambiental e melhoria da qualidade de vida.
- K - Identificação de possibilidades de atuação profissional considerando as suas potencialidades e as necessidades sociais.

Figura 3 – Respostas itens A a K da questão 1.



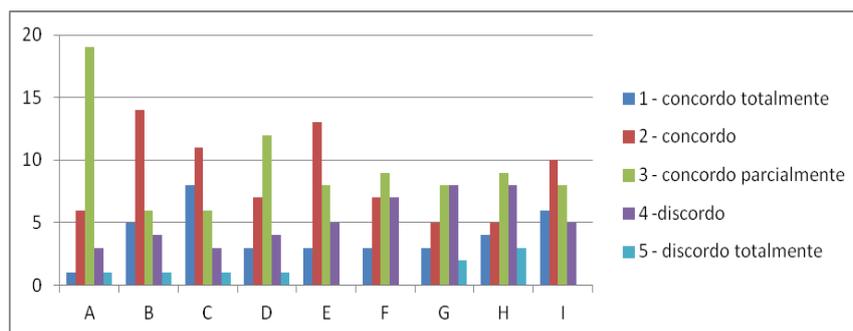
Fonte: Elaborada pelo autor.

2 – O Projeto Pedagógico do curso estabelece o perfil profissional/cidadão a ser formado, a sua estrutura curricular, bem como as diretrizes para o seu funcionamento. Assinale a melhor afirmativa que retrata o conhecimento que você tem do Projeto Pedagógico do seu curso. De acordo com as respostas obtidas, tem-se que 60% dos entrevistados conhecem o projeto pedagógico do curso de Engenharia Elétrica e que 40% conhece o projeto pelo menos parcialmente, ou seja, nenhum dos entrevistados desconhece o projeto pedagógico do curso.

3 – Considerando as atividades/disciplinas cursadas até o momento como um todo, avalie os aspectos a seguir enumerados. A Figura 4 ilustra os resultados obtidos.

- A - O tempo necessário para o desenvolvimento das atividades propostas foi compatível com o tempo disponível para a sua execução.
- B - As oportunidades de desenvolver minha capacidade de questionar foram diversificadas.
- C - O rigor acadêmico foi uma preocupação constante.
- D - A pluralidade de pontos de vista foi contemplada na abordagem de algumas temáticas.
- E - As oportunidades de propor soluções para problemas de pesquisa e/ou extensão relacionados à futura atuação profissional / cidadã foram frequentes.
- F - Os aspectos éticos perpassaram as temáticas tratadas.
- G - As questões sociais, políticas e culturais foram consideradas no desenvolvimento dos conteúdos das disciplinas/atividades.
- H - As temáticas ambientais foram abordadas no desenvolvimento das atividades curriculares.
- I - As oportunidades oferecidas permitiram a identificação de várias possibilidades de atuação profissional.

Figura 4 – Respostas itens A a I da questão 3.



Fonte: Elaborada pelo autor.

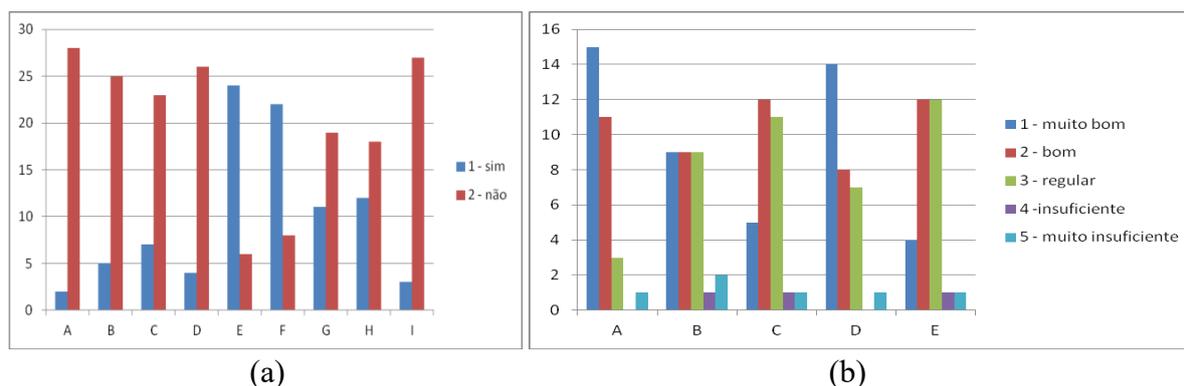
4 – Além das disciplinas/atividades obrigatórias e optativas, é importante avaliar se você teve oportunidade e a carga horária dos semestres possibilitou a sua participação em outras atividades. A Figura 5 (a) ilustra os resultados obtidos.

- A - Estágio não obrigatório.
- B - Projetos de iniciação científica, de iniciação tecnológica ou de iniciação à docência.
- C - Monitoria em disciplinas.
- D - Atividades Curriculares de Integração Ensino Pesquisa e Extensão.
- E - Congressos, simpósios, seminários, palestras, debates, mesas redondas e correlatas.
- F - Visitas, excursões, estudos do meio e correlato.
- G - Atividades culturais.
- H - Atividades esportivas.
- I - Disciplinas eletivas (fora da grade curricular).

5 – Avalie as condições didático-pedagógicas da maioria dos professores com quem teve aula até este momento do curso. A Figura 5 (b) ilustra os resultados obtidos.

- A - Domínio do conteúdo.
- B - Relacionamento com estudantes.
- C - Procedimentos metodológicos empregados.
- D - Assiduidade e pontualidade.
- E - Sistema de avaliação.

Figura 5 – Respostas itens A a I da questão 4 (a) e respostas itens A a E da questão 5 (b).



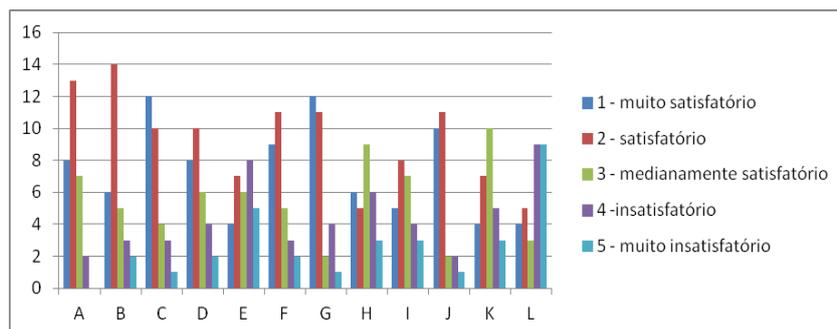
Fonte: Elaborada pelo autor.

6 – Indique seu grau de satisfação com as condições de funcionamento e apoio às atividades do curso. A Figura 6 ilustra os resultados obtidos.

- A - Adequação das salas de aulas teóricas.
- B - Adequação dos laboratórios de aula prática.

- C - Adequação do apoio de pessoal técnico nas aulas práticas.
- D - Disponibilidade de equipamentos para as aulas teóricas e práticas.
- E - Quantidade de livros no acervo das bibliotecas da UFSCar.
- F - Qualidade do atendimento aos alunos na(s) biblioteca(s).
- G - Horário em que é possível a utilização do acervo da(s) biblioteca(s).
- H - Recursos computacionais disponibilizados aos alunos pela Universidade.
- I - Qualidade do atendimento/suporte oferecido aos alunos na utilização dos recursos computacionais.
- J - Horário em que é possível a utilização dos recursos computacionais.
- K - Qualidade do atendimento da Divisão de Controle Acadêmico (DiCA).
- L - Horário de funcionamento da Divisão de Controle Acadêmico (DiCA).

