

# REVISTA DE ENSINO DE ENGENHARIA

ISSN 0101 ■ 5001  
REV. ENSINO ENG. - São Paulo

VOL. 3 - Nº 2  
2º SEMESTRE 1984

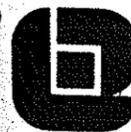
ge abenge ab

N.Cham.  
Titulo: Revista de Ensino de Engenharia.  
Autor:



00376874  
v.3, n.2, Jul 1984 PUCPR - BC

ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENSINO DE  
ENGENHARIA





# REVISTA DE ENSINO DE ENGENHARIA

V. 3 - n.º 2 - 2.º semestre de 1984  
ISSN 0101 - 5001

N.Cham.

Autor

Título Revista de Ensino de Engenharia



v.3, n.2, jul. 1984 PUCPR - BC

00376874



**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO DE ENGENHARIA — ABENGE**  
Rua Marquês de Itú, 88 - 9.º andar  
01223 - São Paulo - Brasil - Fone: (011) 222-0203

**Presidente**

Prof. Ruy Carlos de Camargo Vieira

**1.º Vice-Presidente**

Prof. Paulo Alcântara Gomes

**2.º Vice-Presidente**

Prof. Francisco Luiz Danna

**Diretor Secretário**

Prof. Marcius Giorgetti

**Diretor Financeiro**

Prof. Enildo Baptista Barros

**Secretário Executivo**

Prof. Roberto Atienza

**REVISTA DE ENSINO DE ENGENHARIA**

Edição semestral da Associação Brasileira de Ensino de Engenharia com 4 seções: Forum ABENGE, Artigos, Comunicações e Cartas à Redação:

**Editor Responsável**

Prof. Marcius Giorgetti

**Editor Adjunto**

Prof. Roberto Atienza

**Editor de Produção**

Ivanisa Tatini

**Fotocomposição / Arte**

Traffic - Agência de Comunicação e Merchandising -  
Tel.: 241-1712

**Impressão**

Gráfica e Editora FCA - São Bernardo do Campo  
Tel.: 452-1155

**Distribuição**

Enviada a todos os associados da ABENGE. Os interessados poderão recebê-la através de assinatura ou número avulso.

**Preços**

Assinatura anual Cr\$ 8.000,00  
Exemplar avulso Cr\$ 4.000,00

**Correspondência**

Prof. Marcius Giorgetti  
Escola de Engenharia de São Carlos - USP  
13560 - São Carlos, SP - Brasil  
Caixa Postal 359 - Fone: (0162) 71-2234

**CONTEÚDO / CONTENTS**

NOTA EDITORIAL. EDITORIAL.	
CARTAS À REDAÇÃO. LETTERS TO THE EDITOR	
<b>FORUM ABENGE — O ENSINO DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE NAS ESCOLAS DE ENGENHARIA DO PAÍS. TEACHING ENVIRONMENT SCIENCE IN ENGINEERING SCHOOLS IN THE COUNTRY</b> .....	7 3
<b>CECCHINI, Marco A. G. e VIEIRA, Benedito M. — UMA ANÁLISE CRÍTICA DO ENSINO DA MATÉRIA CIÊNCIAS DO AMBIENTE. A CRITICAL ANALYSIS IN TEACHING ENVIRONMENT SCIENCE</b> .....	7 5
<b>LIMA, Olentina de Souza e outros — CIÊNCIAS DO AMBIENTE: UMA EXPERIÊNCIA DE ENSINO NA ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS. ENVIRONMENT SCIENCE: AN EXPERIENCE IN TEACHING AT ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS</b> .....	83
<b>SILVA, José Carlos — A COMPUTAÇÃO COMO RECURSO DIDÁTICO NO ESTUDO DA DISSIPACÃO DE CALOR POR ALETAS. COMPUTATION AS A DIDACTIC TOOL IN THE STUDY OF THE HEAT DISSIPATION THROUGH FINS</b> .....	89
<b>PERON, José Luiz da Costa e outros — SISTEMAS DEMONSTRATIVOS PARA SIMULAÇÃO DE REDES ELÉTRICAS EM COMPUTADOR DIGITAL. DEMONSTRATIVE SIMULATION SYSTEMS FOR ELECTRICAL SUPPLY SYSTEMS IN DIGITAL COMPUTER</b> .....	95
<b>SCHALCH, Valdir — DIRECIONAMENTO DE PESQUISAS NO CAMPO DA ENGENHARIA AMBIENTAL EM FUNÇÃO DO DESENVOLVIMENTO NACIONAL. RESEARCH ORIENTATION IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING IN CONNECTION WITH NATIONAL DEVELOPMENT</b> .....	99
<b>BRADASCHIA, Clovis — DISCIPLINA DE PROJETOS METALÚRGICOS: UMA EXPERIÊNCIA EM DESENVOLVIMENTO. TEACHING OF METALURGICAL ENGINEERING DESIGN: AN EXPERIMENTAL PROGRAM</b> .....	103
<b>FERRI, Lucia Maria G. C. — ELABORAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE ENSINO DA DISCIPLINA DE ADMINISTRAÇÃO: UMA EXPERIÊNCIA NO CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA DA UNESP. ELABORATION AND DEVELOPMENT OF A PROGRAM OF TEACHING OF ADMINISTRATION: A CASE STUDY OF THE UNESP CARTOGRAPHIC ENGINEERING COURSE</b> .....	109
<b>AGOPYAN, Vahan — O ENSINO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL. THE TEACHING OF BUILDING MATERIALS</b> .....	113
<b>MARTINS NETO, Luciano e SOTILLE, Carlos Alberto — A ENGENHARIA NA ÁREA RURAL. ENGINEERING IN THE RURAL AREAS</b> .....	117
<b>BRANCO, Samuel M. — PESQUISA E TREINAMENTO EM SANEAMENTO BÁSICO. RESEARCH WORK AND TRAINING PROGRAMS IN SANITARY SCIENCE</b> .....	121
<b>DWECK, Jo e ABRAHAM, Zakon — TREINAMENTO PARA INICIAÇÃO TECNOLÓGICA. TRAINING FOR TECHNOLOGICAL INITIATION</b> .....	125
<b>ABOUTBOUL, Henri — ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE A FORMAÇÃO DO DOCENTE DE ENGENHARIA. SOME CONSIDERATIONS ON THE ENGINEERING TEACHING</b> .....	129
<b>THIOLLENT, Michel Jean-Marie — CIÊNCIA — TECNOLOGIA — SOCIEDADE E FORMAÇÃO METODOLÓGICA DO ENGENHEIRO. SCIENCE — TECHNOLOGY — SOCIETY AND METHODOLOGICAL TRAINING OF THE ENGINEER</b> .....	133
<b>FERRAZ, Hermes — DIÁLOGO UNIVERSITÁRIO ENTRE PROFESSOR E ALUNO. DIALOGUE BETWEEN TEACHER AND STUDENT IN THE UNIVERSITY</b> .....	137



NOTA EDITORIAL

A ABENGE, com grande satisfação, entrega aos seus associados mais um número da Revista de Ensino de Engenharia, o quarto desde que foram introduzidas as inovações que determinaram este tipo de estruturação editorial.

O presente número é muito especial. Pela primeira vez foi possível publicar a seção Cartas à Redação, o que significa que a Revista deixou de ser um canal de comunicação unidirecional. Os colegas devem continuar se manifestando, trazendo através das cartas informações breves, sugestões, críticas, comentários, etc. Neste número é feita uma provocação que certamente produzirá muitos e importantes comentários. Trata-se da matéria do Forum ABENGE, dois artigos em que se discutem os objetivos, enfoques e estratégias de ensino da matéria Ciências do Ambiente, preparados por professores de escolas diferentes. As opiniões nem sempre são convergentes, o que é bom, tratando-se de um Forum.

Na seqüência, vários autores trazem sua contribuição específica na área de ensino, focalizando desde recursos didáticos até aspectos sociais e culturais da formação tanto do pessoal docente quanto dos profissionais de engenharia.

Dessa formá, acreditamos estar realizando, uma vez mais, com o presente número, o programa que se evidencia no título mesmo de nossa publicação, objetivando concorrer para sua ampliação e aperfeiçoamento.

CARTAS À REDAÇÃO

Aproveito a oportunidade para acusar o recebimento das separatas dos meus dois artigos, publicados no último número da Revista de Ensino de Engenharia. Apreciei muito a qualidade da Revista e interessaram-me de perto vários assuntos nela abordados. Lendo em meus próprios artigos, constatei alguns poucos erros de transcrição dos originais para as matrizes que geraram a Revista. Alguns deles inverteram os sentidos das sentenças. Por isso, tomei a liberdade de anexar a esta uma *errata* de cada artigo, a qual solicito, se possível, seja publicada no próximo Informativo Abenge. Prof. José Carlos Silva (Universidade Federal de Uberlândia).

Errata

"Metodologia do Trabalho Escolar em cursos de Engenharia: recomendações ao professor". Rev. Ensino Eng., São Paulo, 3(1):31-33, 1.º sem. 1984.

Página	Alínea	Onde se lê	Leia-se
31	7.º do Cap. 1	definição	indefinição
33	7.º do Cap. 3.2	profundidades	profundidade

"Metodologia do Trabalho Escolar em cursos de Engenharia: recomendações ao aluno". Rev. Ensino Eng., São Paulo, 3(1):35-39, 1.º sem. 1984.

Página	Alínea	Onde se lê	Leia-se
37	3.º do Cap. 3.2	necessários	necessário
37	3.º do Cap. 4.1	cada	uma
37	4.º do Cap. 4.1	indispensável	dispensável
39	3.º do Cap. 4.9	indispensável	dispensável

A Redação da Revista de Ensino de Engenharia agradece ao Prof. José Carlos Silva pelas excelentes e constantes colaborações e desculpa-se pelos enganos.

Desejo cumprimentá-lo pelo excelente nível que atingiu a Revista de Ensino de Engenharia sob sua orientação, particularmente o n.º 1, V. 3 do 1.º semestre de 1984, que acabo de receber, e manifestar o meu apoio pela defesa dos interesses da área, como a necessidade de continuação da Comissão de Especialistas de Ensino de Engenharia do MEC/SESU, do qual fui um dos membros de sua última gestão, no qual sofremos várias reorientações, que impediram a realização de um trabalho mais profícuo, até ser extinto, sem que nós, membros recebêssemos qualquer satisfação da parte do MEC. Para terminar, apenas uma observação quanto ao aspecto gráfico da Revista. Se a diagramação das páginas fosse feita em duas colunas, a leitura ficaria mais fácil. Prof. Itiro lida (Administração Central-CNPq).

As palavras de incentivo do Prof. lida são recebidas com muito agrado. A sugestão quanto à estruturação gráfica da Revista foi acolhida estando sendo feitos os preparativos para sua implementação a partir do próximo número.

Forum ABENGE

O ENSINO DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE NAS ESCOLAS DE ENGENHARIA DO PAÍS

Forum ABENGE: O Ensino de Ciências do Ambiente nas Escolas de Engenharia do País. Rev. Ensino Eng., S. Paulo, 3(2):73-74, 2.º sem. 1984.

Os objetivos e a estratégia do ensino da matéria Ciências do Ambiente são apresentados em dois documentos elaborados por grupos diferentes de professores, com a esperança de provocar uma ampla discussão e uma volumosa resposta da comunidade docente.

Forum ABENGE: Teaching of Environmental Sciences in the Schools of Engineering of Brazil. Rev. Ensino Eng., S. Paulo, 3(2):73-74, 2.º sem. 1984.

Objectives and strategies for teaching Environmental Sciences are presented in two papers produced by different groups of teachers; the hope is that the comparison will rise in the teaching community a large discussion and an intense response.

É de conhecimento geral a extensão dos agravos de toda ordem que a cada dia se praticam, consciente ou inconscientemente, contra o meio ambiente. Dentre eles, não há como negar, estão os que resultam da construção de obras e da intensa atividade da Engenharia Moderna, conseqüentes de sua própria natureza, eminentemente modificadora do meio. A esses agravos se somam os "preços do progresso", representados pelo aumento dos resíduos diversos, pela redução das áreas verdes, pela má qualidade da água e do ar, pela deterioração do solo, pela contaminação radioativa do ambiente, pelos ruídos e tantos outros. Até há pouco, quando menor era o ritmo das construções, menos sofisticadas eram as solicitações ditadas pelo desejo de maior conforto e mais discreta a pressão gerada pelo crescimento demográfico — as preocupações dominantes na formação do engenheiro, consistiam na solidez e beleza das obras e na eficiência das máquinas; preocupações legítimas e louváveis, que fizeram da Engenharia brasileira uma das mais conceituadas do mundo. Mas, à medida que o ritmo de crescimento da população humana se intensificava e, em conseqüência, maior demanda de bens de consumo e de construções de toda ordem (desde pequenas residências populares até gigantescos complexos hidrelétricos eram exigidos), cresciam concomitantemente os agravos ao meio ambiente.

Em 1976, através da Resolução n.º 48, o Ministério da Educação e Cultura fixou novo currículo mínimo para o Curso de Engenharia, introduzindo matérias de *formação geral*, com o objetivo de complementar a formação básica do Engenheiro, de modo a torná-lo capaz de compatibilizar elementos de natureza sócio-econômica, com o processo de elaboração criativa. *Ciências do Ambiente* é uma dessas matérias e visa, precipuamente, criar atitudes e desenvolver valores sobre a problemática ambiental para que o futuro engenheiro esteja consciente da necessidade de proteger a natureza e de otimizar a exploração dos recursos naturais. Tais objetivos foram determinados através da ementa em que se fixou como matéria do currículo mínimo o *Conhecimento da biosfera e seu equilíbrio, a preservação dos recursos naturais e os efeitos da tecnologia sobre o equilíbrio ecológico*.

No período compreendido entre 1976 e 1984, algumas iniciativas isoladas foram tomadas por parte de instituições de ensino, com ou sem apoio oficial, para promover ou incentivar o desenvolvimento e capacitação de docentes da matéria. A Escola de Engenharia de São Carlos, já em janeiro de 1977, provavelmente de forma pioneira, com o apoio do MEC e da ABENGE, ministrou, para cerca de trinta alunos participantes, o Curso para Treinamento de Professores para a Disciplina Ciências do Ambiente em Escolas de Engenharia.

Acredita-se já estar mais do que devida da realização de uma avaliação global das experiências do ensino de Ciências do Ambiente nesses anos todos. Para tanto, este FORUM-ABENGE está sendo utilizado como veículo de motivação da comunidade, esperando-se uma manifestação ampla. Foram selecionados dois documentos básicos como "agentes de provocação", o texto "Uma Análise Crítica do Ensino da Matéria Ciências do Ambiente", de autoria dos Profs. Marco A. G. Cecchini e Benedito M. Vieira, do Departamento de Química do ITA/CTA, e o texto "Ciências do Ambiente: uma experiência de Ensino na Escola de Engenharia de São Carlos", de autoria dos Profs. Olentina de Souza Lima, Ruth de Gouvêa Duarte e Valdir Schalch.

Os professores de Ciências do Ambiente estão convidados a se manifestar por escrito sobre as questões aqui abordadas. Essas contribuições serão publicadas na Seção "Cartas à Redação", do próximo número da Revista de Ensino de Engenharia e servirão de base para uma oportuna convocação para debate, do qual, certamente resultarão proposições úteis e construtivas.

## UMA ANÁLISE CRÍTICA DO ENSINO DA MATÉRIA CIÊNCIAS DO AMBIENTE

Marco A. G. Cecchini\*  
Benedito M. Vieira\*\*

O presente trabalho objetiva analisar de forma crítica o ensino de Ciências do Ambiente no curso de graduação em engenharia e está baseado na experiência de um dos autores no ensino dessa matéria, para estudantes do último ano do curso de engenharia.

São discutidas a validade do ensino dessa matéria para estudantes de engenharia, assim como a qualificação, formação e oferta no mercado de trabalho de profissionais habilitados para o ensino dessa matéria.

O conteúdo da matéria, no que se refere à ementa estabelecida pelo currículo mínimo e o programa de ensino recomendado pelo MEC, o posicionamento desta disciplina o currículo e os pré-requisitos são analisados e sugestões são apresentadas.

### 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O engenheiro é o único profissional graduado neste país que, de acordo com o currículo do curso de engenharia fixado pela resolução 48/76 do Conselho Federal de Educação (CFE), recebe o ensino formal de Ciências do Ambiente. Pelo menos duas turmas de engenheiros, as de 1981 e 1982, num total de 40 mil, receberam, portanto, o ensino dessa matéria obrigatória.

O ensino de Ciências do Ambiente, limitado por lei a um mínimo de 30 horas-aula, não pode, obviamente, pretender formar especialistas no campo da Ciência ou Engenharia do Ambiente. Espera-se, porém, que este ensino, além de contribuir para aumentar a responsabilidade do engenheiro no contexto social, modifique a sua atitude frente a problemas de engenharia, sobretudo na escolha da metodologia a ser empregada na resolução desses problemas.

Um aspecto importante que poderia ser analisado é justamente aquele referente à influência do ensino de Ciências do Ambiente na atitude do novo engenheiro. Entretanto este aspecto não pode, ainda, ser devidamente apreciado em razão de algumas dificuldades existentes no momento. Assim, embora o número de novos engenheiros seja significativo, o pouco tempo de exercício da atividade profissional faz com que este grupo não ocupe posição de destaque no campo da engenharia onde possa fazer valer a nova formação recebida. Nem é de se esperar, é claro, que a resposta a essa atuação venha a ocorrer num prazo curto. Adicionalmente, em decorrência da crise de demanda, o novo engenheiro está sendo forçado a desempenhar funções que não são estritamente as esperadas para ele.

Este trabalho pretende analisar o ensino de Ciências do Ambiente, porém, devido às dificuldades mencionadas, não serão discutidos aqueles aspectos referentes à resposta do novo engenheiro a esse ensino.

Neste trabalho são apresentados dados referentes ao ensino de Ciências do Ambiente no curso de engenharia, é feita uma análise crítica a respeito da metodologia empregada nesse ensino e são apresentadas algumas recomendações.

\* Professor de Química e Corrosão do Departamento de Química do ITA/CTA.

\*\* Professor de Química e Ciências do Ambiente do Departamento de Química do ITA/CTA.

Um dos autores (BMV) vem ensinando essa matéria há 6 anos repetindo-a em cada semestre letivo para engenheiros dos campos da Aeronáutica, Eletrônica, Mecânica e Infra-Estrutura Aeronáutica. A análise e as sugestões aqui apresentadas baseiam-se na experiência adquirida nesses 6 anos e nas discussões que tem podido manter com colegas do Departamento e com conservacionistas atuantes na região do Vale do Paraíba.

## 2 DADOS REFERENTES AO ENSINO DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE

Os dados quantitativos referentes ao ensino de Ciências do Ambiente foram obtidos essencialmente da referência 1, que consolida as estruturas curriculares do curso de engenharia oferecido pelas instituições do ensino superior do âmbito do Conselho Federal de Educação. Também foi consultado cerca de um terço dos programas de ensino das disciplinas de Ciências do Ambiente constante dos currículos aprovados (referência 2).

Foram consultadas 280 estruturas curriculares de todas as modalidades de engenharia oferecidas por 98 instituições de ensino superior, com o objetivo de obter respostas às seguintes perguntas:

- Qual a carga horária dedicada ao ensino de Ciências do Ambiente? É essa carga limitada apenas ao mínimo estabelecido pela resolução do CFE?
- Em que período letivo da estrutura curricular é oferecida a matéria em questão? Em que medida o grau de maturidade do aluno é levado em conta na escolha desse período?
- Qual o conteúdo da matéria e a orientação dada ao ensino de Ciências do Ambiente? O programa cobre os três aspectos ressaltados pela ementa (ecologia, poluição e conservação), ou apenas parte deles?

### 2.1 Dados sobre carga horária dedicada ao ensino de Ciências do Ambiente.

O Quadro 1 registra as cargas horárias apresentadas por 279 estruturas curriculares do curso de engenharia no ensino de Ciências do Ambiente. Observe-se que o número de estruturas curriculares não é 280 porque uma delas, Engenharia Sanitária, oferecida por uma escola de engenharia de São Paulo, optou pela distribuição da ementa de Ciências do Ambiente entre outras matérias que compreendem a sua estrutura curricular, fazendo uso de uma diretriz que lhe é assegurada pela resolução CFE-48/76.

O Quadro 1, dado a seguir, mostra que:

- um pouco menos da metade das estruturas curriculares oferece carga horária igual ao mínimo fixado pela resolução CFE-48/76.
- mais de metade das estruturas curriculares, portanto, oferece cargas horárias superiores ao mínimo, sendo que um número apreciável, cerca de 1/3 do total, apresenta cargas horárias de duas a três vezes superiores ao mínimo legal. Esse fato demonstra, que a inclusão de Ciências do Ambiente no currículo mínimo de engenharia teve boa aceitação por parte das instituições de ensino de engenharia.

QUADRO 1 — Frequência de carga horária para o ensino de Ciências do Ambiente no curso de engenharia (dados obtidos da referência 1).

Carga horária (n.º de horas-aula)	Estruturas Curriculares	
	número	% do total
30 <sup>(a)</sup>	128	45,9
45 <sup>(b)</sup>	62	22,2
60	74	26,5
75 <sup>(c)</sup>	11	4,0
90	4	1,4

Observações: (a) inclui estruturas curriculares com carga de 32 a 36 horas-aula; (b) inclui 6 estruturas curriculares com carga de 48 a 51 horas-aula; (c) inclui 6 estruturas com carga de 72 horas-aula.

Existem duas outras informações, relacionadas à carga-horária, que não foram incluídas no Quadro 1.

Uma delas é que apenas 4 instituições de ensino, com um total de 12 estruturas curriculares, distribuíram a ementa da matéria Ciências do Ambiente em duas disciplinas obrigatórias e 1 instituição, com 2 estruturas curriculares, incluiu a ementa numa disciplina obrigatória mas oferece uma outra com caráter eletivo. Portanto, a grande maioria das estruturas curriculares (95%), inclui apenas uma disciplina de Ciências do Ambiente.

Uma outra informação interessante é que 3 instituições, com um total de 11 estruturas curriculares, incluem carga horária para a execução de atividades práticas. Os dados disponíveis não permitiram identificar a natureza dessas atividades. Seriam visitas? Atividades analíticas de laboratório? Ou, simplesmente, tempo reservado para discussão em grupo? Valeria a penas verificar.

### 2.2 Dados sobre o posicionamento do ensino de Ciências do Ambiente

O Quadro 2 registra a frequência do ensino de Ciências do Ambiente em cada um dos períodos das 279 estruturas curriculares estudadas. Dessas estruturas, 25 apresentam periodização anual (em 7 instituições do Estado de São Paulo) e, neste caso, o Quadro registra apenas o primeiro semestre do ano em que a disciplina é oferecida.

Como, em princípio, os 4 primeiros períodos do curso são reservados preferencialmente para o ensino de matérias de formação básica, enquanto que nos 4 últimos períodos o ensino enfatiza a formação profissional específica, é interessante correlacionar este fato com a frequência mencionada no item anterior.

O Quadro 2, mostra que não há preferência destacada para o ensino de Ciências do Ambiente nos períodos de formação básica ou naqueles de formação profissional específica, sendo as frequências respectivamente de 44,1% e de 40,9%. Observa-se porém, uma acentuada preferência para o conjunto 3.º-4.º períodos (36,6%) seguido do conjunto 9.º-10.º-11.º períodos (24,4%).

Do exposto, pode-se concluir que o grau de maturidade dos alunos, em termos de conhecimentos adquiridos, não recebeu o mesmo peso nas diversas instituições de ensino ou que simplesmente este parâmetro não foi considerado por elas.

QUADRO 2 — Frequência de períodos (semestre) em que é ensinado Ciências do Ambiente (dados obtidos da referência 1).

Período	Estruturas Curriculares	
	(número)	(% do total)
1.º	2	0,7
2.º	19	6,8
3.º	61	21,9
4.º	41	14,7
5.º	33	11,8
6.º	9	3,2
7.º	21	7,5
8.º	25	9,0
9.º	30	10,8
10.º	34	12,2
11.º <sup>(a)</sup>	4	1,4

Observação: (a) curso noturno.

### 2.3 Dados sobre o conteúdo da matéria Ciências do Ambiente e referentes à orientação do seu ensino.

Com as informações disponíveis (referências 1 e 2), somente é possível fazer especulações a respeito do conteúdo e da orientação dada ao ensino de Ciências do Ambiente.

A descrição do programa foi conhecida para não mais do que 1/3 das instituições. Não foi possível conhecer a bibliografia recomendada, a não ser para algumas poucas instituições.

A preparação específica do docente para o ensino desta matéria e a importância atribuída à disciplina pela instituição, demonstrada pelos níveis de assiduidade e de conhecimento exigidos dos alunos, são dois outros aspectos que devem ser considerados para melhor caracterizar a orientação dada ao ensino. Infelizmente, dados sobre estes dois aspectos não puderam ser obtidos porque isto exigiria visitas às instituições e entrevistas com professores e alunos. Contudo é um fato a inexistência, no Brasil, de cursos que preparem especificamente docentes para esta matéria.

A única informação que foi possível obter, relacionada com o conteúdo, para as 279 estruturas curriculares, refere-se à denominação da disciplina. Praticamente a metade dessas estruturas inclui a disciplina com a mesma denominação da matéria, ou seja, "Ciências do Ambiente", eventualmente modificada pelos qualificativos: "Introdução a" ... "Elementos de ..." e "Fundamentos de ...". A outra metade assinala, através da denominação, conteúdos e orientações variados, desde enfoques estritamente voltados para a ecologia até engenharia ambiental. Há também denominações tais como: Conservação dos Recursos Naturais, Proteção e Controle Ambiental e Controle da Poluição, que dão a entender que apenas parte da ementa está sendo coberta. De outro lado há denominações abrangentes que incluem outros campos, tais como segurança, ergonomia, higiene e saneamento.

Examinando a descrição do programa da disciplina pode-se inferir que os conteúdos e as orientações adotadas seguem três linhas principais: enquanto alguns programas enfatizam ecologia básica outros enfatizam poluição e há uma fração deles em que o conteúdo é balanceado, cobrindo a ementa. A existência desses mesmos enfoques básicos também é sugerida pelas denominações das disciplinas, porém não há correspondência entre a denominação da disciplina e o seu conteúdo.

### 3 ANÁLISE DO ENSINO DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE E RECOMENDAÇÕES.

#### 3.1 Análise da carga horária dedicada ao ensino de Ciências do Ambiente e recomendação.

Embora muitas instituições de ensino ofereçam uma carga horária maior do que a preconizada pela resolução CFE-48/76, conforme foi discutido no item 2.1, é opinião destes autores que 30 horas-aula representam duração adequada. Porém, para que esta carga seja, de fato, adequada, é necessário que o ensino seja formal, que a matéria tenha a mesma importância das demais matérias da estrutura curricular, que o professor tenha formação especializada e que, finalmente, o ensino seja apoiado em textos bem escolhidos. Certamente esta carga horária não será suficiente e nem o conteúdo da ementa será coberto integralmente se o professor encarregado for improvisado, ou se o ensino for ministrado na forma de conferências, por mais competentes que sejam os conferencistas convidados ou, ainda, como parece ser o caso de algumas instituições, se a metodologia do ensino estiver baseada na apresentação de seminários pelos alunos.

