



PROJETOS INTEGRALIZADORES EM DISCIPLINAS DE ELETRÔNICA: EXEMPLOS E AVALIAÇÃO CRÍTICA

Carlos Alberto De Francisco – cfrancisco@ufscar.br

Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
Rodovia Washington Luís, km 235 – SP 310
CEP – 13565-905 – São Carlos – São Paulo

Renato Varoto – rvaroto@yahoo.com.br

Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
Rodovia Washington Luís, km 235 – SP 310
CEP – 13565-905 – São Carlos – São Paulo

Mirela Zangirolami De Francisco – profmirelaz@hotmail.com

Educativa – Cooperativa Educacional de São Carlos
Rua Aristides de Santi, 11 – Portal do Sol
CEP – 13571-150 – São Carlos – São Paulo

Resumo: *Este trabalho discute a utilização de projetos como ferramenta de integração curricular no âmbito das disciplinas de Circuitos Eletrônicos I e II. É realizada uma pesquisa com os alunos das disciplinas onde se busca uma avaliação da percepção dos alunos com relação ao caráter interdisciplinar dos projetos bem como dos resultados pedagógicos obtidos após a realização dos mesmos.*

Palavras-chave: *Projeto, Integração curricular, Circuitos eletrônicos.*

1. INTRODUÇÃO

Com o advento da tecnologia, a sociedade atual perpassa por grandes transformações. No âmbito da educação não é diferente. Portanto, pensar em uma educação estanque, com um processo de construção de conhecimento fragmentado é voltar no tempo em que o aluno era visto como uma tabula rasa, um sujeito passivo na aquisição do saber.

A educação nos dias de hoje necessita de uma nova visão de ensino, uma aprendizagem baseada em conteúdos significativos e articulados a fim de promover a construção efetiva do conhecimento. Para tanto, o trabalho com projetos é interessante já que proporciona a integração dos currículos escolares e aponta para uma nova concepção de aprendizagem em que o aluno é visto como um sujeito ativo, que soluciona problemas, pesquisa, constrói significados e conceitos de acordo com seu repertório e realidade vigente.

Sendo assim, o professor deixa de ser o detentor do saber para ser um facilitador do

Realização:

 **ABENGE**

Organização:



**O ENGENHEIRO
PROFESSOR E O
DESAFIO DE EDUCAR**



processo ensino aprendizagem. Nesse contexto (VALENTE, 1999) acrescenta:

“(...) no desenvolvimento do projeto o professor pode trabalhar com [os alunos] diferentes tipos de conhecimentos que estão imbricados e representados em termos de três construções: procedimentos e estratégias de resolução de problemas, conceitos disciplinares e estratégias e conceitos sobre aprender” (p. 4).

Vários autores colocam que a origem da palavra “projeto” deriva do latim *projectus*, que significa algo lançado para frente. Assim, trabalhar com projetos pode ser um grande desafio, mas é esse desafio que leva o professor a enriquecer sua prática e estar em constante crescimento. A respeito disso, (ALMEIDA & FONSECA, 2000, p. 22) ressaltam que “é necessário ter coragem de romper com as limitações do cotidiano, muitas vezes auto-impostas”.

Nesse contexto, professor e aluno devem estar envolvidos no desenvolvimento do projeto para que o foco do trabalho seja o favorecimento de uma situação de aprendizagem contextualizada, para isso, é de suma importância que o aluno aprenda fazendo. O professor, por sua vez, deve orientar para que as habilidades e competências do aluno sejam desenvolvidas em suas totalidades.

O trabalho com projetos possibilita a ação de interligar os conteúdos, facilitando a interdisciplinaridade, ou seja, favorece a junção das diferentes áreas do conhecimento gerando uma aprendizagem efetiva e ampla de significados e ressignificados.

Nesse sentido, (ALMEIDA, 2002) destaca:

“(...) que o projeto rompe com as fronteiras disciplinares, tornando-as permeáveis na ação de articular diferentes áreas de conhecimento, mobilizadas na investigação de problemáticas e situações da realidade. Isso não significa abandonar as disciplinas, mas integrá-las no desenvolvimento das investigações, aprofundando-as verticalmente em sua própria identidade, ao mesmo tempo, que estabelecem articulações horizontais numa relação de reciprocidade entre elas, a qual tem como pano de fundo a unicidade do conhecimento em construção” (p.58).

