



Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006.  
ISBN 85-7515-371-4

## **UMA NOVA ABORDAGEM PARA AS DISCIPLINAS MICROPROCESSADORES E PROJETO DE FORMATURA NA ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO DA ESCOLA POLITÉCNICA - USP**

**Oswaldo G. Sobrinho** – osvaldo.sobrinho@poli.usp.br

**Carlos E. Cugnasca** – carlos.cugnasca@poli.usp.br

**Paulo S. Cugnasca** – paulo.cugnasca@poli.usp.br

Universidade de São Paulo, Escola Politécnica

Av. Prof. Luciano Gualberto, trav. 3, n.158

CEP: 05508-970 – São Paulo - SP

**Resumo:** *A proximidade da conclusão do curso de graduação em Engenharia Elétrica, com ênfase em Computação da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo traz aos alunos a apreensão resultante de sua iminente entrada em um mercado de trabalho muito competitivo. A utilização cada vez mais freqüente de microprocessadores em projetos de todos os tipos de equipamentos eletrônicos faz com que este tópico seja de importância capital para a formação dos alunos egressos do curso. Desta forma, as disciplinas que fornecem os conhecimentos teóricos e práticos afeitos à utilização destes componentes adquirem extrema importância. Como exemplo, a disciplina Projeto de Formatura, onde um produto a ser desenvolvido deve ser projetado e executado – muitas vezes com o uso de microprocessadores – precisa estar apta a fornecer aos alunos não somente o conhecimento necessário à realização do trabalho, mas prepará-lo para que sua execução seja efetuada em um ambiente de motivação e entusiasmo. Paralelamente, despertar o interesse dos alunos pela pesquisa científica é um dos objetivos da Universidade. A obtenção de êxito na busca simultânea a todos estes objetivos levou o Departamento de Engenharia Computação e Sistemas Digitais da Escola Politécnica a realizar uma reformulação de disciplinas-chave neste processo. As motivações, a reformulação e seus resultados são o objetivo deste trabalho.*

**Palavras-chave:** *Laboratório, Microprocessadores, Trabalho de conclusão de curso*

### **1. INTRODUÇÃO**

Desde os anos 70 o curso de Engenharia Elétrica, modalidade Eletrônica, com ênfase em Sistemas Digitais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, introduziu a obrigatoriedade de realização de um Projeto de Formatura ao final do curso. Posteriormente,

ao final da década de 80, o curso passou a ser chamado de Engenharia Elétrica – ênfase em Computação, mantendo na essência a mesma estrutura curricular.

Esta implementação vem ao encontro das diretrizes do Ministério da Educação e Cultura – MEC, que em sua resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002, instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Este documento, em seu Artigo 7º, Parágrafo Único, estabelece a obrigatoriedade dos projetos de formatura: “*É obrigatório o trabalho final de curso como atividade de síntese e integração de conhecimento*” (CÂMARA..., 2002).

A implantação dos Projetos de Formatura, ou Trabalhos de Conclusão de Curso, na Escola Politécnica da USP, já foi analisado em trabalho apresentado previamente no COBENGE, por ALMEIDA JR. *et al.* (2004).

Desde os anos 80, a utilização de microprocessadores tornou-se corriqueira em projetos de Engenharia de Computação. A Escola Politécnica da USP, antecipando-se às necessidades deste mercado, foi uma das pioneiras a inserir em sua grade curricular, disciplinas específicas sobre a utilização destes componentes, inicialmente como cursos de extensão e, finalmente, como disciplinas oficiais do currículo.

A evolução dos processadores, aliada a seu custo relativamente baixo, faz com que estes componentes estejam presentes em um número considerável de Trabalhos de Conclusão de Curso, o que sugeriu aos professores do Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais da Escola Politécnica a idéia de criar uma certa integração entre a disciplinas que tratam de processadores e do desenvolvimento do Projeto de Formatura. Esta integração, que levou a mudanças no conteúdo de todas estas disciplinas, não apenas no conteúdo, mas também na forma de apresentação e avaliação dos projetos, é tratada neste trabalho.