#### 3.2 Análise do posicionamento do ensino de Ciências do Ambiente e recomendação.

A matéria Ciências do Ambiente está intimamente relacionada à Química, à Física e à Biologia e depende dos conhecimentos fornecidos por estas matérias. Por este motivo, seria conveniente que nas estruturas curriculares de engenharia, onde normalmente não aparece biologia, o ensino dessa matéria fosse subsequente ao de Física e de Química. No entanto, nos primeiros 2 anos do curso de engenharia, a maioria dos estudantes não atingiu maturidade e nem mentalidade crítica necessárias para apreciar o conteúdo de Ciências do Ambiente e a finalidade do seu ensino.

Por outro lado, também não é conveniente ensinar esta matéria no último ano do curso, pois, além deste ano estar muito afastado dos anos de formação básica, o aluno, nesta época, está com o seu interesse voltado para a formação profissional específica.

Diante do exposto, considera-se que os períodos mais adequados para o ensino de Ciências do Ambiente estão incluídos entre o 5.º e 8.º períodos do curso. Curiosamente, conforme foi apresentado no item 2.2, este é o período onde é menor a frequência do ensino, entre as 279 estruturas curriculares analisadas.

### 3.3 Análise do conteúdo da matéria Ciências do Ambiente, da orientação do seu ensino e recomendações.

3.3.1 Baseado na ementa fixada pela Resolução CFE-48/76, uma comissão de professores, da qual fez parte um dos autores deste trabalho (BMV), em 1977, (referência 3) apresentou recomendações quanto ao conteúdo do programa. A idéia da Comissão foi a de dar uma interpretação operacional da ementa que é, pela sua própria natureza, muito geral e, por isso mesmo, vaga.

O programa recomendado comporta as seguintes sete unidades:

1. Introdução sobre os ciclos biogeoquímicos, com exemplos de aplicações das Ciências do Ambiente à Engenharia. Conseqüências ambientais decorrentes do desenvolvimento tecnológico, crescimento demográfico e distribuição de recursos. Interferências nos ciclos biogeoquímicos.
2. Noções de Ecologia, ressaltando a interdependência dos seres vivos, o conceito de ecossistema e aplicações da Ecologia à Engenharia e à Saúde Pública. Problemas ecológicos especiais do Brasil.
3. Considerações sobre o meio ambiente, destacando o meio físico, o nicho ecológico, o homem e seu lugar na natureza, o homem em sociedade, poluição e contaminação, planejamento e proteção do meio ambiente.
4. O ambiente terrestre, com destaque do ar e do solo, suas propriedades e requisitos de qualidade, o papel da vegetação na produção de oxigênio e da umidade atmosférica, o papel da vegetação e dos microorganismos na qualidade do solo. Poluição do ar, suas causas e conseqüências, medidas de proteção; calor e conforto térmico. Poluição do solo, degradação do solo, erosão, lixo.
5. O ambiente aquático, importância da água como ambiente ecológico, regulador térmico do ambiente, fonte de alimentos e fonte de energia. Propriedades da água e requisitos de qualidade. Poluição das águas, medidas de proteção.
6. Energia e recursos minerais, fontes e consumo, exploração, esgotamento de reservas, medidas de proteção.
7. Considerações sobre radiações, destacando os seus tipos e efeitos sobre o ambiente — destruição dos seres vivos, alterações genéticas, desequilíbrio ecológico. Níveis de radiação. Contaminação radioativa. Lixo radioativo: perigo, destino final.

Esse programa e a sua justificativa apresentam alguns inconvenientes que apenas transpareceram, nestes últimos anos, em decorrência da experiência adquirida no ensino da matéria.

A unidade, do programa recomendado, que trata das radiações, na nossa opinião, poderia ser eliminada com a redistribuição, pelas demais unidades, do número de aulas assim economizado. Justifica-se esta proposta pelo fato desse assunto ser extremamente especializado e não representar um problema relevante no contexto da moderna tecnologia brasileira.

A inclusão dessa unidade, certamente reflete a atitude comumente assumida entre nós de transcrever programas de ensino desenvolvidos alhures, sem levar em consideração diferenças físicas e grau de desenvolvimento tecnológico.

Vários tópicos do programa recomendado aparecem repetidos em duas ou mais unidades e além disso, alguns deles não se encontram convenientemente incluídos e/ou situados no capítulo próprio. Assim, tópicos de ecologia aparecem nas unidades 1 até 4, quando deveriam compor uma única unidade. Outro exemplo é representado pelos tópicos que tratam da distribuição de recursos e crescimento demográfico que aparecem na primeira unidade, quanto existe a unidade 6 que trata especificamente de recursos naturais.

As justificativas que precedem o programa, na citada referência 3, enfatizam a preservação do meio ambiente e pouca ou nenhuma atenção dispensam à qualidade de vida, sobretudo daqueles problemas que já exigem atenção imediata como são a contaminação-poliuição da água de um modo geral e a poluição do ar das grandes cidades. Além disso as justificativas dão a entender que dentre as atividades do homem, é a atividade industrial em si, a principal responsável pela degradação. Essa atividade é, em verdade, somente uma das geradoras da degradação e se faz sentir mais intensamente, sempre que há falta de planejamento e de direcionamento na ocupação do espaço.

A deterioração, seja do meio ambiente, seja da qualidade da vida, decorre da atividade da enorme população humana, que, mal distribuída, se encontra acumulada em pequenas áreas. Se a atividade dessa aglomeração populacional, não é controlada tem-se então uma aceleração e/ou agravamento do processo de deterioração.

No contexto atual não há nenhum mérito em tentar identificar responsabilidades. A verdade é que temos uma realidade, com a qual devemos conviver. Contudo, também é verdade que se não podemos mudar profundamente esta realidade, temos a obrigação de torná-la a melhor possível. Pretender que se tenha a atmosfera e o meio aquático sempre em condições naturais, assim como qualquer ecossistema sem nenhuma interferência do homem é, sem dúvida, utopia e ingenuidade. Todavia, é um direito e uma necessidade imperativa do homem desejar que a qualidade de vida seja preservada e que o balanceamento da biosfera como um todo e de ecossistemas em particular sejam mantidos em níveis compatíveis com a flutuação natural.

Diante do exposto, o ensino de Ciências do Ambiente deve ter como finalidade despertar no futuro engenheiro (ou em qualquer profissional) a consciência de que:

- a qualidade de vida pode ser prejudicada pela atividade do homem;
- a natureza está balanceada dentro de certos limites;
- das atividades desenvolvidas atualmente, a humanidade tem conhecimento suficiente — se não tiver deve buscá-los — para garantir que a finalidade de vida seja preservada e que os limites da natureza sejam respeitados;
- com base na experiência do passado, devem ser consideradas as possíveis conseqüências de atividades futuras do homem.

Em resumo, a atitude preservacionista não é antagônica àquele que conduz ao desenvolvimento tecnológico, podendo e devendo conviver uma ao lado da outra.

Tendo em vista as finalidades acima, é proposto o seguinte novo programa para a disciplina:

#### Unidade 1 — Disponibilidade e Distribuição dos Recursos Naturais

Como o objetivo desta unidade é o de conscientizar o futuro engenheiro das necessidades de utilização racional dos recursos naturais, da reciclagem de material e da utilização de fontes alternativas de energia, dentro de um contexto de crescimento populacional, esta unidade deve abranger os seguintes tópicos:

- A situação atual de disponibilidade e distribuição de recursos minerais e de alimentos.
- Perspectiva da situação futura relacionada com o crescimento da população humana e os limites da terra.
- A capacidade da terra absorver os detritos produzidos pela população humana.

#### Unidade 2 — Noções de Ecologia Básica

O objetivo desta unidade é fazer com que o futuro engenheiro compreenda como a natureza está estruturada, como funciona e os efeitos decorrentes da atividade humana na sua estabilidade. Deste modo, esta unidade deve conter os tópicos:

- Comunidade biótica. Ecossistema. Nicho ecológico.
- Cadeias e redes alimentares. Interferências.
- Ciclos biogeoquímicos: Ciclo do carbono (Fotossíntese e Respiração); Ciclo do nitrogênio; Ciclo do fósforo. Interferências da atividade humana no balanceamento destes ciclos. Entrofização.
- Fluxo de energia na biosfera.

#### Unidade 3 — Meio Aquático e sua Degradação

O objetivo desta unidade é conscientizar o futuro engenheiro de que o lançamento de detritos no meio aquático tanto põe em risco a população que se serve desta água, que tem, portanto, sua qualidade de vida afetada, quanto pode degradar o meio aquático, tornando-o inadequado à comunidade biótica aí instalada. Também é objetivo desta unidade alertar o futuro engenheiro sobre a existência de técnicas de tratamento de efluentes e de exigências legais concernentes às qualidades do efluente e do meio aquático.

Os tópicos recomendados para esta unidade são:

- O ciclo hidrológico e as propriedades da água.
- Contaminação da água por substâncias tóxicas e por microorganismos patogênicos.
- A poluição do meio aquático e o processo de autodepuração.



- Legislação. Padrões de qualidade de águas e efluentes. Princípios básicos das técnicas de controle de poluição aquática.

#### Unidade 4 — Solo e sua Degradação

O objetivo desta unidade é bem restrito e se refere à preservação do solo e à destinação do lixo sólido. Em vista disto somente dois tópicos são recomendados para esta unidade:

- A importância da cobertura vegetal para a manutenção e a fertilidade do solo. Erosão.
- Lixo sólido e sua destinação.

#### Unidade 5 — Poluição Atmosférica

O objetivo desta unidade é fazer com que o futuro engenheiro compreenda que a emissão de certas substâncias para a atmosfera tanto pode alterar de modo sensível as suas propriedades como, no caso destas substâncias serem tóxicas, prejudicar a saúde do homem que vive e respira na região onde ocorre esta emissão. Analogamente a 3, esta unidade também objetiva instruir o engenheiro sobre a existência das técnicas de controle de emissão de poluentes e de exigências legais para a qualidade do ar.

Esta unidade deve conter os tópicos:

- A evolução da atmosfera e sua composição atual.
- Efeitos globais da poluição atmosférica. Ozônio estratosférico. Efeito de estufa. Material particulado e turbidez atmosférica.
- Efeitos de poluentes específicos sobre a saúde. Toxicologia.
- Legislação. Padrões de qualidade do ar.
- Processos de formação, fontes e sumidouros de poluentes atmosféricos.
- Princípios básicos das técnicas de controle de poluição atmosférica.

3.2.2. O programa proposto acima exige uma revisão da bibliografia recomendada pelo MEC em 1977 (referência 4).

Abaixo é registrada a principal bibliografia, de caráter geral e de caráter específico, referente ao assunto. Não é intenção dos autores, obviamente, esgotar a grande e crescente bibliografia existente sobre este assunto, mas relacionar aqueles textos que podem ser considerados básicos.

- (1) MASTERS, Gilbert M. *Introduction to Environmental Science and Technology*. N. York, John Wiley & Sons, /c 1974/
- (2) MOORE, John W. & MOORE, Elizabeth A. *Environmental Chemistry*. N. York, Academic Press, /c 1976/.
- (3) EHRLICH, Paul R. & EHRLICH, Anne H. *População, Recursos, Ambiente*. São Paulo, Ed. da USP, 1974.
- (4) HELFRICH, Harold W. Jr., coord. *A crise Ambiental*. São Paulo, Melhoramentos, 1974.
- (5) ODUM, Eugene P. *Ecologia*. 3 ed. São Paulo, Pioneira, 1977.
- (6) DAJOZ, Roger *Ecologia Geral*. São Paulo, Vozes, 1973.
- (7) ODUM, Eugene P. *Fundamental of Ecology*. 3 ed. Philadelphia, Saunders, /c 1971/.
- (8) BRANCO, Samuel, M. *Poluição: A morte de Nossos Rios*. Rio de Janeiro, Ao livro Técnico, 1972.
- (9) CLARK, John W. *Water Supply and Pollution Control*. 3. ed. N. York, Harper & Row, 1977.
- (10) PERKINS, Henry C. *Air Pollution*. Tokio, McGraw Hill Kogakusha, /c 1974/.
- (11) SEINFELD, John H. *Air Pollution: Physical and Chemical Fundamentals*. N. York, McGraw-Hill /c 1975/.
- (12) STERN, Artur C., ed., *Air Pollution*. N. York, Academic Press, 1976.
- (13) PHILLIPSON, John *Ecologia Energética*. São Paulo, Cia. Ed. Nacional, 1977.
- (14) *A BIOSFERA*; textos do Scientific American. São Paulo, Polígono, 1974.
- (15) PASCHOAL, Adilson D. *Pragas, Praguicidas e a Crise Ambiental: problemas e soluções*. Rio de Janeiro, FGV, 1979.
- (16) GATES, David M. The Flow of Energy in the Biosphere. *Sci. Amer.* 225(3):89-100, 1971.
- (17) RYTHER, John H. Photosynthesis and Fish Production in the Sea. *Science* 166:72-76, 1969.
- (18) FERRIS, Benjamim C. Jr. Health Effects of Exposure to Low Levels of Regulated Air Pollutants. *J. Air Poll. Control Assoc.* 28(5):482-497, 1978.
- (19) INVENTÁRIO de Fontes de Poluição do Ar na Região da Grande São Paulo. São Paulo, CETESB, 1977.
- (20) BRANCO, Samuel M. et alii. *Ecologia Aplicada e Proteção do Meio Ambiente*. São Carlos, EESC-USP, 1976.
- (21) Diário Oficial do E. S. Paulo, 9 de setembro: 4-17, 1976.

Inicialmente convém assinalar que dos 21 textos recomendados, apenas o primeiro inclui (a menos da unidade 4) todo o programa sugerido. Este texto, porém, como é natural, apresenta um enfoque dirigido para os problemas ambientais dos Estados Unidos. Para que este texto seja, de fato, adequado ao ensino em nosso país, torna-se indispensável uma complementação com exemplos e dados brasileiros, seja de âmbito geral, seja de âmbito regional, levando em conta a localização geográfica da instituição de ensino.

A unidade 1 é coberta adequadamente pelas bibliografias 1 até 4, com as complementações referidas no parágrafo anterior.

A unidade 2 é coberta satisfatoriamente pelas bibliografias 1, 5 e 6 que devem ser complementadas pelos textos 13 até 17; que tratam de tópicos específicos desta unidade. A bibliografia 7 é citada apenas para consulta do professor, uma vez que representa um verdadeiro tratado de Ecologia.

A unidade 3, que é coberta pelas bibliografias 1 e 2, deve ser complementada pelo livro 8, que discute poluição de água de forma muito didática e com exemplos paulistas e brasileiros. A bibliografia 9, ou outra do mesmo nível, a exemplo da 7 deve ser reservada para consulta do professor.

A unidade 4 é coberta pela bibliografia 2 e 20, que devem ser complementadas por publicações específicas brasileiras que tratem de erosão e aproveitamento de lixo sólido.

A unidade 5, de uma forma geral, é coberta pelas bibliografias 1 e 2 e, de forma específica, pelas bibliografias 10 e 11. O livro 11 e mais ainda o 12 são textos que tratam de poluição atmosférica num nível de especialização e deveriam ser consultados pelo professor. A bibliografia 18 trata de um tópico específico desta unidade e a 19 constitui uma fonte de dados de emissão de poluentes atmosféricos em São Paulo. Publicações semelhantes e referentes a outras cidades, se existentes, também deveriam ser consultadas pelo professor.

A legislação mais recente para o Estado de São Paulo e também adotada no Brasil, referente à Poluição de Água e Poluição Atmosférica é encontrada na referência 21.

**3.3.3** Para ministrar disciplinas de Ciências do Ambiente, obedecendo o programa sugerido no item 3.3.1, há necessidade de pessoal docente com formação especializada. Como este docente não está sendo formado entre nós, conforme salientado no item 3.3, aqueles atualmente existentes são, essencialmente, autodidatas neste assunto. A autodidaxia é um processo válido para a formação de docentes, porém é muito demorado.

A falta de docentes, em quantidade suficiente e com a formação adequada, com certeza, está sendo o principal entrave para o pleno desenvolvimento do ensino de Ciências do Ambiente. A formação do docente poderia ser feita através de especialização, nos últimos anos dos Cursos Superiores de Química, de Biologia e de Ecologia.

Um dos autores (MAGC) presidiu uma comissão do MEC, que tinha por objetivo formular uma nova proposta de Currículo mínimo do curso de Química. Esta proposta, que ainda se encontra em fase de estudo, inclui explicitamente uma opção orientada para Ciências do Ambiente. Esta alternativa, além de suprir parte do pessoal docente necessário, apresentaria ainda a vantagem de propiciar condições para o desenvolvimento de atividade de pesquisa neste campo que, aliás, é extremamente reduzida em nosso país.

A solução proposta acima tem, contudo, uma limitação. Trata-se de uma solução a prazo longo.

Outra alternativa válida, para a formação de docentes, seria oferecer periodicamente cursos de férias, para professores atuais e candidatos a professores, nos moldes daquele que foi realizado, em 1977, na Escola de Engenharia de São Carlos, com o patrocínio da ABENGE e do MEC.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Curso de Engenharia: estruturas curriculares. Secretaria de Ensino Superior, MEC. Brasília, 1980.
2. Arquivo pessoal de um dos autores (MAGC).
3. Curso de Engenharia: autorização, reconhecimento e funcionamento. DAU/MEC. Brasília, 1977.
4. Curso de Engenharia: bibliografia, vol. 1. DAU/MEC. Brasília, 1977.

#### Agradecimento

Os autores agradecem à Profa. Maristela Melo de Freitas, do Departamento de Química do ITA; ao Prof. Massayoshi Nagoshi, da FEG-UNESP; e ao preservacionista de Caçapava (CODAM), pelas proveitosas e agradáveis discussões que mantiveram com um dos autores (BMV).

## CIÊNCIAS DO AMBIENTE: UMA EXPERIÊNCIA DE ENSINO NA ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

Olentina de Souza Lima\*  
Ruth de Gouvêa Duarte\*  
Valdir Schalch\*

### 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O advento da Renascença e da Idade Moderna trouxe o progresso rápido do Ensino e da Investigação Sistemática que levaram ao intenso desenvolvimento dos conhecimentos científicos, a ponto de — até alguns anos — cognominar o século XX de Século da Ciência. Os homens de engenho, cada vez mais rapidamente puseram as Ciências a serviço da Tecnologia e esta a serviço do homem e, assim, este século passou a merecer mais acertadamente o nome de Século da Tecnologia, cheio de conforto, é verdade, mas repleto também de múltiplos resíduos resultantes das novas conquistas tecnológicas.

Todas as atividades humanas geram resíduos, embora nem todos eles tenham as mesmas características. Das obras de engenharia resultam "restos" respeitáveis tanto pelo seu volume quanto por sua natureza predominantemente agressiva, "restos" gerados pela tecnologia.

A técnica confere ao homem apenas o valor instrumental ou profissional; somente a cultura e o humanismo são capazes de completá-lo e integrá-lo, fazendo-o ver que é preciso ter sempre presente a existência da sociedade a que ele vai servir. É necessário que se "ensine" ao engenheiro, como disse Bertrand Russel, "mais que habilidades, algo que talvez se possa chamar sabedoria. Esta é qualquer coisa que deve ser aprendida (se é que pode ser aprendida) por meio de outros estudos que não são seguidos pela técnica científica".

A aceitação desta verdade teve como conseqüência a mais recente modificação curricular nas Escolas de Engenharia do Brasil, com a introdução de outra ordem de disciplinas, dentre as quais se encontra Ciências do Ambiente, que procura dotar o futuro engenheiro de uma consciência protecionista em relação aos bens da natureza. Vale lembrar que esta iniciativa não é originariamente brasileira, porquanto ela surgiu, há vários anos, em memorável reunião verificada nas Filipinas. A Escola de Engenharia de São Carlos, cumprindo resolução do MEC, iniciou seu ensino em 1978; até esta data, cerca de 1200 alunos, distribuídos em 32 turmas, cursaram esta disciplina. Aspectos relevantes destes 6 anos de experiência são aqui enfocados.

Para melhor abordagem dos problemas de interesse, são eles aqui tratados separadamente.

### 2 POSICIONAMENTO DA DISCIPLINA NO CURRÍCULO

Na Escola de Engenharia de São Carlos, a disciplina Ciências do Ambiente foi colocada no 3.º e 4.º períodos e neles ministrada para a maioria dos alunos. Dizemos maioria, porquanto, em muitas turmas, eram encontrados alunos dos últimos anos do curso e, em alguns casos, eles constituíam a maioria. Esse fato deu ensejo a análises objetivas e subjetivas do aproveitamento apresentado; verificamos — através de no-

\* Professores de Ciências do Ambiente do Departamento de Hidráulica e Saneamento da EESC-USP

tas obtidas, de diálogos e de manifestações dos alunos — sensível diferença de comportamento, quanto à compreensão, entendimento e aplicação dos ensinamentos ministrados. Os estudantes dos últimos períodos, com facilidade relacionavam as noções discutidas, com as obras conhecidas, visitadas ou projetadas por eles. Eram capazes de nelas identificar eventuais e não incomuns falhas em relação ao meio ambiente, falhas essas cometidas durante a execução. Mais habituados a consultas bibliográficas e mais afeitos a leituras de modo geral, não raro ofereciam valiosas colaborações às aulas, tornando-as mais dinâmicas e enriquecidas. Em contraposição, os alunos dos 3º e 4º períodos, tendo cursado apenas disciplinas do curso, sem conhecer o caráter técnico, que só lhes será ensinado após a conclusão de parte substancial do curso, sem dominar as habilidades próprias da Engenharia, não possuem prontidão para diagnosticar problemas trazidos pelas obras e, conseqüentemente, não podem acreditar na necessidade de proteção do ambiente, que é responsabilidade do Engenheiro, mais que de qualquer outro profissional.

Tais fatos e observações, levados ao conhecimento do Departamento de Hidráulica e Saneamento e da Comissão de Ensino de Graduação e devidamente analisados e debatido, determinaram o deslocamento da disciplina para o 8.º e 9.º períodos, para os estudantes que iniciaram o curso a partir de 1982; assim sendo, apenas em 1985, essa modificação será efetivada.

### 3 CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Os objetivos gerais da aprendizagem de Ciências do Ambiente foram estabelecidos a partir do que determina a ementa: "A Biosfera e seu Equilíbrio: A Tecnologia como necessidade de adequá-la para minimizar os impactos ambientais. Uso e proteção dos recursos naturais. Equilíbrio ecológico. Civilização e seus Resíduos", lembrando que em um Documento Básico, o MEC estabelece que, para contribuir para a formação geral do engenheiro, cumpre lembrar: "Não havendo no homem um senso inato ou genético que impeça a destruição de seu habitat, torna-se necessário o desenvolvimento de um senso ético ou um padrão de comportamento que garanta a atividade cooperativa na sociedade humana e crie uma mentalidade de protecionista. Estas devem ser as metas a serem atingidas especialmente na educação do engenheiro, profissional que por sua atividade intervém mais diretamente no equilíbrio dos ecossistemas; esse o objetivo da matéria Ciências do Ambiente nos currículos plenos dos cursos de Engenharia".

Assim, na EESC, ficaram estabelecidos os seguintes objetivos:

#### 3.1 Objetivos Gerais da Aprendizagem

O aluno deverá ser capaz de conhecer o papel do engenheiro como o grande modificador do ambiente, compreender a necessidade de planejar a exploração dos recursos naturais, de modo a otimizar seu custo.

#### 3.2 Objetivos Específicos

Identificar problemas ambientais e posicionar-se como profissional capaz de impedir a degradação da biosfera e cooperar na sua proteção através da formação de uma autêntica consciência da necessidade de se manter a qualidade ambiental, indispensável à sobrevivência das espécies, em geral.

#### 3.3 Pré-requisitos necessários

Ter conhecimentos de Biologia, Física, Química e Fenômenos de Transporte necessários à compreensão dos ensinamentos básicos da disciplina.

#### 3.4 Análise do Programa

O estabelecimento de um programa não nos parece tarefa exequível, porquanto existe farto material representado por aqueles que vêm sendo cumpridos em cerca de 120 escolas de Engenharia do país, que poderiam ser utilizados como sugestões. Conhecemos diversos deles, em função da incumbência de analisá-los com a finalidade de aceitar equivalência da disciplina em casos de transferências. Verificamos diversidade de conteúdos, mas prazerosamente, a existência de muitos pontos em comum, o que fala em favor de consenso.

Do Programa que na EESC vimos desenvolvendo, a primeira parte é uma Introdução, que visa localizar a disciplina no contexto da formação do Engenheiro.

Para realmente fazer o aluno sentir que o Engenheiro é o grande planejador do ambiente, e para responsabilizá-lo diante do mundo que ele deve modificar, nossa preocupação primeira é a de recordar-lhe o conceito de Engenharia, como a mais criativa de todas as aplicações da Ciência que engenha e cria, e o faz com arte e técnica. Reavivamos também suas funções, lembrando que "Um profissional engenheiro é competente em virtude da sua educação fundamental e do hábito de aplicação do método e do ponto de vista científico à análise e solução dos problemas de engenharia. Seu trabalho é eminentemente intelectual e variado e não tem um caráter de rotina mental ou física" (Commonwealth Engineering Conference, Londres, 1954).

Segue-se uma segunda e terceira partes que devem dar ao aluno a necessária base biológica para compreender, posteriormente, os mecanismos de ação dos seres vivos. Abrangem: Elementos de Ecologia Geral e Ecologia Aplicada, em que se fornece ao aluno noções fundamentais de Ecossistema, processos de síntese (foto e quimiossíntese), reciclagem de materiais, cadeias alimentares e fluxos energéticos de que devem resultar condições do desejável equilíbrio ecológico. Aqui, também se cuida da caracterização dos fenômenos de poluição e contaminação.

Na quarta parte se enfoca a importância da água, não apenas como necessidade básica à vida, mas também, como veiculadora de formas vivas nocivas à saúde e como receptora final da maioria dos resíduos de que resulta a imprescindível obrigatoriedade de protegê-la.

O ar atmosférico é objeto da quinta parte do curso. Como no caso anterior, estudam-se as suas características normais para depois cuidar-se das substâncias e partículas que comprometem sua qualidade. Conseqüências dessa qualidade indesejável são apontadas nos seres vivos, plantas e animais, inclusive no homem, nos materiais de construção e nas substâncias inertes em geral.

Finalmente, o solo é objeto da parte seguinte do programa. Suas características físicas e químicas são analisadas, enfocada sua condição de ecossistema que abriga centenas de milhares de formas vivas em harmoniosa consonância com a parte mineral.

Estudam-se, posteriormente, as diversas formas de impactos trazidos pelas obras de Engenharia e a melhor maneira de minimizá-las. Também se dedica especial atenção ao problema dos resíduos sólidos urbanos e agropecuários e, sobretudo, sua reciclagem.

Medidas profiláticas em relação à qualidade do ar, da água e do solo são, insistentemente, focalizadas.

Finalmente, aborda-se a questão da contaminação radioativa do ambiente, a importância dos resíduos das usinas nucleares como ameaçadoras do patrimônio genético dos seres vivos e, conseqüentemente, a melhor destinação daqueles resíduos.

Abaixo, estamos transcrevendo o programa que comentamos.

#### PROGRAMA DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE NA EESC

##### Introdução

Conceito e funções da Engenharia: Engenharia Ambiental e Ciências do Ambiente. Tecnologia e Meio Ambiente. Noções Gerais de Legislação Ambiental.

##### Ecologia e Ecologia Aplicada

- *Ecossistema: propriedades e características. Biosfera.*
- *Equilíbrio ecológico. Fator limitante.*
- *Fotossíntese e Respiração. Quimiossíntese.*
- *Fluxo de Energia. Cadeias Alimentares.*
- *Nutrição e Reprodução.*
- *Equilíbrio Ecológico.*
- *Poluição e Contaminação.*

##### Matéria e Energia: importância da reciclagem da matéria

- Ciclos Biogeoquímicos.
- Biomassa e Eutrofização.