(FAZENDA, 2001, p.16) enfatiza que a escola, na medida em que organiza os currículos em disciplinas tradicionais, fornece ao aluno apenas um acúmulo de informações que de pouco ou nada valerão na sua vida profissional, principalmente por que o ritmo das mudanças tecnológicas não tem contrapartida com a velocidade que a escola pode se adequar.

Assim, o objetivo da escola quanto à formação de seus alunos deve incluir o aprender a fazer e a utilização da prática pedagógica por meio do desenvolvimento de projetos deve promover a autonomia e dessa forma garantir a aprendizagem significativa e global do aluno em questão.

Com o objetivo de proporcionar a experiência de projeto no âmbito das disciplinas de Circuitos eletrônicos I e Circuitos Eletrônicos II, são propostos dois projetos completos incluindo as etapas de montagem e de teste de protótipos em placas de circuito impresso. Com isso, espera-se que os alunos tenham a oportunidade de completar várias das etapas de projeto simulando uma situação real em uma empresa. São fixados prazos de entrega para as várias fases de projeto e o protótipo final deve passar por medições de desempenho e verificação de requisitos de projeto.



Este artigo está dividido da seguinte forma: Na seção 2 é descrito o projeto de uma fonte de tensão regulada utilizado na disciplina de Circuitos Eletrônicos I e na seção 3 é discutido o projeto de um amplificador de áudio transistorizado proposto na disciplina de Circuitos Eletrônicos II. A seção 4 apresenta os resultados obtidos na pesquisa de opinião realizada com os alunos participantes dos projetos. As conclusões deste trabalho são apresentadas na seção 5.

2. PROJETO DE FONTE DE ALIMENTAÇÃO TRANSISTORIZADA

A disciplina de Circuitos Eletrônicos I é oferecida no quarto semestre letivo e abrange os conceitos fundamentais de eletrônica analógica. Os principais dispositivos apresentados são os diodos semicondutores e os transistores bipolares. São discutidos ainda os conceitos de fontes de alimentação estabilizada e regulada bem como de classes, topologias e modelagem de amplificadores utilizando transistores bipolares. Foi, portanto, escolhido o projeto de uma fonte de alimentação regulada por utilizar os principais conceitos abordados na disciplina como: fonte de alimentação, regulação de tensão, controle de ondulação AC “ripple”, estabilização de tensão por meio do diodo Zener, configuração Darlington, polarização DC e circuitos de proteção.

O procedimento adotado para a realização do projeto foi de definir uma topologia única para todos os grupos e especificar diferentes requisitos de projeto para os diversos grupos. Foram determinadas datas de entrega para o pré-projeto, composto por memorial descritivo de cálculos e resultados de simulações utilizando um software de simulação baseado no SPICE. Ainda, o pré-projeto deveria conter a análise comparativa dos resultados teóricos e daqueles simulados por computador. Após a aprovação do pré-projeto seguiram-se as etapas de montagem do protótipo e de testes de desempenho.

Para viabilizar a montagem dos protótipos em placas de circuito impresso, foram fabricadas placas padronizadas que permitiam certa flexibilidade para ajustes segundo as especificações de cada projeto individual.

2.1. O projeto

O circuito escolhido é composto por uma topologia de fonte regulada padrão utilizando-se regulação a diodo Zener e realimentação. Adicionalmente, foram incluídos circuitos de limite de corrente e de proteção contra curtos-circuitos. O esquema completo do circuito é mostrado na Figura 1.

2.2. Integração do conhecimento

No projeto da fonte de tensão são utilizados os conceitos de outras disciplinas como: análise nodal e de malhas abordados nas disciplinas de circuitos elétricos, medições AC e DC vistos na disciplina de Medidas Elétricas, elaboração de relatórios e etapas de projetos ensinados em Introdução à Engenharia, etc. Os principais conceitos intradisciplinares utilizados são: modelo DC do transistor bipolar, polarização de diodos Zener, relação de tensão e corrente no LED, estabilização de tensão, etc.