Figura 6 – Respostas itens A a L da questão 6.



Fonte: Elaborada pelo autor.

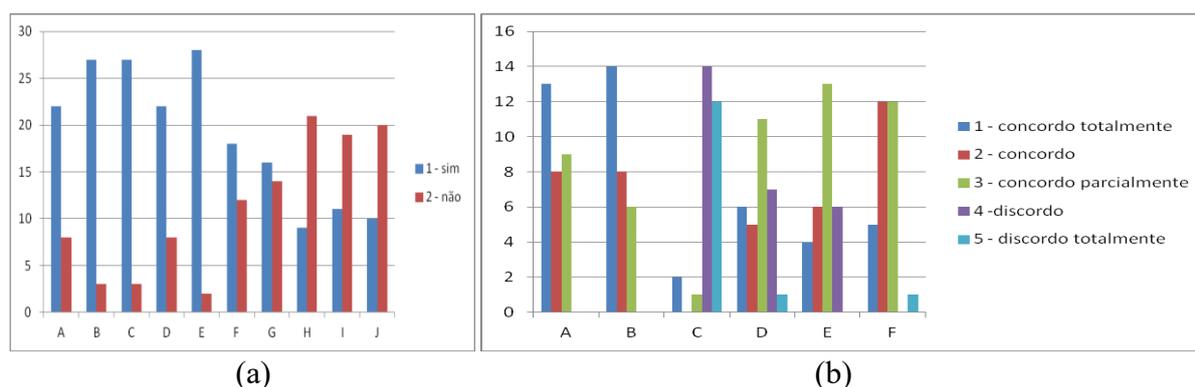
7 – Analise se as atividades/disciplinas do seu curso foram desenvolvidas de forma integrada. A Figura 7 (a) ilustra os resultados obtidos.

- A - Realização de atividades sob responsabilidade de docentes de diferentes áreas.
- B - Interação entre conteúdos de disciplinas diversas.
- C - Proposição de problemas cuja solução exige contribuição de várias disciplinas.
- D - Utilização de estratégias didáticas diversificadas e comuns a várias disciplinas.
- E - Articulação entre teoria e prática.
- F - Desenvolvimento de projetos, oficinas, estudos envolvendo mais que uma disciplina.
- G - Promoção de eventos (seminários, congressos ...) envolvendo mais de uma disciplina do curso.
- H - Integração entre várias disciplinas por meio de trabalho de campo.
- I - Realização de avaliação integrada das disciplinas/atividades do mesmo semestre ou ano.
- J - Tratamento de temas transversais (direitos humanos, sustentabilidade, entre outros) por mais de uma disciplina/atividade.

8 – Leia atentamente cada afirmação a seguir e avalie o seu grau de concordância com elas. A Figura 7 (b) ilustra os resultados obtidos

- A - O meu envolvimento com o curso é intenso.
- B - O curso escolhido possibilitará minha realização profissional.
- C - O curso escolhido não está de acordo com as minhas aptidões e capacidades.
- D - A mudança de Universidade/Curso está fora de minhas cogitações.
- E - Os serviços oferecidos pela Universidade são do conhecimento de todos.
- F - A Universidade tem boa infraestrutura.

Figura 7 – Respostas itens A a J da questão 7 (a) e respostas itens A a F da questão 8 (b).



Fonte: Elaborada pelo autor.

4. Desempenho do aluno x indicadores do curso

De acordo com o desempenho dos alunos nas disciplinas de formação Básica e Profissionalizante/Específica pode-se observar que a maior dificuldade foi constatada nas disciplinas de formação Básica, especificamente as relacionadas com a de formação matemática do aluno. Pode-se observar que disciplinas como Cálculo 1 e 2, Álgebra Linear 1 e Séries e Equações Diferenciais foram as de mais dificuldades, sendo Séries e Equações Diferenciais e Álgebra Linear 1 as disciplinas que obtiveram um percentual de reprovação abaixo de 50% dos alunos que cursaram a disciplina pela primeira vez.

O desempenho dos alunos nas disciplinas de formação Profissionalizante/Específica obteve índices acima de 80% de aprovação dos alunos que cursaram tais disciplinas pela primeira vez.

A mesma tendência é constatada nas médias obtidas nas disciplinas tanto de formação Básica como de formação Profissionalizante/Específica. Nas disciplinas de formação Básica, somente Cálculo 2 e Séries e Equações Diferenciais apresentaram médias muito abaixo da nota de corte das disciplinas da UFSCar, isto é, média 6. Enquanto que nas disciplinas de formação Profissionalizante/Específica as médias foram todas acima de 6.

Os indicadores do curso de Engenharia Elétrica para a questão 1 (Figura 3), apresentaram-se de forma coerente com os resultados do desempenho do aluno nas disciplinas, onde podemos ver uma contribuição significativa nos itens A, C, D, F e G, no que diz respeito à aquisição de conhecimento técnico e relacionamento de trabalho com os colegas enquanto que itens como o I, J e K obtiveram aceitação moderada devido ainda os entrevistados estarem no início do curso onde a formação leva em conta disciplinas de base exata como matemática.

Pode-se observar na questão 3 (Figura 4) que as disciplinas, na maioria dos entrevistados, não tiveram suas atividades dimensionadas corretamente, o que pode ter refletido nas médias dos aprovados nas disciplinas. No entanto, fatores relacionando com o projeto pedagógico, tais como os itens B, C e E, cumpriram plenamente suas expectativas. As questões ambientais, sociais, políticas e culturais, no entanto, no momento ainda se mostram nessa fase do curso menos eficientes.

Quanto à questão 4, sobre a participação em outras atividades, notou-se que não houve, para os alunos, a oportunidade e a carga horária não permitiram efetivamente essa participação (Figura 5(a)). Embora fosse relatada isoladamente, grande participação dos entrevistados em congressos, simpósios, palestras, debates, mesas redondas, além de visitas e excursões. Algumas dessas atividades são previstas no projeto pedagógico na disciplina de Iniciação à Engenharia Elétrica e na Semana da Engenharia Elétrica (já houveram duas edições, 2011 e 2012).

As condições didático pedagógicas dos professores são avaliadas na questão 5 (Figura 5 (b)) onde o corpo docente formado somente por doutores foi considerado muito bom ou bom na sua maioria. O desempenho nas disciplinas pelos alunos reflete essa avaliação, onde pode-se notar nas médias obtidas pelos alunos nas disciplinas tanto de formação Básica, como de formação Profissionalizante/Específica (Figuras 2(a) e 2(b)), independente de qual departamento estivesse oferecendo a disciplina (matemática, química, física, elétrica, mecânica...).

No que se refere às condições de funcionamento e apoio as atividades do curso, questão 6, observou-se pelas respostas dos alunos entrevistados uma aprovação quanto as condições de realização das aulas práticas, tanto equipamentos como técnicos de apoio, também quanto ao apoio oferecido pela biblioteca do curso e recursos computacionais, sendo considerado insatisfatório somente o horário de funcionamento da DiCA (Divisão de Controle Acadêmico da UFSCar) (Figura 6).