## 2. A PROPOSTA ANTERIOR

Até 2002, a disciplina “Microprocessadores” era ministrada no 8º semestre do curso de graduação de Engenharia Elétrica – ênfase Computação, com conteúdo puramente teórico. Durante o 9º semestre, era ministrada a disciplina “Laboratório de Microprocessadores”, totalmente realizada em laboratório. Nesta disciplina, os alunos, reunidos em grupos de três, recebiam como incumbência, a cada aula semanal de quatro horas, a realização de experimentação, pesquisa e solução de um problema relevante, porém simples em seu escopo, sobre o uso de processadores. A rotina seguida obedecia a um roteiro clássico de aulas em laboratório:

- consultar na apostila ou no *web site* da disciplina, o problema a ser pesquisado em aula;
- elaborar o planejamento para a pesquisa antes da aula prática;
- estabelecer um roteiro de atividades para a aula no laboratório;
- realizar a experimentação e resolver o problema apresentado; e
- redigir relatório do experimento, detalhando a solução proposta e concretizada (atividade feita nos dias seguintes à aula no laboratório).

Finalmente, no 10º semestre, era oferecida a disciplina “Projeto de Formatura”. Nela, novamente os alunos (quarenta e cinco) eram divididos em quinze grupos de três estudantes. Cada grupo era estimulado a propor seu projeto e este era acompanhado por um dos três professores encarregados da disciplina durante sua realização.

### **3. AVALIAÇÃO DA PROPOSTA ANTERIOR**

Diversos problemas foram detectados durante os anos em que esta proposta foi praticada. A disciplina “Microprocessadores”, oferecida no 8º semestre e com um enfoque puramente teórico, aborrecia boa parte dos alunos. No semestre seguinte, durante o oferecimento da disciplina “Laboratório de Microprocessadores”, quando era esperado que os alunos já possuíssem uma razoável base teórica sobre estes componentes, era visível que boa parte destes conhecimentos haviam caído no esquecimento, causando um baixo rendimento dos alunos no laboratório. Percebia-se claramente que a falta de utilização prática imediata dos conhecimentos teóricos levava ao seu esquecimento precoce.

Além deste problema, a rotina repetitiva das aulas de laboratório com a análise constante de problemas, de uma certa forma, limitados, seguidos de intensa atividade burocrática com a elaboração de relatórios, acabavam cansando e desmotivando os alunos.

Finalmente, no 10º semestre, a disciplina “Projeto de Formatura” também apresentava seus problemas. Como o uso de microprocessadores é freqüente nos projetos de formatura, as falhas já apontadas no processo ensino-aprendizagem, durante as disciplinas anteriores sobre microprocessadores, causavam problemas de rendimento insatisfatório durante a realização do Projeto de Formatura. Além disto, a realização da disciplina em apenas um semestre oferecia um prazo relativamente curto para que os alunos conseguissem levar o projeto a bom termo.

Outro problema observado foi o número reduzido de professores orientadores. Cada um dos três professores da disciplina devia se responsabilizar, em média, por cinco grupos e, portanto, cinco projetos distintos, diminuindo o tempo efetivo de suporte a cada grupo e exigindo um grande esforço para o oferecimento de um suporte adequado.

Além do número excessivo de projetos a serem acompanhados, muitas vezes os temas dos projetos eram ligados a áreas do conhecimento distantes da prática diária dos professores, exigindo destes um esforço extraordinário para que pudessem dar um efetivo acompanhamento e suporte aos grupos.

### **4. A NOVA PROPOSTA**

Buscando solucionar os problemas apresentados, as disciplinas citadas passaram por uma reestruturação, que levou às seguintes alterações, hoje em vigor.

A separação entre um curso teórico e outro prático sobre processadores foi eliminada com a criação de duas novas disciplinas – Laboratório de Microprocessadores I (oferecida no 7º semestre) e Laboratório de Microprocessadores II (oferecida no 8º semestre). Nestes cursos, as informações teóricas passaram a ser ministradas durante as aulas de laboratório ou começaram a ser solicitadas aos alunos na forma de pesquisa a ser realizada.

No curso Laboratório de Microprocessadores I, foi mantido o enfoque de analisar um problema simples e limitado a cada aula. No semestre seguinte, durante a disciplina Laboratório de Microprocessadores II, problemas de maior complexidades são propostos aos alunos, ainda divididos em grupos de 3 estudantes. Cada grupo deverá resolver estes desafios durante o decorrer do curso, oferecendo, portanto, um semestre para a pesquisa de soluções. Nesta fase, em cada aula os professores sugerem a cada grupo uma relação de atividades coerente com o cronograma estabelecido para realização do projeto. O mesmo problema é proposto a todos os grupos que deverão solucioná-los de uma forma particular. Ao final da disciplina, um seminário é realizado e todos os grupos apresentam suas soluções, socializando o conhecimento obtido e oferecendo aos demais colegas a possibilidade de tomar conhecimento de múltiplas formas de solucionar um mesmo problema.