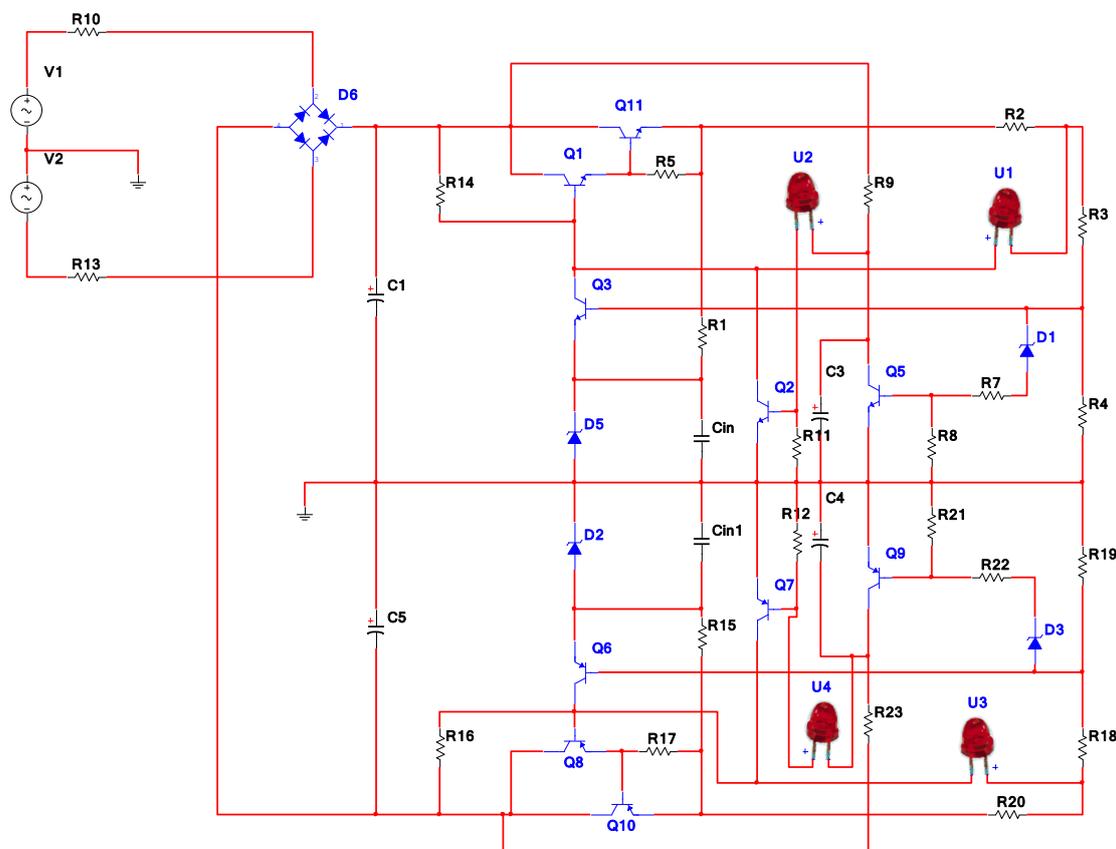


Figura 1 - Topologia de circuito para a fonte de tensão regulada.

3. PROJETO DE AMPLIFICADOR DE ÁUDIO

A disciplina de Circuitos Eletrônicos II é oferecida no quinto semestre letivo e aborda os transistores de efeito de campo JFET e MOSFET, amplificadores, realimentação negativa, osciladores e filtros ativos. Foi escolhido um amplificador de áudio como tema do projeto por utilizar vários dos conceitos abordados. A topologia de circuito proposta utiliza os três tipos principais de transistores estudados: JFET, MOSFET e bipolares. Também são utilizados fontes e espelhos de corrente, estágio diferencial, multiplicador de V_{be} e realimentação negativa. A topologia de circuito proposta é mostrada na Figura 2.

3.1. O projeto

A topologia de circuito adotada para o projeto utiliza três estágios principais, um amplificador diferencial formado por transistores JFETs (Q1 e Q2) tendo como carga um espelho de corrente formado por transistores bipolares (Q7 e Q8). O transistor Q3 funciona como fonte de corrente constante para o estágio diferencial. Já os transistores Q4 e Q6 formam um espelho de corrente que irá polarizar o segundo estágio de ganho de tensão formado pelo transistor Q5 que forma uma topologia complementar “push-pull” com Q6. O transistor Q8 polariza o estágio de saída por meio da configuração de multiplicador de V_{be} . Os transistores de efeito de campo (MOSFETs) Q11 e Q12 formam o estágio complementar



em dreno comum que atua com ganho de corrente. A realimentação é realizada por meio de um divisor de tensão formado por R_f e R_{G2} . O ajuste de zero “offset” é realizado pelo potenciômetro ajustável “Trimpot”.