Na questão 7 (Figura 7(a)) é discutido se as disciplinas/atividades do curso foram realizadas de forma integrada. Observa-se que a maioria absoluta aprova as atividades e disciplinas implementadas pelo projeto pedagógico, principalmente a integração entre conteúdos das disciplinas diversas e problemas que exigem o conhecimento de diversas disciplinas. Cabe destacar a habilidade de se articular a teoria e a prática existente no curso, conforme o item E.

Nessa análise, o conhecimento do projeto pedagógico constatado na questão 2, onde de acordo com a pesquisa todos os alunos conheciam o projeto pedagógico do curso de Engenharia Elétrica, seja integralmente ou parcialmente, o qual estabelece o conceito de disciplinas integradoras empregado no curso favorece esse sentimento.

Finalmente, quanto à questão 8 (Figura 7(a)), pode-se observar que há um grande comprometimento do aluno com sua opção e seu aceito pleno que o curso lhe possibilitará uma realização profissional e que a UFSCar está lhe fornecendo uma boa condição sua formação, ou seja, possui uma boa infraestrutura, o que reflete em seu bom desempenho e sua satisfação até o momento.

5 Considerações Finais

Após os resultados, obtidos a partir do desempenho dos alunos e da pesquisa realizada pela CPA com a visão dos alunos sobre o curso de Engenharia Elétrica da UFSCar, podemos observar que nos anos de 2009, 2010 e 2011 o curso vem sendo implementado de forma satisfatória e com bom grau de aceitação, tanto em relação ao projeto pedagógico, através das disciplinas integradoras, como de forma estrutural, com infraestrutura fornecida pela UFSCar ao aluno.

De acordo com o desempenho dos alunos nas disciplinas de formação Básica e Profissionalizante/Específica observa-se maior dificuldade nas disciplinas de formação Básica, especificamente as relacionadas com a de formação matemática do aluno. Esse tipo de dificuldade aponta para um cuidado maior da coordenação com essas disciplinas no sentido de prover a motivação necessária, em conjunto com os docentes, para que aluno possa melhorar seu desempenho, não prejudicando outras atividades do curso.

A pesquisa da CPA aponta que pelo menos nesses três anos de curso os alunos sentiram falta de temáticas ambientais e melhoria da qualidade de vida. De acordo com o projeto pedagógico do curso, tais questões poderão ser tratadas nas disciplinas optativas, com pelo menos a obrigatoriedade de 2 créditos (UFSCar, 2008), como o curso está ainda no terceiro ano, uma avaliação futura seria necessária.

Em relação à integração entre as disciplinas/atividades do curso observa-se que as disciplinas integradoras ou não, implementadas de acordo com o projeto pedagógico, tais como os itens B, C e E (questão 7a), cumpriram plenamente suas expectativas.

A principal crítica ao projeto pedagógico do curso de Engenharia Elétrica, segundo os alunos, seria a falta de oportunidade ou carga horária excessiva que os impediria de atuarem em atividades complementares, cabe ressaltar que embora a carga horária nos primeiros anos não seja tão grande, conforme o projeto pedagógico do curso de Engenharia Elétrica (UFSCar, 2008) os alunos possuem grande carga de disciplinas de formação Básica em matemática, onde a aprovação (Figura 1a) não é tão grande, fazendo com que essas disciplinas se encaixem posteriormente no horário acarretando o aumento da carga horária. Isso pode apontar um trabalho de base junto aos professores dessas disciplinas pela coordenação de forma a motivar o aluno a melhorar sua conduta e buscar a aprovação dessas disciplinas.

Observa-se que os recursos oferecidos ao funcionamento do curso são satisfatórios, o que consolida todas as outras avaliações relatadas pelos alunos e seu desempenho no curso.

Dessa forma, pelos dados analisados, é possível observar que, pela taxa de aprovação/reprovação e a pesquisa promovida pela CPA, a proposta do projeto pedagógico mostra é adequada pelo menos parcialmente, ou seja, vem cumprindo com a função de motivação e integração das disciplinas de formação Básica e Profissionalizante/Específica para os três primeiros anos do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar.

6 Referências

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelecem as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Brasília, 1996.

CNE/CES. **Resolução nº 11/2002, de 11 de março de 2002.** Institui Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. Brasília, 2002.

CONOVER, W. U. **Practical Nonparametric.** 2. ed. [s.l.]: John Wiley & Sons, 1980. 493 p.

DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir.** Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI. 6. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, 2001.

GAMA, S. Z. **Novo perfil de formação do engenheiro elétrico para o século XXI.** 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio, Rio de Janeiro, 2002.

INSTITUTO EUVALDO LODI. **Núcleo Nacional.** Inova Engenharia: Propostas para a Modernização da Educação em Engenharia no Brasil. Brasília, 2006.

KATO, E. R. R.; OGASAWARA, O.; MORANDIN, O. JR, Implantação do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar: Acompanhamento da Disciplina Integradora “Iniciação à Engenharia Elétrica”. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 38., 2010, Fortaleza. Anais [...]. Fortaleza: COBENGE, 2010

OGASAWARA, O. Iniciação à engenharia elétrica como parte do processo de implantação do projeto pedagógico do curso de engenharia elétrica da UFSCar. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 37., 2009, Recife. Anais [...]. Recife: COBENGE 2009.

MORANDIN, O. JR.; KATO, E. R. R.; MORASSUTTI, M. S. A. N. Disciplinas Integradoras: Proposta Metodológica para o Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 37., 2009, Recife. **Anais [...]**. Recife: COBENGE 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). **Plano de Desenvolvimento Institucional**. São Carlos, 2004.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar**. São Carlos, 2008, p. 102.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). **Relatório Final** – Avaliação dos Cursos mais novos da UFSCar. São Carlos, 2012, p. 26.

Implantação do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar: Avaliação dos Egressos¹³.

Edilson Reis Rodrigues Kato

Celso Aparecido de França

O Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) iniciou no ano de 2009, em decorrência do Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), com a missão de contribuir para o desenvolvimento do País e aumento do número de engenheiros nessa modalidade. Desde então, vários trabalhos de pesquisa têm sido realizados pela coordenação do curso para o seu acompanhamento e verificação de que sua implantação seja realizada de forma satisfatória e alinhada com as perspectivas iniciais de sua criação. O presente capítulo tem como objetivo realizar uma avaliação dos egressos do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar frente às duas primeiras turmas de egressos do curso. Nessa avaliação serão analisados especificamente dois aspectos, um em referência à sua colocação no mercado de trabalho e outra em relação à adequação do curso nos dias atuais. Uma visão do egresso em relação ao projeto pedagógico, os docentes e a estrutura física do curso também serão realizadas. Como resultado, espera-se estabelecer novas ideias, mudanças e melhoras no curso de forma a se buscar um curso o mais adequado possível para os próximos egressos de acordo com as necessidades de conhecimento e de mercado. A partir desses resultados pode-se estabelecer se a implantação do curso foi realizada com sucesso.

1 Introdução

O curso de Engenharia Elétrica da UFSCar foi criado em 2009, dentro do programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federal (REUNI) promovido pelo Governo Federal, com o objetivo de aumentar a quantidade de engenheiros formados nessa modalidade. Frente a essa necessidade, o projeto pedagógico desse curso deveria propor meios de formar profissionais para tratar de problemas que envolvessem tecnologias de automação e tecnologias de informação para serem competitivos no mercado globalizado, implicando no uso de sistemas que devam trabalhar de forma integrada, ou seja, interagindo com várias áreas de conhecimento (INSTITUTO EUVALDO LODI, 2006). Com o objetivo de formar profissionais com essas competências e habilidades, a UFSCar propôs a criação do curso de Engenharia Elétrica com ênfase em eletrônica e sistemas de controle (BRASIL, 1996) (CNE/CES, 2002). A elaboração do curso parte das considerações do contexto de atuação dos futuros profissionais de Engenharia e do perfil necessário à formação deste profissional.

O Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar possui um conjunto de disciplinas de formação as quais podem ser divididas em núcleos. Os núcleos de formação são descritos como Núcleo de Formação Básica, Profissionalizante e Específico (UFSCar, 2008).

¹³ KATO, E. R. R.; FRANÇA, C. A. Implantação do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar: Avaliação dos Egressos. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*. 44., 2016, Natal. **Anais [...]**. Natal: COBENGE, 2016.

Algumas disciplinas tanto do núcleo de formação Básico como Profissionalizante e Específico atuam como disciplinas integradoras que visam basicamente estabelecer uma motivação entre os conhecimentos desses núcleos baseada principalmente na ideia de aprendizado baseado em problemas e projetos. A ação dessas disciplinas integradoras, assim como a descrição dos momentos para a sua apresentação, proposição e caracterização foi amplamente discutido em trabalhos anteriores (OGASHAWARA et al., 2009; KATO et al., 2010). Também nesses trabalhos o projeto pedagógico do curso de Engenharia Elétrica implantado na UFSCar foi discutido em detalhes.

O presente capítulo tem como objetivo realizar uma avaliação dos egressos do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar frente às duas primeiras turmas de egressos do curso. Nessa avaliação serão analisados especificamente dois aspectos, um em referência à sua colocação no mercado de trabalho e outra em relação à adequação do curso nos dias atuais. Uma visão do egresso em relação ao projeto pedagógico, os docentes e a estrutura física do curso serão realizadas. Como resultado, espera-se levantar ideias, estabelecer mudanças e melhoras no curso de forma a se estabelecer um curso o mais adequado possível para os próximos egressos de acordo com as necessidades de conhecimento e de mercado, estabelecendo-se o sucesso da implantação final do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar.

O curso se encontra atualmente no oitavo ano de implantação, sendo que a coleta de dados se refere aos egressos dos anos de 2014 e 2015. Um questionário com questões sobre sua colocação no mercado e o curso em si foi endereçado aos egressos de forma que pudessem responder as questões referentes ao curso de forma anônima e imparcial, possibilitando a análise das respostas de uma forma mais confiável possível.

2 O questionário aplicado os alunos EGRESSOS

Para se verificar e avaliar o desempenho dos alunos egressos do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar foi criado um questionário eletrônico e enviado a todos os alunos formados no curso de Engenharia Elétrica até o momento.

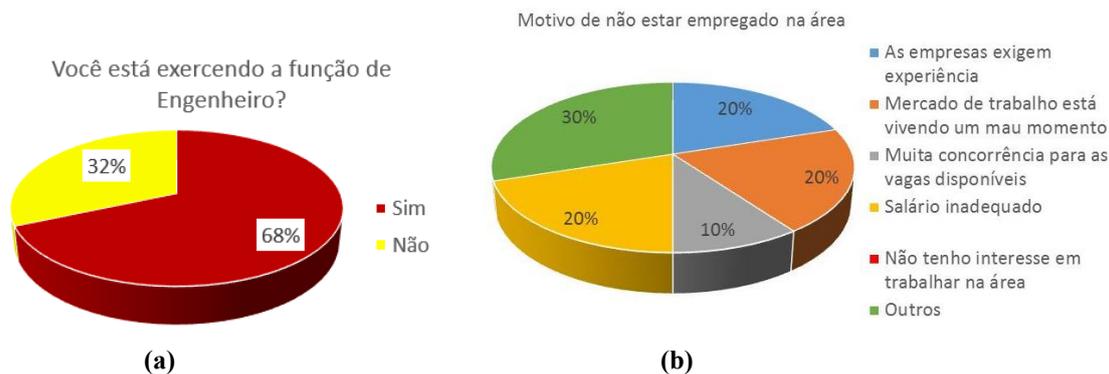
Esse questionário apresentava questões de múltipla escolha em sua maioria, no entanto apresentava também questões explicativas dissertativas. Ao todo foram 20 questões formuladas de forma a se obter respostas relacionadas à alocação do egresso no mercado de trabalho e se no entender dele a adequação do curso de engenharia elétrica no seu formato nos dias atuais. Questões sobre o projeto pedagógico, sobre o corpo docente e a estrutura física fornecida pela UFSCar para essa implantação também foram elaboradas.

Abaixo são descritas as questões aplicadas e as respostas dos egressos:

a. – Alocação do egresso no mercado de trabalho

Foram formuladas questões específicas quanto à inserção do egresso relacionadas ao exercício da função de engenheiro eletricista ou não, a Figura 1 ilustra as respostas e os motivos dos egressos para não estarem inseridos até o momento no mercado de trabalho.

Figura 1 - O exercício ou não da função de engenheiro eletricitista no mercado de trabalho.

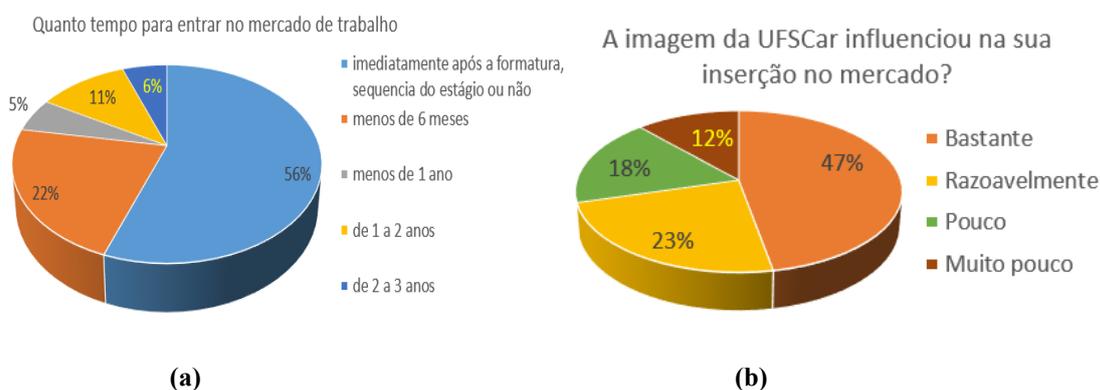


Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Figura 1(a), pode-se constatar que a maioria dos egressos está exercendo a função de Engenheiro Eletricista proposta pelo curso de Engenharia Elétrica da UFSCar, ou seja, 68% dos concluintes, enquanto que 32% dos egressos não estão trabalhando na área ou estão ainda a procura de emprego. Na Figura 1 (b) podemos observar que 30% (a maior fatia) estão atuando em outra profissão em nível de 3º grau e o restante seguem tentando colocação no mercado de trabalho, como pode ser observada nas respostas que relatam a exigência das empresas por experiência na área, o mau momento do mercado de trabalho e muita concorrência para as vagas disponíveis, enquanto outros buscam melhores salários.

A partir dos egressos colocados no mercado de trabalho, podem-se avaliar questões sobre a maneira que essa inserção foi realizada, a Figura 2 ilustra as questões do tempo para sua inserção no mercado de trabalho e se a imagem da UFSCar influenciou.

Figura 2 – Tempo de inserção no mercado de trabalho (a) e se a imagem da UFSCar influenciou (b).



