

UMA ESTRUTURA CURRICULAR FLEXÍVEL E DINÂMICA

Antônio Cláudio Gómez de Sousa – ac@del.ufrj.br

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Eletrônica e de Computação da Escola de Engenharia

Centro de Tecnologia – Bloco H – Sala H219 – Ilha do Fundão

Caixa Postal 68.564 - CEP 21.945-970 – Rio de Janeiro - RJ

***Resumo.** O Curso de Engenharia Eletrônica e de Computação da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro está com novo currículo em execução. Este texto apresenta um sumário do perfil de profissional que se pretende formar e a estrutura curricular orientada para esse perfil. Além disso o texto discute, como ponto central, a estrutura curricular projetada para atender outros objetivos pretendidos pelo novo currículo, tais como permitir a atualização científica e tecnológica permanente, fomentar interdisciplinaridade com outros cursos, oferecer formações diferenciadas a partir de uma sólida base comum e flexibilidade para rápida adaptação às novas necessidades do mercado e de instituições conveniadas.*

***Palavras-chave:** Ensino – Engenharia – Currículo – Flexibilidade Curricular - Dinâmica Curricular*

1. INTRODUÇÃO

Uma preocupação permanente quando se discute currículo em Engenharia, é a flexibilidade e o dinamismo permitidos por esse currículo, mormente quando se pensa nas rápidas mudanças tecnológicas, nas profundas mudanças nas necessidades da sociedade, assim como nas expectativas da sociedade sobre o trabalho do engenheiro.

Talvez a última característica citada seja a que tenha tido maior impacto na organização do currículo em Engenharia. Hoje a sociedade espera que as escolas de engenharia formem profissionais engajados na sociedade, cômnicos de suas responsabilidades. Vários fatos apontam nesse sentido. Christiansen (1992) cita a nova proposta curricular do “Worcester Polytechnic Institute”, de Massachussets, EUA, em que há um mínimo de 30% dos créditos em todos períodos para disciplinas da área de humanidades e ciências sociais. A nova LDB (1996) lista vários princípios básicos para o ensino, que colocam claramente a educação como uma prática social, e que deve ser concebida para essa prática social. O Edital 04 (1997) do MEC inovou as exigências curriculares, ao colocar junto com o conteúdo do currículo mínimo, as competências e habilidades que os egressos devem ter, portanto valorizando aspectos comportamentais e éticos na formação universitária brasileira. A Abenge (1998) fez uma proposta no mesmo sentido. Lopes (1998) em sua apresentação das “Diretrizes

Curriculares” adotadas pela UFRJ, e a Congregação da Escola de Engenharia da UFRJ (1998) em seu texto sobre “Diretrizes Curriculares” adotam uma visão integrada do egresso ao seu espaço social e ecológico de trabalho. Esta portanto é uma vertente que influenciou fortemente o estudo do currículo em Engenharia, e que situa este trabalho.

As outras duas características citadas acima, as mudanças na tecnologia e nas necessidades da sociedade, introduzem a necessidade de currículos flexíveis e dinâmicos, para permitir que se adaptem e evoluam com essas mudanças. Para discutir esse tema, na seção dois é apresentado de forma resumida o perfil do engenheiro para os tempos atuais. Na seção três discute-se os objetivos da flexibilidade curricular. Na seção quatro a estrutura do currículo atual do curso de Engenharia Eletrônica e de Computação da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e na seção cinco as conclusões .

2. PERFIL DO PROFISSIONAL

O centro deste texto é a flexibilidade curricular, mas qualquer estudo sobre currículo deve ser visto a partir do perfil do profissional que se deseja formar, o que justifica iniciar por esse perfil, mesmo que de forma genérica. Discussão mais aprofundada pode ser encontrada em Dertouzos (1992), Lopes (1998) e Sousa (1998).

Sempre houve a preocupação com a formação humanística do engenheiro. Essa preocupação hoje está agravada pela alta capacidade transformadora da Engenharia, que põe os engenheiros diante do dilema de utiliza-la para o bem da humanidade e a proteção da natureza. Por isso na introdução já foi discutido o perfil de um engenheiro crítico em sua relação com a sociedade e com a natureza, e certamente esse é um objetivo central de um currículo atual.

