

## DISCUSSÕES SOBRE A EVOLUÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA UNICAMP

Evandro Conforti\*  
Yaro Burian Jr.\*\*

CONFORTI, Evandro; BURIAN Jr, Yaro. Discussões sobre a evolução do curso de Engenharia Elétrica da UNICAMP, *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 4(1): 56-59, 1.º sem. 1985.

A recente reforma curricular do Curso de Engenharia Elétrica da UNICAMP é analisada face à criatividade do engenheiro, sua formação profissional e às tendências e necessidades tecnológicas nacionais. Inicialmente apresentam-se os problemas diagnosticados no final da década de 1970, destacando-se: a falta de coerência entre o encadeamento das disciplinas cursadas pelos estudantes; a desvinculação crescente entre o curso básico (dois primeiros anos) e a formação profissional; a permanência de ementas incompatíveis com as novas tendências da Engenharia Elétrica, principalmente as pertinentes à área da teoria Eletromagnética. A seguir, descrevem-se a reforma curricular implantada e suas principais características: os estímulos dado aos alunos visando ao cumprimento do currículo de forma coerente; a quebra da rígida distinção entre ciclo básico e profissional, com a introdução de disciplinas de formação profissional logo a partir do primeiro ano do curso; a reestruturação das disciplinas de Teoria Eletromagnética, com a introdução de técnicas computacionais e incorporação dos fundamentos relativos à ótica integrada e comunicações óticas. Finalmente, analisa-se a reforma implantada, seus reflexos atuais no curso de Engenharia Elétrica da UNICAMP e as dificuldades de sua generalização a outras áreas e escolas.

Reforma curricular. Ensino Universitário. Sistema de créditos. Curso de Engenharia.

CONFORTI, Evandro; BURIAN Jr, Yaro. The evolution of the undergraduate electrical engineering curriculum at State University of Campinas (UNICAMP). *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 4(1): 56-59, 1.º sem. 1985.

The recent change of the Undergraduate Electrical Engineering Curriculum at the State University of Campinas (UNICAMP) is analyzed based on the engineer's creativity, its professional formation and on the national technological tendencies and necessities. The problems identified at the end of the 1970 decade are first presented, such as: the lack of coherence between the courses offered to the students; the increasing isolation of the basic courses (two first years) from the professional formation, and, the maintenance of course syllabi incompatible with the new Electrical Engineering tendencies, primarily of those related to the Electromagnetic Theory. The implanted curricular change is described along with its main characteristics: the incentives given to the students in order to allow the completion of the curriculum in a coherent form; the brake of the rigid distinction between the "Basic Cycle" and the professional formation right at the beginning of the first year of course; the changes of the Electromagnetic Theory Courses with the introduction of Computational techniques and the insertion of fundamentals associated with integrated optics and with optical communication. Finally, the implanted curricular change is analyzed along with the present effects at UNICAMP and the difficulties of its generalization to other areas and schools.

Undergraduate Engineering Curriculum. Electrical Engineering Course.

### 1 INTRODUÇÃO

Ao final da década passada, o ensino de graduação em Engenharia Elétrica da UNICAMP foi objeto de profundas críticas por parte de docentes e estudantes. Embora certas deficiências decorressem

da inadequação da infraestrutura física (falta de equipamentos, material de consumo, etc.), era inegável que fundamentalmente essas críticas dirigiam-se à própria estrutura curricular e metodológica do curso. De fato, observava-se que a ênfase na quantidade de atividades expositivas e tarefas para casa, com pouca preocupação pelos conceitos e conhecimentos básicos, desestimulava a criatividade e iniciativa do aluno, bem como a preocupação com uma discussão mais profunda e crítica das questões. Além disso, poucas eram as atividades

\* Professor Assistente Doutor - Chefe do Departamento de Engenharia Elétrica da FEC/UNICAMP.

\*\* Professor Titular - Coordenador do Curso de Graduação de Engenharia Elétrica da FEC/UNICAMP.

que levavam o aluno a refletir sobre o papel do engenheiro na sociedade. Visando eliminar essas deficiências, foi criado um Grupo de Trabalho (1), a nível departamental, que iniciou o processo de reformulação curricular e metodológica aqui descrito.