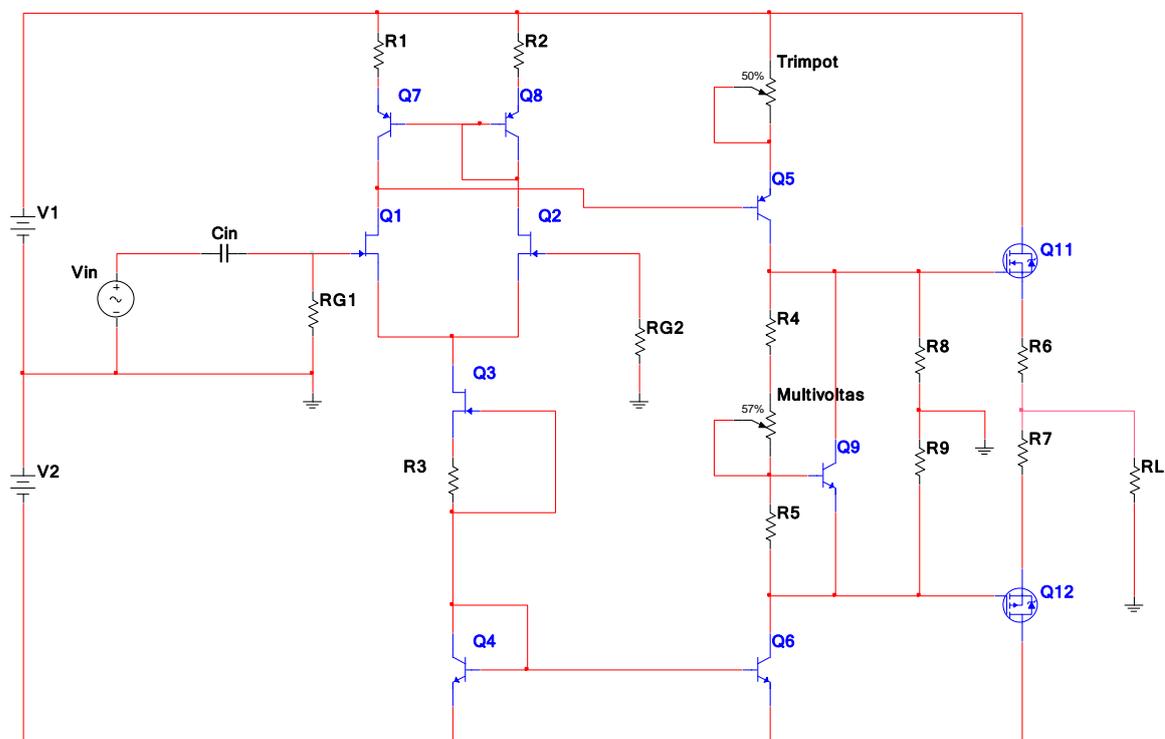


Figura 2 - Circuito adotado para o projeto do amplificador de áudio.

3.2. Integração do conhecimento

Como discutido na seção anterior, no projeto do amplificador de áudio também são utilizados os mesmos conceitos interdisciplinares da fonte de tensão regulada. A topologia discutida na seção anterior utiliza os três principais tipos de transistores abordados nas disciplinas de Circuitos Eletrônicos I e II. Desta forma, o aluno pode exercitar os conceitos teóricos de polarização e modelagem dos diversos tipos de transistores numa mesma atividade, vivenciando assim a multiplicidade de conceitos necessários para a realização de um projeto em eletrônica. Ainda, são trabalhadas diversas outras competências e habilidades necessárias à montagem prática do protótipo como, por exemplo, o processo de soldagem e questões práticas relativas ao posicionamento e à dissipação de calor nos componentes.

4. AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa com os alunos acerca da percepção dos mesmos em relação à importância dos projetos e da efetiva contribuição dos mesmos à construção do conhecimento. Foi analisado ainda o procedimento avaliativo adotado. As questões apresentadas aos alunos e os respectivos gráficos estatísticos das respostas recebidas são mostradas a seguir. Nestes gráficos, o projeto do amplificador de áudio é chamado de Projeto A e a fonte de tensão regulada é o Projeto B.



Primeiramente, foi verificado se os alunos percebem o caráter interdisciplinar do projeto, sendo solicitado que os mesmos citassem as disciplinas que contribuíram para a realização do projeto.