Deve-se formar engenheiros “adequados” ao mercado de trabalho. Lopes *et al.* (1998) propõem formar profissionais vinculados criticamente ao mercado de trabalho, para que produzam conhecimento e enfrentem as questões sociais. Sousa (1990) discute a adequação do engenheiro ao mercado de trabalho não como um mero processo de submissão às necessidades imediatas do mercado de trabalho, mas como um processo crítico e inovador, onde deve-se formular o perfil do engenheiro para um novo mercado de trabalho e uma nova sociedade que se deseja formar.

O engenheiro deve ter uma formação generalista, que o habilite a trabalhar em inovações, em áreas novas, e a acompanhar as mudanças tecnológicas. Sousa (1997) discute essa formação generalista do engenheiro com forte enfoque em ciência básica, para permitir acompanhar melhor o desenvolvimento da tecnologia, e participar criativamente de áreas novas, além de ter mais aptidão para trabalhar em equipes multidisciplinares.

Por fim o currículo deve ter como centro a formação do engenheiro, e não a sua informação. Portanto devemos definir as atitudes, competências e habilidades que o engenheiro deve ter. De acordo com Dertouzos (1992), Lopes (1998) e Sousa (1998), as atitudes podem ser descritas como compromissos com:

- A socialização do conhecimento e a pluralidade de concepções;
- As necessidades sociais da maioria da população e a luta contra toda forma de exploração, opressão ou discriminação dos seres humanos;
- A ética profissional e a responsabilidade social e ambiental;
- A inovação, a atualização profissional permanente e uma postura proativa e empreendedora;
- A defesa da cultura e da sociedade brasileira.

E as competências e habilidades como preparação para:

- Criar e utilizar modelos para a concepção e análise de sistemas, produtos e processos;
- Planejar, supervisionar, elaborar, coordenar e executar projetos de Engenharia, bem como operar, manter e executar o desuso de sistemas e processos;
- Dominar e aplicar a legislação pertinente e as normas técnicas brasileiras e internacionais;
- Dominar as técnicas computacionais;
- Ter proficiência na comunicação oral e escrita e ser capaz de ler, interpretar e se expressar por meios gráficos e modelos icônicos;
- Gerenciar problemas administrativos, sócio-econômicos e do meio ambiente;
- Trabalhar em equipes multidisciplinares;
- Ter visão sistêmica dos produtos e processos produtivos.

Esse perfil implica em características do currículo que vão muito além do conteúdo programático mínimo, assim como implica em uma pedagogia centrada na interação aluno/alunos/professor, que permita exercitar as atitudes, competências e habilidades propostas. Uma exemplificação dessa pedagogia pode ser vista em Sousa (2000).

3. OBJETIVOS DA FLEXIBILIDADE CURRICULAR

A flexibilidade curricular não é um fim em si, ela é o meio de se atingir certos objetivos.

3.1. Atualização Permanente do Currículo

A experiência mostra que toda reforma curricular é demorada e traumática, pois coloca objetivos conflitantes. Diante da quantidade de conhecimentos produzidos na Engenharia, é difícil delimitar quais são os essenciais para cada área, e eliminar alguns que, apesar de importantes, tornariam os conteúdos curriculares exagerados. Essas discussões podem ser demoradas, e atrasar as reformas curriculares, o que leva à estagnação dos currículos. Se toda atualização de conteúdo exigir uma reforma curricular, certamente o currículo permanecerá sempre defasado. Deve-se encontrar a maneira de permitir adequações curriculares menos desgastantes e contínuas, para que através de pequenas alterações o currículo se mantenha atualizado. A flexibilidade curricular tem como um de seus objetivos a adequação contínua do currículo às mudanças na tecnologia e nas necessidades da sociedade, e portanto a manutenção de currículos atualizados. Esse objetivo pode ser alcançado mantendo-se uma margem alta de disciplinas optativas no currículo, além de disciplinas de livre escolha. A alteração nos conteúdos dessas disciplinas, e a inclusão ou exclusão de disciplinas optativas não caracterizam alteração curricular, e podem ser realizadas sem esforço maior. Deve-se definir portanto um conteúdo mínimo exigido para um currículo em disciplinas obrigatórias, e deixar uma boa margem de conhecimentos, atitudes e habilidades para serem exercitados em disciplinas optativas e de livre escolha.