Historicamente, as idéias básicas da reforma curricular dos cursos de engenharia foram introduzidas pela Comissão de Especialistas de Ensino de Engenharia (CEEEng), sob a coordenação do Prof. Ruy Carlos de Camargo Vieira, que realizou no biênio 72/73, visitas a várias escolas brasileiras, elaborando, nos dois anos subseqüentes, uma análise profunda da situação do ensino universitário brasileiro de engenharia. Dessa análise surgiu a proposta de reforma curricular (2), posteriormente regulamentada em seus aspectos essenciais pela resolução 48/76 do Conselho Federal da Educação (3). Essa resolução quebrou a rígida seqüência cronológica da sucessão de matérias de formação básica e profissional, ao permitir a sua interpretação. Além disso, a formulação curricular ficou mais flexível com a introdução de ementas descritivas dos conteúdos mínimos a abranger e não como programas acabados de disciplinas. Em adição, essa resolução tornou clara a distinção entre os conceitos de matéria e disciplina, além de racionalizar a montagem dos currículos mínimos e plenos das várias áreas da engenharia, por parte das instituições de um país tão regionalmente diversificado como é o Brasil.

Para o caso particular do Curso de Engenharia Elétrica da UNICAMP e visando a formação de um engenheiro capacitado para não só absorver, como também criar novas tecnologias reclamadas pelas necessidades nacionais — nosso diagnóstico inicial, além da obsolescência curricular, indicou crescente desvinculação entre os objetivos do ciclo básico e os do ciclo profissional, como também apontou a falta de coerência entre o encadeamento das diversas disciplinas cursadas pelos estudantes. A reforma curricular implantada na UNICAMP, objetivando a superação dessas dificuldades, é descrita a seguir em seus diversos aspectos.

## 2 O SISTEMA DE CRÉDITOS E O CURRÍCULO COERENTE

Ao analisar-se a forma pela qual um estudante integralizava seu currículo, percebia-se a falta de racionalidade na seqüência em que as disciplinas eram cumpridas. Além disso, o horário semanal apresentava uma série de distorções, com várias "janelas", sem aproveitar eficientemente o pe-

ríodo de permanência do aluno no "campus" universitário. Esses problemas provinham da implantação, pela UNICAMP, do sistema de créditos, "de molde a permitir o ingresso nos cursos universitários em diferentes épocas e oportunidades" (4). Acontece, no entanto, que no Brasil o curso de Engenharia é muito extenso em termos de horas de aula, devendo ter um mínimo de 3.600 horas (3) em um período de cinco anos, cada um dos quais com 32 semanas úteis. O sistema de créditos havia se adaptado bastante bem nos EUA, em virtude de facilitar a cobrança de taxas escolares (na faixa de 40 dólares por crédito) e possibilitar um horário individual flexível para um curso de apenas 2.000 horas em 5 anos (5, 6). Ao ser transposto para as condições brasileiras, nas quais o trabalho em sala de aula predomina sobre o estudo nas bibliotecas, tal sistema de créditos tornou quase impossível aos estudantes o planejamento de currículos e horários individuais otimizados. Pelo contrário, o que nós nos acostumamos a assistir eram as longas e demoradas filas de espera das matrículas, só atenuadas por sofisticados programas computacionais, bem como pela habilidade e paciência dos coordenadores de curso. A melhor solução transitória adotada para esse caso foi estimular os alunos a seguirem a seqüência cronológica de disciplinas recomendada pelo coordenador de curso. Desta forma, um horário racional pôde ser preparado para um aluno que estivesse acompanhado esta seqüência. Outras medidas adotadas foram: a fixação de uma carga horária padrão de 4 horas semanais por disciplina que são oferecidas em dois módulos de duas horas, nos períodos entre 8 às 12 horas e de 14 às 18 horas, na semana útil de cinco dias; a separação das turmas de laboratório das turmas teóricas correspondentes, facilitando a vida acadêmica do aluno reprovado em teoria mas aprovado em laboratório e vice-versa; redução do número de horas totais para o curso que passou de 4.300 horas em 1972, para 3.920 horas em 78 e para as 3.810 horas previstas para 1984, aproximando-se do limite legal mínimo de 3.600 horas, mas sem comprometer a qualidade do curso.

Os autores, entretanto, reconhecem que essas medidas não propiciam a solução definitiva para o problema. Neste sentido, alguns professores defendem a adoção do sistema seriado, em substituição ao atual sistema de créditos. A recuperação dos alunos repetentes poderia ser feita durante as férias de verão, sob orientação dos professores responsáveis pelas disciplinas, bem como através do restabelecimento da dependência. Outros docentes defendem a diminuição drástica do número de

horas em sala de aula, compensados por trabalho efetivo em bibliotecas, laboratórios e estudo em casa. Para tanto, seria necessário transformar, ampliar e reequipar nossas bibliotecas e laboratórios didáticos, tarefa esta bastante difícil, porém necessária nos tempos atuais. A grande desvantagem desta solução seria a dificuldade de sua generalização a nível nacional, até mesmo pelos abusos que ela poderia permitir em detrimento da já precária qualidade de nosso ensino universitário.