Durante a realização destes cursos, principalmente no segundo semestre (Laboratório de Microprocessadores II), os professores procuram estabelecer elos e analogias, quando

conveniente, entre as atividades realizadas em aula e o futuro Projeto de Formatura, procurando preparar o espírito dos alunos para que estes já se acostumem a estabelecer o tipo de raciocínio a ser praticado nos próximos semestres durante a execução do Trabalho de Conclusão de Curso.

Finalmente, a disciplina “Projeto de Formatura” foi ampliada para 2 semestres – Projeto de Formatura I (oferecida no 9º semestre) e Projeto de Formatura II (oferecida no 10º semestre). Outra alteração importante diz respeito aos professores orientadores. Nesta fase, esta função pode ser exercida por qualquer um dos professores do Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais, não apenas os três professores originais da disciplina. A escolha dos professores é feita em função dos aspectos comuns que devem ocorrer entre o tema do projeto e a área de interesse do professor.

Nesta fase, são fortemente incentivados trabalhos que, de alguma forma, ofereçam subsídios a projetos de pesquisa que estejam sendo realizados por alunos de pós-graduação, em nível de mestrado ou doutorado. Aos alunos que participem destes projetos e demonstrem interesse e aptidão para ingressar na área de pós-graduação, a Escola permite que algumas disciplinas do curso de pós-graduação sejam cursadas paralelamente no último ano do curso de graduação.

Ao final do curso, todos os projetos são exibidos em apresentação pública, toda a documentação do projeto deve ser apresentada, em formato compatível com as normas para publicação de documentos científicos da Escola Politécnica, e depositada na sua biblioteca. Os projetos são apresentados e avaliados por uma banca composta pelo professor orientador, um professor convidado e outro avaliador, freqüentemente, um aluno de mestrado ou doutorado que tenha contribuído para a execução do projeto.

Além disso, são permitidos projetos de formatura multidisciplinares, podendo os alunos formar grupos envolvendo alunos de outras ênfases da Engenharia Elétrica (Telecomunicações, Automação e Controle, Energia e Automação ou Sistemas Eletrônicos). Também, mais recentemente, são estimulados projetos de formatura com caráter social, dentro do projeto da Escola denominado Poli-Cidadã.

## **5. A AVALIAÇÃO DA NOVA PROPOSTA**

Os problemas com as disciplinas sobre Microprocessadores foram resolvidos. O curso passou a ser oferecido totalmente no laboratório e o ensinamento de fundamentos teóricos passou a ser ministrado em aulas práticas ou a ser exigido dos alunos como pesquisa prévia. A utilização imediata dos conceitos teóricos facilita seu entendimento e memorização, aumentando o rendimento dos alunos no laboratório.

A proposta de um problema complexo na segunda parte do curso quebra a rotina semanal do laboratório no momento em que os alunos normalmente começam a manifestar cansaço. A solução deste desafio é altamente motivadora para os alunos. O enfoque deste problema como uma introdução ao que será proposto nos semestres seguintes durante o Projeto de Formatura, condiciona os alunos para que estes apresentem um comportamento adequado durante sua realização.

A integração entre alunos da graduação e pós-graduação é benéfica para ambos os lados. Os alunos da graduação podem sentir os problemas e desafios da pesquisa científica a serem enfrentados caso queiram vir a participar da pós-graduação. Já os alunos da pós-graduação podem obter ajuda prática na solução de problemas decorrentes de suas pesquisas, além de poderem atuar “como educadores”, que também faz parte da formação de um pós-graduando.

A ampliação do Projeto de Formatura para dois semestres permitiu aos alunos um cronograma mais adequado para a realização com sucesso de seus projetos e com a profundidade desejada: passou-se a estimular a realização de uma especificação mais

refinada, o planejamento, a obtenção dos recursos, a observância de um cronograma e a adequada documentação do projeto (aspectos muito importantes e comuns na vida profissional de um engenheiro) passaram a ser valorizados e exigidos.