Fonte: Elaborada pelo autor.

Pode-se observar na Figura 2(a) que o tempo de inserção no mercado dos egressos tem como maioria imediatamente após a formatura a maioria dos egressos, 56%. E em menos de um ano somam um total de 83%. Isso pode ser relacionado com a influência da imagem da UFSCar, pois 70% relatam que ela influenciou bastante ou razoavelmente como pode ser observado na Figura 2(b).

Ainda sobre a alocação do profissional no mercado de trabalho, foi questionado aos egressos a sua faixa salarial e como está a perspectiva de mercado. As respostas podem ser observadas na Figura 3.

Figura 3 – Faixa salarial (a) e perspectiva profissional (b) do egresso



Fonte: Elaborada pelo autor.

Com pode ser observado na Figura 3(a), a faixa salarial relatada está dividida em duas faixas, até 5 salários mínimos, 39%, e entre 5 e 10 salários mínimos, 61%. As faixas de 10 a 20 salários e acima de 20 salários não obtiveram votação. Em contraste com as respostas obtidas da perspectiva profissional, onde a maioria considera desanimadora ou razoável, somando 63% como ilustrado na Figura 3(b). De acordo com o Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA) Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea) (CREASP, 2016) o piso salarial para o engenheiro júnior, o qual no momento o egresso se encaixa (para 8h diárias) é de 8,5 salários mínimos.

Pode-se ver que as empresas ou não podem o não querem seguir essas recomendações refletindo nessa perspectiva desanimadora do mercado. Também se podem relacionar as respostas da Figura 3(b) com a Figura 1(b), onde uma quantidade de egressos considerável, 20%, atribui a não colocação no mercado aos salários inadequados.

b. – Adequação do egresso e do curso ao mercado de trabalho

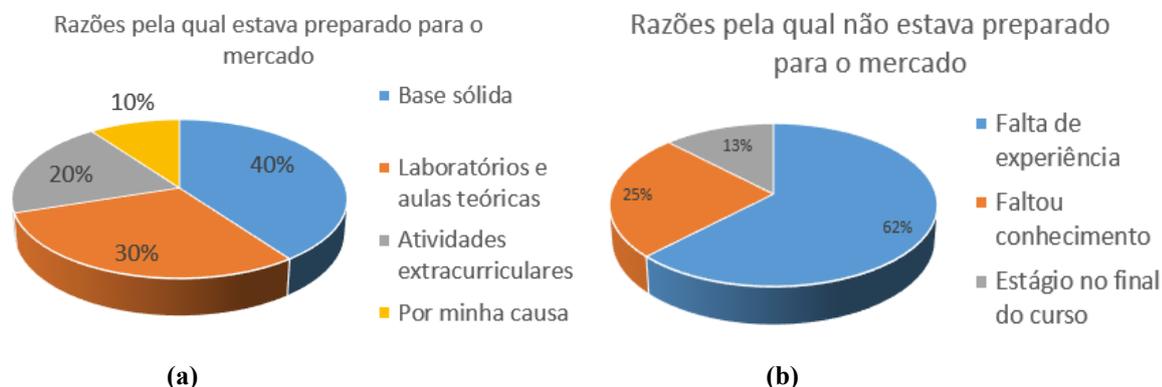
Foi questionado de forma objetiva se o curso de Engenharia Elétrica da UFSCar está, pelo menos nesses primeiros anos de formado, de acordo com o mercado de trabalho no qual o egresso se colocou. Em relação a essas questões, esperava-se a opinião do egresso em relação ao seu preparo para o mercado de trabalho quando se formou e as razões pelas quais ele achava que estava e não estava preparado para esse desafio. A Figura 4 ilustra as respostas relatadas pelos egressos.

No que diz respeito ao sentimento do aluno estar ou não preparado para o mercado de trabalho, podemos observar que a maioria se considerava preparada, 65% contra 35% que considerava não estar preparada. As razões pelo qual ele estava preparado podem ser observadas na Figura 4(a), onde predomina a base sólida oferecida pela proposta do curso, 40%, a atuação em laboratórios e aulas teóricas oferecidas, 30%, assim como as atividades extracurriculares, 20%, podemos notar que 10% atribuíram esse preparo ao esforço próprio durante a graduação.

Quanto aos egressos que não se consideravam preparados para a atuação no mercado de trabalho, Figura 4(b), o que prevaleceu foi o sentimento de que deveria haver de certa forma uma maior experiência prática em atividades relacionadas à profissão de Engenheiro Eletricista, 62%, que juntando com os que responderam haver a necessidade de mais estágios, ou estágios mais

direcionados no final do curso, 13%, somam a grande maioria, 75%, das causas para o seu despreparo.

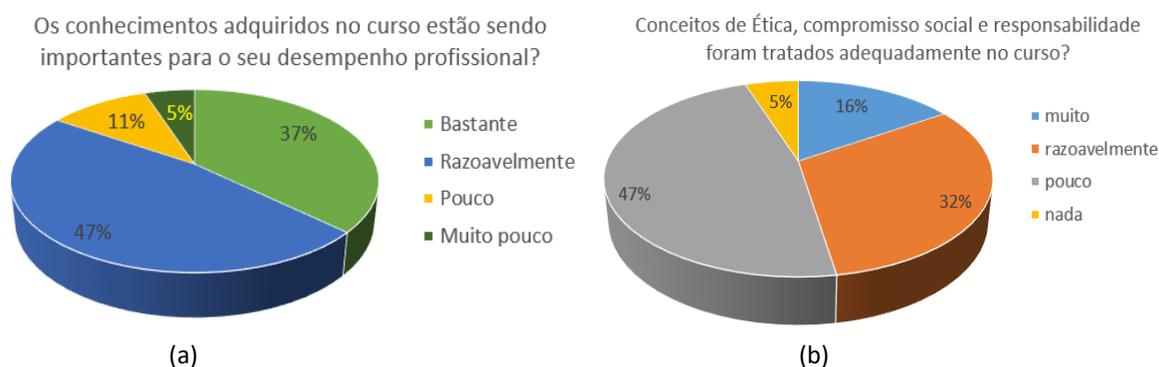
Figura 4 – Razões de estar ou não preparado para o mercado de trabalho



Fonte: Elaborada pelo autor.

Outro questionamento foi se os conhecimentos adquiridos no curso estão sendo importantes para o seu desempenho profissional e se o egresso considera que os conceitos de ética profissional, compromisso social, responsabilidade técnica foram tratados adequadamente durante o curso e refletem adequadamente na vida profissional. As respostas podem ser visualizadas na Figura 5.

Figura 5 – Importância dos conhecimentos adquiridos no curso e conceitos de ética



Fonte: Elaborada pelo autor.