##### Água

- Propriedades. Usos múltiplos.
- Corpos de água como receptores últimos da maioria dos poluentes. Importância dos tratamentos como recursos para reduzir a poluição hídrica.

##### Ar

- Composição e propriedades. Papel da industrialização na qualidade do ar. Poluentes e fontes de poluição.

- Generalidades sobre recursos anti-poluentes.
- Conseqüências da poluição atmosférica nos componentes abióticos, bióticos e especificamente no ser humano.

#### Solo

- Composição e Propriedades do Solo
- Alterações da Geografia, Geologia e da cobertura ve-

getal: impactos. O solo da bacia amazônica — planejamento para prevenção e/ou minimização dos impactos.

- Resíduos decorrentes das atividades agropecuárias. Resíduos sólidos urbanos. Importância da reciclagem.

*Contaminação radioativa do ambiente. Usinas nucleares: análise da problemática*

## 4 O PROFESSOR DA DISCIPLINA

Lecionar Ciências do Ambiente é difícil e desafiante, por ser matéria multidisciplinar com muitas interfaces que solicitam do professor mais que atualização de seus conhecimentos profissionais; requer um contato e um conhecimento de vários aspectos daquelas mencionadas interfaces.

Levando-se em consideração as observações tecidas em relação ao conteúdo programático, não há como fugir à aceitação da natureza eminentemente biológica da disciplina Ciências do Ambiente, apesar de nela se reconhecer uma certa característica multidisciplinar. Assim sendo, seria o biólogo o profissional mais indicado para a regência das classes de Ciências do Ambiente, principalmente quando se pensa que os aspectos químicos envolvidos no programa são antes essencialmente bioquímicos. "Ciências do Ambiente é uma Ecologia Aplicada. A Ecologia, desde sua criação como disciplina, é um ramo da Biologia: o do estudo das relações obrigatórias do ser vivo com o seu ambiente. O estudo desse ambiente exige o conhecimento das comunidades biológicas, como também de aspectos físicos e químicos, relacionados com a composição do solo, água e ar, bem como as transferências de matéria e energia do meio físico para o biológico e vice-versa. Isto não é novidade específica desta ramo da Biologia: toda Biologia é formada de conceitos físicos e químicos aplicados ao conhecimento da estrutura e dos processos vitais. Na matéria Ciências do Ambiente, porém, entra um componente estranho ao campo da Biologia: a atividade tecnológica que gera os impactos sobre o ambiente" (Samuel Murgel Branco). Esta constatação se constitui numa das poucas restrições ao biólogo como professor de Ciências do Ambiente, restrição facilmente removível se ele — conhecedor dessa limitação — souber superá-la.

Se o biólogo não é o profissional completo, "O engenheiro, por outro lado, manifesta uma tendência oposta: sem sólidos conhecimentos de Biologia e de Auto-ecologia, ele procura focalizar tudo de um ponto de vista quantitativo, de sistema físico, sem considerar a imprevisão natural quando se trata de seres vivos. Além disso, o engenheiro tende a 'puxar' o curso para a pura Engenharia. Via de regra, o engenheiro escolhido para ministrar esse curso milita na área de saneamento e acaba transformando o curso em saneamento, ensinando métodos de controle de poluentes, tratamento de resíduos, equipamento de despoluição", etc.

Não cremos que exista, atualmente, um profissional ideal para esse mister, pois Universidade alguma ministra curso com esse objetivo. Vários profissionais estão mais ou menos aptos a lecionar Ciências do Ambiente, desde que sejam preparados para isso. Naturalmente, aqueles com formação profissional de professor levam algumas vantagens, porque já possuem formação pedagógica e psicológica que minimizam a tarefa árdua de formar mais que informar, de responsabilizar e criar atitudes mais que transmitir conceitos, de modificar comportamentos mais que desenvolver habilidades, conscientizar mais que ensinar fazer.

Sugerimos, para tentar solucionar o problema do professor de Ciências do Ambiente, duas prováveis soluções: a primeira, seria a realização de cursos de treinamento, reciclagem ou complementação, cujo objetivo seria especificamente dotar o candidato à cátedra, daquele aspecto que lhe falta para tornar-se o professor completo; a segunda, a criação de cursos de pós-graduação por Escolas já envolvidas nestes programas. A Escola de Engenharia de São Carlos, por exemplo, poderia se encarregar tanto da primeira como da segunda solução, não só porque já ministrou, em 1977, um Curso para Treinamento de Professores de Ciências do Ambiente em Escolas de Engenharia, como porque está, há vários anos, integrada nos programas de pós-graduação.

## 5 TEXTOS

Este assunto se nos apresentou sempre como altamente problemático porque, em princípio, somos de opinião que o professor de Ciências do Ambiente não deve colocar nas mãos do estudante deste nível um livro no qual ele deva estudar os assuntos dessa disciplina; ao contrário, o aluno deve ser motivado a buscar informações em fontes diversas. A posse de um livro texto ou de textos avulsos preparados pelo professor, necessariamente, conduzirá qualquer aluno — ainda que muito dedicado — a se acomodar àquela situação, desinteressando-se das fontes originais de informação e, quiçá, da própria aula, na certeza de que encontrará no livro o assunto perfeitamente ordenado.

No entanto, devemos nos ater às condições da realidade brasileira em geral e do aluno em particular: devido às atuais dificuldades econômicas do nosso país e ao elevadíssimo preço dos livros e até mesmo das cópias xerox, tornou-se inviável a aquisição de fontes bibliográficas originais pela maioria absoluta dos alunos. De outro lado, nossos estudantes, bastante sobrecarregados de tarefas escolares pelas diversas disciplinas, não encontram tempo para buscar nas origens os conhecimentos que cada matéria solicita. Assim sendo, torna-se aceitável a substituição do ideal de pesquisas bibliográficas por textos básicos organizados por docentes que, dada sua experiência através dos anos, tenham lastro bastante para uma síntese dos assuntos. Para não fugir do ideal do uso de fontes originais de informação e para evitar o exagerado apego à bibliografia básica, sugerimos a realização de palestras ou mesmo interpretação de artigos publicados em periódicos conceituados.

Supomos ter abordado aqui um aspecto do ensino de Ciências do Ambiente, gostaríamos de receber sugestões dos muitos colegas que, como nós, desejam um aperfeiçoamento do ensino desta disciplina.

Ao encontrar esta nossa contribuição ao ensino de Ciências do Ambiente, queremos apoiar a idéia de um debate já sugerida no Fórum ABENGE e nos colocarmos, desde já, de prontidão para esse trabalho.

## A COMPUTAÇÃO COMO RECURSO DIDÁTICO NO ESTUDO DA DISSIPACÃO DE CALOR POR ALETAS

José Carlos Silva\*

SILVA, José Carlos. A Computação como recurso didático no estudo da dissipação de calor por aletas. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):89-94, 2.º sem. 1984.

Um programa de computador dimensiona, alternativamente, "n" conjuntos de aletas retangulares e anulares, para atuarem como extensão da superfície lateral de um cilindro, em cujo interior ocorre um processo com geração de calor. Para cada conjunto de dados inicialmente estabelecidos, o relatório de saída apresenta "n" soluções, correspondentes a um abaixamento de temperatura da parede, para "n" valores de eficiência das aletas. A facilidade de manipulação das variáveis no programa possibilita a proposição de um conjunto de dados para cada aluno e a antecipação da análise dos resultados, com evidentes vantagens de cunho didático.

Aletas. Dissipação de calor.

SILVA, José Carlos. Computation as a didactic tool in the study of the heat dissipation through fins. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):89-94, 2.º sem. 1984.

A computer programme gives the design parameters of "n" rectangular and anular fins that work as an extension of the lateral surface of a cilinder in which there is a heat generation process. For each entry data "n" solutions are produced corresponding to the temperature decreasing of the wall, for the "n" values of the fins efficiency. As the variables are eazily manipulated in the computer programme it gives us the possibility of proposing different data sets for each student with obvious didactical advantages.

Fins. Heat dissipation.

### 1 INTRODUÇÃO

Um programa de computador, previamente elaborado para solucionar um problema de engenharia proposto em sala de aula, viabiliza a individualização dos dados de cada aluno, que será obrigado a efetuar os seus próprios cálculos. Além disso, o problema pode ser formulado e os conjuntos de dados organizados, de modo a possibilitar ou mesmo induzir comparações dos resultados.

Este artigo apresenta uma experiência deste tipo, na qual um cilindro metálico, em cujo interior ocorre um processo termodinâmico com geração de calor a nível constante, deve ser aletado para abaixamento da temperatura em sua parede lateral externa. O programa dimensiona, alternativamente,  $n$  conjuntos de aletas retangulares e anulares capazes de dissipar o calor originário do núcleo do cilindro, de modo a manter a temperatura da parede lateral com o valor desejado. As soluções são múltiplas ( $n$ ) para cada caso, porque cada solução se refere a um valor tomado para a eficiência da aleta, tendo-se, evidentemente, tomado  $n$  valores da eficiência.

O programa desenvolve soluções inteiramente teóricas e analíticas, pelo uso de equações algébricas provenientes das equações gerais da transferência de calor.

Além de fornecer as dimensões das aletas e o número delas — para os tipos retangular e anular — o relatório do programa ainda apresenta a relação entre as áreas das superfícies das aletas retangulares e anulares para cada caso.

\* Professor do Departamento de Engenharia Mecânica da UFU. Curso de Pós-Graduação em Hidráulica e Recursos Hídricos pela EESC/USP.

## 2 ENUNCIADO DO PROBLEMA

Um cilindro metálico com as dimensões mostradas na Figura 1, isolado termicamente nas extremidades, dissipa calor lateralmente, em virtude de um processo termodinâmico que ocorre no seu interior. A fonte que alimenta este processo tem potência constante. Determine as dimensões e a quantidade de aletas, respectivamente, retangulares e anulares necessária para manter a superfície lateral do cilindro à uma temperatura de  $T^\circ\text{C}$ . Calcule também a relação entre as áreas das superfícies das aletas retangulares e anulares, interpretando o resultado obtido.

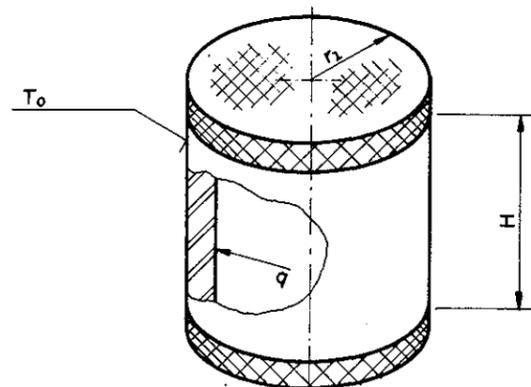


Figura 1 - Cilindro com geração interna de calor.

Dados: Condutividade térmica do cilindro ( $k$ ); valor médio do coeficiente de transferência de calor por convecção no contorno do cilindro ( $\bar{h}$ ); temperatura da parede do cilindro, sem aletas ( $T_0$ ); temperatura da parede do cilindro, com aletas ( $T_a$ ); temperatura do meio circundante ( $T_{\infty}$ ); diâmetro do cilindro ( $D_1$ ); comprimento do cilindro ( $H$ ); espessura das aletas retangulares ( $t_r$ ); espessura das aletas anulares ( $t_a$ ) e eficiência das aletas ( $\eta$ ).

Incógnitas: (ver Figuras 2a e 2b) Comprimento da aleta retangular ( $L$ ); raio externo da aleta anular ( $r_2$ ); número de aletas retangulares ( $n_r$ ); número de aletas anulares ( $n_a$ ); relação entre as áreas das aletas ( $\beta$ ) e relação entre os volumes das aletas ( $\gamma$ ).

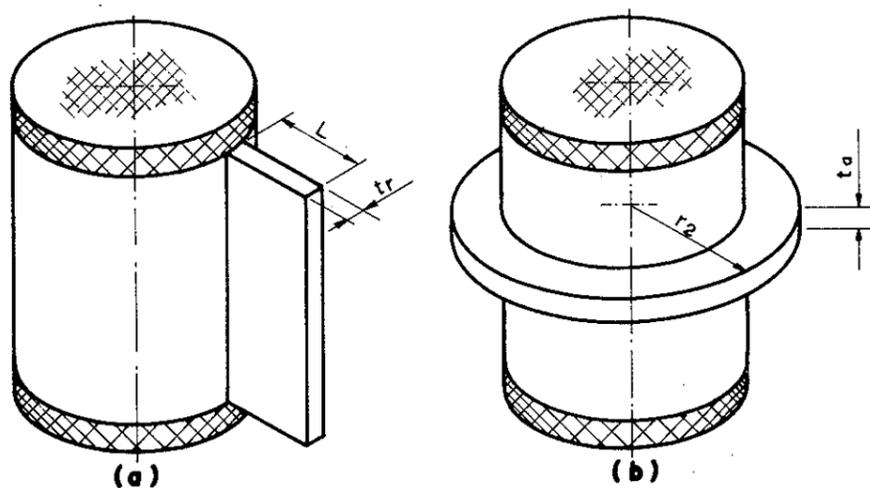


Figura 2 - Detalhes das aletas retangulares e anulares.

## 3 SOLUÇÃO PARA ALETAS RETANGULARES

Não é intenção estender-se no dimensionamento de aletas, nem demonstrá-lo matematicamente, mas sim apresentar as equações utilizadas no programa de computador. Essas equações do dimensionamento tiveram origem nas equações gerais da condução e da convecção de calor, sendo completadas por equações subsidiárias, como se mostra resumidamente a seguir.

A equação geral da condução de calor para aletas retangulares é dada por:

$$\frac{d^2\theta}{dx^2} - m^2\theta = 0 \quad (1)$$

onde:

$$\theta = T - T_{\infty};$$

$T = T(x)$  = temperatura da aleta;

$x$  = distância tomada no comprimento ( $L$ ) da aleta, a partir da base da mesma;

$T_{\infty}$  = temperatura do meio envolvente não afetado pelo sistema.

O parâmetro " $m$ " é definido por:

$$m = \sqrt{\frac{\bar{h}P}{kA}} = \sqrt{\frac{2\bar{h}}{kt_r}}, \text{ para } t_r \ll H \quad (2)$$

onde:

$\bar{h}$  = coeficiente médio de transferência de calor por convecção na camada limite que envolve o sistema;

$k$  = condutibilidade térmica do material da aleta e do cilindro;

$P$  = perímetro do retângulo que define a seção reta da aleta, normal ao fluxo de calor;

$A$  = área da seção transversal da aleta, normal ao fluxo condutivo de calor (suposição de sistema unidimensional).

A solução da eq. dif. (1) é:

$$C_1 \cdot \exp(mx) + C_2 \cdot \exp(-mx) = \theta \quad (3)$$

Sejam as seguintes condições de contorno: aleta de comprimento finito; seção " $A$ " delgada; fluxo de calor desprezível na extremidade livre da aleta. A eq. (3) torna-se:

$$\theta = \theta_b \cdot \left[ \frac{\cosh m(L-x)}{\cosh mL} \right] \quad (4)$$

onde:

$$\theta_b = T_b - T_{\infty};$$

$T_b$  = temperatura na base da aleta;

$L$  = comprimento da aleta.

Levando a equação (4) na lei de Fourier aplicada em  $x = 0$ ,  $q = -KA \frac{d\theta}{dx} \Big|_{x=0}$ , obtém-se:

$$q = \sqrt{\bar{h}PKA} \theta_b \operatorname{tgh} mL \quad (5)$$

onde:

$q$  = taxa de fluxo de calor dissipado pelo sistema.

A eficiência da aleta é definida por:

$$\eta = \frac{q}{q_i} \quad (6)$$

onde:

$q_i$  = fluxo de calor ideal, se a aleta toda tivesse a temperatura da base.

Tem-se, portanto, para a eficiência da aleta:

$$\eta = \frac{\operatorname{tgh} mL_c}{mL_c} \quad (7)$$

onde:

$L_c = L + \frac{t}{2}$ . O comprimento da aleta foi substituído por um "comprimento corrigido" ( $L_c$ ) como forma de compensar a simplificação feita anteriormente, pela qual desprezou-se o fluxo de calor na extremidade da aleta.

Substituindo a eq. (2) na eq. (7), obtém-se:

$$\eta L_c \left( \frac{2\bar{h}}{kt_r} \right)^{1/2} - \text{tgh} \left[ L_c \left( \frac{2\bar{h}}{kt_r} \right)^{1/2} \right] = 0 \quad (8)$$

A eq. (8) integra o programa de computador, sendo solucionada em relação à grandeza " $L_c$ ". Deste modo é obtido o comprimento " $L$ " da aleta retangular.

A transparência de calor de uma superfície estendida por aletas é dada por:

$$q = \bar{h} (A_{pa} + \eta A_{al}) \theta_b \quad (9)$$

onde:

$q$  = fluxo de calor dissipado;

$A_{pa}$  = área da superfície lateral livre do cilindro;

$A_{al}$  = área da superfície da aleta que dissipa calor.

De acordo com a Fig. 2.a., tem-se:

$$A_{pa} = H(2\pi r_1 - n_r t_r) \quad e \quad (10)$$

$$A_{al} = n_r (2L + t_r) H; \quad (11)$$

onde:

$n_r$  = número de aletas retangulares.

Substituindo as eq. (10) e (11) na eq. (9), resulta:

$$n_r = \frac{q - 2\pi r_1 H \bar{h} \theta_b}{H \bar{h} \theta_b [(2L + t_r) \eta - t_r]} \quad (12)$$

A eq. (12) também integra o programa de computador e determina a quantidade de aletas retangulares.

#### 4 SOLUÇÃO PARA ALETAS ANULARES

Adotando-se procedimento análogo, obtém-se as seguintes equações:

$$\bar{h} \eta (r_2^2 - r_1^2) - kmr_1 t_a \frac{K_1(mr_1) I_1(mr_2) - I_1(mr_1) K_1(mr_2)}{K_0(mr_1) I_1(mr_2) + I_0(mr_1) K_1(mr_2)} = 0 \quad e \quad (13)$$

$$n_a = \frac{q - 2\pi r_1 H \bar{h} \theta_b}{2\pi \bar{h} \theta_b [\eta (r_2^2 - r_1^2) - r_1 t_a]} \quad (14)$$

onde:

$K_0$ ,  $K_1$ ,  $I_0$  e  $I_1$  representam funções de Bessel.

Estas duas equações também integram o programa.

#### 5 RELAÇÃO ENTRE AS ÁREAS DAS SUPERFÍCIES DAS ALETAS RETANGULARES E ANULARES E ENTRE OS SEUS VOLUMES.

As equações que fornecem as relações entre as áreas das superfícies e entre os volumes das aletas retangulares e anulares são as seguintes:

$$\beta = \frac{\Sigma A_r}{\Sigma A_a} = \frac{H n_r (2L + t_r)}{2\pi n_a [r_2(r_2 + t_2) - r_1^2]} \quad (15)$$

$$\gamma = \frac{\Sigma V_r}{\Sigma V_a} = \frac{n_r L H t_r}{\pi n_a (r_2^2 - r_1^2) t_a} \quad (16)$$

Para diversas situações experimentadas, respeitantes ao problema enunciado no cap. 2, o programa apresentou valores de  $\beta$  e  $\gamma$  muito próximos de 1.

#### 6 RELAÇÃO ENTRE A EFICIÊNCIA DAS ALETAS E A ÁREA DE SUA SUPERFÍCIE TOTAL

Solucionou-se repetidas vezes o mesmo problema, para os mesmos valores dos dados, porém, com a eficiência das aletas assumindo valores discretos de 5 a 95%. Os resultados revelaram a relação entre a eficiência das aletas e a área de sua superfície total, representada no gráfico da Figura 3.

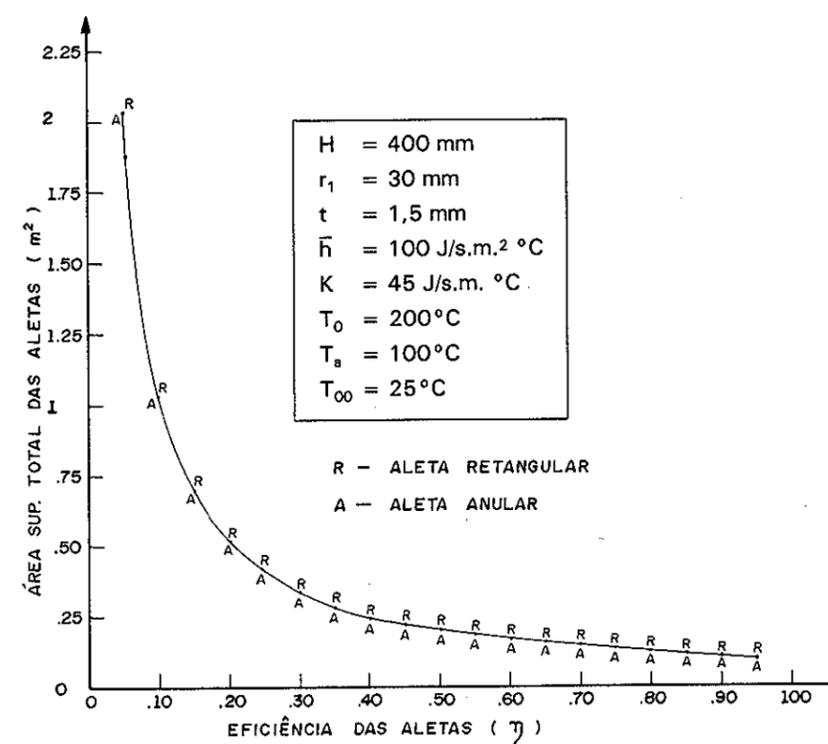


Figura 3 - Relação entre a eficiência das aletas e a área de sua superfície total. A curva vale para aletas retangulares e anulares.

## 7 FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DA SOLUÇÃO

O fluxograma da Figura 4 mostra as principais fases do programa de computador para o cálculo do número de aletas e suas dimensões.

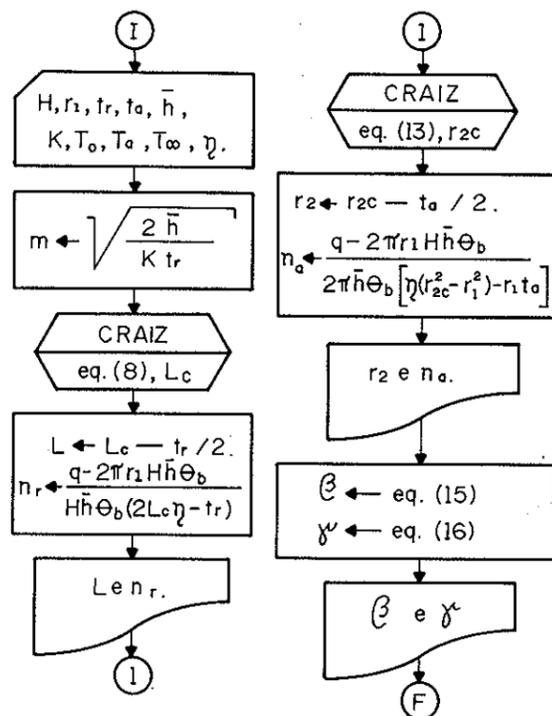


Figura 4 - Fluxograma simplificado da solução.

## 8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O programa ora exposto está sendo utilizado com êxito na disciplina Fenômenos de Transporte 1, do curso de engenharia mecânica da UFU. O mesmo tem apresentado uma grande vantagem prática, ao permitir a antecipação dos resultados do problema, cujos dados são específicos a cada aluno, por revelar a tempo a conveniência de alterar um ou outro dado, visando melhorar a qualidade dos resultados. Isto tem evitado situações nas quais o cálculo levaria a um número inconveniente de aletas.

Além disso, o aluno ao receber de volta o seu trabalho, juntamente com o relatório do computador, referente aos seus dados, pode comprovar o acerto dos seus cálculos ou constatar erros cometidos, com evidentes vantagens para o processo de ensino-aprendizagem.

O autor está à disposição de quem interessar-se na utilização do programa aqui apresentado ou quiser discutir as formas de melhorá-lo ou estendê-lo a problemas semelhantes.

### AGRADECIMENTO

O autor agradece e cumprimenta o aluno monitor Cairo Lúcio Nascimento Júnior pela forma dedicada e competente com que se lançou na elaboração do programa de computador deste trabalho.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SISSOM, L.E.; PITTS, R.R. *Fenômenos de Transporte*. Rio de Janeiro, Guanabara Dois, 1979.
2. KREITH, F. *Princípios da Transmissão de Calor*. 3.ª ed. São Paulo, Edgard Blücher Ltda., 1977.

## SISTEMAS DEMONSTRATIVOS PARA SIMULAÇÃO DE REDES ELÉTRICAS EM COMPUTADOR DIGITAL

José Luiz da Costa Peron\*  
Carlos Alberto Sotille\*  
Sérgio Tsutomu Matsuda\*\*

PERON, José Luiz C. et alii. Sistema demonstrativo para simulação de Redes Elétricas em Computador Digital. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):95-98, 2.º sem. 1984.

O Departamento de Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia de Lins, desenvolveu um "Sistema Demonstrativo para Simulação de Redes Elétricas em Computador Digital", com o intuito de equipar o Laboratório de Sistemas Elétricos de Potência com recursos didáticos que facilitem as aulas sobre Fluxo de Potência e Curto Circuito. O referido Sistema Demonstrativo foi idealizado, projetado e construído por engenheiros da Escola de Engenharia de Lins, com recursos da Fundação Paulista de Tecnologia e Educação, sua mantenedora. É constituído por um "Painel Mímico" onde se encontra a estrutura da rede elétrica a ser estudada, com barramentos de geração e de carga e linhas de transmissão. Para cada barramento e linha de transmissão tem-se um conjunto de "Displays" que fornece tensão, corrente ou potência. Além do painel mímico o Sistema Demonstrativo possui uma "interface" que o acopla ao Computador Cobra 530. Programas específicos para redes elétricas, processados no C-530, solicitam dados a um terminal de vídeo e enviam respostas à "interface", que aciona os "Displays" no painel.

Recurso didático: simulador. Sistema demonstrativo de redes. Ensino auxiliado por computador.

PERON, José Luiz C. et alii. Demonstrative simulation systems for Electrical Supply Systems in Digital Computer. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):95-98, 2.º sem. 1984.

The Electrical Engineering Department of Escola de Engenharia de Lins, has developed a "Demonstrative Simulation Systems for Electrical Supply Systems in Digital Computer", aiming to equip the Electrical Power Systems Laboratory with didactic resources providing facilities for classes in Power Flow and Circuit Cost. The Demonstrative System has been idealized, designed and built by Engineers of Escola de Engenharia de Lins, with resources from Fundação Paulista de Tecnologia e Educação, its maintainer. It consists of a "Mimic Panel" where the structure of the electrical systems to be studied is found with busses of generation and loads transmission lines. For each bus and transmission line there is a set of "Displays" which supplies voltage, current or power. Besides the mimic panel the Demonstrative Systems has an "interface" coupling it to a Cobra 530 Computer. Specific programs for electrical supply systems, processed on the C-530, ask data to a video terminal and send answers to an "interface", which sets in motion the "Displays" on the panel.

Didactic resources: simulation. Simulation of electrical supply systems. Computer aided instruction.

## 1 INTRODUÇÃO

O Sistema Demonstrativo para Simulação de Redes Elétricas em Computador Digital, tem como objetivo propiciar uma visualização global e instantânea das grandezas envolvidas em uma rede elétrica, tornando-se um grande "recurso didático" nos estudos referentes à análise de redes elétricas. Foi projetado e construído pela Escola de Engenharia de Lins — Departamento de Eletricidade, com recursos próprios de sua mantenedora, a Fundação Paulista de Tecnologia e Educação. O Sistema foi elaborado para equipar o laboratório de Sistemas Elétricos de Potência, nas experiências voltadas para o estudo de fluxo de potência e curto circuito e redes elétricas, embora possa ser utilizado em outras áreas, inclusive fora da eletricidade, fazendo-se pequenas alterações.