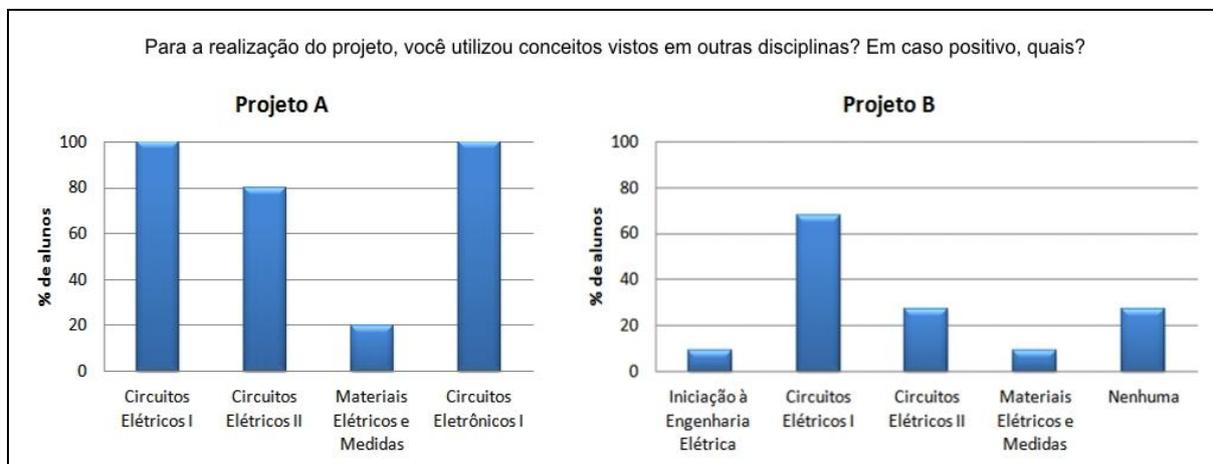


Figura 3 - Disciplinas utilizadas pelos alunos durante o desenvolvimento do projeto.

A Figura 3 mostra que a maioria dos alunos citou as disciplinas mais diretamente relacionadas ao projeto, percebendo o caráter interdisciplinar do mesmo. No entanto, observa-se que no projeto A ninguém se lembrou da disciplina de Introdução à Engenharia, enquanto que no projeto B, apenas dez por cento o fizeram. Nesta disciplina foram ensinados os conceitos de projeto de engenharia e de como elaborar relatórios técnicos e científicos. Vale ainda ressaltar que para o projeto B vinte por cento dos alunos disseram que não utilizaram conceitos de nenhuma outra disciplina.

A Figura 4 mostra os resultados da avaliação dos alunos em relação à correta descrição e acompanhamento do projeto por parte do docente.

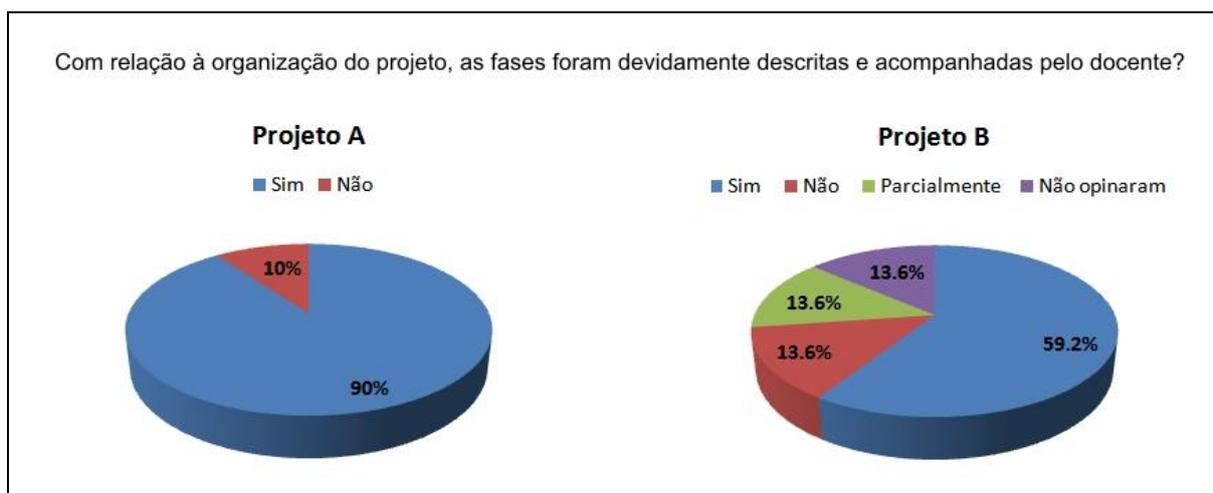


Figura 4 - Opiniões dos alunos sobre a descrição e o acompanhamento das fases do projeto.