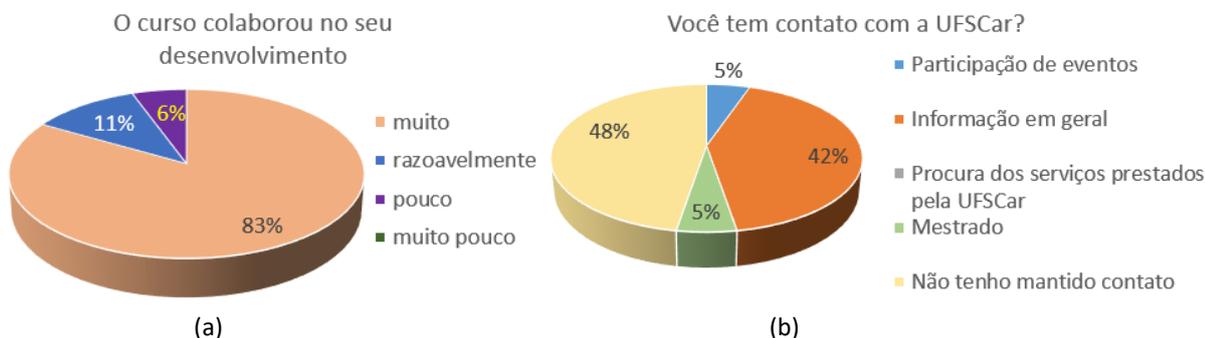
Os conhecimentos adquiridos no curso foram bastante e razoavelmente importantes para a maioria, cerca de 80%, como ilustra a Figura 5(a), no entanto os conceitos de ética foram considerados pela maioria das opiniões não tratados adequadamente, somando-se a quantidade que respondeu pouco e nada temos uma maioria de 52%, sendo ainda que 32% consideram que foram tratados razoavelmente e 16% que opinaram por muito adequadamente.

Foi questionado de forma geral se o curso colaborou para o desenvolvimento do egresso como pessoa, para o seu desenvolvimento cultural, social e pessoal e se depois de terminado o curso manteve algum tipo de contato com a UFSCar no sentido de expandir ainda mais essas relações. A Figura 6 ilustra as respostas dos egressos.

A Figura 6(a) mostra que a grande maioria, 83%, considera que cultural, social e pessoalmente o curso, a universidade como um todo colaborou muito para o seu desenvolvimento pessoal, no entanto esse ambiente não foi procurado pela maioria dos egressos, 48%, como ilustra a Figura 6(b).

Na Figura 6(b), pode-se verificar que 5% dos egressos optaram em continuar os estudos cursando cursos de mestrado na universidade.

Figura 6 – colaboração do ambiente para o desenvolvimento cultural, social e pessoal.



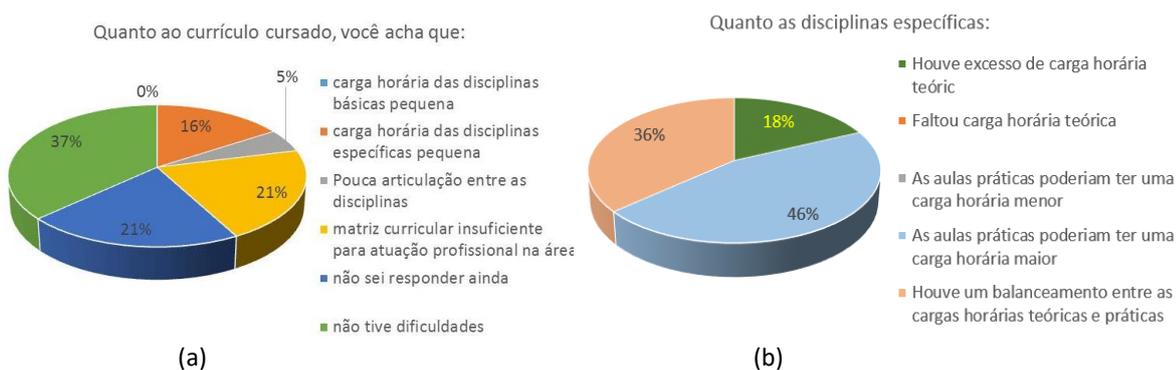
Fonte: Elaborada pelo autor.

c. – Visão do egresso do projeto pedagógico

A visão do egresso do projeto pedagógico inicialmente proposto para a implantação do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar também foi contemplada na pesquisa. A ideia é a de se identificar os acertos e erros na implantação, procurando apontar melhorias e readequações possíveis ao projeto pedagógico do curso. Dessa forma, através da informação coletada junto aos egressos seria possível refinar e estabelecer o melhor projeto pedagógico do curso.

O egresso foi questionado quanto ao desempenho de sua função, se há alguma dificuldade técnica em relação ao currículo cursado quanto às disciplinas básicas e específicas. A Figura 7 ilustra as questões e as respostas dos egressos.

Figura 7 – dificuldades na atuação profissional em relação à carga horária das disciplinas



Fonte: Elaborada pelo autor.

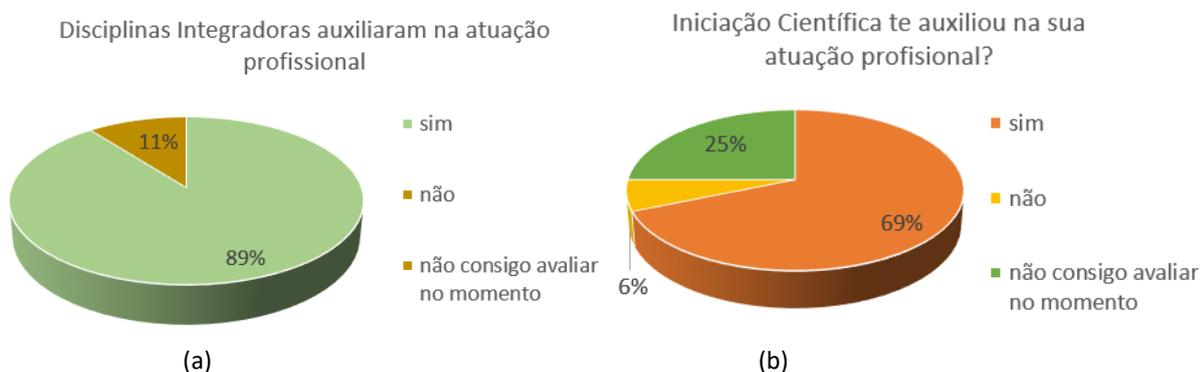
Pode-se perceber que a maioria relata não ter tido dificuldades técnicas quanto ao conteúdo oferecido pelo curso para atuação no mercado, no entanto 21% relata que considera a matriz curricular insuficiente para a atuação profissional na área, como ilustra a Figura 7(a). Ainda na Figura 7(a), nota-se que nenhum dos egressos relata que a carga horária das disciplinas básicas foi pequena, 0%, no entanto, para o desempenho de suas funções como engenheiro considera que a carga horária das disciplinas específicas foi pequena, 16%. O percentual de 21% dos que não souberam responder, se refere aos egressos que ainda não estão no mercado de trabalho.

A Figura 7(b) ilustra questionamento sobre as cargas horárias teóricas e práticas das disciplinas. A maioria 46% considera que as aulas práticas poderiam ter uma carga horária maior e 18% consideraram um excesso das aulas teóricas. No entanto, 36% dos egressos consideraram que houve um balanceamento entre a carga horária teórica e prática.

O projeto pedagógico inicialmente proposto contemplava disciplinas integradoras (KATO *et al.*, 2010) e desenvolvimento de projetos específicos durante o curso, contemplando grupos de estudo (OGASHAWARA *et al.*, 2009), o que alavancava impreterivelmente a Iniciação Científica (IC) dos discentes durante o curso. Na pesquisa foi realizado o questionamento sobre essas atividades e sua validade ao egresso junto sua atuação na área. A Figura 8 ilustra as respostas dos egressos.