\* Professores em RTI na Escola de Engenharia de Lins. Mestres em Engenharia COPPE/UFRJ.  
\*\* Projetista de Sistemas Digitais na Escola de Engenharia de Lins. Engenheiro Eletricista.

## 2 DESCRIÇÃO

O Sistema é composto de um painel mímico e uma interfase digital, interligados com um terminal de vídeo com teclado e computador digital, como indica a Figura 1.

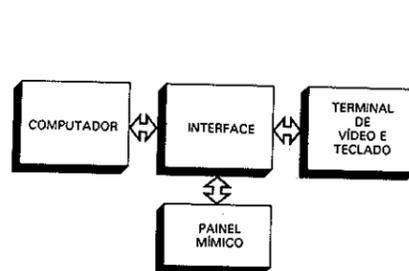


Figura 1

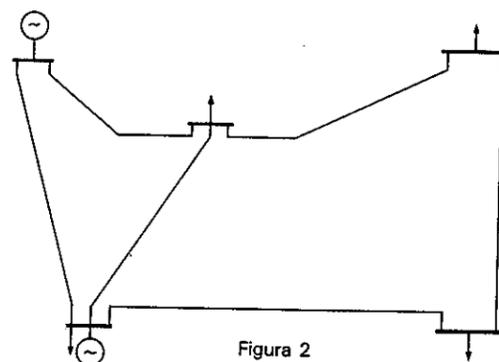


Figura 2

O painel mímico representa a rede elétrica a ser analisada, com os barramentos de geração e de carga, e linhas de transmissão. Cada barramento e linha possui um conjunto de "Displays" que indica os valores de tensão, corrente ou potência. No sistema construído o painel possui 2 e 3 barramentos de geração e carga, respectivamente, e 6 linhas de transmissão, como indica a Figura 2.

A interfase é o elemento que controla o fluxo de informações entre o terminal de vídeo e o computador, e possibilita o acionamento do painel mímico, através de comandos específicos contidos nesse fluxo, baseando-se em um microprocessador de 8 bits, o 8085 da Intel.

A Figura 3 mostra um diagrama das unidades que compõem a interface.

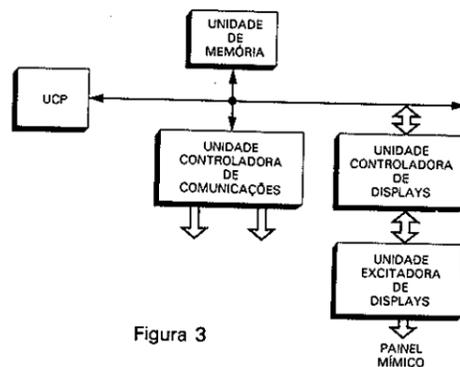


Figura 3

A UCP através de um programa monitor, é a responsável pelo gerenciamento da interface e processamento dos dados fornecidos pelas outras unidades.

A Unidade de Memória contém o programa monitor e seus dados, que serão utilizados pelo microprocessador no controle da interface.

A Unidade Controladora de Comunicações é responsável pelo gerenciamento, adaptação e conversão série/paralela, dos dados trocados entre o terminal de vídeo e o computador, a fim de que o microprocessador possa interpretá-lo. Isso se faz necessário, devido ao fato da comunicação de dados entre o terminal de vídeo e o computador ser feita por meio de uma linha do tipo Serial, Assíncrona, Full Duplex, em RS232.

A Unidade Controladora de Displays proporciona todo o controle necessário para a "multiplexação" dos Displays, de forma a deixar o microprocessador totalmente livre dessa tarefa. Devido ao número elevado de Displays, foi utilizada a técnica da "multiplexação", a fim de diminuir o tamanho e a potência da fonte de alimentação, e a fiação necessária para as ligações.

A Unidade Excitadora de Displays é simplesmente um circuito de potência, responsável pelo acionamento direto dos Displays do painel mímico.

A interface opera em 3 Modos diferentes, ou seja: Transparente, Atuante e Monitor.

No Modo Transparente a interface funciona como se fosse um repetidor, sem modificar as informações que trafegam entre o terminal de vídeo e o computador.

No Modo Atuante é possível a execução controlada de um programa escrito em linguagem FORTRAN, que permite através de comando WRITE, o acionamento do painel mímico.

No Modo Monitor pode-se programar em linguagem ASSEMBLER do microprocessador, na criação de rotinas específicas para teste, implementação ou modificação do programa monitor, e até mesmo o desenvolvimento de um novo programa.

A passagem de um modo para outro é feita através de comandos específicos digitados no terminal.

O computador digital utilizado é o CB500 de fabricação nacional, produzido pela COBRA. O seu sistema operacional permite a implementação de um sistema de multiprogramação, multiusuário, interativo, de tempo compartilhado e de processamento do lote. A comunicação entre os usuários e o sistema é feita através de terminais por meio de diretivas.

O terminal utilizado é inteligente, com comunicação assíncrona, desenvolvido também pela COBRA, para realizar operações de teleprocessamento.

## 3 OPERAÇÃO

A operação do Sistema deve ser dividida em 2 partes, sendo a primeira relativa à implantação de um programa de simulação, e a segunda relativa à operação do usuário.

Para a implantação de um programa de simulação, a interface deve estar no Modo Transparente, e a programação é feita através do terminal, inicialmente como se não existisse o painel. Uma vez depurado o programa, deve-se fazer as adaptações dos seus comandos de saída para o painel mímico, obedecendo a sintaxe já estabelecida, que será reconhecida pelo programa monitor. O formato geral utilizado é:

$$\text{b} > A X \dots X$$

onde:

A = tipo de comando

| | = opcional

X = parâmetros

Este formato pode ser executado através do comando FORTRAN:

```
WRITE ( ) [X...X]
```

```
FORMAT ('b > A[X...X] b')
```

Existem comandos implementados que permitem certos tipos de controle do painel mímico, como por exemplo: identificar, apagar, escrever um determinado valor, e um conjunto de Displays.

Faz parte da elaboração do programa de simulação, a implementação de mensagens que tornará o programa de forma conversacional com o usuário. Essa condição é de importância fundamental na manuseabilidade do sistema.

A operação do ponto de vista do usuário é feita da seguinte forma: após a energização do sistema, a interface estará no Modo Transparente. Para iniciar a simulação, deve-se mudar a operação da interface para o Modo Atuante, através de uma tecla específica do terminal. A partir deste instante o usuário não necessita ter conhecimentos do funcionamento do sistema operacional do computador, nem tampouco de qualquer linguagem de programação, pois todas as informações que deverá fornecer, serão automaticamente solicitadas pelo Sistema.

A seguir será apresentado, como exemplo, o procedimento que o usuário deverá ter, para executar a simulação de um Fluxo de Carga no Sistema Elétrico apresentado no painel mímico.

A um comando específico digitado no terminal, inicia-se a simulação do programa Fluxo de Potência com valores pré-estabelecidos, apresentando-se inicialmente os dados do terminal, para em seguida, pro-

cessar o programa. Os resultados desta primeira simulação, são apresentados no terminal e painel mímico.

A seguir apresenta-se no terminal, uma lista de opções que possibilita a manipulação dos resultados no painel.

A referida lista prevê:

- apagar todo o painel
- apagar total ou parcialmente os Displays de tensão das barras
- apagar total ou parcialmente os Displays das linhas
- apagar total ou parcialmente os Displays de potência das barras
- substituir as tensões por potências nos Displays das barras
- volta dos valores originais ao painel
- ressimular
- finalizar a simulação

No caso ressimulação, o terminal apresenta uma nova lista de opções para alterações de dados do sistema, ou seja:

- parâmetros de linha
- potência ativa nas barras
- potência reativa nas barras
- tensão na barra "Swing"
- tensão na barra de controle
- potências reativas mínima e máxima permitidas na barras de controle.

Após o processamento total da ressimulação, os resultados são apresentados no terminal e painel. Neste estágio, o terminal voltará para a primeira lista de opções, e daí por diante o procedimento será cíclico.

No caso de não convergência do processo iterativo utilizado, o programa acusa a ocorrência e pergunta se uma nova ressimulação é desejada.

#### 4 CONCLUSÃO E ESTUDOS FUTUROS

O Sistema Demonstrativo, está funcionando satisfatoriamente e pretende-se no futuro desenvolver um projeto substituindo o Cobra 530 e seu terminal, por um microcomputador. Este novo Sistema será mais versátil e econômico. Além desse projeto, o Sistema Demonstrativo é o ponto inicial para o desenvolvimento de um plano de pesquisa mais abrangente com o objetivo de se projetar um sistema analógico-digital para simulação de redes elétricas.

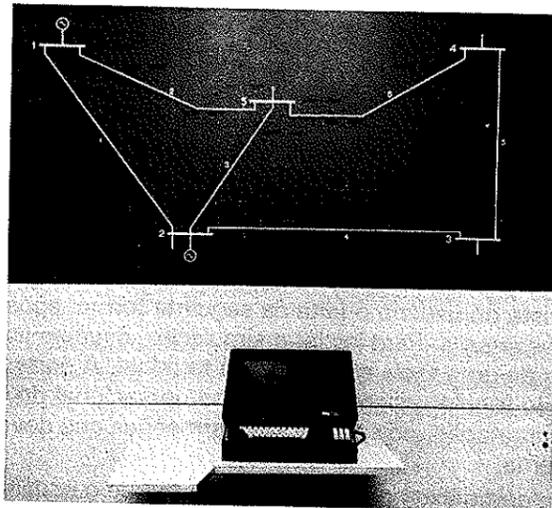


Figura 4 - Painel Mímico mostrando a estrutura da rede elétrica, com os barramentos de geração (1 e 2) e de carga (3, 4 e 5) e as linhas de transmissão (1 a 6).

Figura 5 - Terminal do Cobra 530 acoplado ao painel, para enviar as mensagens ao Computador C-530.

## DIRECIONAMENTO DE PESQUISAS NO CAMPO DA ENGENHARIA AMBIENTAL EM FUNÇÃO DO DESENVOLVIMENTO NACIONAL

Valdir Schalch\*

SCHALCH, Valdir. Direcionamento de Pesquisas no Campo da Engenharia Ambiental em Função do Desenvolvimento Nacional. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):99-102, 2.º sem. 1984.

As pesquisas relacionadas com a Engenharia Ambiental, devem seguir uma orientação que atenda as necessidades de desenvolvimento de nosso país, não só o momento presente, mas também para o futuro. Para tanto, são apresentados um posicionamento da Engenharia Ambiental nesse contexto e, também, algumas alternativas para se conseguir esse objetivo.

Engenharia Ambiental. Ciências do Ambiente. Pesquisa e Desenvolvimento. Impactos Ambientais.

SCHALCH, Valdir. Research Orientation in Invironmental Engineering in Connection with National Development. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):99-102, 2.º sem. 1984.

Research in environmental Engineering should be oriented in such a way that the needs associated with the development of the country, present and future, be met. With this objective, a stand and alternatives are presented for the environmental Engineering action.

Environmental Engineering. Environmental Sciences. Research and Development. Environmental Impacts.

### 1 INTRODUÇÃO

A Engenharia Ambiental, por ser um campo com aspectos multidisciplinares, nos dá a oportunidade de "abrirmos o leque" das perspectivas quanto ao domínio de mais de uma simples especialidade, sem o perigo de correremos o risco de ir perdendo a visão global da profissão e, em conseqüência, de esquecermos o significado e as múltiplas implicações que fazem parte integrante do dia a dia do Engenheiro Ambiental. O termo "abrirmos o leque" não significa que devemos saber um pouco de tudo, o que levaria, principalmente em se tratando de uma carreira como é a da Engenharia, a não solução eficaz de problema algum; mas sim, que devemos estar atentos e estudarmos os mais diversos aspectos da Engenharia Ambiental, já que dela fazem parte assuntos específicos como, por exemplo: Tratamento e qualidade da água; Sistemas de Esgotos domésticos e industriais; Resíduos sólidos urbanos e industriais; Fundamentos Biológicos do Saneamento e Alternativas energéticas.

Portanto, devemos dar ciência aos pesquisadores, principalmente por sermos um país que nos permite esse tipo de atividade, da importância da pesquisa aplicada, para livrarmos da dependência e da conseqüente inatividade mental, que tanto impede o nosso desenvolvimento.

### 2 ATIVIDADES DA ENGENHARIA AMBIENTAL

A Engenharia Ambiental é a ciência que estuda os problemas relacionados com o ambiente e deve ser analisado em função de dois aspectos fundamentais: o primeiro diz respeito ao papel do engenheiro como "condicionador" do ambiente mais adequado a vida humana; e o segundo o do engenheiro como "manipulador" dos recursos da natureza; destrói para construir e, com muita freqüência, destrói mais do que chega a construir.

\* Professor Assistente do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos/USP.

O estudo do ambiente significa o estudo da ecologia que nos fornece as relações entre os organismos e o ambiente em que vivem e, num aspecto mais geral, podemos também defini-la como a ciência que estuda os ecossistemas, portanto possui a função de agente preventivo dos grandes episódios, como por exemplo, os relacionados com a falta de escoamento rápido e destino final adequado do lixo, dos aspectos e das fumaças produzidas, inicialmente, pelas atividades domésticas e mais tarde, pelas atividades industriais e exploração dos recursos naturais em geral.

Todas essas implicações ambientais devem fazer parte integrante da vida diária do engenheiro, exigindo que sua atuação seja mais lúcida: modernamente já não é suficiente prepará-lo apenas para ser um bom executor de obras ou um excelente projetista mecânico. E, nesse contexto de engenharia, a disciplina Ciências do Ambiente desempenha um papel fundamental que é o de fornecer aos engenheiros essa visão do inter-relacionamento Impactos Ambientais — Projetos de Engenharia. O motivo dessa disciplina ser ministrada em Escolas de Engenharia é devido ao fato de que a UNESCO, depois de vários estudos, ter constatado que a grande maioria dos Impactos Ambientais é de responsabilidade dos engenheiros.

O Projeto de Engenharia no sentido do uso de cálculos, calculadoras e tabelas é importante na formação do engenheiro, mas o grande desenvolvimento industrial sentido pelo nosso planeta nessas últimas décadas, fez com que nos perguntássemos, por exemplo:

- O que pode acontecer com o solo e a vegetação quando do desmatamento de enormes áreas para que seja implantada uma Usina Hidrelétrica?
- Como deve ser projetado um aterro sanitário para que não haja proliferação de baratas, ratos e moscas?
- Qual a conseqüência do lançamento dos gases despreendidos pelas chaminés dos vários processos industriais e que são responsáveis por um sem número de reações químicas e efeitos físicos na atmosfera, promovendo a formação do "Smog" Fototóxico, com todas as suas conseqüências nocivas à saúde?

Essas perguntas, muitas vezes, o engenheiro projetista não está apto a responder ou simplesmente não leva em consideração quando das especificações de projeto.

Só muito mais recentemente, entretanto, passaram os tecnólogos a se dar conta dos aspectos ecológicos envolvidos na sua atividade e, principalmente, das conseqüências ambientais geradas pela própria tecnologia. Do ponto de vista ecológico, talvez o único aspecto precocemente objeto de apreensões foi o relacionado com as grandes mortalidades de peixes observados nos rios, por efeito da poluição por esgotos. São também, muito recentes as observações sobre a destruição de vegetação por resíduos gasosos, dos efeitos nefastos sobre toda a flora e fauna, decorrentes da aplicação indiscriminada de agrotóxicos (inseticidas e herbicidas, por exemplo), das profundas alterações ecológicas decorrentes do represamento de rios e um sem número de outros impactos gerados pela tecnologia. Todos esses fatores nos mostram que a disciplina Ciências do Ambiente possui, além de fornecer um maior relacionamento entre as várias áreas do conhecimento, a finalidade de preparar engenheiros para a construção de sociedades onde o homem possa tornar-se, realmente, um ser humano. A Engenharia Ambiental não é uma ciência como as outras: os especialistas só não bastam. Ela precisa do auxílio de todos os setores pensantes da sociedade.

Participa do inter-relacionamento Impactos-Ambientais - Projetos de Engenharia por exemplo, o engenheiro que, ao projetar um dique, investigue as conseqüências da construção sobre o ambiente, ou o industrial que emprega capitais para dotar sua indústria de equipamentos anti-poluentes, ou o economista que não raciocina apenas em termos de investimento, mercado e lucro, mas que, ao estudar certo fenômeno produtivo, se preocupe também com suas conseqüências sobre o ambiente.

Cabe, aqui, a transcrição de um trecho do livro "Educação Ambiental" de autoria de R. Thomas Tanner, cujo título é "Espaçonave Terra":

*Num Universo em expansão, as galáxias e estrelas se afastam a cada momento. O vazio escuro no qual elas voam torna-se cada vez maior, cada vez mais solitário.*

*Nossa pequena Espaçonave Terra navega no meio das estrelas voadoras da noite. Exceto a luz do sol, seus outros combustíveis e suprimentos estão todos a bordo.*

*Não é possível voltar para se abastecer, e não é possível descer e ir para um lugar melhor. A espaçonave Terra foi lançada, e nós somos a tripulação. A única tripulação que ela tem.*

Pode-se mesmo assegurar que a falta, até agora, de episódios catastróficos claramente vinculados aos impactos ecológicos, retarda ainda a conscientização dos engenheiros com relação a esses problemas de tal forma que, mesmo nos dias de hoje, somente grupos ou centros tecnológicos mais sofisticados se dão conta, realmente, da importância do problema e se empenham ativa e conscientemente no seu relacionamento em busca de soluções.

Há necessidade de se promover um intercâmbio de conhecimento dos trabalhos de pesquisas que estão em andamento no campo da Engenharia Ambiental. Está aí o motivo pelo qual se deve integrar as Companhias, Universidade, Centros de Tecnologia e outras Entidades afins, num trabalho conjunto de gerenciamento que envolva esse setor. A disciplina Ciências do Ambiente, pelo menos entre as Universida-

des, é quem tem a incumbência de promover esse intercâmbio. É importante mencionarmos também que, para que haja esse intercâmbio, é necessário que cada Centro de Pesquisas organize-se e programe-se em função de suas potencialidades, para realmente poder desenvolver resultados e fazer com que os mesmos sejam aplicáveis a curto prazo. Para isso, sugerimos que, primeiramente haja uma participação das responsabilidades entre todos os integrantes do grupo de pesquisas, além de uma constante atualização de conhecimentos através de literaturas técnicas, para que depois se passe a programá-las numa seqüência lógica de atividades. Geralmente os Centros de Pesquisas recebem alunos de pós-graduação, que lá desenvolvem os seus trabalhos; nesse caso, é interessante procurar relacionar as pesquisas entre si para que se tenha um ciclo de conhecimentos, que muito poderá contribuir para o desenvolvimento do campo das alternativas energéticas. Portanto, podemos afirmar que, em uma sociedade preocupada com seu ambiente, o engenheiro irá defrontar-se com muitas questões e, dentre elas, podemos citar:

### 2.1 Limitações das Variáveis de Projeto

Todos os engenheiros estão familiarizados com a necessidade de considerar em seus projetos, algumas limitações dentro das variáveis consideradas como, por exemplo, limites de resistência dos materiais e velocidade mínima de fluxo; da mesma maneira podemos afirmar que, diante de vários projetos possíveis, somente um deverá ser aceito como o melhor, levando-se em conta certos critérios fundamentais com implicações sociais como, por exemplo, custos, demanda de mão-de-obra e energia. Considerando-se o ambiente, é evidente que as limitações e critérios tradicionais mudem ou se adicionem a novos aspectos, tais como efeitos da poluição, efeitos de higiene e saúde, problemas de ruído em sistemas de tráfego, resíduos líquidos e gasosos e aspectos estéticos. Além disso, muitas dessas considerações se complicam pelo fato de que nem todas são quantificáveis.

### 2.2 Impacto Ambiental

Antes da tomada de decisão de um engenheiro pela escolha de uma determinada especificação de projeto, devem ser consideradas e ter-se a previsão dos efeitos ambientais a curto, médio e longo prazos, sobretudo em projetos que possam ter efeitos irreversíveis, como por exemplo, uma grande Planta Hidrelétrica. A avaliação do impacto ambiental deve considerar todas as alternativas possíveis, inclusive a de não executar uma obra que havia sido projetada. Este é um dos aspectos críticos do exercício profissional da Engenharia, dado que muitas de suas metodologias e técnicas de avaliação do impacto ambiental se encontram em desenvolvimento. Entretanto, devemos ter em mente, pelo menos, três seguintes aspectos:

- A informação disponível sobre a descrição do ambiente até o presente momento;
- Os métodos de predição que permitam estabelecer, aproximadamente, como a obra afetará as condições ambientais;
- E, finalmente, a definição da opção que não deteriore o ambiente, ou aquela que produza os melhores benefícios ambientais.

### 2.3 Aplicação do Conceito de Tecnologia apropriada

Tecnologia apropriada significa que, no projeto e na seleção das técnicas que vão ser aplicadas, sejam consideradas aquelas que mais se adaptem às condições locais, tanto nos aspectos humanos como nos aspectos materiais. Atualmente em nosso país, existe um grande consenso sobre a utilização adequada dos Recursos Naturais, sobretudo nos aspectos relativos aos Recursos Naturais para a produção de energia, já que o intenso uso desses recursos, tem levado, praticamente, ao seu esgotamento. Como essa maneira de pensar seja válida, os países considerados em desenvolvimento como o nosso, ficam sendo favorecidos, já que não chegaram a cometer os mesmos erros que os países desenvolvidos.

### 2.4 Trabalho Multidisciplinar

Dos aspectos analisados anteriormente, fica evidente que os projetos de Engenharia requerem, além dos conhecimentos e atitudes de um engenheiro na sua área de especialização, a contribuição de muitos outros profissionais de áreas não necessariamente tecnológica. Daí a concepção de que a engenharia está sendo cada vez mais encarada sob o aspecto multidisciplinar, e, por conseguinte, observa-se a necessidade de se fazer as transformações correspondentes para o seu exercício.

Passemos agora a analisar dois aspectos fundamentais e que sintetizam toda a importância que deve ser dada ao ambiente em função da engenharia.

### Dimensão Ambiental da Engenharia

Dentro da problemática que pressupõe o exame completo da engenharia está compreendida hoje, por razões de um ambiente golpeado em todos os seus aspectos, uma atuação desse profissional que saiba a diversidade dos impactos a que estamos presenciando sobre o nosso ambiente e, assim, trate de eliminar, ou ao menos reduzir, à limites toleráveis, as graves conseqüências de uma tecnologia rígida e tradicional e, em muitos casos, imprópria para preservar a integridade do ambiente onde vive o homem do século XX.

Nesse sentido, é enorme a dimensão que assume um exame por parte desses profissionais universitários, quando se estudam as grandes transformações físicas, que podem ocorrer pelas obras projetadas e operadas sem que se levem em conta, as implicações derivadas de suas realizações. É imprescindível que os engenheiros de hoje, tenham clara consciência dos enormes danos que podem causar ao ambiente, quando não se possui uma visão clara das repercussões que as obras de engenharia podem produzir ao modificar o ambiente, ou sendo, através de construções ou através da operação de suas instalações.

Todas as obras executadas pelas diversas áreas da Engenharia, como a Civil e as diversas modalidades da Engenharia Industrial, tais como Vias de Comunicações, Edificações das mais diversas naturezas (Habitacionais, Comerciais e Industriais), Obras Hidráulicas em suas mais diversas concepções; de Mineração e Metalúrgica, de Química e de Petróleo, de Engenharia Elétrica e Mecânica, podem provocar danos imensos ao nosso ambiente, que possui uma natureza muito sensível, e que em muitas oportunidades, são de natureza irreversível, podendo condenar nossas águas, nossos solos e nossa atmosfera, provocando efeitos catastróficos nos ecossistemas, sem possibilidade de recuperação.

Por tudo isso, a dimensão ambiental da Engenharia é considerada como a mais importante causa para provocar ações dirigidas e preservar e conservar o ambiente em que vivemos. Está nas mãos dos nossos profissionais da Engenharia a tarefa de viabilizar uma racional transformação do nosso meio, sem as desastrosas ações de caráter poluidor que nos rodeia. É importante que desde as etapas do projeto de um processo, os profissionais da Engenharia levem em conta as repercussões de suas realizações sobre o equilíbrio ecológico onde seus trabalhos são executados. Que a construção, operação e manutenção das obras de Engenharia sejam concebidas dentro de uma política de proteção do nosso ambiente, ou seja, através de uma tecnologia apropriada que não faça com que haja uma devassa em nome de um desenvolvimento irracional.

### Obras de Engenharia e Ambiente

A degradação das massas hídricas pelo lançamento indiscriminado de despejos, não somente modifica a qualidade de uma água, como também pode alterar desfavoravelmente o ambiente em que vivemos como um todo. Por exemplo, a emissão de partículas de gases e líquidos na atmosfera; a aplicação nos solos, de um lado por substâncias químicas, principalmente de biocidas, fertilizantes, despejos radioativos de alta e média concentrações e, de outro lado, lixo e outros desperdícios; e a descarga de águas residuárias de diversas origens, em receptores aquáticos, vem provocando cada vez mais, uma apreciável deterioração da qualidade das águas.

Dentro dos efeitos provocados pela emissão incontrolada de resíduos no ambiente, podemos destacar, como por exemplo, aqueles diretamente relacionados com o fator água, dentro da qual as atividades de um determinado grupo de profissionais universitários da Engenharia, representam um papel preponderante nas muitas e possíveis alterações citadas que pode sofrer o ambiente, através da concepção de um apreciável número de suas obras quando elas são, sucessivamente, projetadas, construídas e mantidas, especialmente dentro de uma determinada região de nosso País.

### 3 CONCLUSÕES

Depois de vistos e analisados os aspectos da importância da formação e atividades da Engenharia Ambiental, quer sejam elas didáticas ou de pesquisa, podemos usar aqui também a definição clássica de engenharia e que para a Ambiental passa a ser de fundamental validade ou seja: "Engenharia é a arte de dirigir as grandes fontes de energia da natureza para o uso e conveniências do homem". Porém, a expressão natureza não pode assumir um caráter predatório, em obediência ao próprio princípio de Lavoisier, que obriga a reciclagem da matéria. Podemos, então, especificar as atribuições da Engenharia Ambiental:

- Neutralizar Impactos
- Reciclar Matéria
- Economizar Energia.

O que está condizente com a visão ampla que devemos ter da Engenharia, sem perdermos a sua orientação dirigida para o ser humano.

## DISCIPLINA DE PROJETOS METALÚRGICOS: UMA EXPERIÊNCIA EM DESENVOLVIMENTO

Clovis Bradaschia\*

BRADASCHIA, Clovis. Disciplina de Projetos Metalúrgicos: uma experiência em desenvolvimento. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):103-107, 2.º sem. 1984.

Inicialmente, o autor apresenta algumas idéias fundamentais sobre a nova disciplina e o modo de desenvolvimento da mesma. A seguir, faz uma avaliação dos dois primeiros anos do curso e apresenta alguns comentários finais.

Ensino de Engenharia. Projeto. Engenharia Metalúrgica.

BRADASCHIA, Clovis. Teaching of Metallurgical Engineering Design: an experimental program. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):103-107, 2.º sem. 1984.

In this paper the author presents some ideas upon a new discipline and the form of its development. An evaluation of the first two years of normal development of the course is presented, as well as some conclusions.