Pode ser observado que a maioria dos alunos, nos dois projetos, realizou uma avaliação positiva com relação ao acompanhamento do projeto. Com relação ao projeto B, vale ressaltar que alguns dos alunos que opinaram de forma negativa acharam que foram prejudicados pelo fato de ter sido necessário refazer as simulações durante a fase de montagem para que fosse possível realizar os ajustes necessários para o correto funcionamento do protótipo.

A reclamação mostra que alguns alunos imaginam que um projeto se realize em uma única etapa, como em um exercício teórico, não sendo necessários ajustes de projeto ou até mesmo um re-projeto para se adequar às especificidades das limitações e características práticas. Desta forma, é importante que o docente ressalte para os alunos que esta etapa de ajustes faz parte do processo natural de projeto.

Outra opinião de alguns alunos (15,6%) é que seria necessária uma etapa intermediária em matriz de contatos. No entanto, esta etapa adicional além de consumir um tempo adicional de projeto, não é aconselhada devido à característica de alta dissipação térmica de alguns componentes de ambos os projetos.

A seguir, a Figura 5 apresenta a distribuição estatística de respostas à indagação sobre a contribuição das práticas realizadas em laboratório para o desenvolvimento dos projetos.



Figura 5 - Contribuição das aulas práticas para o desenvolvimento do projeto.

Verifica-se que cem por cento da turma A constatou a contribuição das práticas, enquanto que na turma B sessenta e três por cento responderam afirmativamente. Vale ressaltar que dentro dos vinte e sete por cento dos alunos que afirmaram que as práticas contribuíram apenas de forma parcial, boa parte sugeriu que o projeto fosse desenvolvido dentro das práticas.

A realização do projeto ao longo do semestre aproveitando-se das aulas práticas em laboratório é algo que se contrapõe à ideia da promoção de uma situação-problema onde o aluno é instigado a uma construção do conhecimento de forma autônoma, reconhecendo a interligação dos conteúdos abordados no curso e a diversidade de competências e habilidades necessárias à realização integral do projeto.



A Figura 6 mostra o resultado da pesquisa com relação à percepção do aluno em relação ao efetivo aprendizado dos conceitos proporcionado pela execução do projeto.



Figura 6 - Contribuição do projeto para o aprendizado dos conceitos da disciplina.

O resultado da pesquisa mostra que a grande maioria dos alunos entende que o projeto contribuiu de maneira determinante na absorção dos conceitos apresentados. Da turma B, cerca de nove por cento da turma diz não ter conseguido aplicar os conceitos teóricos na execução do projeto.

Uma das reclamações mais frequentes durante a realização dos projetos foi quanto aos prazos estipulados. A Figura 7 mostra os resultados da pesquisa sobre este assunto.