A possibilidade de qualquer professor do Departamento de Computação e Sistemas Digitais participar como orientador tem um benefício duplo: cada professor pode orientar um projeto próximo à sua área de interesse e, frequentemente, terá apenas um grupo para orientar, podendo dedicar maior tempo a esta tarefa e proporcionando aos alunos um suporte muito mais efetivo.

A melhora do rendimento dos alunos nos cursos de microprocessadores tiveram reflexos imediatos no Projeto de Formatura que, devido ao uso intenso de microprocessadores, também incorporou a mesma melhoria de rendimento.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Iniciado o quarto ano de vigência da reformulação das disciplinas, observa-se que o processo permitiu a obtenção de resultados positivos em vários aspectos:

- fundir conceitos de “teoria” e “prática”, minimizando reações preconceituosas dos alunos e melhorando a aprendizagem;
- preparar os alunos para o dia-a-dia profissional de uma forma mais efetiva, introduzindo-os gradualmente à solução de problemas de complexidades crescentes (desafios), culminando com a realização de um projeto para um “produto real”, aumentando o interesse e motivação na realização dos trabalhos, além de eliminar o tédio causado pela resolução repetitiva de problemas de pequeno porte, seguida por atividades burocráticas de elaboração de relatórios;
- despertar nos alunos o interesse pela pesquisa científica, permitindo sua interação com projetos em andamento, efetuando sua própria pesquisa e exigindo a elaboração de documentos redigidos com rigor adequado e oferecendo a oportunidade de antecipar a realização de cursos oferecidos na pós-graduação;
- oferecer aos alunos de pós-graduação a oportunidade de obter auxílio na realização de seus projetos de pesquisa, por parte dos alunos de graduação;
- oferecer aos alunos de pós-graduação a oportunidade de exercer o papel de educadores, cuja formação é um dos objetivos da pós-graduação *strictu senso*, seja pela orientação aos estudantes em seus projetos, seja pela sua participação em bancas avaliadoras;
- oferecer a todos os professores do departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais a oportunidade de participar do Projeto de Formatura, orientando os grupos em projetos afeitos à sua área de interesse; e
- como frequentemente os professores têm apenas um grupo para orientação, podendo fazê-lo com um grau de eficácia muito maior e com um esforço muito menor do que anteriormente, paralelamente os alunos recebem um apoio mais decisivo.

Finalizando, pode-se concluir que, com a reformulação das disciplinas afeitas ao uso de microprocessadores e ao Trabalho de Conclusão de Curso, foi possível oferecer a todos os envolvidos no processo, alunos de graduação, alunos de pós-graduação, professores das disciplinas envolvidas e professores de todo o departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais, a oportunidade de agirem em conjunto na busca de um objetivo comum a melhoria efetiva do processo ensino-aprendizagem e a conseqüente melhoria na formação dos alunos egressos da Escola Politécnica da USP, que a cada ano entram em um mercado de trabalho cada vez mais competitivo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA JR.; J.R; CAMARGO JR., J.B.; CUGNASCA, P.S. A importância do trabalho de conclusão de curso na formação do engenheiro de computação. In: COBENGE 2004 - XXXII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 9, 2004, Brasília. **Anais**. Brasília: UnB-RJ, 2004, p. 1-11.

CÂMARA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR, **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**, Resolução CNE/CES 11, Brasília, 11 de março de 2002.

## **A NEW APPROACH FOR MICROPROCESSORS AND FINAL TERM PROJECT DISCIPLINES OF THE COMPUTER ENGINEERING COURSE OF ESCOLA POLITÉCNICA - USP**

***Abstract:** The last year of the undergraduate course in Electric Engineering with emphasis on Computing of the Escola Politécnica da Universidade de São Paulo causes some apprehension to the students due to their imminent entrance in a very competitive labor market. The more frequent use of microprocessors in projects of all kinds of electronic equipment makes this subject of paramount importance for the students completing the course. Therefore, the disciplines that supply the theoretical and practical knowledge related to the use of these components acquire an extreme significance. As an example, the Final Term Project discipline in which a product should be designed, developed and tested, many times with the use of microprocessors, has to provide the students with the necessary knowledge for the accomplishment of this work within an atmosphere of motivation and enthusiasm. Also, another goal of the university is to motivate students for scientific research. The simultaneous pursuit for all these goals made the Computer and Digital Systems Engineering Department of Escola Politécnica rethink the disciplines involved. The motivations, the actions taken and the main results are discussed in this work.*

***Key-words:** Laboratory, Microprocessors, Final term project*