Teaching of engineering. Engineering design. Metallurgical engineering.

### 1 INTRODUÇÃO

Em novembro de 1979, durante o Simpósio sobre Projetos de Instalações Siderúrgicas, houve uma reunião aberta sobre Requisitos para a Formação do Engenheiro de Projetos. Durante esta reunião, procurando traduzir o pensamento do Departamento de Engenharia Metalúrgica da Escola Politécnica da USP, o autor apresentou uma contribuição sobre o assunto<sup>(1)</sup>.

No presente trabalho o autor volta a analisar o mesmo tema, porém, desta vez para relatar suas observações e experiências relativas ao desenvolvimento da disciplina Projetos Metalúrgicos, durante dois anos consecutivos, tendo se iniciado em 1981.

É desejo do autor que a presente contribuição sirva para debates e que possa concorrer para que as Escolas formadoras de Engenheiros Metalurgistas possam aperfeiçoar seu ensino e também sugerir aperfeiçoamentos para a disciplina de Projetos Metalúrgicos.

### 2 IDÉIAS FUNDAMENTAIS SOBRE A NOVA DISCIPLINA

A nova disciplina tem por objetivo desenvolver ou aprimorar nos alunos seus pendores para execução ou, pelo menos, para a compreensão de Projetos Metalúrgicos. Deve constituir um verdadeiro treinamento de Projeto para aqueles alunos que já se encontram familiarizados com os mais diversos Processos e

\* Engenheiro de Minas e Metalurgista. Diretor de Clovis Bradaschia Engenharia. Prof. Titular da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

(1) A Formação do Engenheiro de Projetos Metalúrgicos, Simpósio COPROJ, 1979 - Volta Redonda, RJ.

Operações Metalúrgicas. Por esse motivo a disciplina é ministrada no último semestre do Curso de Engenheiros Metalurgistas.

O nome escolhido para a disciplina, Projetos Metalúrgicos, mostra claramente que ela deve abarcar o amplo universo das Indústrias Metalúrgicas, quer sejam extrativas ou de transformação, de ferrosos ou de não ferrosos, podendo mesmo abarcar tópicos especiais, como será visto mais adiante.

Portanto, não se trata apenas de Projetos Siderúrgicos, mas a disciplina tem um objetivo muito mais amplo.

### 3 MODO DE DESENVOLVIMENTO DA DISCIPLINA

A disciplina de Projetos Metalúrgicos, tal como é ministrada no Departamento de Engenharia Metalúrgica da EPUSP, *exige uma intensa participação do aluno*. Talvez seja essa a sua principal peculiaridade.

A disciplina é desenvolvida em 4 horas semanais, durante cerca de 15 semanas.

O curso consta de:

- Aulas teóricas preparatórias; em média, cerca de uma hora por dia de aula;
- Projeto propriamente dito: um projeto para cada dois alunos, escolhido livremente entre os temas gerais apresentados.
- Um seminário, para cada dois alunos, versando sobre o próprio projeto.

Além disso, os alunos fazem 2 provas com a finalidade de se aquilatar o desenvolvimento de cada projeto. Após a correção de cada prova o professor faz os comentários pertinentes e específicos a cada projeto.

Após a entrega final dos projetos, os alunos poderão ser arguidos sobre os mesmos.

#### 3.1 As aulas

As aulas teóricas, em número relativamente pequeno, visam esclarecer certos temas de interesse geral, tais como:

- Principais etapas para o projeto de uma instalação industrial
- O significado e a realização do "Projeto Básico" ou "Engenharia Básica"
- As grandes vias de produção da Siderurgia
- O problema energético em uma Usina Siderúrgica
- O problema energético nas demais indústrias metalúrgicas
- As alternativas energéticas no caso brasileiro
- A importância e o dimensionamento das "utilidades" em qualquer indústria metalúrgica
- O arranjo físico ou "lay-out" de uma indústria metalúrgica e sua importância
- Grau de mecanização e de automação
- Esclarecimentos sobre a importância da pequena movimentação, ou "manuseio", nas indústrias metalúrgicas. Alguns exemplos típicos.

#### 3.2 Os projetos

Como já foi dito, cada conjunto de dois alunos executa um projeto escolhido livremente entre os temas gerais apresentados (ver relação anexa).

O projeto escolhido será executado em nível de "Projeto Básico" ou de "Engenharia Básica", consistindo de:

- Especificação e detalhamento da produção por produto
- Definição do processo, ou dos processos produtivos
- Definição e dimensionamento dos equipamentos mais importantes
- Fluxograma das operações
- Previsão e quantificação de todos os insumos necessários, inclusive os energéticos

- Previsão e dimensionamento das utilidades:
  - Água industrial, de refrigeração e para outros fins
  - Ar comprimido
  - Gases industriais
  - Potência a ser instalada
  - Redes de alta e baixa tensão
  - Laboratórios necessários
  - Previsão de instalações para combater a poluição do meio ambiente (ar, água, solo)
- Previsão das áreas necessárias para cada setor produtivo.
- Arranjo físico ("lay-out")
- Definição dos edifícios industriais
- Estudo do manuseio, ou pequena movimentação

O trabalho final do aluno consistirá de:

- Memorial descritivo contendo todos os cálculos e justificativas necessárias, assim como fluxogramas de processos, indicação das formas energéticas alternativas a serem adotadas, indicação das formas de se combater a poluição do meio ambiente (ar, água, solo), indicação e dimensionamento de todas as utilidades, etc.
  - Planta em escala conveniente, contendo arranjo físico da instalação, com localização de todos os equipamentos mais importantes, indicação da pequena movimentação, indicação do edifício (ou edifícios) necessário(s), cortes dos edifícios principais, etc.
- Para que os alunos possam desenvolver nova mentalidade, mais condizente com a situação energética atual do Brasil, não são aceitos projetos que utilizem aquecimento com derivados de petróleo.
- Também só serão aceitos projetos que analisem, muito claramente, as formas de combater a poluição do meio ambiente, decorrente dos processos produtivos adotados.

#### 3.3 Os seminários

Cada seminário versa sobre um dos projetos escolhidos. Portanto, cada dois alunos discorre sobre o seu próprio projeto. Isto significa que cada 2 alunos faz um seminário, porém, assiste a todos os demais seminários, sempre acompanhados de debates, esclarecimentos e intervenções do próprio professor responsável pela disciplina.

Tal metodologia de trabalho permite um enriquecimento muito grande em conhecimentos, com enorme benefício para todos os alunos.

### 4 O ARQUIVO DE CATÁLOGOS

Para auxiliar os alunos no desenvolvimento de seus projetos foi organizado um arquivo de catálogos de empresas fornecedoras de equipamentos e de insumos básicos, tanto nacionais como estrangeiras.

O mencionado arquivo, contando com os nomes de mais de sessenta empresas e ilustrado por centenas de catálogos de equipamentos e de produtos, depois de organizado, foi colocado sob a custódia da Biblioteca do Departamento para livre consulta de alunos e dos demais interessados.

### 5 AVALIAÇÃO DOS DOIS PRIMEIROS ANOS

#### 5.1 Assuntos escolhidos pelos alunos em 1981

- |  |   |
|--|---|
| • USINA PARA FABRICAÇÃO DE PASTILHAS DE $UO_2$ | • USINA PARA PRODUÇÃO DE ZINCO ELETROLÍTICO       |
| • FÁBRICA DE TUBOS COM COSTURA                 | • INSTALAÇÃO PARA EXTRUSÃO DE ALUMÍNIO            |
| • USINA DE ALUMINA A PARTIR DE BAUXITA         | • USINA DE PELOTIZAÇÃO A FRIO DE MINÉRIO DE FERRO |
| • FUNDIÇÃO DE COMPONENTES PARA MINERAÇÃO       | • INSTALAÇÃO PARA FORJAMENTO DE AÇOS              |

- FÁBRICA DE OXIGÊNIO E REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE OXIGÊNIO EM UMA SIDERÚRGICA INTEGRADA
- PROJETO DA INSTALAÇÃO DE UM ALTO FORNO A CARVÃO VEGETAL
- PROJETO BÁSICO DE UMA INSTALAÇÃO DE LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE PLACAS DE AÇO
- PROJETO BÁSICO DE UMA INSTALAÇÃO DE LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE TARUGOS DE AÇO
- USINA PRODUTORA DE ALUMÍNIO PELO PROCESSO BAYER
- USINA DE PRODUÇÃO DE MAGNÉSIO PELO PROCESSO PIDGEON
- ANTEPROJETO DE UMA FUNDIÇÃO DE AÇOS DE ALTA LIGA
- USINA DE REFINO DE CHUMBO E DE APROVEITAMENTO DA PRATA
- USINA PARA TRATAMENTOS TERMOQUÍMICOS DE PEÇAS DE AÇO
- ANTEPROJETO DE UMA INSTALAÇÃO DE LAMINAÇÃO E TREFILAÇÃO DE COBRE
- FUNDIÇÃO DE FERRO FUNDIDO NODULAR
- FÁBRICA DE REFRAATÓRIOS PARA ACIARIA LD
- LINGOTAMENTO SEMI-CONTÍNUO DE PLACAS DE ALUMÍNIO

### Distribuição dos projetos pelos assuntos em 1981:

Foram executados 21 projetos distribuídos pelas seguintes áreas:

• Siderurgia .....	06
• Metalurgia Extrativa de Não Ferrosos .....	05
• Fundição de Ferrosos .....	03
• Transformação de Não Ferrosos .....	03
• Outros projetos .....	04
Total .....	21

### 5.2 Assuntos escolhidos pelos alunos em 1982

- COQUERIA NÃO CONVENCIONAL PARA 2 MILHÕES DE TONELADAS DE COQUE POR ANO, EMPREGANDO CARVÃO NACIONAL E MOINHA DE CARVÃO VEGETAL, PRÉ-AQUECIMENTO E APAGAMENTO A SECO
- USINA DE PRODUÇÃO DE MAGNÉSIO PELO PROCESSO PIDGEON
- INSTALAÇÃO PARA FORJAMENTO DE AÇO
- USINA DE REFINO DE OURO BRUTO
- INSTALAÇÃO PARA REDUÇÃO DIRETA, PROCESSO SL-RN, USANDO MOINHA DE CARVÃO VEGETAL
- USINA PARA SINTERIZAÇÃO DE CONCENTRADOS E MINÉRIOS DE CHUMBO
- ACIARIA LD (2 projetos)
- ACIARIA ELÉTRICA (2 projetos)
- LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE PLACAS DE AÇO
- FUNDIÇÃO DE AÇO
- USINA DE REFINO DE PRATA BRUTA
- METALÚRGICA PARA A FABRICAÇÃO DE CAIXAS DE MEDIÇÃO E OUTROS COMPONENTES
- COQUERIA CONVENCIONAL PARA 4.000.000 t DE COQUE POR ANO
- FUNDIÇÃO DE FERROS FUNDIDOS
- METALURGIA DO PÓ: FABRICAÇÃO DE PÓ DE FERRO
- LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE TARUGOS DE AÇO (2 projetos)

### Distribuição dos projetos por assuntos em 1982:

• Coqueria .....	02
• Refino de metais preciosos .....	02
• Redução direta .....	01
• Aciaria .....	04
• Lingotamento contínuo .....	03
• Instalação para forjamento .....	01
• Metalurgia Extrat. de não ferrosos .....	02
• Fundição .....	02
• Outros .....	02
Total .....	19

### 5.3 Comentários gerais

A possibilidade de livre escolha dos temas permitiu que os projetos fossem desenvolvidos com o máximo interesse pelos alunos.

Os seminários e os esclarecimentos feitos para todos, em sala de aula, permitiu um enriquecimento muito grande em conhecimentos, com enorme benefício para todos.

Os projetos se caracterizaram por uma grande participação dos alunos, não inferior a 80 horas por aluno e por projeto.

Em alguns projetos os alunos se esforçaram por adotar soluções novas mais condizentes com a realidade brasileira, principalmente quanto aos aspectos energéticos.

### 6 COMENTÁRIOS FINAIS

6.1 Tendo em vista os resultados alcançados durante estes dois primeiros anos, podemos concluir que a nova disciplina Projetos Metalúrgicos, tal como foi desenvolvida no Departamento de Engenharia Metalúrgica da EPUSP, cumpriu seus objetivos, quais sejam, desenvolver nos Engenheiros de Metalurgia as habilidades para projetar, ou, pelo menos, para entender os problemas globais existentes na operação de uma Instalação Industrial Metalúrgica, além dos processos metalúrgicos propriamente ditos.

6.2 Da metodologia de ensino adotada deseja o autor destacar a *intensa participação do próprio aluno*.

6.3 Finalmente, deseja o autor que a presente contribuição concorra para a mais ampla troca de idéias entre os membros da ABENGE — Associação Brasileira de Ensino de Engenharia, para que o ensino de Projetos Metalúrgicos possa ser permanentemente aperfeiçoado.

### ANEXO

#### TEMAS GERAIS PARA PROJETOS

##### PREPARAÇÃO DE REDUTORES:

- Instalação para produção de coque
- Instalação para produção de carvão de madeira
- Instalação para produção de redutores gasosos

##### PREPARAÇÃO DE MINÉRIOS:

- Instalação para pelotização
- Instalação para sinterização

##### REDUÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO:

- Instalação clássica para redução por coque
- Instalação clássica para redução por carvão vegetal
- Instalação para redução em baixo forno elétrico
- Instalação para redução direta

##### ACIARIA E LINGOTAMENTO:

- Aciaria L.D.
- Aciaria elétrica
- Fábrica de refratários para aciaria L.D.
- Instalação de lingotamento contínuo:
  - De placas (planos)
  - De tarugos (não planos)

##### TRANSFORMAÇÕES MECÂNICAS:

- Laminação de planos
- Laminação de não planos
- Instalação para extrusão
- Instalação para forjamento
- Instalação para trefilação

Nota: os projetos podendo se referir a:

- Aços comuns
- Aços especiais
- Ligas de alumínio
- Ligas de cobre

##### NÃO FERROSOS:

- Usina de produção de magnésio pelo processo Pidgeon
- Usina para sinterização de concentrados de minério de chumbo
- Usina de redução de sinters de chumbo e de tratamento de sub-produtos de refino
- Usina de refino de chumbo
- Usina de tratamento de crostas Parkers e produção de prata bruta
- Usina de refino de prata bruta
- Usina de refino de ouro bruto
- Usina de produção de cobre preto — inclusive usina de sinterização.
- Usina de refino pirometalúrgico parcial e de refino eletrolítico de cobre.
- Produção de zinco eletrolítico a partir de concentrados sulfetados da mina de Furnas.
- Produção de urânio metálico por redução de UF<sub>4</sub> por Mg em bombas.
- Usina para metalurgia primária de alumínio, a partir da bauxita (processo clássico).

##### OUTROS TEMAS:

- Fundição:
  - De ferrosos
  - De não ferrosos
- Instalação para Metalurgia do Pó
- Instalação para Tratamentos Superficiais de Metais.

Observação: outros temas poderão ser desenvolvidos com a concordância do professor.

## ELABORAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE ENSINO DA DISCIPLINA DE ADMINISTRAÇÃO: UMA EXPERIÊNCIA NO CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA DA UNESP

Lucia Maria Gomes C. Ferri\*

FERRI, Lucia Maria G. C. Elaboração e desenvolvimento do plano de ensino da disciplina de Administração: uma experiência no curso de Engenharia Cartográfica da UNESP. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):109-112, 2.º sem. 1984.

Neste artigo procurou-se expor as reflexões feitas para elaboração de um plano de ensino da disciplina de Administração, no curso de formação de Engenheiros Cartógrafos. Analisou-se o trabalho profissional do engenheiro e o perfil de suas atividades, destacando-se o desempenho de chefia como uma área de prioridade a ser atendida pelo plano de ensino. A seguir foram comentados a discussão de objetivos, conteúdo programático e avaliação constantes do plano de ensino. Deu-se destaque para a formação do Engenheiro como agente participante e crítico da organização administrativa.

Administração. Engenheiro. Trabalho profissional. Desempenho de Chefia. Plano de ensino.

FERRI, Lucia Maria G. C. Elaboration and development of a program of teaching of Administration: a case study of the UNESP Cartographic Engineering Course. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):109-112, 2.º sem. 1984.

This article is the result of the elaboration of a course of studies in Administration, for the formation of Cartographic Engineers. An analysis was made of the professional work of the Cartographic Engineer as well as of the profile of his activities; priority was given to the performance of leadership. The objectives, contents of programs and evaluation were detailed in the teaching plan. The student of engineering is to be trained as a future critic and a participating agent of the administrative organization.

Administration. Engineer. Professional work. Leadership performance. Planning of teaching.

### 1 INTRODUÇÃO

A fundamentação para elaboração do plano de ensino da disciplina de Administração, no currículo de formação profissional de engenheiros cartógrafos no IPEAPP-UNESP, baseou-se na reflexão inicial de dois aspectos: engenheiro e trabalho profissional, perfil do engenheiro cartógrafo.

Primeiramente, quanto ao engenheiro e seu trabalho profissional, faz-se necessário entender a prática profissional do engenheiro no contexto da evolução da sociedade brasileira. O exame do trabalho de Lili Katsuco Kawamura — Engenheiro: trabalho e ideologia — forneceu elementos interessantes para tal compreensão.

Até o começo do século IX o trabalho do engenheiro estava ligado à incipiente burocracia estatal, de maneira que sua formação e destinação profissional estavam voltadas à arte militar (a ênfase militar deveu-se à necessidade de manutenção da unidade da pátria, ameaçada por movimentos revolucionários).

A partir do final do século IX novos setores expandiram-se: o ferroviário, o hidrelétrico, o de serviços públicos e de edificações. Isto permitiu que o trabalho profissional do engenheiro tendesse a três formas: profissional liberal, profissional assalariado e profissional proprietário (dado que profissionais dessa categoria vinham, geralmente, de classes sociais dominantes interessadas nos setores em expansão).

\* Professora Assistente. Doutora do Departamento de Planejamento do Instituto de Planejamento e Estudos Ambientais da UNESP — Campus de Presidente Prudente.

Enquanto liberal ou proprietário tinha ampla margem de controle sobre o processo de trabalho, embora com limites impostos pela tecnologia. Com a expansão do setor terciário da economia, isto é, o aparecimento de empresas estrangeiras e investimentos governamentais no setor público, o engenheiro vinculou-se na qualidade de profissional assalariado àquelas empresas e ao funcionalismo público em postos de direção.

Depois da crise de 1929 e já durante o Estado Novo (1937) houve expansão das obras públicas, dos serviços urbanos e construção civil, o que permitiu o aumento da oportunidade de trabalho ao engenheiro como assalariado na administração pública e, na esfera privada com maior aparecimento das empresas construtoras. Localizava-se, então, em funções de direção técnica ligadas à organização do trabalho e ao comando e supervisão de operários.

A posição de dirigente, o engenheiro mantém com o desenvolvimento do parque industrial brasileiro. Também, foi chamado a participar de entidades como IDORT, ABNT, SENAI, para estudos sobre racionalização do trabalho e estudos técnicos de engenharia.

A partir de 1964 sob a influência tecnocrática a oportunidade de assumir funções dirigentes aumentou, principalmente na administração pública. Atualmente, com a implementação de projetos por organizações já estruturadas burocraticamente como CESP, SABESP e outras do setor público, ou aquelas detentoras de capital e tecnologia no setor privado, o desempenho profissional do engenheiro dá-se, geralmente, no contexto delas e em posições de chefia.

Verificando o perfil das atividades do engenheiro cartógrafo, chega-se à conclusão de que cada aspecto desta especialização da engenharia tem sua operacionalização através de procedimentos específicos de direção ou chefia.

Observe-se tal perfil, encaminhado ao DAU-MEC pela ABEC em 29/08/78 — Ofício n.º 22/78.

## 2 PERFIL DAS ATIVIDADES DO ENGENHEIRO CARTÓGRAFO

Neste perfil consideraremos os diferentes âmbitos de trabalho com a indicação das tarefas de sua competência.

### *Coleta de Dados.*

Cabe ao engenheiro cartógrafo planejar, organizar, especificar, projetar, orientar, dirigir e fiscalizar a execução de:

- estabelecimento das redes geodésicas e de seus adensamentos;
- astronomia de posição;
- apoio topográfico e coleta de topônimos necessários à elaboração de cartas de qualquer espécie;
- implantação das redes gravimétricas, e de seus adensamentos, visando o estudo e a determinação das formas e dimensões da terra e de seu campo gravitacional;
- aquisição direta, indireta ou subsidiária de todos os dados e informações a serem utilizadas na preparação de cartas de qualquer espécie, aqui inclusive o levantamento fotogramétrico e o sensoriamento remoto.

### *Processamento e Interpretação dos Dados.*

Cabe ao engenheiro cartógrafo planejar, organizar, especificar, projetar, orientar, dirigir e fiscalizar a execução de:

- processamento dos dados referentes ao cálculo e ajustamento de triangulações, trilaterações, polígonos, nivelamento, determinações gravimétricas, triangulações fotogramétricas, restituições, estereofotogramétricas e todos aqueles procedimentos necessários à transformação digital ou analógica dos dados coletados, bem como sua compatibilização para emprego na elaboração de cartas de qualquer espécie;
- interpretação de imagens em formação fotográfica ou codificadas por outros processos, empregando procedimentos visuais ou digitais, necessários à elaboração de cartas de qualquer espécie.

### *Visualização e Reprodução das Informações.*

Cabe ao engenheiro cartógrafo planejar, organizar, especificar, projetar, orientar, dirigir e fiscalizar a execução de:

- o preparo para impressão e a reprodução de originais cartográficos de qualquer espécie, incluindo os dados marginais esclarecedores do conteúdo da documentação cartográfica. O sistema de projeção, a escala, os símbolos e convenções, os títulos e legendas, assim como os elementos relativos ao acaba-

mento e à apresentação final, tais como: molduras, cores, formato, corte, material, tiragem, dobra-gem, embalagens e distribuição.

### *Outras tarefas do Engenheiro Cartógrafo.*

Constitui, também, tarefa de competência exclusiva do Engenheiro Cartógrafo:

- elaborar orçamentos e apropriar custos de todos os trabalhos de sua competência;
- assessorar os usuários quanto à utilização de documentação cartográfica de qualquer natureza;
- dirigir organizações ou instituições, executoras ou usuárias de cartas;
- ministrar o ensino, a nível médio e superior, das matérias e disciplinas concernentes à sua formação profissional específica;
- assessorar as organizações técnico-científicas do País na solução dos problemas nacionais promovendo e dirigindo estudos e pesquisas relacionadas com a sua habilitação profissional;
- proceder aos trabalhos relativos à especialidade, no que diz respeito a projetos de rodovias, ferrovias, linhas de transmissão de energia elétrica e micro ondas, usinas hidrelétricas, sistemas de drenagem e irrigação, planos urbanísticos, etc;
- executar perícias, vistorias, exames, inspeções, arbitragens e avaliações relacionadas com a sua especialização;
- estudos astro-físicos, relacionados com a sua especialidade, bem como o estabelecimento de cálculos de trajetórias de mísseis de satélites artificiais ativos ou passivos.

## 2 O CONTEÚDO DO PLANO DE ENSINO

Estando diante de uma realidade, ou seja, o futuro desempenho de funções de chefia pelo engenheiro cartógrafo, o plano de ensino da disciplina de Administração deverá conter o essencial para além de lhe oferecer o instrumental necessário a tal função, levá-lo a refletir a chefia quer no âmbito da organização, como no contexto social mais amplo.

Formar o engenheiro para que aja consoante à ética de sua profissão e como agente crítico e participante da organização, por ser ela o "locus" das relações capital-trabalho, portanto, é nela que estão contidos os conflitos e através dela que se procura a participação e representação na sociedade democrática.

Os objetivos do plano de ensino explicitam a intenção de se levar o futuro engenheiro a adquirir as noções fundamentais da Teoria Geral da Administração, analisando o momento histórico-econômico-social em que surgiram as contribuições teóricas, refletindo suas repercussões na evolução do campo da Administração; a visão integrada de todas as fases do processo administrativo e o treino de técnicas a cada uma delas; a postura necessária ao engenheiro no exercício de função de chefia para tomada e implementação de decisões. Enfim, os objetivos devem visar habilidades conceituais, habilidades em uso de técnicas e habilidades em relações humanas, bem como atitudes relacionadas à ética da profissão.

É interessante abrir um parêntese para a seguinte explicação: pela Ementa a disciplina é denominada Administração (isto por motivos singulares ligados à história da instalação do Curso de Engenharia Cartográfica no IPEAPP-UNESP), porém, o plano de ensino contém parte referente à Teoria Geral da Administração, e outra de Administração Geral que aborda o processo administrativo.

Na primeira parte, o conteúdo programático leva à discussão das teorias de racionalização do trabalho, chegando ao modelo Weberiano de burocracia, tratando de suas dimensões e, também, ao conceito de burocratização como estratégia de controle. Finalmente é abordada a crítica administrativa da burocracia, faz-se a avaliação e reprojção do modelo burocrático, levando em conta as abordagens sistêmicas. Discute-se a cogestão e autogestão.

A segunda parte do conteúdo programático consta de itens relacionados ao processo administrativo: planejamento, organização, direção e controle.

A abordagem do planejamento dá ênfase à área de elaboração e avaliação de projetos, utilizando o método PERT/CPM e suas variações. Dá-se, também, noções do planejamento ligado à área de recursos humanos. Quanto à organização, dá-se ênfase às noções de estrutura organizacional, toda sua sinonímia e conceitos, chegando-se à prática de construção de gráficos de organização. Aborda-se aspectos de O&M como técnicas de arquivo, construção de manuais, relatórios, fichas e formulários. Trata-se da organização informal.

Na abordagem de direção inclui-se itens como liderança, motivação, comunicação, relações interpessoais, técnicas de chefia: entrevistas, reuniões. Quanto ao controle é abordado do ponto de vista da avaliação de desempenho e todas suas implicações e problemas para a chefia. Trata-se, também, da aplica-

ção dos gráficos de controle na tomada de decisões e do orçamento como meio de controle.

Finalizando, abre-se um item especial sobre desenvolvimento organizacional.

A operacionalização deste conteúdo programático para alcançar os objetivos foi planejada, escolhendo-se a metodologia de ensino adequada, para favorecer a formação de atitudes e desenvolvimento de habilidades.

O estudo de caso é bastante motivador, assim como o role-playing e técnicas de trabalho em grupo. Os seminários oferecem oportunidades para o exercício da liderança. A instrução programada é vantajosa para fixação de conceitos básicos. A comunicação audio-visual é utilizada como suscitadora de problemas ou para explanação de itens.

É certo que a atividade de ensino deverá propiciar a aprendizagem de habilidades sociais essenciais para desempenho de funções dirigentes.

Para complementação são realizadas atividades de Estágio em organizações, quando o aluno realiza um diagnóstico organizacional, que lhe permite visualizar na prática os conceitos teóricos.

Na avaliação do aluno procura-se considerar aspectos de seu desenvolvimento individual e de sua participação em grupos. Esta avaliação pretende detectar o progresso do futuro engenheiro não só na aquisição dos conceitos, como em habilidades de conduzir grupos, participar eficientemente em trabalho de grupo e expressar-se claramente.

### 3 CONCLUSÕES

O plano de ensino abordado tem atendido satisfatoriamente à formação do engenheiro cartógrafo. Isto fica evidente quando se faz o controle de alunos egressos.

Verificou-se que o posicionamento dos ex-alunos no mercado de trabalho, tem sido em funções de chefia e/ou coordenação de projetos em organizações públicas ou privadas.

Eles estão atuando como chefes ou coordenadores tanto na parte de recursos humanos (seleção, admissão, treinamento técnico de pessoal), como na técnica, em projetos na área de engenharia cartográfica.