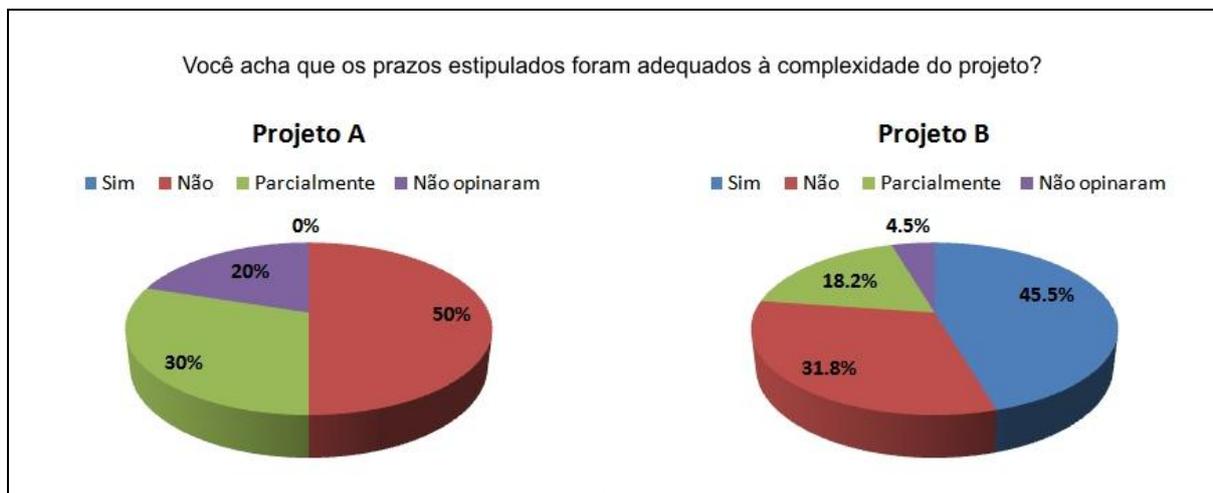


Figura 7 - Prazos para o desenvolvimento do projeto.

Pode ser observado que nenhum dos alunos participantes do projeto A achou que o tempo foi adequado enquanto que quarenta e cinco por cento da turma B achou que os prazos estavam adequados. Um fato importante é que para cerca de quarenta por cento dos alunos, o fator tempo torna-se agravante devido ao desenvolvimento do projeto concomitantemente às



demais disciplinas cursadas durante o semestre. Além disso, afirmam que as dificuldades práticas de montagem contribuíram para tornar o prazo insuficiente.

Adicionalmente, cerca de treze por cento dos alunos opinaram que a realização do projeto em etapas seguindo um roteiro iria facilitar o processo. Neste aspecto, novamente, a percepção dos alunos aponta para um maior auxílio por parte do docente, o que se opõe à construção autônoma do conhecimento.

Ainda quanto à questão da exiguidade dos prazos, foi investigada a expectativa dos alunos quanto aos prazos requeridos num ambiente profissional. A Figura 8 mostra os resultados desta pesquisa.

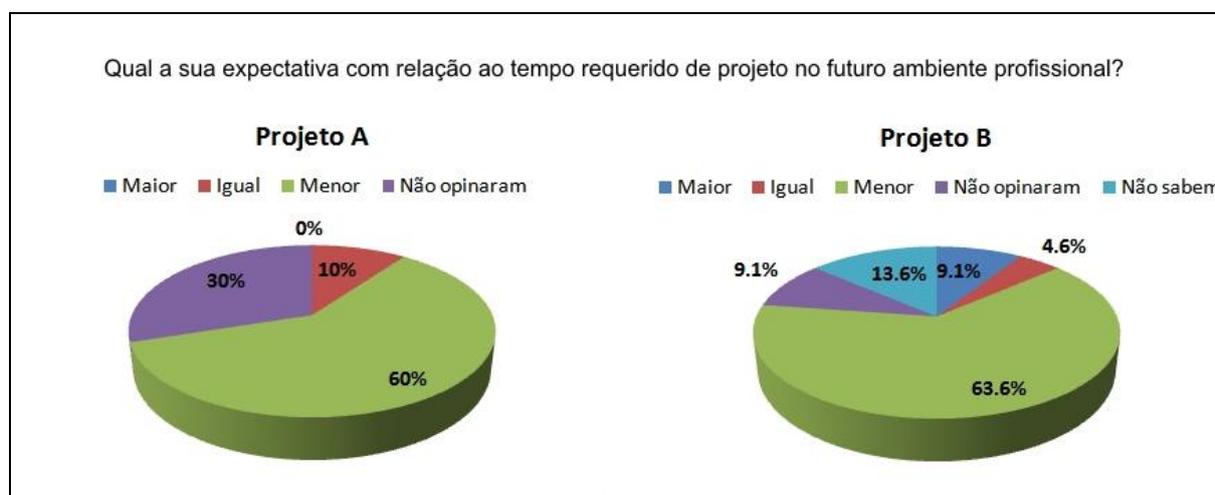


Figura 8 - Expectativa para o tempo destinado a um projeto no futuro ambiente profissional.

Observa-se que cerca de sessenta por cento dos alunos acreditam que no ambiente profissional os prazos serão ainda mais exíguos. Todavia, cerca de treze por cento dos alunos, acreditam que o fato das empresas serem especializadas em um ramo de atividade trará benefícios com relação aos prazos especificados, pois permitirá o foco do profissional num único projeto. Neste aspecto, apesar da grande diversidade de ambientes profissionais possíveis, é comum um engenheiro estar responsável por um determinado projeto e ainda contribuir com outras tarefas de interesse da empresa, como especificação de equipamentos, acompanhamento de outros projetos, tarefas administrativas, etc.