### 3 CICLO BÁSICO E CICLO PROFISSIONAL

Um aspecto fundamental da estrutura curricular das universidades brasileiras refere-se à conceituação de ciclo básico e profissional. Nos EUA, este sistema favorece o intercâmbio de estudantes entre Universidades, entre cursos ou mesmo entre "colleges" e universidades, uma vez que o estudante é admitido por seleção curricular, sendo o ciclo básico razoavelmente padronizado em todo o país. Além disso, é pequeno o número de matérias obrigatórias, restando ao aluno grande flexibilidade em organizar seu currículo pleno e de humanidades (5). Nas condições brasileiras, no entanto, existe o vestibular como condição "sine qua non" para o acesso à Universidade (7), com a agravante de que este sistema limita em algumas instituições o curso e a área a serem seguidos, por exemplo: Engenharia, área Mecânica. Deste modo, a transposição para a realidade brasileira da separação dos Ciclos, desvinculada do intercâmbio regular de estudantes seja em âmbito interno como entre as várias Universidades, dificultou ainda mais a escolha vocacional do estudante, assim como sua criatividade e discernimento. Esta situação estava agravada na UNICAMP pelo "caráter seletivo do primeiro ciclo" e pelo entendimento que o aluno só deveria entrar no ciclo profissional após estar completamente preparado em seus conhecimentos básicos (4). Esta orientação maniqueísta foi vencida por iniciativa dos docentes brasileiros através do CEEng, e, já em 1976, o CFE recomendava que a "ordenação das matérias do currículo mínimo e pleno não representa seqüência imposta, podendo-se admitir a interpretação de matérias de ambas as partes".

Após a reforma curricular (1), e após algumas modificações recentes, a interpenetração ciclo básico - ciclo profissional foi realizada na Engenharia Elétrica da UNICAMP, com a introdução das disciplinas de "Circuitos Elétricos", "Eletrotécnica Aplicada", "Circuitos Lógicos" e "Introdução

à Teoria Eletromagnética" nos dois primeiros anos do curso, sendo que as disciplinas eletivas, estágios e trabalhos individuais são recomendados para os últimos anos (8). As disciplinas "Circuitos Elétricos" e "Eletrotécnica Aplicada" (esta última tendo este nome por razões históricas, na qual se analisam as técnicas mais diretamente ligadas aos circuitos em regime permanente senoidal: fasores, potência ativa e reativa, etc.) são ministradas, respectivamente, nos 2.º e 3.º semestres do curso. Como pré-requisito de "Circuitos Elétricos" exige-se a primeira disciplina de cálculo (derivadas e integrais), sendo que as equações diferenciais são lecionadas em paralelo. As dificuldades decorrentes da pouca base matemática dos alunos são compensadas pelo seu entusiasmo em se defrontarem, já no primeiro ano, com uma "disciplina de engenharia", refletindo-se este entusiasmo no aproveitamento da disciplina de equações diferenciais.

As disciplinas "Circuitos Lógicos" e "Introdução à Computação Digital" são ministradas no 4.º e 5.º semestres do curso, abrindo a possibilidade para um extenso elenco de disciplinas eletivas em "software" e "hardware" nos 4 semestres seguintes, sendo que duas dessas relativas a microcomputadores já foram incorporadas ao currículo pleno (obrigatório).

O estudo do eletromagnetismo é introduzido logo no 4.º semestre, com "Introdução à Teoria Eletromagnética" e "Laboratório de Eletromagnetismo". Para tal, foi necessário suprimir a disciplina do ciclo básico, ministrada pelo Departamento de Física, relativa a Eletricidade, Ótica e Eletromagnetismo. Desta forma, a Teoria Eletromagnética para campos não variáveis no tempo é introduzida com o formalismo do Cálculo Vetorial de forma direta, sendo que os conceitos físicos básicos são apreendidos na disciplina "Laboratório de Eletromagnetismo". Em seguida (5.º semestre), são estudados os campos quase estáticos, a eletrodinâmica e as ondas planas, possibilitando um amplo leque de disciplinas posteriores. Em seqüência, na disciplina do currículo pleno "Aplicações de Teoria Eletromagnética", foi possível introduzir as modernas técnicas numéricas (diferenças finitas e métodos dos momentos) aplicadas à engenharia do eletromagnetismo, com grande sucesso entre os estudantes, dada a facilidade com que trabalham os programas e técnicas computacionais. Em adição, a matéria de ótica que havia sido suprimida no curso de física, é agora enfocada sob o ponto de vista da engenharia, com a apresentação dos fundamentos relativos à ótica integrada, propagação em fibra ótica e teoria geométrica da difração.

Maiores detalhes sobre este assunto são encon-

trados na referência 8. Neste ponto, é interessante ilustrar a interpretação dos ciclos básico e profissional com o gráfico mostrado na Figura 1.