### 4 RECOMENDAÇÕES

A metodologia de ensino, na disciplina de Administração, deve favorecer ao desenvolvimento de atitudes compatíveis com a ética da profissão e, ainda, habilidades essenciais ao desempenho de chefia.

Finalizando, o plano de ensino deve sublinhar, também, a necessidade do aprimoramento da cultura geral e acompanhamento da evolução da sociedade, como forma de capacitar o futuro engenheiro a entender e exercer a tomada de decisão com segurança e compreensão do contexto social, onde ele e seus futuros subordinados viverão os impactos e conflitos entre organização e ambiente.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AEBLI, Hans. *Didática psicológica*: aplicação à didática da psicologia de Jean Piaget. São Paulo, EDUSP, 1971.
2. AEBLI, Hans. *Prática de ensino*. Petrópolis, Vozes, 1970.
3. BLIKSTEIN, Izidoro. *Recursos audiovisuais no ensino*. Rev. Ad. Emp., Rio de Janeiro, 17:49-52, mai/jun, 1977.
4. CAMPOS, Wagner Estelita. *Chefia*: sua técnica, seus problemas. Rio de Janeiro, F.G.V., 1981.
5. CAROLA, Nestor Mario. *Introdução de novas técnicas de ensino*: a experiência do CEPAD. Rev. Ad. Emp., Rio de Janeiro, 17:13-16, mai/jun, 1977.
6. DUNNETTE, M. D. *Handbook of industrial and organizational psychology*. Chicago, Rand MacNally, 1976.
7. FRANK, Jurgen. *A sociedade pós-industrial e seus teóricos*: tecnocracia e ideologia. Rio de Janeiro, Tempo Brasileiro, 1975.
8. GOLDBERG, Maria Aurélio A. & SOUZA, Clarilza P. *A prática da avaliação*. São Paulo, Cortez & Moraes, 1979.
9. GRAMSCI, Antonio. *Os intelectuais e a organização da cultura*. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1978.
10. KAWAMURA, Lili Katsuco. *Engenheiro e ideologia*. São Paulo, Ática, 1979.
11. NOGUEIRA, Oracy. *Contribuição ao estudo das profissões de nível universitário no Estado de São Paulo*. Osasco, Faculdade de Ciências Econômicas e Administrativas de Osasco, 1967. (Tese de livre-docência).
12. SÃO PAULO — PROAGRI/CREA. *Mercado de trabalho*: Engenheiros, Arquitetos, Agrônomos. São Paulo, 1970. v. 2.

## O ENSINO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Vahan Agopyan\*

AGOPYAN, Vahan. O ensino de materiais de construção civil. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):113-116, 2.º sem. 1984.

É possível apresentar o tema "Materiais de Construção Civil", no curso de graduação de Engenharia Civil, de três maneiras. O modo tradicional é o de classificar os materiais em função dos seus constituintes principais e assim expor aos alunos, dando ênfase nas propriedades mecânicas e na produção dos materiais. Mais recentemente, alguns professores adotaram a classificação dos materiais levando em consideração o seu uso na construção. Há, também, uma abordagem em que o estudo dos diversos materiais se baseia na aplicação dos conhecimentos da Ciência dos Materiais. O trabalho introduz o problema de ensino desse assunto e discute cada uma das três possibilidades acima citadas, apresentando as suas vantagens e desvantagens. Nos comentários finais, sugere-se que a adoção das três conjuntamente seria a solução mais adequada, embora a preparação de um programa de disciplinas com esse enfoque é bastante difícil.

Materiais de Construção Civil. Construção Civil. Ciência dos Materiais.

AGOPYAN, Vahan. The teaching of building materials. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):113-116, 2.º sem. 1984.

It is possible to teach Building Materials in an undergraduate course of Civil Engineering in three different ways. In the traditional one, the materials are classified according to their main chemical components, thus, both their mechanical properties and production are emphasized during the teaching. Recently some lecturers have adopted the classification of materials which takes into account their use in the building. Others prefer to apply the knowledge of Materials Science to the study of Building Materials. This paper introduces the importance of teaching this subject and presents the three ways of teaching mentioned above, showing their advantages and disadvantages. It is suggested to adopt the three ways simultaneously, though the planning of this kind of course is very difficult.

Building Materials. Building. Science of Materials.

### 1 INTRODUÇÃO

O conhecimento dos materiais empregados na construção é de vital importância para o projeto e a construção na Engenharia Civil. Essa afirmação é válida tanto para a estrutura da edificação como para o seu fechamento e/ou acabamento. No primeiro caso, quando uma estrutura falha, na verdade é o material constituinte dessa estrutura que sofre ruptura, portanto, ou esse material foi incorretamente especificado ou ele não apresentou o nível de qualidade previsto, isto é, houve uma falha na aceitação (ou preparação, no caso de concretos) desse material durante a fase de construção. Da mesma forma, materiais de fechamento e/ou acabamento de edifícios, quando incorretamente especificados ou com nível de qualidade (ou de execução) inferior ao estipulado, não terão o desempenho adequado (por exemplo os requisitos de durabilidade) e portanto comprometerão o desempenho da edificação.

Por essa razão, o conhecimento do comportamento dos materiais de construção pode ser considerado como requisito para o estudo de projeto de edifícios, projeto e cálculo estrutural, técnicas construtivas e outros assuntos afins.

\* Departamento de Engenharia — Construção Civil, Escola Politécnica da USP.

Na formação de Engenheiros Cívís, a matéria Materiais de Construção Civil consta do currículo mínimo fixado pelo Conselho Federal de Educação na sua Resolução n.º 48/76 de 27/04/76. Inclusive, nessa Resolução, estão previstas atividades de laboratório, a fim de familiarizar os alunos com os principais materiais.

Os materiais empregados na Construção Civil são de uma variedade grande e a tendência é a de diversificar ainda mais, pois materiais novos estão sendo introduzidos na construção e está ocorrendo composição de materiais tradicionais, gerando produtos com comportamento específico, diferente dos seus componentes isolados.

Além de sua variedade durante a construção, os materiais chegam ao canteiro em vários estágios de produção. Existem materiais que a partir de constituintes básicos podem ser produzidos no próprio canteiro, como os concretos. Mesmo quando os concretos chegam preparados à obra, as diversas etapas construtivas alteram sensivelmente as propriedades finais desses materiais. Outros materiais são entregues na obra totalmente manufaturados, e a sua correta colocação na edificação tem uma influência relativa no conjunto.

Devido à importância e complexidade desse assunto, o seu ensino aos engenheirandos civís deve ser cautelosamente apreciado.

## 2 MODO TRADICIONAL

De maneira geral é fácil agrupar os materiais de construção a partir dos seus constituintes básicos, assim temos: materiais cerâmicos, materiais betuminosos, madeiras, etc. Com esse princípio a maioria dos livros de Materiais de Construção classifica os materiais e essa classificação é adotada pela maioria dos professores. No livro do saudoso professor Petrucci (1) os materiais estão classificados em 12 grupos, além dos concretos; em outros livros esse número varia um pouco, chegando a ser bem maior em algumas publicações estrangeiras.

A vantagem dessa classificação é a de que os materiais de um mesmo grupo são obtidos de uma mesma maneira ou, pelo menos, por métodos semelhantes, e apresentam comportamentos análogos face às solicitações nas edificações. Essa classificação simplifica bastante a apresentação dos materiais aos alunos e a compreensão por parte deles das principais características pertinentes a cada grupo de materiais.

Em geral, no ensino tradicional, os materiais assim classificados são apresentados aos alunos dando-se ênfase às propriedades físicas e mecânicas. Os ensaios macroscópicos físico-mecânicos que estão normalizados (ou aceitos como tal) são citados, inclusive com demonstração prática. Com isso os alunos têm informação suficiente para estimar as propriedades (principalmente mecânicas) dos materiais e verificar se condizem com o nível de qualidade requerido. Para alguns grupos de materiais, é fornecido ao aluno uma idéia básica do processo produtivo para melhor avaliar o material num controle de aceitação. Os elementos de Ciência dos Materiais ensinados são, via de regra, apenas utilizados no estudo do cimento Portland e do aço, no resto do curso a análise dos materiais é sempre macroscópica.

No entanto, com esse enfoque, o aluno, à primeira vista, perde a comparação entre os materiais de constituintes diferentes utilizados para os mesmos fins. Mais ainda, os alunos não obtêm conhecimentos para avaliar o desempenho de novos materiais disponíveis para a Construção Civil. Isto vem colaborar com a tendência existente no país, da não utilização de novos materiais na construção. A indústria da Construção Civil é bastante conservadora nesse sentido.

Um outro problema, que decorre da adoção dessa classificação tradicional dos materiais, é que cada grupo é estudado isoladamente. Alguns grupos são abordados em uma hora de aula, outros demandam uma atenção maior, porém sempre analisados como um pacote fechado. Os alunos, com isso, não notam uma continuidade nas disciplinas da matéria Materiais de Construção Civil, com a única ressalva de que o estudo dos agregados e dos aglomerantes antecede ao estudo de concretos.

## 3 CLASSIFICAÇÃO QUANTO À APLICAÇÃO

A fim de permitir uma comparação entre materiais com constituições diferentes, mas para a mesma aplicação, alguns autores preferem classificar os materiais conforme o seu uso: materiais para alvenarias e vedações verticais, para pisos, para cobertura, etc.

Um dos primeiros livros a adotar essa classificação foi o de Ragsdale e Raynham (2).

A classificação em si é bastante simples, porém para o estudo dos materiais em cada grupo é necessário um prévio conhecimento da Física das Construções e de noções de desempenho dos componentes das edificações. Por isso, a adoção dessa classificação para o ensino, exige conhecimentos prévios dos alunos que não são normalmente ensinados nas Escolas de Engenharia, e assim os professores que desejarem seguir essa linha, terão que suprir essa lacuna. Mais ainda, para poder comparar materiais diferentes entre si, e analisar o comportamento desses materiais em componentes das edificações, os alunos necessitam conhecer os materiais individualmente.

Portanto, para o ensino de Materiais de Construção com esse enfoque, é necessário abordar os materiais isoladamente (adotada a classificação tradicional), ensinar a Física das Construções (propriedades térmicas, acústicas, estabilidade), apresentar as noções de desempenho (funções, requisitos, critérios) e depois analisar os materiais conforme a sua aplicação usual ou possível (abertura para o emprego de novos materiais).

O plano apresentado é amplo e difícil de ser acomodado nos nossos cursos de Engenharia Civil. Existe, inclusive, falta de literatura apropriada. Alguns poucos autores como Smith (3) e o já traduzido Patton (4), começaram a abordar a utilização dos materiais na edificação após estudá-los segundo a sua composição, porém sem dar maiores detalhes da Física das Construções e sem fornecer as noções de desempenho. Aliás o tema "desempenho das construções" é bastante recente e a sua análise foi sistematizada após estudos do CIB publicados a partir de 1975.

## 4 APLICAÇÃO DA CIÊNCIA DOS MATERIAIS

O plano de ensino apresentado na seção anterior ainda não é o ideal, pois durante o estudo dos materiais conforme a sua composição, persiste o problema da falta de continuidade dos assuntos tratados. O elo de ligação, para alguns estudiosos, poderia ser os princípios da Ciência dos Materiais.

A Ciência dos Materiais, apesar de ser recentemente empregada na Engenharia Civil, é largamente elaborada, estudada e desenvolvida nos outros campos de conhecimentos, e portanto, num primeiro estágio, é apenas necessário adequá-la para o caso específico do estudo dos Materiais de Construção Civil.

O interesse por essa Ciência despertou entre os Engenheiros Cívís, quando foi possível através da microestrutura da pasta endurecida do cimento Portland, começar a compreender o seu comportamento macroscópico. Na década passada, os materiais fibrosos (com matrizes frágeis), também foram analisados com esses princípios, para estudar o seu comportamento.

Um livro pioneiro com esse enfoque foi preparado pelo Dr. Illston e outros (5), em 1979. Nesse livro, aonde apenas os materiais de Construção Civil para fins estruturais (concreto, madeira e aço) são abordados, os assuntos são apresentados na seqüência do estudo generalizado dos materiais (aspectos físicos, estrutura, deformação, resistência mecânica, durabilidade) e em cada tópico as propriedades de cada um dos três materiais são analisados. A abordagem torna-se bem mais complexa quando outros materiais convencionais são incluídos e outras propriedades pertinentes aos materiais para outros fins, além da estrutural, são estudados.

Não existe ainda a prática de aplicação dessa Ciência no estudo global de Materiais de Construção, ainda falta a definição dos princípios necessários para esse estudo e até uma adequação da linguagem. Mas a experiência do Dr. Illston mostrou que vale a pena ser tentada essa aplicação, pois o estudo tornou-se coerente e seqüencial.

## 5 COMENTÁRIOS FINAIS

Pelo que foi exposto anteriormente, a adoção das três possibilidades de abordagem do tema no curso da Engenharia Civil, parece ser a solução mais adequada. Um plano completo para disciplinas de Materiais de Construção Civil deve inicialmente prever a introdução à Física das Construções, às noções de desempenho e aos elementos da Ciência dos Materiais. Posteriormente, devem os materiais, classificados conforme a sua constituição, ser ensinados na seqüência do estudo generalizado dos materiais. Finalmente, os materiais devem ser analisados conforme a sua usual e possível aplicação.

Esse plano é bastante ambicioso e difícil de ser detalhado por falta de melhor conhecimento dos elementos básicos.

Há a necessidade premente de se adquirir conhecimentos mais profundos das Ciências da Habitação e dos Materiais a fim de detalhar o ensino dos Materiais de Construção Civil de uma maneira mais dinâmica e atual. Além disso, existe a dificuldade de se acomodar um plano de trabalho extenso, como o sugerido, na carga horária reservada às disciplinas da matéria. O grupo de trabalho dessa área, no Departamento de Engenharia de Construção da EPUSP está estudando o assunto intensamente a fim de introduzir essas idéias, gradativamente, nas disciplinas de graduação. No segundo semestre de 1983, na disciplina de graduação Materiais de Construção Civil II (não inclui agregados, aglomerantes e concretos), após a apresentação dos materiais de forma tradicional, eles foram classificados e estudados conforme o seu uso na edificação, obtendo-se um aproveitamento dos alunos bastante satisfatório. Simultaneamente, a nível de pós-graduação, os princípios da Ciência dos Materiais aplicados aos materiais de construção civil foram estudados.

No começo da introdução foi citado o relacionamento dessa matéria com outras afins. Certamente, qualquer aperfeiçoamento no ensino desse tema deve significar, também, uma integração maior com as outras áreas, para dar seqüência lógica em todo curso de Engenharia Civil.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) PETRUCCI, E.G.R. *Materiais de Construção*. Porto Alegre, Globo, 1975.
- (2) RAGSDALE, L.A. & RAYNHAM, E.A. *Building Materials Technology*. Londres, Edward Arnold, 1972.
- (3) SMITH, R.C. *Materials of Construction*. Tóquio, McGraw-Hill Kogakusha, 1973.
- (4) PATTON, W.J. *Materiais de Construção para Engenharia Civil*. São Paulo, EPU/EDUSP, 1978.
- (5) ILLSTON, J.M.; DINWOODIE, J.M.; SMITH, A.A. *Concrete, timber and metals — the nature and behaviour of structural materials*. Van Nostrand, 1979.

## A ENGENHARIA NA ÁREA RURAL

Luciano Martins Neto\*  
Carlos Alberto Sotille\*\*

MARTINS NETO, Luciano; SOTILLE, Carlos Alberto. A Engenharia na Área Rural. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):117-119, 2.º sem. 1984.

É salientado o papel das Escolas de Engenharia, preferencialmente as localizadas no interior, na fixação de Engenheiros fora dos grandes centros industriais e comerciais. A participação das Escolas de Engenharia é estimulada no sentido de promover, através de pesquisas e cursos de aperfeiçoamento, a ampliação do mercado de trabalho do Engenheiro no interior. Como exemplo marcante é citado o problema da Engenharia Rural. Particularmente são apresentados aspectos da Engenharia Elétrica, desde a implantação da energia elétrica até a sua utilização na Área Rural, mostrando a existência clara de um mercado de trabalho ainda não explorado. Finalmente, são apresentadas algumas experiências voltadas para esse assunto, que estão sendo desenvolvidas pela Escola de Engenharia de Lins.

Eletrificação Rural. Área Rural. Interiorização do Engenheiro.

MARTINS NETO, Luciano; SOTILLE, Carlos Alberto. Engineering in the Rural Areas. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):117-119, 2.º sem. 1984.

The role of Engineering Schools, especially those situated in the country, in the fixation of the Engineers far from large commercial and industrial centers is pointed out. The participation of Engineering Schools is encouraged in the way to promote, through research and courses, the enlargement of engineering working market in the country. As a remarkable example, it is brought up the problem of Engineering in Rural Areas. In particular Electrical Engineering aspects are discussed from the electrical energy implantation to its utilization in the country, showing the clear existence of a working market not explored yet. Finally some experiences related to the matter, being developed at Escola de Engenharia de Lins, are presented.

Rural Electrification. Rural Areas. Engineering for the country.

### 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, deve-se incluir entre os objetivos de uma Escola de Engenharia, a sua contribuição no sentido de ampliar o mercado de trabalho do Engenheiro. Nesse contexto, as Escolas do interior podem desempenhar um papel importante, na tentativa de fixação de Engenheiros fora dos grandes centros. Uma grande opção que se tem é a Engenharia aplicada à *Área Rural*, que pelo seu estágio atual, sem dúvida alguma, deve sofrer um processo de desenvolvimento urgente. Nesse trabalho são abordados alguns aspectos da Engenharia Elétrica, voltados à Área Rural.

\* Professor em RTI na Escola de Engenharia de Lins/SP. Doutor em Engenharia EESC/USP.

\*\* Professor em RTI na Escola de Engenharia de Lins/SP. Mestre em Engenharia COPPE/UFRJ.

## 2. UMA VISÃO DO PROBLEMA

Em se tratando de Engenharia aplicada à Área Rural, e em particular a Elétrica, surge o primeiro grande desafio: a Eletrificação Rural. Estender-se hoje, linhas rurais nos moldes convencionais, chega a ser praticamente inviável, dado o alto custo por quilômetro. Faz-se necessário, portanto, o desenvolvimento de projetos mais econômicos, mudando-se principalmente os padrões e materiais empregados.

É preciso que se entenda, porém, que muitas das soluções econômicas que venham a ser encontradas, poderão ser limitadas e portanto provisórias. Dessa forma, é muito importante ter-se a todo momento essa visão clara, para que não sejam exigidas soluções altamente confiáveis e duradouras, mas sim, soluções econômicas que possibilitem futuramente, modificações para os moldes convencionais, sem muitos gastos adicionais.

Os problemas da Engenharia Elétrica na Área Rural, não terminam com a implantação em massa da Eletrificação, mas pelo contrário, começam, pois de nada adianta ter-se energia elétrica disponível, se não houver equipamentos que a utilizem no sentido de melhorar a produção e tornar menos primitivo o trabalho do homem no campo. Nesse aspecto, devem ser desenvolvidos projetos de equipamentos voltados para a produção rural, que utilizem a energia elétrica; e evidentemente nesse processo, devem ser montados esquemas de assistência técnica e manutenção de equipamentos, bem como de orientação para a sua correta utilização.

A participação do Engenheiro Eletricista em todo o processo de evolução é decisiva, pois cabe a este, nos escritórios de Engenharia, nas Indústrias e também nas Cooperativas de Eletrificação Rural, a procura das soluções econômicas, os projetos de equipamentos elétricos e de suas instalações.

Todo esse trabalho está praticamente na estaca zero, com necessidade premente de ser impulsionado, não só para a contribuição na luta contra o desemprego, mas também no incentivo ao desenvolvimento da Área Rural, que é a grande esperança do país.

Às Escolas de Engenharia, principalmente aquelas do interior, cabem iniciar todo o processo, promovendo pesquisa na Área. Como fruto do desenvolvimento dessas pesquisas, devem ser estruturados cursos extracurriculares de aperfeiçoamento, mostrando-se a problemática da Engenharia Elétrica aplicada à Área Rural, levantando-se soluções e desvendando-se aos seus alunos a opção de trabalharem nessa Área. Além das pesquisas e dos cursos extracurriculares, essas Escolas poderão promover cursos e palestras, isoladamente ou em convênio com Cooperativas de Eletrificação Rural, no sentido de orientar os consumidores rurais na utilização da energia elétrica.

## 3. A CONTRIBUIÇÃO DA ESCOLA DE ENGENHARIA DE LINS

Num histórico evolutivo, a partir dos cursos de Eletrificação Rural, ministrados de forma convencional, e oferecidos regularmente pela Escola de Engenharia de Lins, levantaram-se problemas, colhendo-se informações e idéias, que aliadas às experiências anteriores de professores militantes na área, foram absorvidas pelo Departamento de Engenharia Elétrica.

Deu-se início assim, a um processo de desenvolvimento de pesquisas, através de um consenso dos membros desse Departamento, motivados pela grande importância de um trabalho de implementação de uma Área pouco atingida pela evolução da tecnologia, e pela escassez de trabalho no interior, o que impele os profissionais nela formados a se deslocarem para os grandes centros, notoriamente saturados.

Dessa forma, definiu-se as seguintes linhas de pesquisa:

- Sistemas alternativos de geração e distribuição de energia elétrica;
- Alterações nos padrões construtivos dos sistemas utilizados na eletrificação rural;
- Estudos de viabilidade econômica da utilização de condutores elétricos não convencionais;
- Estudos de equipamentos elétricos voltados para a Área Rural.

Dessas linhas, algumas pesquisas foram englobadas em um projeto inicial, denominado "Projeto Embrião", estando atualmente em fase de desenvolvimento.

## 3.1 Projeto embrião

Fazem parte desse Projeto, as seguintes linhas de pesquisa:

### *Gerador de indução auto-excitado*

Na procura de um gerador elétrico mais barato que o síncrono, para o aproveitamento de pequenos potenciais (micro-usinas), surge como uma solução simples o Gerador de Indução, pelo fato deste ser o próprio Motor de Indução encontrado no mercado, ao contrário do síncrono, que para pequenas potências não é de fabricação normal. Justifica-se essa pesquisa pelo fato de no ponto de geração, não existir energia elétrica disponível, e portanto, o gerador de indução ter que ser auto-excitado. A auto-excitação é obtida a partir de capacitores acoplados ao gerador.

### *Projeto e construção de uma linha monofilar utilizando o aço como condutor elétrico*

A linha monofilar consiste de um só fio em alta tensão, com o retorno da corrente fazendo-se pelo solo, através de dois aterramentos adequados, um no ponto de tomada de energia e outro no consumidor. Trata-se esse sistema, de uma alternativa de grande economia para a distribuição de energia elétrica, dada a considerável redução no material empregado, comparada com os sistemas convencionais. Além desse aspecto, a substituição dos condutores elétricos normais pelo aço, também representa uma redução nos custos. Evidentemente que os aterramentos inerentes ao sistema monofilar, implicam em gastos adicionais se comparados com o sistemas padrões, porém uma nova filosofia de projeto de aterramentos utilizada na pesquisa, satisfazendo requisitos de segurança, tornou os gastos compatíveis. É importante frisar que, desde que se justifique, o sistema monofilar pode vir a se transformar em um sistema trifásico padronizado, sem altos custos adicionais.

### *Conversor rotativo mono-trifásico*

Consiste esse conversor em uma máquina de indução trifásica, em gaiola de esquilo, girando em vazio, com números de espiras diferentes nas fases. Quando a máquina tiver seu enrolamento ligado em estrela ou triângulo, e alimentado em apenas dois de seus terminais por um sistema monofásico de tensão, com o auxílio de um capacitor acoplado a esse, gera-se um sistema trifásico de tensões, o qual torna-se balanceado para valores adequados do capacitor e dos números de espiras. Essa pesquisa encontra-se em fase de aperfeiçoamento do conversor, procurando-se torná-lo um motor trifásico assimétrico, com alimentação monofásica. Tal aperfeiçoamento permitirá ter-se disponível no mercado, um motor de indução com alimentação monofásica, podendo assumir potências acima de 7,5 HP, com a "performance" de um motor trifásico normal, e a preços ligeiramente superiores, pois sairá de uma linha de fabricação normal de motores trifásicos. Além disso, a utilização desse equipamento eliminará o problema de se necessitar acionar um motor trifásico, dispondo apenas de um alimentador monofásico, como é o caso de uma linha monofilar.

## 4. CONCLUSÃO

Além dos projetos em andamento já apresentados, é desejo da Escola de Engenharia de Lins, dando continuidade às linhas de pesquisas definidas, estimular o item relativo aos estudos de equipamentos elétricos voltados para a Área Rural, tais como: equipamentos visando o aproveitamento da energia eólica, sistemas elétricos para irrigação e detecção de umidade do solo, equipamentos para otimização de fluxos de alimentação animal, secagem de madeira por processos elétricos e utilização de microcomputadores no gerenciamento operacional.

Finalmente, à medida que se for obtendo os resultados dos projetos desenvolvidos, pretende-se estruturar palestras e cursos extracurriculares, visando inicialmente uma complementação na formação acadêmica de seus alunos, e posteriormente, evoluir para os profissionais da área.

## PESQUISA E TREINAMENTO EM SANEAMENTO BÁSICO

Prof. Samuel Murgel Branco\*

BRANCO, Samuel M. Pesquisa e treinamento em Saneamento Básico. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):121-124, 2.º sem. 1984.

Pesquisa e treinamento são duas atividades estreitamente relacionadas e reciprocamente inter-dependentes, no sentido de que: a) para a realização de pesquisa é indispensável a formação de recursos humanos altamente qualificados e; b) a atividade de pesquisa gera um "hábito metodológico", além de um certo grau de originalidade nos conhecimentos a serem transmitidos na formação de pessoal.

A pesquisa aplicada, em países do terceiro mundo, deve ter como tema fundamental o desenvolvimento de tecnologias alternativas, voltadas para o máximo aproveitamento de energia e matérias-primas, com mínima geração de subprodutos nocivos; menor grau de sofisticacões dos métodos e equipamentos de controle de poluição, permitindo maior emprego de mão-de-obra ociosa; maior aproveitamento das disponibilidades de espaço físico, capacidade auto-depuradora e fontes naturais de energia, em lugar dos sistemas compactos e altamente mecanizados e automatizados, considerados mais convenientes às nações desenvolvidas. Uma das maiores dificuldades no desenvolvimento de tecnologias próprias em países do terceiro mundo, reside na falta de percepção dos poderes públicos e mesmo do cidadão comum, — de que os gastos com pesquisa e desenvolvimento de recursos humanos constitui um investimento que trará benefícios a longo prazo. O caráter imediatista das análises de custo-benefício que preside os nossos empreendimentos, aliado à crença geral de que "santo de casa não faz milagres" leva à predominância de uma política de absorção pura e simples de métodos e tecnologias oferecidos fartamente pelos países avançados, porém a um custo muito elevado e que nem sempre são os mais adequados às nossas características ambientais e sócio-econômicas.

Tecnologias Alternativas. Transferência da Tecnologia. Pesquisa Aplicada. Saneamento Básico.

BRANCO, Samuel M. Research work and training programs in Sanitary Science. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):121-124, 2.º sem. 1984.

Research work and training programs constitute two fields which are closely related and mutually dependent in that: a) to carry out research work it is absolutely essential to build up a high qualified staff, and; b) research work forms a methodological habit in addition to some degree of originality in the knowledge to be transferred during the staff training process.