3.2. Atender Áreas Novas

A multiplicidade de conhecimentos em Engenharia coloca também a dificuldade em definir quantos tipos diferentes de engenheiros deve-se formar, e se a cada evolução tecnológica deve-se criar um novo engenheiro na forma de nova habilitação ou ênfase. Certamente esta dificuldade está no dia a dia de todas as escolas de engenharia, e seria

imprudência imaginar que deve-se responder afirmativamente a estas questões, pois estar-se-ia criando permanentemente novos títulos de engenheiros. A flexibilidade curricular pode ser uma resposta adequada a esta questão. As escolas podem oferecer alguns currículos, com variações que permitam cobrir as áreas novas e interdisciplinares sem a necessidade de se criar novas habilitações ou ênfases. Cada estudante passa a ter um grau de liberdade na construção de seu currículo através da escolha das disciplinas optativas e de livre escolha, permitindo que as escolas formem engenheiros com uma diversidade de formação para o mesmo título. Essa diversidade curricular pode ser feita a partir da definição de áreas de concentração dentro dos títulos tradicionais da Engenharia, com a oferta de um grande número de disciplinas optativas. Certamente também neste caso tem-se um dinamismo curricular adequado, pois a criação de novos títulos é muito mais conflitante e demorado que uma reforma curricular. Portanto é um objetivo da flexibilidade curricular cobrir amplas áreas da Engenharia.

3.3. Possibilitar Ampla Interdisciplinaridade

A interdisciplinaridade observada hoje na Engenharia também pode ser atingida pela flexibilidade curricular, que permite aos estudantes de uma área da Engenharia cursar disciplinas de outra área, através da escolha de disciplinas optativas. Além disso as disciplinas de livre escolha permitem uma interdisciplinaridade muito mais radical, pois o estudante de Engenharia pode cursar disciplinas de qualquer outro curso superior da mesma universidade. Por exemplo, um estudante de Computação interessado no projeto de “home-pages” pode cursar disciplinas de desenho industrial, música ou cinema. Esse exemplo mostra como pode-se ter uma enormidade de possibilidades dentro de uma universidade, que não podem ser previstas em uma estrutura curricular rígida, mas que podem ser cobertas por uma estrutura flexível através de disciplinas de livre escolha.

3.4. Permanente Atualização Profissional

A rápida evolução dos conhecimentos na Engenharia coloca outro desafio: Como formar profissionais em fase com essa evolução. Deve-se reforçar os conhecimentos em ciência básica, pois são esses os conhecimentos mais estáveis e os que permitem acompanhar a evolução das tecnologias, por serem sua base. Em uma estrutura curricular flexível o conhecimento em ciência básica é colocado nas disciplinas obrigatórias, e o conhecimento tecnológico nas disciplinas obrigatórias e opcionais. Só essa organização curricular no entanto não é suficiente. Deve-se também ter a preocupação em desenvolver nos estudantes a atitude de compromisso com a atualização profissional permanente, estimulando os estudantes à pesquisa e à busca do conhecimento. Em uma estrutura curricular flexível o aluno também é responsável pela construção de seu currículo, dado seu grau de liberdade, e essa nova atribuição, que aumenta o papel dos alunos como sujeitos no processo de ensino/aprendizado, certamente aponta para uma atitude de compromisso com a atualização profissional, conforme é desejado.