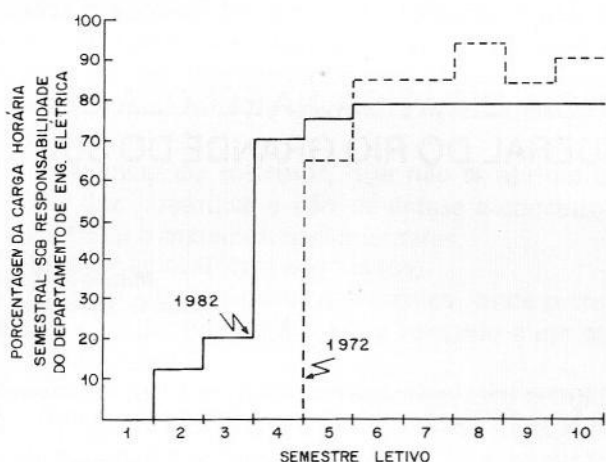


Figura 1 - A interpretação dos ciclos básico e profissional após a reforma curricular é ilustrada com os gráficos para 1972 e 1982 da porcentagem da carga horária semestral, sob responsabilidade do Departamento de Engenharia Elétrica em função do tempo do aluno no curso, para o currículo recomendado pelo Coordenador do curso de Engenharia Elétrica.

No gráfico apresentado representa-se a participação relativa do Departamento de Engenharia Elétrica na carga horária do semestre, à medida que o curso vai sendo cumprido. Nota-se, para o ano de 1972, a brusca transição no ciclo básico para o profissional, enquanto que após a reforma (ano de 1982) essa transição é gradual devido à interpretação dos dois ciclos.

#### 4 ASPECTOS DA INFRAESTRUTURA

A melhoria da infraestrutura departamental em ensino e pesquisa é essencial para o sucesso de qualquer projeto de reforma curricular e metodológica. Neste sentido foram providenciadas no Departamento de Engenharia Elétrica instalações e equipamentos adequados para o ensino de graduação, sendo que a atual crise econômica vem comprometendo seriamente a sua renovação e expansão. Quanto ao quadro docente, é dada absoluta prioridade à contratação em regime dedicação integral à docência e pesquisa, sendo que atualmente 90% estão incluídos nesta categoria. Outro aspecto fundamental refere-se à qualificação crescente dos docentes: em 1972 o Departamento de Engenharia Elétrica possuía 30 docentes, sendo 7 com doutorado; atualmente tem-se 96

docentes dos quais 54 doutores, 32 mestres e 10 auxiliares de ensino. Esses professores estão organizados em 9 setores de pesquisa, ocupando área total aproximada de 3.000 m<sup>2</sup>.

#### 5 CONCLUSÕES

Foram analisados vários aspectos da reforma curricular implantada no curso de Engenharia Elétrica da Universidade Estadual de Campinas, discutindo-se o sistema de créditos, ciclos básicos e profissional, adequação curricular à formação de engenheiros com papel de liderança e criatividade às tendências e necessidades nacionais.

Como continuação deste trabalho, pretende-se elaborar um cronograma detalhado dos assuntos tratados em todas as disciplinas do curso (ementas analíticas) de forma a detetar possíveis redundâncias, aprofundar a visão de conjunto e permitir o acompanhamento cuidadoso das novas modificações.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) WALDMAN, H. Grupo de Trabalho de Reforma Curricular GT-1: constituição e objetivos. Carta circular da Chefia do Departamento de Engenharia Elétrica da UNICAMP, de 08/08/78, 4 p.
- (2) SOUZA, H.G. de. Relator, Parecer n.º 4.807 - Projeto de Currículo Mínimo para o Curso de Engenharia. Processo 8.877/44 do Ministério da Educação, aprovado em 02 de dezembro de 1975 pelo Conselho Federal de Educação.
- (3) Conselho Federal de Educação. Resolução n.º 48. Publicada no Diário Oficial da União, pp. 8621/2, em 21 de junho de 1976.
- (4) Governo do Estado de São Paulo. Regimento Geral da Universidade Estadual de Campinas. Decreto n.º 3467, art. 34 e 35, de 29 de março de 1974.
- (5) BOFFI, L.V. Ensino de Engenharia: confronto entre a experiência brasileira e a norte-americana. Relatório, projeto PADES, reuniões de 16 a 17 de agosto de 1978, 14 p., Campinas, SP.
- (6) RAMOS, M.A. Subsídios para Avaliação do Currículo Mínimo de Cursos de Graduação em Engenharia Elétrica. Anais. Cobenge, 1983.
- (7) Congresso Nacional. Lei 5540 - Diretrizes e Bases da Educação, de 28 de novembro de 1968.
- (8) Câmara Curricular. Catálogo dos Cursos de Graduação - 1984. Universidade Estadual de Campinas, 136 p., Campinas, 1984.