In developing countries, the main subject matter of applied research is the development of alternative technologies aiming at making the best possible use of energy and raw materials with the minimum generation of harmful by-products, less sophisticated methods and equipment used in pollution control, making it possible to employ idle labour and to make the best use of the physical space, self purification capacity and natural sources of energy, instead of compact, highly mechanized and automatic systems which are considered to be much more convenient for developed countries. One of the major difficulties that developing countries experience on promoting their own technologies lies in the lack of understanding of official authorities and the ordinary citizen that the money spent with the research work and staff training programs is an investment which will be highly profitable in a long term basis. The immediatism of the cost-benefit analyses which governs our undertakings, associated with the widespread belief that "No one is a prophet in his own country" leads to the predominance of a policy which advocates the sheer and simple absorption of methods and technologies offered by developed countries, yet a very high cost. Besides, they are not always the ones that best suit out environmental and socio-economical characteristics.

Alternative Technologies. Technology Transfer. Staff Training. Applied Research. Sanitary Science.

Não é por acaso que "pesquisa e treinamento", ou "ensino e pesquisa" constituem expressões correntes, caracterizando a indissociabilidade dos dois processos. Principalmente no ensino especializado reconhece-se que só a sua associação à pesquisa é que permite um maior embasamento (ao contrário do chamado "ensino livresco"); uma maior atualização dos conhecimentos (ao contrário do "ensino fossilizado").

\* Diretor de Pesquisa da CETESB. Professor na Escola de Engenharia Mauá.

zado"); e, acima de tudo, um ensino mais realístico (em lugar do "sofisticado"); com a abordagem de temas e técnicas mais condizentes com as condições de "terceiro mundo", em que vivemos.

Algumas definições serão talvez, necessárias, dentro desta abordagem:

**Ensino livresco** — é o ensino daquilo que não se sabe, ou que se desconhece. Saber, ou conhecer um assunto em profundidade é assimilar conceitos através da experiência, da vivência, ou do "exercício do conhecimento". Claro que não é somente através da pesquisa que se adquire o conhecimento tal como foi definido: qualquer uso prático do conhecimento leva à sua assimilação, na medida em que enfrentamos problemas na sua aplicação. Esse "exercício" pode ser puramente intelectual, como na solução de problemas matemáticos ou no raciocínio filosófico. O conhecimento da história, que é adquirido quase exclusivamente a partir de textos escritos, deixa de ser "livresco" quando se "vive" a história, através da comparação crítica de diferentes fontes de informações. Essa, talvez, a diferença entre o livresco e o literário. Livresca é a "cultura de 1 livro só", criticada por Sto. Tomas de Aquino.

O ensino livresco leva à degenerescência do conhecimento, a livre interpretação do texto por pessoa que não tenha um mínimo de vivência do assunto, leva a simplificações, transmitidas aos alunos, as quais, eventualmente, serão imortalizadas em apostilas que, com certa frequência, passam a constituir o "livro único" de um futuro professor... Não há exagero nisso: é fato muito mais corriqueiro do que se supõe! A influência exercida pelas apostilas na cultura de nosso país é algo assustador, embora talvez não devidamente considerado.

**Ensino fossilizado** — O conhecimento evolui. O fóssil não: ele é uma fotografia do passado. A lição ensinada hoje não pode ser a mesma que se ensinou no ano anterior, neste mesmo curso. Primeiro, porque os fatos, os dados científicos e as suas interpretações se alteram; segundo, porque a própria abordagem do problema se modifica, na medida em que o mestre adquire novas experiências. Neste segundo aspecto, mesmo o ensino de "ciências imutáveis", como a geometria, pode evoluir.

Ainda aqui, é evidente que os conhecimentos novos, adquiridos através da leitura de livros e periódicos recentes, pode trazer para quem "domina", realmente, uma ciência — a atualização desejada. Mas a pesquisa introduz algo de originalidade, nessa atualização. Ainda quando os resultados de pesquisa não introduzam alterações muito fundamentais, no conhecimento científico, o simples fato da sua realização, a abordagem metodológica do problema e a interpretação dos seus resultados constituem um aprendizado prático indispensável para que se adquira uma visão crítica da evolução do conhecimento. O método, em ciência, não é apenas fundamental na seleção de caminhos e de resultados. O método é também, o próprio fundamento da crítica, uma vez que esta não se aplica aos dados, mas sim aos processos empregados na sua obtenção e interpretação.

**Ensino sofisticado** — O aprendizado de tecnologias sofisticadas é útil apenas na medida em que essas tecnologias envolvem processos complexos, pressupondo-se que o conhecimento do complexo implica no aprendizado do simples. O sofisticado não pode, pois, constituir objetivo em si; o objetivo é sempre o aumento da eficiência. Talvez melhor, em lugar de eficiência, fosse dito rendimento, entendendo por rendimento a eficiência em relação ao custo.

A transferência de tecnologia desenvolvida em países avançados é, para nós, de grande importância, permitindo-nos usufruir de experiências milenares, desenvolvidas através de uma tradição cultural e de um "hábito metodológico" que nós ainda não possuímos. Porém, nessa transferência é indispensável realizarmos a adaptação tecnológica às condições do nosso meio físico e social; do contrário, estaremos meramente copiando ou imitando soluções nem sempre adequadas aos nossos problemas. Parafraseando o conhecido provérbio oriental, eu diria que não nos devemos contentar em receber o peixe; mas é preciso aprender a pescá-lo.

Em que diferem as nossas condições, daquelas encontradas nos países avançados? Em que as nossas soluções deverão divergir das soluções tecnológicas empregadas naqueles países?

Existem diferenças "negativas" e diferenças "positivas", isto é, diferenças que nos colocam em posição desfavorável em relação às condições dos países avançados e diferenças que nos colocam em posição privilegiada em relação aos mesmos.

A principal diferença desfavorável está na nossa situação sócio-econômica precária, de país do terceiro mundo, podendo-se associar a ela, ainda, a ausência de percepção da importância do desenvolvimento tecnológico próprio, gerada pelo hábito de copiar (ou de receber o peixe que generosamente nos é ofereci-

do, generosidade esta que envolve, naturalmente, um alto custo social para o nosso país). Países que viveram sempre da generosidade dos outros, jamais evoluíram; a condição de homem tecnologicamente desenvolvido foi adquirida através do esforço contínuo em resolver, por seus próprios recursos, os problemas de adaptação às condições de menor prodigalidade da natureza. Talvez por isso os países das regiões temperadas, de clima mais rude e inverno mais prolongado tenham tido muito mais rápido desenvolvimento que aqueles que habitam terras férteis durante todo o ano. Adão e Eva, no Paraíso, não sentiam sequer a necessidade de ter roupas, para seu abrigo...

Soluções tecnológicas altamente sofisticadas, acessíveis aos países de melhor situação econômica não nos servem, por envolverem alto custo e por empregarem mão-de-obra altamente especializada, em lugar da mão-de-obra básica, de que dispomos com abundância. Mas podemos "aprender a pescar", isto é, utilizar conhecimentos e experiência básica daqueles países, bem como sua metodologia de pesquisa e de ensino para desenvolvermos nossa própria tecnologia.

Mas, é óbvio que o emprego de tecnologia menos dispendiosa constitui meta almejada por todo o mundo e não apenas por nós. Então, porque haveremos de ter condições de desenvolver aquilo que países mais avançados não tem conseguido satisfatoriamente? A resposta está exatamente nas "diferenças positivas" ou seja, nos aspectos em que somos privilegiados em relação aos países desenvolvidos. São eles:

- a) **espaço:** ao contrário de muitos países altamente desenvolvidos — sobretudo os europeus — dispomos de territórios amplos, com baixo índice de ocupação. Isso nos permite a utilização em larga escala de soluções baseadas na dissipação e diluição de nossos subprodutos, tirando partido das capacidades auto-depuradoras das águas, do solo e do ar. Soluções como as que são empregadas, por exemplo, na Austrália, de tratamento de resíduos líquidos por disposição em solos destinados à agricultura ou à pecuária, irrigando-os e fertilizando-os deveriam constituir metas a serem atingidas pela nossa tecnologia. As soluções altamente mecanizadas, indispensáveis, pela sua capacidade ou economia de espaço, às áreas de elevada densidade de ocupação deveriam ser reservadas apenas às situações em que as capacidades assimiladoras do meio sejam reduzidas, seja pela exiguidade do espaço e indisponibilidade de corpos d'água receptores, seja pela presença de clima rigoroso;
- b) **energia:** os países localizados na faixa tropical — contam, normalmente, com grande disponibilidade de energia, seja diretamente na forma de radiações solares, seja de potenciais hidráulicos de suas extensas redes hidrográficas. Isso faz com que não só os processos de auto-depuração se tornem mais eficientes — por contarem com altas taxas de turbulência e temperaturas permanentemente elevadas — como ainda alguns métodos de tratamento de resíduos baseados no aproveitamento de luz e calor solar, sejam efetivos durante todo o ano, inclusive no inverno. O tratamento de esgotos e resíduos orgânicos industriais por meio de lagoas de estabilização fotossintética (que dependem da presença de luz solar) estão nesse caso, assim como também os processos de tratamento anaeróbio (que exigem calor) e os próprios processos de disposição no solo, dada a contínua produtividade vegetal e intensa atividade microbiológica dos solos em todos os meses do ano. Nos países de climas temperados, pelo contrário, parte considerável do ano não conta com suficiente insolação diária para manter altas taxas de fotossíntese nas lagoas, ou temperatura suficiente para um bom rendimento de processos biológicos aeróbios ou anaeróbios no solo ou em biodigestores. Por essa razão, as fontes naturais de energia têm que ser substituídas por combustíveis ou energia hidroelétrica e o sistema tem que ser mecanizado;
- c) **disponibilidade de mão-de-obra não especializada:** principalmente na atual crise que o país atravessa, com crescente incidência de desemprego, o investimento em tecnologias alternativas, com baixo índice de mecanização e automatização pode ensejar o emprego de mão-de-obra não qualificada em operações tais como manejo de solo, compostagem de lixo orgânico e outras atividades.

A reunião, pois, destas 3 circunstâncias favoráveis, a saber: espaço, clima e mão-de-obra, permite a prática de sistemas e de tecnologias ao alcance de nossos recursos econômicos e — o que também é muito importante para nós — sistemas em que se permite a reciclagem de compostos orgânicos e nutrientes, em lugar da sua simples inativação ou dissipação. A dissipação de energia molecular orgânica, conseguida através do emprego de energia mecânica, como é realizada nos processos compactos de tratamento de resíduos, somente pode ser viabilizada em países que contem com excesso de recursos, ou em locais que se caracterizem por densidade de ocupação muito alta. Neste último caso, em países que dispõem de amplo território, paga-se o preço da falta de planejamento.

A implantação de uma política de saneamento básico e de proteção ambiental baseada neste tipo de

abordagem requer e justifica o incentivo à pesquisa tecnológica em moldes apropriados. E, para essa pesquisa, exige-se, mais do que um equipamento sofisticado, em alto grau de preparo técnico, não só capaz de suprir as necessidades de conhecimento específico, mas também — e acima de tudo — dotado de alto poder de criatividade, capaz de propor métodos alternativos e idealizar metodologia de pesquisa adequada à sua comprovação.

Temos que começar por um processo de valorização da nossa capacidade científica perante o grande público e perante os poderes públicos. Tem-se conseguido — através de um esforço significativo dos governos e de agremiações e academias científicas, nos últimos anos — despertar e estimular parcialmente a curiosidade infantil e juvenil por vários aspectos da ciência. Mas a confiança em nossa própria capacidade de fazer ciência não tem crescido na mesma proporção. E a modesta dotação orçamentária percebida por nossas instituições de pesquisa é testemunha de que nem mesmo os nossos governantes confiam muito no sucesso de um desenvolvimento tecnológico baseado em nossa própria capacidade científica. São completamente desconhecidas do público — e creio que do próprio governo — os nomes de cientistas brasileiros que têm se destacado internacionalmente, contribuindo significativamente para a evolução da ciência mundial (apesar de seu número ser seguramente bem maior que o dos nossos campeões internacionais de futebol...). Os últimos cientistas brasileiros referidos nos livros e nas classes de nossas escolas primárias e secundárias são Santos Dumont e Oswaldo Cruz.

A formação de recursos humanos para pesquisa deve, pois, iniciar-se pela motivação pública e escolar. Dificilmente alguém desejará ser cientista neste país, se não tiver um mínimo de confiança na capacidade brasileira de produzir ciência.

Pesquisa e ensino são necessidades que transcendem à simples conveniência dos orçamentos. No Brasil, entretanto, a pesquisa é geralmente vista como uma liberalidade, destinada a brincadeira de ociosos. Nas épocas de crise, os investimentos em ciência, tecnologia e formação de recursos humanos são os que sofrem maior corte. No entanto, a importação de cultura e tecnologia gera gastos maiores que a importação de produtos acabados, principalmente quando essa cultura e essa tecnologia não são apropriadas ao meio e às condições em que vivemos. Isso está demonstrado por todos os países novos que permaneceram por muito tempo no estágio colonial ou, de qualquer forma, dependentes de nações avançadas. Nesse sentido, o investimento em pesquisa e formação de recursos humanos constitui fonte de divisas, não tanto pela possibilidade de exportarmos tecnologia mas, pelo menos, de economizarmos "royalties", ao mesmo tempo em que introduzimos métodos mais adequados à nossa própria realidade e, portanto, mais econômicos.

Uma importante tarefa do ensino, relacionado com os problemas ambientais é o de procurar desenvolver uma "consciência ecológica" em todos os níveis de nossa população. Talvez por causa, exatamente, da prodigalidade da natureza nos países tropicais, caracterizada por produção abundante de recursos e produtos vegetais e animais durante todo o ano, o brasileiro é, geralmente, insensível à depredação desses recursos, não tendo desenvolvido o hábito da economia no verão para reservar para o inverno: somos a cigarra na famosa fábula popular contada por La Fontaine. (Neste particular, dificilmente o "inverno" poderia constituir motivação para o desenvolvimento de um espírito de economia em povos tropicais: temos que salientar outras razões).

Uma importante iniciativa foi tomada, há poucos anos, pelo Ministério da Educação, com relação ao desenvolvimento de uma "consciência ecológica": trata-se da obrigatoriedade do ensino de elementos de ecologia em todos os níveis de ensino. Reveste-se de particular importância, nesse processo, a introdução da matéria denominada "Ciências do Ambiente" no curriculum de todos os cursos de Engenharia do país.

Outra importante realização daquele Ministério com relação ao Saneamento e ao Meio Ambiente, constitui no incentivo à criação, nas Universidades brasileiras, dos cursos de graduação em Engenharia Sanitária, visando a formação de profissionais qualificados especificamente para essa especialidade da Engenharia. Até recentemente, a qualificação de sanitarista só era obtida através da realização de cursos de pós-graduação, o que, de certa forma, era conflitante com o conceito de mestrado e doutorado instituído nas Universidades, uma vez que a maior parte das disciplinas lecionadas nesses cursos não tinham as características de pós-graduação: apenas não faziam parte dos currículos normais dos cursos de engenharia.

A criação de "currículo" escolar de engenheiro sanitarista, incluindo disciplinas elementares de ecologia, biologia, microbiologia etc., permitirá não só a formação de profissionais habilitados a uma profissão, como também o aperfeiçoamento e a elevação do nível de ensino pós-graduado, para a formação de pesquisadores nessa área.

## TREINAMENTO PARA INICIAÇÃO TECNOLÓGICA

Jo Dweck\*  
Abraham Zakon\*

DWECK, Jo; ZAKON, Abraham. Treinamento para iniciação tecnológica. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):125-128, 2.º sem. 1984.

A necessidade de preparar alunos de graduação de engenharia química, para atuação no desenvolvimento de tecnologia química na Escola de Química da UFRJ, fez com que fossem implantadas atividades de treinamento conduzidas pelos próprios pesquisadores. São apresentados os fatores que contribuíram para o preparo deste programa de treinamento e seus objetivos. Constatou-se que os alunos preparados desta forma, tem melhor aceitação no mercado de trabalho, ressaltando a importância didático-profissional, da iniciação tecnológica ainda em nível de graduação. Como estudo de casos os autores apresentam suas experiências no Projeto Palma e no Projeto Turfa. São abordados problemas comuns aos pesquisadores-orientadores, relacionamento com os alunos em treinamento e resultados obtidos. Para o bom andamento das atividades foi indispensável a infra-estrutura de apoio técnico-administrativo da Escola, composta pelo quadro de funcionários da UFRJ e pessoal contratado pela FUJB.

Treinamento. Iniciação tecnológica. Estágios.

DWECK, Jo; ZAKON, Abraham. Training for technological initiation. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):125-128, 2.º sem. 1984.

The need to prepare chemical engineers to work in the development of chemical technology in the School of Chemistry of UFRJ, induced the implantation of training activities conducted by searchers. The factors that contributed for the preparation of such training programme and objectives are presented. It has been verified that students prepared by this mode obtained better acceptance in the work marked, being evident the didactic-professional importance of technological initiation in the ungergraduate level. As case studies the authors present their experiences in the Palm Project and Peat Project. The common problems found by the searchers-advisers, the link with the students during the training and the results are mentioned. To the accomplishment of the activities it has been indispensable the technical-administrative support of the School of Chemistry, through the UFRJ administrative personnel and others contracted by FUJB.

Training. Technological initiation. T.W.I.

### 1 PREMISSAS

A necessidade de preparar alunos de graduação de Engenharia Química para atuação no desenvolvimento de Tecnologia Química dentro da EQ/UFRJ culminou na implantação de atividades de treinamento de pessoal, promovidas pelos próprios pesquisadores.

Constatou-se, a princípio, que:

1.º - em cada pesquisa desenvolvida sob a responsabilidade de um professor é importante a participação de alunos estagiários nas diversas atividades tais como: levantamento bibliográfico, planejamento da parte experimental, sua montagem e operação, controle e análise dos processos desenvolvidos, especificação e compra de materiais, elaboração de relatórios, apresentação de seminários técnicos, e outras atividades;

2.º - um currículo complexo e intenso como o da Engenharia Química não permite que um aluno de 1.º e 2.º períodos atue nas atividades de pesquisas, seja por falta de conhecimentos, como de tempo. Para os

\* Engenheiros Químicos, M. Sc. — Escola de Química da UFRJ.

alunos de 9.º e 10.º são mais atraentes as possibilidades de estágio nas empresas de engenharia ou indústrias do ramo.

3.º - a abrangência de cada tema exige a participação de professores e alunos, ambos realizando seminários e conduzindo os trabalhos; tais procedimentos permitem obter ganhos consideráveis no tempo de execução de pesquisa;

4.º - existe grande interesse de participação de alunos do 4.º ao 6.º períodos; para estes é necessário transmitir conhecimentos fundamentais normalmente adquiridos do 7.º ao 10.º período do curso de Engenharia Química.

5.º - é necessário dividir responsabilidades, isto é, atribuí-las aos alunos, e conforme o caso, contratar técnicos para ajudar nos trabalhos e mesmo, auxiliar no treinamento de técnicos de laboratório.

6.º - a dedicação demonstrada pelos iniciantes culmina, geralmente, em resultados estimulantes, seja pela criatividade quanto pelas informações de utilidade colhidas em bibliotecas e laboratório;

7.º - o aluno orientado de perto por um professor produz resultados positivos tanto para a pesquisa quanto para si próprio.

## 2 CONDIÇÕES OFICIAIS E CIRCUNSTÂNCIAS DO ESTÁGIO

Segundo o CNPq, a iniciação científica tem por finalidade "despertar e incentivar vocações para atividades de pesquisa, desde que o candidato seja aluno de curso superior, de preferência após o 4.º período letivo e apresentar orientador com adequada qualificação" (em regra é exigido o nível mínimo de mestre).

Segundo o Conselho de Ensino para Graduados (CEPG) da UFRJ, que concede auxílios para pesquisas e bolsas de iniciação científica a alunos de graduação, os mesmos devem ser "selecionados dentre estudantes que apresentem bom resultado escolar, nunca inferior ao terço médio da turma, após estágio probatório com o orientador, com duração mínima de três meses".

Segundo o CFE, "a carga horária disponível... deverá incluir, no mínimo, 30 horas destinadas à realização de estágios supervisionados, de curta duração, em períodos letivos, ou dos que combinam períodos nas escolas com períodos de práticas em empresas e instituições públicas e privadas, nas áreas correspondentes da Engenharia".

Segundo a ESCOLA DE QUÍMICA DA UFRJ, "o estágio realizado pelos alunos regularmente matriculados na Escola de Química será válido como atividade didática... e poderá ser realizado... a) junto a pessoas jurídicas de direito público e privado; b) junto a profissionais da Química que estejam engajados em projeto de pesquisa e desenvolvimento em instituições de ensino e/ou pesquisas reconhecidas publicamente... O aluno deverá se inscrever no estágio obrigatório ou no estágio optativo"...

Apesar da implantação de novas disciplinas de conteúdo teórico, os alunos da Escola de Química mantiveram uma forte atração com as atividades de laboratório, principalmente as do Ciclo Profissional. A tão propalada necessidade de substituir a dependência tecnológica pelo desenvolvimento de processos no País, encontrou nos estudantes uma imediata vontade de participar e trabalhar.

A permanência de alguns professores em tempo integral da EQ/UFRJ na própria Escola, dedicando-se ao ensino e a pesquisa, serviu de canal de escoamento dos anseios dos estudantes que se candidatavam, mesmo sem estímulo de "bolsas de estágio" para trabalhar em laboratório e desenvolver tecnologias em escalas de bancada e piloto.

## 3 IMPORTÂNCIA DIDÁTICO — PROFISSIONAL

Visualizar a teoria na prática é o primeiro aspecto importante para a maioria dos iniciantes, desde que a "prática" tenha alguma aplicação concreta.

Desde os primeiros anos de implantação do Projeto Palma, os seus ex-participantes, após candidatarem-se nas empresas, verificaram que a experiência da "iniciação científica" era valorizada na seleção dos candidatos a estágio. Verificou-se que uma vivência em pesquisa tecnológica alcançava maior aceitação interna, entre os alunos, e externa, entre as firmas de engenharia e indústrias.

Podemos considerar, dentre outras, algumas qualidades desejáveis para o profissional de nível superior:

- a) o conhecimento de sua especialização;
- b) pensamento e raciocínio bem fundamentados e estruturados;
- c) capacidade de organização e ação metódica;
- d) vontade de estudar e aperfeiçoar-se;
- e) habilidade de redação e exposição oral;
- f) comportamento equilibrado e bom relacionamento humano no trabalho;
- g) capacidade de discernimento diante de problemas;
- h) saber comandar quando necessário;
- i) iniciativa própria;
- j) cumprir tarefas para as quais foi designado.

Tais aspectos pertencem especificamente às áreas de "Administração de Empresas" e "Treinamento de Pessoal" mas estão envolvidas no convívio diário entre orientador e alunos. O sucesso do desempenho de ambos depende muito do nível de preparo do orientador na área das Relações Humanas e da Pedagogia.

Quando o professor-pesquisador não possui apoio pedagógico externo, defronta-se com a opção de: 1.º - tratar apenas friamente os problemas técnicos mantendo as distâncias hierárquicas, ou, 2.º - envolver-se no preparo de uma equipe entrosada, responsável e harmônica, capaz de atingir os objetivos sem acidentes ou imprevistos, com uma formação mais completa. O 2.º critério tornou-se nossa meta.

## 4 EXPERIÊNCIA NO PROJETO PALMA

Visando estabelecer um processo em escala piloto para a recuperação de óleo de palma da borra de laminação de aço, o grupo de estagiários foi dividido em equipes correspondentes aos diversos sub-projetos.

Os trabalhos de treinamento constaram de:

- a) levantamento bibliográfico, definição de plano de trabalho e estabelecimento de cronograma;
- b) detalhamento de projeto e trabalho experimental e sua execução;
- c) análise dos resultados experimentais e revisão das rotas tecnológicas;
- d) delegação de tarefas aos estagiários com autonomia para estabelecer procedimentos de trabalho;
- e) realização de reuniões técnicas e seminários por orientadores e estagiários;
- f) elaboração de projeto em equipe, nas escalas de bancada e piloto;
- g) desenvolvimento de equipamentos inéditos de extração e destilação;
- h) desenvolvimento de métodos de análise específicos para a borra e produtos obtidos no processo;
- i) especificação, aquisição e diligenciamento de materiais e equipamentos diversos;
- j) montagem, pré-operação, operação das diversas unidades e controle químico de qualidade;
- l) preparo de artigos e treinamento para sua apresentação, nas JORNADAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRJ, totalizando até o presente vinte trabalhos.

A diversificação das linhas de pesquisa chegou a envolver simultaneamente de 10 a 20 estagiários e até 5 professores colaboradores.

Nos seminários apresentados pelo professor responsável foram abordados os temas "Operação de unidades de extração e destilação", "Extração em múltiplos estágios", "Destilação em Laboratório", "Termopares e sua utilização". Os estagiários abordaram os temas "Sistemas de agitação", "Tintas de revestimento anti-corrosivas" e "Análise de óleos".

## 5 A EXPERIÊNCIA DO PROJETO TURFA

A participação dos estagiários ocorreu nas seguintes fases:

- a) elaboração do projeto original — concepção dos protótipos;
- b) elaboração do projeto das instalações;
- c) trabalhos experimentais;
- d) elaboração de novos projetos de pesquisa;
- e) análise dos resultados;
- f) divulgação dos trabalhos.

A primeira e a segunda fase contaram com a participação de quatro estudantes: três de Engenharia Química e um de Engenharia Mecânica. O detalhamento e redação do projeto ficaram à cargo dos pesquisadores responsável e executivo. A terceira fase contou com a participação de 10 a 13 alunos e defrontou-se como variedade de temas embutidos no título da pesquisa (TURFA COMBUSTÍVEL — SECAGEM SOLAR), explicitados abaixo:

TURFA — caracterização e composição; aproveitamento industrial, comercial, agrícola e doméstico.  
 COMBUSTÍVEL — combustão e combustíveis; coqueificação e liquefação; transferência de calor e massa, termodinâmica e cinética química.

SECAGEM — psicrometria, umidificação e desumidificação; estados de agregação da turfa.  
 SOLAR — energia solar, transferência de calor; meteorologia.

O pesquisador - orientador apresentou os temas: "Desenvolvimento de Tecnologia Inorgânica", "Elementos de Transmissão de Calor", "Escoamento de Fluidos e Convecção Forçada", "Radiação Térmica", "Equações Básicas de TC", "Tipos de Equipamentos de TC". Os temas: "Meteorologia", "Secagem", "Radiação Solar", "Psicrometria", "Turfa", "Combustão", "Gaseificação e Coqueificação" foram apresentados pelos próprios alunos, utilizando recursos audio-visuais que resultaram em intensos debates para compreender os fenômenos envolvidos.

Em 1983, cinco alunos apresentaram quatro trabalhos na JORNADA INTERNA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRJ.

## 6 A PARTICIPAÇÃO DE INSTITUIÇÕES DE FOMENTO

As experiências aqui relatadas foram fruto de projetos apoiados pelo CNPq, FUJB e CEPG/UFRJ. Vale ressaltar que a FUJB mantém, por convênio com a Escola de Química, uma equipe de técnicos eletro-mecânicos, químicos, eletrônicos, bem como marceneiro, desenhista e eletricista, cuja interação com os professores e, principalmente com os alunos, foi substancial para o treinamento.

## 7 CONCLUSÕES

A iniciação tecnológica implantada visou, além dos bancos escolares e bancadas de laboratório, a formação de engenheiros para desenvolver tecnologias em escalas piloto e industrial, familiarizados com organização e métodos, capazes de lidar com materiais e equipamentos disponíveis no mercado.