3.5. Formação Generalista

Na escolha entre formação especializada e formação generalista, hoje predomina a escolha pela formação generalista. O mesmo problema acima citado da rápida evolução dos conhecimentos na Engenharia inviabiliza a especialização, pois quanto maior a especialização, mais rápida será a obsolescência dos conhecimentos. Uma formação generalista permitirá maior base para trabalhos interdisciplinares e em áreas novas,

permitindo inclusive migrações entre áreas, conforme correntemente acontece na vida dos engenheiros. Esse objetivo, de apontar para uma formação generalista, pode ser atingido por um currículo flexível baseado nas áreas tradicionais da Engenharia, e com diversidades através das disciplinas eletivas, conforme já foi colocado na discussão sobre a interdisciplinaridade e sobre a evolução dos conhecimentos.

3.6. Integração da Graduação com a Pós-graduação

Finalmente um outro aspecto que é relevante para o caso da UFRJ, e certamente para muitas outras universidades. O objetivo das escolas de engenharia é formar profissionais para trabalhar fora da universidade, porém há também o objetivo de formar pesquisadores para as universidades e centros de pesquisa. Neste caso o ensino tradicional é feito em etapas perfeitamente estanques. O aluno faz sua graduação. Após terminá-la faz o mestrado, e após terminá-lo faz o doutorado. Esse processo pode levar em média treze anos (cinco para a graduação, 4 para o mestrado e 4 para o doutorado), o que é muito tempo. Uma idéia para encurtá-lo é sobrepor o fim da graduação com o início do mestrado. Com uma estrutura curricular flexível isto pode ser obtido, pois pode-se colocar na graduação algumas disciplinas dirigidas ao mestrado, a serem cursadas pelos alunos de graduação, em conjunto ou não com alunos de mestrado. Além disso pode-se usar as disciplinas de livre escolha para disciplinas do mestrado, antecipando também dessa forma o mestrado. É claro que essa é uma discussão delicada, que exige uma atenção muito grande dos cursos de pós-graduação para evitar exageros, mas certamente uma estrutura flexível abre essa possibilidade.

3.7. Estrutura Curricular Flexível

Esses são os objetivos mais importantes a serem cobertos por uma estrutura curricular flexível. A descrição dessa estrutura já foi feita acima: um núcleo obrigatório comum baseado nas áreas tradicionais da Engenharia e com forte enfoque em ciência básica, e um conjunto considerável de disciplinas optativas e de livre escolha que cubra várias áreas de concentração, sempre com diversidade curricular.

4. O CURRÍCULO DO CURSO DE ENGENHARIA ELETRÔNICA E DE COMPUTAÇÃO DA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UFRJ

Em 1999 a Escola de Engenharia da UFRJ começou um curso novo de Engenharia Eletrônica e de Computação, com uma estrutura curricular conforme acima exposto. A “Tabela 1” apresenta essa estrutura curricular, e por ela pode-se ver que há um núcleo comum obrigatório, que começa no primeiro período e termina em sua maior parte no sétimo período. No primeiro período há uma disciplina eletiva, e nos três últimos períodos predominam as disciplinas eletivas e de livre escolha.

A “Tabela 2” apresenta as “Disciplinas Complementares de Escolha Condicionada”, um conjunto de disciplinas opcionais, dentre as quais o aluno deve escolher pelo menos oito disciplinas, correspondendo a um mínimo de 32 (trinta e dois) créditos. Pode-se ver a grande diversidade de disciplinas, e nelas reside a possibilidade de formação diferenciada. Desde que o currículo foi aprovado até hoje, esse conjunto já sofreu alterações com a inclusão de novas disciplinas.

A “Tabela 3” apresenta as “Disciplinas Complementares de Escolha Restrita”, um conjunto de disciplinas opcionais da área de humanidades e ciências sociais, dentre as quais o

aluno deve escolher um mínimo correspondendo a 8 (oito) créditos. Portanto essa área curricular é coberta por algumas disciplinas obrigatórias, e por essas disciplinas opcionais

Tabela 1. Estrutura do Currículo de Engenharia Eletrônica e de Computação

Período	Obrigatórias	Escolha Condicionada	Escolha Restrita	Livre Escolha	RCS	Total
1	20		4			24
2	25					25
3	25					25
4	25					25
5	25					25
6	24					24
7	26					26
8	5	20				25
9	4	12	4	4		24
10	4			4	4	12
Total	183	32	8	8	4	235
%	77,9%	13,6%	3,4%	3,4%	1,7%	100,0%