A Figura 8 (a) mostra que a ideia das disciplinas integradoras, uma forma inovadora de realizar a união dos conhecimentos de várias disciplinas focando um objetivo único, durante o curso também foram efetivas no auxílio de sua atuação profissional, dessa forma a grande maioria, 89%, acredita que ela tenha sido importante. O mesmo pode-se dizer da IC, onde novamente a maioria, 69% acredita que também o auxiliou na sua atividade profissional, como mostra a Figura 8(b).

Figura 8 – disciplinas integradoras e iniciação científica na atuação profissional

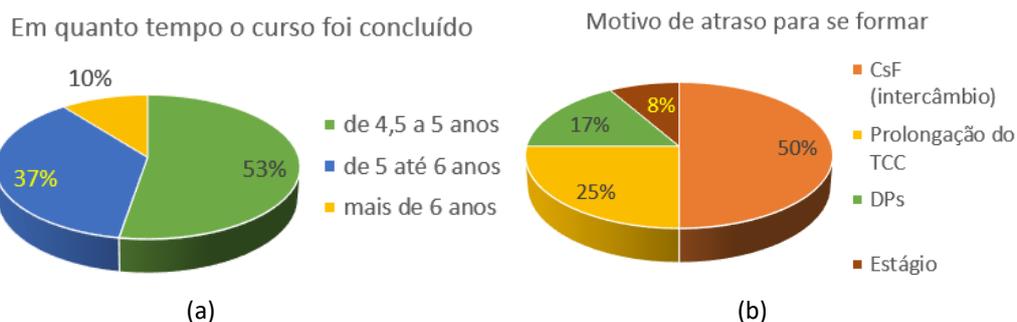


Fonte: Elaborada pelo autor.

Novamente, visando o desempenho do aluno frente ao currículo e formação do egresso, foram realizados questionamento relacionados a efetiva conclusão do curso. A Figura 9 ilustra as respostas sobre o término do curso dos egressos no tempo adequado e caso tenha atrasado, o porquê desse atraso.

Pode-se observar na Figura 9(a) que a maioria dos egressos, 53% se formaram no tempo correto previsto para o curso de Engenharia Elétrica da UFSCar, no entanto também há uma grande quantidade de formandos que formaram com um ano de atraso, 37%. Os motivos para os atrasos relatados na Figura 9(a) podem ser visualizados na Figura 9(b), ou seja, 50% atrasaram devido à adesão ao programa de Intercâmbio “Ciência sem Fronteiras” do governo federal, o qual contemplava exatamente um ano ou mais, estudos em universidades conveniadas fora do país. Outros 25% atrasaram devido ao prolongamento de seus trabalhos de graduação de curso (TCC), previsto no projeto pedagógico do curso por 1 ano, 8% devido ao prolongamento de estágios e outros 17% devido a reprovadas e dependência de disciplinas (DPs).

Figura 9 – tempo de conclusão do curso e motivos de atrasos

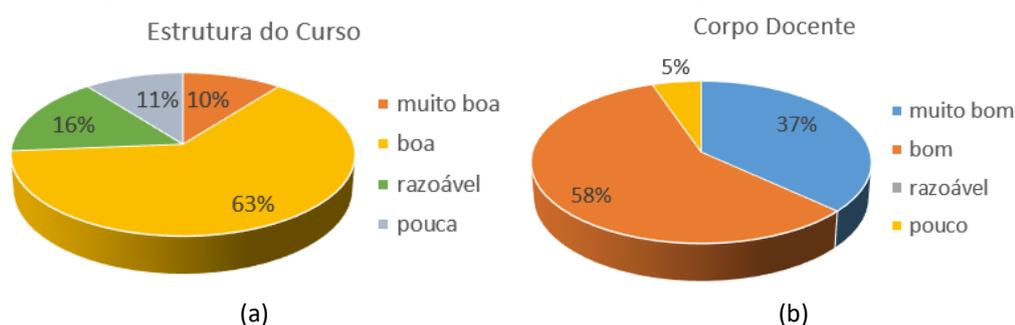


Fonte: Elaborada pelo autor.

d. – Visão do egresso da estrutura física e humana fornecida pela UFSCar

Foi realizado também nessa pesquisa um questionamento, agora como egresso, sobre as condições estruturais, tanto físicas quanto humanas, oferecidas pela UFSCar. A Figura 10 ilustra a resposta dos egressos as perguntas de como o egresso, de uma forma geral, avaliava a estrutura fornecida pela UFSCar para o curso de Engenharia Elétrica e de como o egresso avaliava de forma geral o conhecimento do corpo docente do curso.

Figura 10 – Estrutura física e humana oferecida pela UFSCar



Fonte: Elaborada pelo autor.

De uma forma geral, a estrutura fornecida pela UFSCar, para o curso de Engenharia Elétrica foi considerado boa, onde a grande maioria considerou ou muito boa, 10%, ou boa, 63%, somando-se 73% das respostas dos egressos, como mostra a Figura 10(a).

O conhecimento, de forma geral, do corpo docente, como ilustra a Figura 10(b) também obteve uma boa avaliação sendo que 37% dos egressos o consideraram muito bom e 58% o consideraram bom.

3 Considerações e Conclusões Sobre as Respostas Obtidas

De acordo com as respostas obtidas pode-se verificar que o profissional de forma geral conseguiu sua inserção no mercado de trabalho e de uma forma rápida, em sua maioria, o que pode ser devido à influência da instituição pública e federal, no caso a UFSCar, formar profissionais de várias modalidades, inclusive outras engenharias, de forma satisfatória para a absorção do mercado. Com a maioria empregada em empresas que respeitam o valor do salário mínimo do engenheiro,

apesar de no geral a maioria dos egressos veja a perspectiva de mercado de uma forma desanimadora, reflexo da situação política atual do país.

Quanto à adequação do egresso e do curso ao mercado de trabalho, a maioria dos egressos relatou estar preparado para o mercado, sendo os que não se consideravam relataram o motivo ser a falta de experiência, o qual é o mesmo motivo relatado para não estarem ainda encaixados no mercado de trabalho. Os relatos apontam para uma melhoria nos mecanismos de busca e inserção dos alunos nos estágios precisam ser melhorados.

No entanto, a maioria considera que os conhecimentos adquiridos durante o curso o estão auxiliando como profissional, deixando a desejar somente os conceitos de ética, compromisso social e responsabilidades, o que deve requerer uma atenção especial às futuras coordenações do curso, mesmo com o relato maciço de que o curso e a universidade colaboraram para o seu desenvolvimento cultural, social e pessoal.

Quanto à visão do egresso do projeto pedagógico, agora sem a pressão da universidade e atuando no mercado de trabalho, pode-se notar que com o conteúdo fornecido, o egresso não teve dificuldade em sua atuação como engenheiro até o momento, e quanto à carga horária do curso pode-se notar certo equilíbrio entre os que acham que deveria haver menor carga teoria e maior carga prática com aqueles que acham que houve um equilíbrio entre as duas. No entanto sempre apontando para uma carga horária prática maior.

Questionado sobre as disciplinas integradoras e a iniciação científica, é unânime que foram importantes para a sua formação e contribuíram e contribuem bastante na sua atuação profissional, pode-se entender que as atividades estão relacionadas diretamente com a área em questão sendo importantes e adequadas ao curso.

Pode-se observar que o egresso tem, de forma geral, concluído o curso no prazo especificado pelo projeto pedagógico, incluso ou não as atividades extracurriculares dos programas de intercâmbio existentes na época.