A seguir foi questionado acerca do aspecto que agregou maior dificuldade na execução do projeto. A Figura 9 mostra o resultado da pesquisa.

Neste aspecto, houve grande diferença de opiniões em relação às turmas. Enquanto que noventa por cento da turma A atribuiu maior dificuldade aos prazos requeridos, e turma B se dividiu entre tempo e conhecimento técnico necessário. Vale ressaltar que metade dos alunos avaliados na turma B responsabilizou as dificuldades em relação à montagem prática como a soldagem e dessoldagem dos componentes, pelo alto consumo de tempo na finalização do projeto.



Figura 9 - Fatores associados à dificuldade do projeto.

Como questionamento final, foi avaliada a opinião final dos alunos em relação à impressão inicial sobre a realização do projeto. O resultado é mostrado na Figura 10.



Figura 10 - Avaliação do resultado do projeto.

Nota-se uma avaliação geral positiva sobre a realização do projeto. Vale ressaltar que parte dos alunos da turma B que opinaram de forma negativa com relação ao projeto estão aqueles que não conseguiram finalizá-lo. Estes alunos afirmam que foram penalizados pela falta de empenho de outros membros do grupo. Aqui, novamente, entra o fato de que as competências necessárias para a realização do projeto transcendem àquelas de cunho técnico, envolvendo o relacionamento pessoal e o enfrentamento com a diversidade de opiniões e de personalidades. Esta é uma das justificativas para a execução de projetos em grupo, oferecendo aos alunos uma experiência em situações adversas no relacionamento com os outros membros da equipe. Esta experiência pode ser muito importante no futuro mercado de trabalho.



5. CONCLUSÕES

A utilização de projetos nas disciplinas específicas de cursos de engenharia propicia aos alunos uma experiência de integração do conhecimento, contribuindo para o desenvolvimento das competências e habilidades necessárias ao futuro profissional. Neste aspecto, as disciplinas da área de circuitos eletrônicos podem se articular a fim de solidificar conceitos apresentados, favorecendo assim a aprendizagem significativa dos alunos.

Tendo em vista a boa avaliação dos alunos em relação ao trabalho com projeto, faz-se necessário a sua efetivação já que o interesse e motivação dos envolvidos são quesitos básicos para o sucesso de qualquer trabalho educacional.

Vale ressaltar que o trabalho com projeto é processual e requer dedicação e comprometimento de todos, é um trabalho de interdisciplinaridade, de junção de significados e resolução de problemas. Sendo assim, a inquietação dos alunos em relação ao tempo de execução do projeto bem como as dificuldades por eles apresentadas fazem parte do processo de construção do conhecimento.

Concluindo, trabalhar com projetos articulando as diversas áreas do conhecimento é o grande diferencial para uma educação de qualidade visando não só a inserção do aluno no mercado de trabalho, mas sua atuação efetiva no mundo globalizado em que vivemos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. J.; FONSECA JÚNIOR, F.M. Projetos e ambientes inovadores. Brasília: Secretaria de Educação a Distância – SEED/ Proinfo – Ministério da Educação, 2000.
- ALMEIDA, M.E.B. Como se trabalha com projetos (Entrevista). Revista TV ESCOLA. Secretaria de Educação a Distância. Brasília: Ministério da Educação, SEED, nº 22, março/abril, 2002.
- FAZENDA, I. C. A. (Coord.) Práticas interdisciplinares na escola. 8. Ed. São Paulo: Cortez, 2001. 147p.
- HERNANDEZ, F. Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho. Porto Alegre: ArtMed, 1998, 150 p.
- VALENTE (org.) O computador na Sociedade do Conhecimento. Campinas, SP: UNICAMP-NIED, 1999.

INTEGRATION PROJECTS IN ELECTRONICS COURSES: EXAMPLES AND CRITICAL EVALUATION

Abstract: *This paper discusses the use of projects as a tool for curriculum integration within the courses of Electronic Circuits I and II. It is conducted a survey with students in disciplines where one seeks an assessment of students' perceptions regarding the interdisciplinary nature of the projects and the results obtained after the educational attainment of the projects.*

Key-words: *Design, Curriculum integration, Electronic circuits.*