Tabela 2. Disciplinas Complementares de Escolha Condicionada

Conservação de Energia	Controle Multivariável
Áudio	Controle Ótimo
Circuitos de Potencia	Identificação de Sist. e Contr. Adaptativo
Circ. Integr. para Proc. Analógico de Sinais	Robótica e Automação
Microeletrônica I	Sistemas de Controle Não Lineares
Microeletrônica II	Tóp. Especiais em Sist. de Controle
Processamento de Voz	Banco de Dados
Redes Neurais	Computação Paralela e Distribuída
Tóp. Especiais em Circ. e Instrumentação	Engenharia de Software
Antenas e Propagação	Inteligência Artificial
Circuitos de Comunicações	Internet e Arquitetura TCP/ IP
Microondas	Microcomputadores
Processamento Digital de Imagens	Modelagem e Aval. de Desemp. de Redes
Sistemas de Comunicações	Redes de Computadores I
Telefonia	Redes de Computadores II
Televisão Analógica	Tópicos Especiais em Sistemas Digitais
Televisão Digital	Teoria da Computação
Transmissão Digital	Computação Gráfica
Tóp. Especiais em Sist. de Comunicações	Física de Materiais e Disp. Semicondutores
Controle de Proc. por Computador em TR	

Tabela 3. Disciplinas Complementares de Escolha Restrita

Humanidades e Ciências Sociais	Filosofia da Natureza I EE
História da Tecnologia	Epistemologia e História das Ciências I EE
Engenharia do Trabalho	Engenharia e Sociedade
Filosofia da Ciência I EE	Evolução da Ciência

O título do curso é muito abrangente, pois engloba a Eletrônica e a Computação. A tradição do antigo Departamento de Eletrônica, hoje Departamento de Eletrônica e de Computação (decisão a ser homologada no Conselho Universitário da UFRJ), era predominantemente em Telecomunicações, Instrumentação e Hardware de Computadores, além de Controle e Microeletrônica. Com a evolução da área de Computação, aumentou o trabalho nessa área, e colocou-se uma opção: manter um título genérico cobrindo as duas áreas, Eletrônica e Computação, ou abrir um título para cada uma. Por enquanto optou-se por manter um curso único cobrindo as duas áreas. No futuro pode-se rever essa opção, mas no momento pareceu a mais adequada. O currículo portanto indica uma decisão para uma formação generalista. Cada aluno tem liberdade para escolher as disciplinas optativas, sem necessidade de se prender a uma só área de concentração, mas essa escolha está sendo acompanhada pelos orientadores acadêmicos. As disciplinas de livre escolha também são discutidas com os orientadores acadêmicos.

Desde que se definiu o novo currículo já foram realizadas alterações no elenco de disciplinas optativas, devido principalmente a uma integração maior com a pós-graduação, que trouxe novas propostas de disciplinas, visando exatamente uma antecipação do conteúdo do mestrado através de algumas disciplinas incluídas na graduação. Ainda não está claro se essa integração diminuirá o tempo de graduação e mestrado, pois há algumas decisões a serem tomadas, mas apontam nessa direção.

No contato com as empresas que procuram nossos alunos, temos discutido a formação generalista e diversificada que estamos imprimindo a nossos alunos, mas não temos uma avaliação sobre a receptividade a essa opção. Há casos de empresas que procuram engenheiros com formação especializada, como em Telecomunicações, e que se prontificaram a aceitar nossos alunos, dependente de uma análise curricular, dada a diversidade permitida pela estrutura curricular. Mas essa avaliação só poderá ser feita a partir de 2002.

5. CONCLUSÕES

Apesar de oficialmente o currículo do Curso de Engenharia Eletrônica e de Computação ter iniciado apenas em 1999, em 1998 já aplicou-se na prática o novo currículo, pois os alunos cursaram apenas as disciplinas que eram equivalentes para os dois currículos. Assim já neste ano estamos com os alunos cursando o conjunto novo de disciplinas optativas, e em 2001 teremos a primeira turma com o novo currículo completo. Uma avaliação completa só poderá ser feita a partir de então, mas a aplicação atual do novo currículo nos permite realizar uma primeira avaliação.