Quanto à estrutura fornecida pela UFSCar para a implantação do curso, tanto física como humana, essa é apontada pelos egressos como boa ou muito boa, significando que os recursos do programa REUNI, do governo federal, foram utilizados de forma satisfatória para a implantação do curso.

Pode-se concluir então que a implantação do curso de Engenharia Elétrica na UFSCar foi realizada com sucesso.

4 Referências

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelecem as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Brasília, 1996.

CNE/CES. **Resolução nº 11/2002, de 11 de março de 2002.** Institui Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia, Brasília, 2002.

CREASP. **Resolução nº 397, de 11 de agosto de 1995**, Lei nº 4.950-A, de 22 de abril de 1966.

Disponível em:

<http://www.creasp.org.br/profissionais/tabelas/calculo-do-salario-minimo-profissional>. Acesso em: 01/06/2016.

INSTITUTO EUVALDO LODI. **Núcleo Nacional**. Inova Engenharia: Propostas para a Modernização da Educação em Engenharia no Brasil. Brasília, 2006.

KATO, E. R. R.; OGASAWARA, O.; MORANDIN, O. JR, Implantação do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar: Acompanhamento da Disciplina Integradora “Iniciação à Engenharia Elétrica”. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 38., 2010, Fortaleza. **Anais** [...]. Fortaleza: COBENGE 2010.

OGASAWARA, O., MONTAGNOLI, A. N., KATO, E. R. R., WATANABE, F. Y. MORANDIN JR., O. “Iniciação à engenharia elétrica” como parte do processo de implantação do projeto pedagógico do curso de engenharia elétrica da UFSCar. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 37., 2009, Recife. **Anais** [...]. Recife: COBENGE 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCAR). **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica da UFSCar**. São Carlos, 2008, p. 102.

PARTE D

Considerações Finais

Considerações Finais

O Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) terminou seu primeiro ciclo, ou seja, seu período de implantação. Muitos desafios foram encontrados nesses anos e novos desafios são esperados para os próximos anos para que haja a consolidação definitiva do curso.

Nesse ciclo a participação da coordenação e do corpo docente em atividades de reciclagem, aprendizagem de métodos e técnicas de ensino, no Núcleo Docente Estruturante (NDE), foi fundamental para a evolução e melhoria da qualidade de ensino e do curso.

Desde o início do curso a coordenação e os docentes se envolveram na busca de melhorias pedagógicas, onde o apoio do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Federal de São Carlos o qual fez o importante papel de incentivo e promoção dessas práticas. Foram contabilizadas inúmeras participações dos docentes em congressos, cursos, palestras onde sempre versavam novas técnicas e métodos de ensino para a melhoria e implantação do curso. Isso pode ser verificado nessa coletânea de trabalhos apresentados no COBENGE, Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia, agora reunida aqui na forma deste livro.

O comprometimento nas atividades pedagógicas, direcionadas de forma prática e aplicada no curso foi fundamental para a implantação. O grande desafio foi o de se implementar as disciplinas integradoras, isto é, de se estabelecer na prática como seria seu funcionamento. No texto pode-se observar vários capítulos, na Parte A, tratando-a sob várias óticas, o que foi determinante para estabelecer seu conteúdo e seus limites. As inovações pedagógicas centradas nas Disciplinas Integradoras mostraram resultados animadores onde os alunos se conscientizaram da importância das várias disciplinas que compõem o Projeto Pedagógico do Curso nas resoluções das situações problemas. Especificamente, a disciplina de Iniciação à Engenharia Elétrica do 1º semestre (6 créditos), além de realizar projetos interdisciplinares, introduziu os alunos às atividades de pesquisas, o que resultou na melhoria da qualidade dos relatórios.

Na segunda parte do livro (Parte B) foi verificado que as inovações no Projeto Pedagógico mostraram-se adequadas tanto para os alunos que ingressaram pelos processos normais quanto para aqueles que ingressaram pelas reservas de vagas. O acompanhamento feito pela coordenação, durante os dois primeiros anos do curso, desses dois grupos mostrou que eles possuíam desempenhos semelhantes, comprovando que a integração das disciplinas foi um forte fator motivador, oferecendo oportunidades iguais a todos os alunos.

As avaliações realizadas no curso foram mostradas na parte C deste livro. A primeira avaliação compreendeu os anos de 2009 a 2011 onde foi observado que as disciplinas integradoras cumpriram suas expectativas perante os alunos. A principal crítica neste período, segundo os alunos pesquisados, foi a falta de oportunidade ou a carga horária excessiva que os impedia de atuarem em atividades complementares, embora a carga horária nos primeiros anos não seja tão grande, o que pode ser comprovado pelo projeto pedagógico do curso de Engenharia Elétrica.

A última avaliação foi realizada em 2016 com os alunos egressos de 2014 e 2015 onde se pode constatar o êxito da implantação do curso, pois a maioria dos alunos conseguiu a inserção no mercado de trabalho de uma forma rápida. Além disso, a maioria dos alunos pesquisados relata estarem preparados para o mercado de trabalho como Engenheiro Eletricista e foram unânimes em afirmar a importância das disciplinas integradoras bem como da iniciação científica. Essas

avaliações em geral foram altamente positivas, ratificando as escolhas e métodos utilizados na implantação do curso, além de deixar em vários momentos explícito o bom relacionamento dos discentes com os docentes.

O próximo ciclo trata da implementação dos ajustes e das alterações no curso, em decorrência do corpo docente contratado, perspectivas de extensão, pós-graduação, inovações pedagógicas e de novas disciplinas propostas de acordo com as tecnologias e inovações emergentes, tanto no cenário nacional, quanto internacional.

As alterações no projeto pedagógico se mostram necessárias principalmente para que o curso continue a ser o mais atual possível, de forma que, tendem a refinar o conteúdo das disciplinas básicas e de se inserir novas disciplinas pertinentes ao curso de Engenharia Elétrica. Muitas das alterações em andamento foram direcionadas de acordo com os resultados das avaliações realizadas e das que estão sendo realizadas, no sentido de se detectar inconsistências, duplicidades e de se encontrar a melhor maneira de relacionamento entre a coordenação, o docente e o discente.

Atualmente, o curso de Engenharia Elétrica busca alternativas de internacionalização, como o projeto BRAFITEC de dupla diplomação com universidades francesas. A necessidade de flexibilização do projeto pedagógico de forma a permitir essa formação aos nossos graduandos também exigirá mudanças e adaptações.

A ativa participação dos docentes do curso em projetos de extensão, inserindo a comunidade interna e externa no meio acadêmico, na forma de cursos e treinamentos, vem se perpetuando nesses anos, favorecendo a evolução do curso, além de realizar uma importante contribuição social interna e externa à universidade.

Atualmente o corpo docente do curso é composto por docentes com título de Doutor, o que em breve viabilizará a pós-graduação em Engenharia Elétrica, o que propiciará tanto a melhoria de qualidade docente como melhoria das opções de iniciação científica e posteriormente pós-graduação dos egressos. O que provavelmente exigirá também mudanças e adaptações ao projeto pedagógico.

Ou seja, muitos desafios estão por vir, muitas alterações no projeto pedagógico, adaptações e inovações poderão ser inseridas, no entanto, no que diz respeito ao curso, como foi proposto inicialmente, pode-se concluir que este foi implementado com sucesso e que a partir da ideia original e de acordo com as avaliações e acompanhamentos realizados, o curso encontra-se no caminho correto para enfrentar e vencer os desafios que estão por vir.