A inclusão de novas disciplinas optativas está mostrando que a flexibilidade curricular deu dinamismo ao currículo, permitindo uma evolução imediata.

A diversidade de escolha por parte dos alunos exigiu do departamento uma nova postura. Foi organizada a orientação acadêmica, um objetivo antigo que nunca havia sido atingido, porque na prática não era necessário, visto a pouca flexibilidade do currículo. Essa orientação vai permitir tratar outros problemas, como a evasão, de forma mais constante e organizada.

A relação com a pós-graduação foi estreitada, dada a possibilidade de maior integração. Os próximos passos agora dependem muito mais da pós-graduação do que da graduação.

Está aberta a discussão sobre áreas de concentração curricular, assunto difícil anteriormente, pois significava a expansão de uma área em detrimento de outra

Estão abertos caminhos novos de integração com outras unidades da UFRJ através das disciplinas de livre escolha. O departamento está fazendo um trabalho de levantamento junto a outras unidades de disciplinas que poderiam ser de interesse de seus alunos, como uma

forma de auxiliar na orientação acadêmica. Além disso os alunos estão também realizando buscas, que estão ajudando a uma visão mais integrada do conhecimento e da universidade, e que apontam para a interdisciplinaridade e a valorização do conhecimento de todas as áreas.

Esses resultados parciais são estimulantes, e indicam que o caminho é correto, e que a flexibilidade curricular além de permitir atingir os objetivos citados na seção 3 deste texto, abre novas possibilidades no ensino/aprendizado e na integração da universidade, muito favoráveis para a formação dos egressos segundo o perfil definido na seção 2 acima.

REFERÊNCIAS

- ABENGE, Proposta de Minuta para as Diretrizes Curriculares - Versão 4.0 de 29/06/1998.
- CHRISTIANSEN, Donald, "New Curricula", IEEE Spectrum, Vol. 29, No. 7, julho 1992.
- CONGREGAÇÃO DA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UFRJ, "Diretrizes Curriculares", maio de 1998.
- DERTOUZOS, Michael L., LESTER, Richard K., SOLOW, Robert M., and The MIT Commission on Industrial Productivity, "Made in America - Regaining the Productive Edge", MIT Press, Massachusetts, EUA, 1992.
- KRASNIEWSKI, Andrzej, WOZNICKI, Jerzy, "Flexibility and Adaptability in Engineering Education: An Academic Institution Perspective", IEEE Transactions on Education, Vol. 41, No. 4, november 1998.
- LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO - Lei No. 9.394 de 20 de dezembro de 1996.
- LOPES, Alice Ribeiro Casimiro, MOREIRA, Antônio Flávio Barbosa, CARVALHO, Marlene Alves de Oliveira, "Diretrizes Curriculares para o Ensino Superior", documento publicado pela SR-1/UFRJ, Rio de Janeiro, maio de 1998.
- MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO E DO DESPORTO, Edital 04 de 10 de dezembro de 1997.
- SOUSA, A. C. G. de, "O Ensino na EE/UFRJ no Ano 2000", anais da XXXXII Reunião Anual da SBPC, julho de 1990.
- SOUSA, A. C. G. de, "A Formação de Engenheiros para os Tempos Atuais", anais do XII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Belo Horizonte, 1997.
- SOUSA, A. C. G. de, "Diretrizes Curriculares para a Engenharia do Ano 2000", anais do IV Encontro de Ensino de Engenharia, UFRJ/UFJF, Petrópolis-RJ, 1998.
- SOUSA, A. C. G. de, "Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia: Princípios e Críticas", anais do XXVII Congresso Nacional de Ensino de Engenharia", Natal, 1999.
- SOUSA, A. C. G. de, "Design Based Teaching of Software Engineering", proceedings of ICECE2000 – International Conference on Engineering and Computer Education", IEEE, São Paulo, agosto de 2000.