O apoio das instituições de fomento para manutenção de oficinas e equipes de técnicos e especialistas ligados com os pesquisadores é vital para as pesquisas e para a iniciação tecnológica dos engenheiros, pois permite lançá-los no "mundo da prática e do convívio profissional" com que se defrontarão após sua diplomação.

No nosso entender esta atividade de iniciação tecnológica deveria ser obrigatória, pensamento este compartilhado pelo Corpo de Professores do Departamento de Processos Inorgânicos — DPI da Escola de Química da UFRJ. A partir de 1984, este treinamento será implementado a todos os alunos da disciplina "Tecnologia Inorgânica" lecionada pelo DPI.

### Agradecimentos

Instituições: CNPq, FUJB, CEPG/UFRJ

Professores: Benjamim Valdman, Bernardo J. G. Mascarenhas, Gabriel Franciss, Roberto Christian Petersen, Dayse Alves Ferreira Meireles, Nei Pereira Júnior, José Eduardo P. de Andrade, Jacques Bergman, Fábio de Souza Leite, José Marques e Elza Correia Sucharov.

## ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE A FORMAÇÃO DO DOCENTE DE ENGENHARIA

Henri Aboutboul\*

ABOUTBOUL, Henri. Algumas considerações sobre a formação do docente de Engenharia. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):129-132, 2.º sem. 1984.

Este trabalho busca abordar questões concernentes ao atual sistema de formação de docentes de Engenharia, analisando falhas presentes e propondo atividades que visam a melhoria deste sistema. Num primeiro passo, constata-se que tanto no recrutamento assim como no desenvolvimento posterior do docente, o enfoque está voltado primordialmente ao conhecimento técnico, deixando de lado a capacitação didática. Neste sentido, propõe-se que haja investimento também no desenvolvimento do docente como educador. Com este objetivo são apresentadas propostas para um projeto educacional, constando inicialmente da sistematização de debates nas escolas sobre as questões ligadas ao ensino. Em etapas posteriores procurar-se-ia gradativamente implementar, através de cursos, disciplinas de pós-graduação e serviços de assistência pedagógica, uma estrutura que permitiria um contínuo estudo e aprimoramento do ensino da Engenharia.

Docência em engenharia. Formação de docentes. Capacitação didática. Projeto educacional.

ABOUTBOUL, Henri. Some considerations on the Engineering teaching. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2): 129-132, 2.º sem. 1984.

This paper deals with the present system of recruiting and training of Engineering teachers. The fallacies in the present system are exposed and activities to correct them are proposed. It's possible to detect that in the recruitment as well as in the future improvement of the teachers, the main emphasis is placed on the technical knowledge, to the detriment of the pedagogical capacity. Our aim is to propose an educational project in order to promote the teacher's development as an educator. Firstly, this project includes the systematization of the discussion topics related to Engineering teaching. In further stages, through graduate courses and pedagogical assistance, a structure allowing for the constant study and perfection of Engineering teaching would be gradually achieved.

Engineering teaching. Educational project. Pedagogical capacity.

## 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho é originário de observações feitas sobre a sistemática de formação de docentes em Engenharia. Procuramos analisar algumas falhas presentes nesta sistemática, com a intenção de levantar a questão, e propor alternativas para a superação destas falhas. Não buscamos abordar o assunto de forma a esgotá-lo, utilizando-nos de pesquisa abrangente, mas sim, apresentá-lo de forma aberta a fim de dar espaço a colaborações e opiniões divergentes. Na maioria das vezes nos prendemos a exemplos e situações que ocorrem em nossa escola ou em nosso departamento e nem sempre a extrapolação para outras instituições será válida.

\* Professor do Departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica da USP.

## 2 O SISTEMA ATUAL

Como primeiro passo analisaremos o sistema que encontramos atualmente instalado.

A nosso ver o recrutamento de docentes se dá basicamente de três formas. Numa primeira forma são convidados ou escolhidos recém-formados que se destacaram durante o curso de graduação ou estudantes de pós-graduação que de maneira análoga vêm se destacando seja nos cursos ou seja no trabalho de pesquisa que desenvolvem. Pode-se perceber que através desta primeira forma, que nos parece muito freqüente, os futuros docentes são selecionados tendo-se em conta, principalmente, aproveitamento escolar e trabalhos de pesquisa desenvolvidos. Embora tais características sejam desejáveis, não nos parece suficientes per si para garantir que o bom aluno ou bom pesquisador se transforme num bom professor. Deve-se considerar que se do ponto de vista técnico, pode-se dizer que o engenheiro, formado em nossas principais escolas, adquire uma formação satisfatória, há falta de uma formação mais abrangente e que se faz necessária quando este engenheiro assume o papel de educador. Devido às características apresentadas o regime de trabalho destes docentes é normalmente de tempo integral, o que para nós constitui-se em ponto positivo no sentido de alcançar os objetivos educacionais a serem propostos.

Uma segunda forma de recrutamento se dá pelo convite a profissionais de experiência reconhecida num dado campo, para que colaborem ministrando cursos relacionados a este campo. Normalmente a dedicação destes docentes é em regime parcial, comparecendo à escola dois ou três períodos por semana. É claro que isto se constitui numa limitação natural para uma maior participação deste docente num projeto educacional do departamento pois, esta estará freqüentemente condicionada a outros compromissos assumidos pelo docente como profissional. Deve-se considerar ainda que, embora muitos destes especialistas tenham experiência em ministrar cursos, não existe no sistema de recrutamento e seleção uma preocupação clara em distinguir o bom profissional do seu eventual desempenho como docente.

Uma terceira forma, comum principalmente entre as escolas federais, é a publicação de editais ou anúncios através dos quais são apresentados os requisitos para preenchimento das vagas. Apesar de buscar uma seleção mais ampla e eficiente, incluindo eventualmente provas didáticas, muitas vezes os critérios das duas outras formas descritas se fazem presentes e acabam prevalecendo.

Logicamente existem situações que escapam a esta classificação, mas nossa intenção ao apresentar estas formas de recrutamento é de, antes de analisar todas as possibilidades desta etapa, mostrar que existe uma falha quanto à avaliação da capacidade didática do docente quando de seu recrutamento. Infelizmente, esta falha é reforçada posteriormente, na medida em que não existe um sistema de apoio didático implantado junto aos departamentos. Gostaríamos de deixar claro que não defendemos a tese de adotar critérios rigorosamente didáticos no recrutamento de novos docentes; porém, defendemos que se deva atuar no sentido de apoiar e desenvolver o docente não só a nível técnico, através dos cursos de pós-graduação ou especialização, mas é de suma importância se investir também no desenvolvimento do docente como educador.

Não seria justo desconsiderar as tentativas já existentes de desenvolver esse campo; podemos citar como exemplos o "Programa de especialização de professores de ensino superior" da Universidade Católica de Minas Gerais, o "Curso de Treinamento de Docentes em Laboratório Didático de Fenômenos de Transporte" do DEQ-UFS Car e o "Centro de Tecnologia Educacional para Engenharia" da Escola de Engenharia de São Carlos — USP. Provavelmente existe uma série de outras tentativas, cuja maior divulgação seria muito proveitosa no sentido de ampliação do processo e troca de experiências.

O ponto que gostaríamos de discutir centra-se na necessidade de uma maior proximidade destas tentativas junto aos departamentos. A nosso ver existe uma distância grande e prejudicial que acaba não trazendo para o dia a dia do docente informações que poderiam motivá-lo a investir mais neste campo. Nossa proposta é a intensificação a nível de divulgação, e mesmo de incentivo e promoção da ABENGE (Associação Brasileira de Ensino de Engenharia) junto às escolas, no sentido de movimentar a questão e contribuir para a multiplicação destas tentativas. Além disto, deve existir apoio e incentivo por parte das diretorias das escolas e chefias dos departamentos quanto a estas realizações.

## 3 JUSTIFICATIVAS PARA UM PROJETO EDUCACIONAL

As justificativas para a proposição do projeto que temos em mente estão centradas em quem, a nosso ver, é personagem principal: o aluno. Pode-se analisar a questão sob três aspectos que se complementam:

o primeiro aspecto seria o de conteúdo técnico, o segundo seria o aspecto formativo e finalmente o aspecto ético.

Em relação ao conteúdo técnico deve-se colocar a importância do aluno ter acesso às informações básicas, assim como às mais recentes em seu campo. Neste sentido, existe a responsabilidade do docente em atualizar-se, seja através de publicações ou de seu próprio trabalho de pesquisa, transmitindo este conhecimento da maneira mais eficaz. É nesta questão de eficiência que encontramos o papel de um projeto educacional. A abertura de canais para debate inclui o aspecto técnico; desta forma a troca de experiência entre docentes é muito mais rica, gerando um potencial maior a ser transmitido ao aluno. Além disso, a abordagem de questão ligada à didática, novas formas de encarar o aluno e o processo de aprendizagem, proporcionam sem dúvida uma clareza maior de princípios e objetivos, que acaba se traduzindo em eficiência.

Na análise do aspecto formativo, novas formas de encarar o aluno assumem maior importância. Por uma falha de formação, encontramos no docente muitas vezes a falta de consciência do papel formativo que desempenha junto aos alunos. Isto acontece à medida que o docente imprime importância única ao conteúdo, esquecendo-se que o processo de formação está sempre presente ao lado informativo e, que é importante mostrar ao aluno como lidar com essas informações. Esta falta de consciência é prejudicial ao aluno, na medida em que o professor está sempre passando, conscientemente ou não, uma imagem que acaba influenciando na formação do futuro engenheiro.

Um projeto educacional possibilitaria uma conscientização do professor deste seu papel, provocando um melhor desempenho neste sentido. É importante acrescentar que a própria dinâmica em sala de aula refletirá na formação do engenheiro; por exemplo aulas que não se limitem à exposição simples, mas que provoquem a participação ativa do aluno, tornam mais viável a formação de engenheiros com maior iniciativa própria. A questão formativa assume uma importância ainda maior quando se pretende formar engenheiros que tenham capacidade de enfrentar problemas novos propondo soluções criativas, em suma, gerando tecnologia.

Como terceiro aspecto deparamos com a questão ética. Ao lado de uma postura clara quanto aos aspectos técnicos, o docente na sua atuação em sala de aula deve assumir uma postura clara quanto aos seus valores éticos ligados ao desempenho profissional. Deve, inclusive, permitir um questionamento destes valores pelos alunos, propiciando assim que a preocupação ética esteja sempre presente na atuação do futuro engenheiro. Nos parece que a proposta de debate e esclarecimento do projeto educacional pode funcionar no sentido de alcançar esses objetivos quanto à ética.

Pode-se então tentar resumir o processo que visamos atuar através do projeto educacional: assimilação de conteúdo — desenvolvimento do aspecto formativo que transcende este conteúdo — elaboração de valores éticos ligados a este conteúdo.

## 4 PROPOSTAS PARA UM PROJETO EDUCACIONAL

Feita esta primeira abordagem da questão, cabe agora a delimitação de propostas que visem diminuir as falhas apresentadas e alcançar os objetivos desejados. Como mencionado anteriormente, pensamos que os departamentos devem investir esforços num projeto educacional; este projeto seria voltado para o ensino de Engenharia, mas incluiria também elementos mais gerais.

Como estratégias para este projeto teríamos inicialmente algumas propostas de curto e médio prazo. Uma primeira etapa seria promoção de palestras-debate com educadores sobre temas de cunho geral. Imaginamos que tais palestras teriam um caráter germinador, e que nos debates poderiam ser colocadas questões mais específicas em relação aos problemas enfrentados pelos docentes.

Seriam promovidas então reuniões internas ao Departamento. Estas reuniões estariam proporcionando oportunidades para a troca de experiências, exposição de dúvidas e se retomar alguns temas abordados nas palestras como métodos didáticos, sistemas de avaliação, agora de uma maneira mais específica, visando a aplicação das conclusões obtidas.

Um objetivo a ser alcançado nestas reuniões seria chegar, através das discussões, à definição de uma proposta de linha educacional para o departamento, que tentaria englobar os objetivos comuns, e estabelecer estratégias para alcançar tais objetivos. Isto não significa uma uniformização de práticas e métodos. Na verdade acreditamos que efeitos positivos seriam sentidos a partir do debate e da definição de uma linha, não sendo estritamente necessário que todos os docentes concordassem totalmente com a linha.

proposta. A disparidade atual quanto a métodos de aula, formas de avaliação, etc., é fruto muito mais de uma falta de discussão acerca destes tópicos, do que uma questão de divergência de opiniões. Pensamos que esta disparidade gera um panorama um tanto caótico quando se procura visualizar o departamento ou escola como um todo, refletindo negativamente na formação dos alunos. Por outro lado, uma situação de amplo debate, mesmo mostrando posições claramente divergentes, teria nesta clareza um ponto altamente positivo e definiria melhor a postura educacional do departamento.

Numa seqüência natural poderia então constituir-se um grupo de trabalho que levasse adiante tais propostas, renovando-as conforme as necessidades, de forma a manter sempre presente no departamento um estudo de cunho educacional. Este grupo teria entre suas atividades a promoção de cursos de treinamento de curta duração, palestras, além de prestar, com o auxílio de profissionais capacitados, assessoria Didática-Pedagógica junto aos docentes do departamento. Além disto, tal grupo promoveria uma discussão periódica dos objetivos e estratégias do departamento, promovendo quando do consenso da maioria dos docentes, uma reorganização do projeto educacional.

Um ponto importante a destacar é a necessidade de se promover um intercâmbio destas experiências entre as instituições de ensino de Engenharia, permitindo assim um alcance maior destas propostas, cabendo aqui um papel de coordenação importante que pode ser desempenhado pela ABENGE.

Devemos ainda ter presente em todo este projeto, o potencial de colaboração de instituições pertencentes a outras áreas que não da Engenharia. Cabe logicamente destacar entre estas instituições a importante colaboração que pode ser prestada pelas Faculdades de Educação. Além de possuir muitos cursos já estruturados, que seriam de interesse para a implantação do projeto, existiria ainda um outro aspecto a considerar. Este aspecto seria a abertura de um canal de participação de pesquisadores da área educacional junto ao ensino de engenharia. Pesquisas desenvolvidas neste campo poderiam acrescentar em muito para um maior conhecimento dos problemas ligados à esta área de ensino.

Neste ponto gostaríamos de colocar algumas propostas de médio e longo prazo. É nossa opinião que com a evolução do trabalho desenvolvido no campo educacional, caberia estudar o oferecimento de cursos regulares dentro dos programas de pós-graduação, que abrangessem tópicos ligados ao ensino de Engenharia. Numa proposta a prazo mais longo pode-se imaginar a criação de uma área de concentração de pós-graduação para este campo.

## 5 CONCLUSÃO

Gostaríamos de colocar, de forma clara, que reconhecemos que o projeto conta, sem dúvida, com falhas e limitações; porém as idéias aqui expostas visam, antes de tudo, estimular o debate acerca deste tema que nos parece tão pouco discutido. Neste sentido, colaborações visando um aperfeiçoamento e maior detalhamento do projeto encontrarão sempre seu espaço. Consideramos que o assunto não se esgota aqui e que apenas através de resultados práticos, poderá se fazer uma avaliação mais precisa do que foi aqui apresentado.

## CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE E FORMAÇÃO METODOLÓGICA DO ENGENHEIRO

Michel Jean-Marie Thiollent\*

THIOLLENT, Michel Jean-Marie. Ciência-Tecnologia-Sociedade e formação metodológica do Engenheiro. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):133-136, 2.º sem. 1984.

Apresentação de algumas reflexões sobre a importância e o conteúdo de cursos de tipo Ciência-Tecnologia-Sociedade e de metodologia de pesquisa na concepção de ensino de Engenharia.

Ciência-Tecnologia-Sociedade. Políticas científicas e tecnológicas. Metodologia de investigação e de projeto.

THIOLLENT, Michel Jean-Marie. Science-Technology-Society and methodological training of the Engineer. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):133-136, 2.º sem. 1984.

Presentation of some ideas about importance and content of Science-Technology-Society and about methodological matters in the teaching of Engineering.

Science-Technology-Society. Scientific and technological policies. Methodology of research and design.

## 1 INTRODUÇÃO

O objetivo da nossa comunicação consiste em analisar, na concepção da formação dos engenheiros, o lugar e a importância atribuída aos cursos e seminários sobre problemas de interação entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e sobre problemas de metodologia e lógica da investigação científica e da projeção tecnológica. Como se sabe, tais cursos nem sempre são incorporados aos programas de engenharia e têm sido objeto, nos últimos anos, de maior atenção, de debates e experimentação em diferentes países, entre outros, os EUA e também o Brasil.

A título de pequena contribuição a essa discussão sobre o modo de concepção dos referidos tópicos dentro do ensino de engenharia, levaremos em conta a nossa própria experiência de cursos de "Aspectos Sociais da Organização do Trabalho" e de "Metodologia de Pesquisa" que são ministrados no Programa de Engenharia de Produção da COPPE.

É claro que a temática que é proposta é apenas um exemplo, entre outras possibilidades a serem discutidas. O tipo de temática tem de ser adaptado a cada setor da engenharia ou a cada linha de ensino e pesquisa.

Além da questão de definição dos conteúdos mais adequados, as matérias de CTS e de metodologia, de acordo com seus objetivos de dinamização e de criatividade, exigem uma didática ativa, estabelecendo novas relações entre ensino e pesquisa (tema desenvolvido em outro estudo(7)).

\* Professor do Programa de Engenharia de Produção — COPPE/UFRJ.

## 2 CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE

Em várias grandes universidades dos EUA, sobretudo a partir da década de 70, um amplo esforço tem sido organizado para incorporar à formação de certas categorias de engenheiros um conjunto de matérias voltadas para a compreensão das interações entre ciência, tecnologia e sociedade e de diversos aspectos das políticas públicas (1).

No Brasil existem algumas tentativas orientadas na mesma direção, entre as quais se destaca o "Manual de Curso em Ciência e Tecnologia para Escolas de Engenharia" que foi elaborado pela Faculdade de Engenharia da Unicamp (3). Este manual oferece uma visão histórica do desenvolvimento da ciência, a especificidade da situação da Ciência e da Tecnologia em países subdesenvolvidos, o papel do engenheiro na sociedade e as opções tecnológicas e energéticas em discussão no Brasil.

De modo geral, o objetivo do ensino de CTS consiste em fazer adquirir aos engenheiros e cientistas da natureza, elementos de compreensão global de sua atividade científica e técnica no seio da sociedade. Essa compreensão possui certos aspectos éticos relacionados com os problemas de responsabilidade dos cientistas, com a percepção dos riscos tecnológicos e com um posicionamento esclarecido para com as políticas científicas e tecnológicas. Entretanto, o objetivo principal é propriamente cognoscitivo: trata-se de fazer adquirir aos alunos as ferramentas, os conceitos e a informação, necessários para compreender e explicar fatos científicos.

A alta especialização técnica, por necessária que seja, pode se tornar um obstáculo quando o engenheiro fica incapaz de situar seu conhecimento no contexto das exigências sociais, condição de uma justa atribuição de relevância científica e social.

Além do mais, a compreensão do quadro social da atividade científica e técnica é muito importante, na medida em que, ao lado de sua especialização técnica, o engenheiro é levado a desempenhar funções sociais e políticas no seio de instituições cujos mecanismos devem ser conhecidos.

O ensino de CTS pode ser concebido como subsídio visando a ampliar a compreensão social do engenheiro, permitindo-lhe uma melhor orientação de suas atividades.

Ao lado desse objetivo de ordem bastante prática, existe um outro objetivo de natureza mais teórica. Após um longo período de estagnação, observa-se o desenvolvimento das ciências sociais e seu melhor entrosamento com as novas tendências das ciências da natureza, o que permite, entre outros aspectos:

- novas abordagens sistêmicas das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.
- elaboração de metodologias científicas e prospectivas aplicadas à previsão e à avaliação social da tecnologia (6).
- elaboração de teorias da organização à luz de recentes desenvolvimentos em ciências sociais, cibernética e biologia (E. Morin (4)).
- estudos do futuro ou estudos prospectivos com bases teóricas fundamentadas e com ênfase no desenvolvimento de uma capacidade de aprendizagem e de antecipação (2).

O aprofundamento destes itens supõe uma melhor colaboração entre cientistas sociais, cientistas da natureza e engenheiros, num trabalho sem preconceitos. O espaço intelectual criado pela CTS propicia e estimula novos tipos de conhecimentos.

Na nossa experiência junto ao Programa de Engenharia de Produção, temos organizado um curso intitulado "Aspectos Sociais da Organização do Trabalho". Embora não se trata de um curso de CTS *strito sensu*, vários tópicos apresentados participam do mesmo espírito.

O objetivo principal consiste em procurar subsídios para a análise combinando os aspectos tecnológicos e sociais das diversas formas de organização industrial. São apresentadas e discutidas as tendências da análise sociotécnica e alguns dos temas em discussão na teoria da organização, tais como, a racionalidade pluri-critério (8), teleonomia, análise de comunicação e controle dentro da organização etc.

A ilustração concreta do nosso enfoque é iniciada a partir da análise dos espaços industriais: arquitetura, condições ambientais, energéticas, organizacionais e sociais, e também, a partir da análise das implicações sociais da automatização e informatização da produção.

## 3 ENSINO DE METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA

A formação do engenheiro supõe o domínio de diversas áreas de matemática, estatística, ciências da natureza e aplicações tecnológicas. A título de elementos complementares, além do ensino de tipo CTS,

podemos discutir também a parte metodológica e lógica. Devido ao tipo de problema que estuda, o engenheiro deve possuir um razoável domínio de metodologia experimental e de projeção.

No entanto, observa-se que, na maioria dos casos, a tradicional formação do engenheiro não inclui tópicos de lógica e metodologia da investigação científica. Apesar da ênfase que é dada aos procedimentos de cálculo e de quantificação, muitas vezes, constata-se lacunas na formação do engenheiro, especialmente no que diz respeito à fundamentação da pesquisa na tradição do pensamento científico. As tendências mais recentes são em geral ignoradas. Por falta de conhecimento básico em matéria de lógica e metodologia, muitos alunos não sabem definir o que é um conceito, uma hipótese, um modelo e suas respectivas funções no processo de investigação científica. Além disso, espalha-se a crença que qualquer tipo de preocupação metodológica não possui a menor importância.

É claro que o aluno de engenharia não vai se especializar em assuntos lógicos ou epistemológicos, mas consideramos que a ausência da formação relacionada com tais assuntos, iniba a capacidade de produção de conhecimento, tanto do ponto de vista do rigor quanto do ponto de vista da originalidade. Pois sem estrutura mental informada ou "programada" por esses ensinamentos, o pesquisador tende a reproduzir idéias do passado e também tende a limitar seu trabalho a uma simples compilação de dados sem muita imaginação, o todo ficando permeado de senso comum e utilitarismo. Alguns dos problemas da formação metodológica já foram abordados no Capítulo III do livro de "Organização do Trabalho" organizado por A. Fleury e N. Vargas (5).

Como conteúdo de cursos de metodologia, temos experimentado em Engenharia de Produção, os seguintes elementos de programa:

- a) Orientações metodológicas e exigências científicas da investigação;
- b) Articulação do processo de investigação: conceitos, hipóteses, observação, verificação, projeção e modelagem;
- c) Técnicas de observação, experimentação, projeção e avaliação;
- d) Aplicação ao contexto tecnológico.

O objetivo principal consiste em oferecer ao aluno uma visão de conjunto do processo de investigação científica dentro do qual ele possa formular hipóteses a serem fundamentais tanto do ponto de vista teórico, quanto do ponto de vista da verificação empírica. Este objetivo é importante em função da necessidade de formulação de projetos de teses.

Temos procurado exemplos de aplicação da metodologia de pesquisa em vários assuntos estudados em engenharia de produção, tais como: análise de produtividade, análise das condições de trabalho, avaliação social da tecnologia.

Os alunos são incitados a escolherem trabalhos relacionados com projetos de pesquisa sobre esses assuntos ou outros de livre interesse. Os desenvolvimentos teóricos ou epistemológicos são apresentados sob forma de leituras e de aulas expositivas.

No tocante à metodologia de projeção, temos procurado mostrar as profundas diferenças que existem entre observação e projeção. Nas formas de raciocínio de tipo projetual, recorre-se ao uso de critérios ou normas de tipo funcional, econômico, ergonômico, social ou cultural. Se, no plano observacional, os procedimentos de hipótese e experimentação são mal conhecidos, podemos notar que no plano projetual, a lógica dos procedimentos específicos parece ainda menos familiar. O que exige novos esforços, em particular no sentido de relacionar o estudo da metodologia com o dos processos cognitivos.

## 4 CONCLUSÃO

A partir de nossa modesta experiência em cursos de metodologia de pesquisa e de organização do trabalho, temos observado a necessidade de promover um aprofundamento dessas matérias.

Sugerimos temas e orientações que são suscetíveis de múltiplas adaptações no contexto do ensino de engenharia. Muitas vezes, as referidas matérias são consideradas como sendo de natureza humanística, mas, a nosso ver, tais matérias podem adquirir um conteúdo científico bastante exigente e vir complementar a formação do engenheiro a nível de graduação e a formação orientada para a pesquisa a nível de pós-graduação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) BEREITER, S. "Engineers with a difference", in *IEEE SPECTRUM*, fev. 1983, pp. 63-66.
- (2) BOTKIN, J. W., ELMANDJARA, M. e MALITZA, M. *On ne finit pas d'apprendre*. Paris-Oxford, Pergamon Press, 1980.
- (3) *Manual de Curso de Ciência e Tecnologia para Escolas de Engenharia*. Faculdade de Engenharia da Unicamp, 1980, 100p. mimeo.
- (4) MORIN, E. *La Méthode*. T.1., *La Nature de la Nature*. Paris, Seuil, 1977.
- (5) THIOLLENT, M. "Problemas de Metodologia", in A. C. Fleury e N. Vargas (Orgs), *Organização do Trabalho*, São Paulo, Atlas, 1983, pp. 54-83.
- (6) \_\_\_\_\_, "Avaliação Social da Tecnologia", in *Revista Brasileira de Tecnologia*, 13, n.º 3, (1982) pp. 49-53.
- (7) \_\_\_\_\_, "Subsídios Didáticos para o Ensino e a Pesquisa", 22p. mimeo.
- (8) WALLISER, B. "La notion de rationalité aujourd'hui", in *La rencontre de l'ingénieur et du philosophe*. Association des anciens élèves de l'École polytechnique, Paris, Éditions de l'Organisation, 1980. pp. 118-124.

DIÁLOGO UNIVERSITÁRIO ENTRE PROFESSOR E ALUNO<sup>(1)</sup>

Hermes Ferraz\*

FERRAZ, Hermes. Diálogo entre Professor e Aluno. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2):137-144, 2.º sem. 1984.

O autor estabelece que o valor supremo do universo é o homem, e a sociedade somente pode ser compreendida através da compreensão daquele, em suas atividades individuais de contribuir para a organização dos valores constituídos da vida humana. A decadência da vida social moderna deve-se, sobretudo, ao fato de os indivíduos terem considerado "valor" tão-somente a si próprios e a suas instituições. Compreender o homem não é compreender o *outro*, e compreender o aluno universitário não é vê-lo através da cultura de cada professor. A universidade desenvolve-se por meio do diálogo entre o professor e o aluno. O professor precisa colocar na mente do estudante, conceitos, informações e técnicas relevantes de maneira eficaz. O diálogo estabelece-se em uma hierarquia de posições definida pela cultura e experiência de cada um, onde o professor exerce autoridade. Não existem conflitos de gerações do ponto de vista da idade; existem diferentes interpretações entre os mais novos e os mais velhos a respeito dos valores aceitos pela sociedade. Nas universidades os conflitos são meros desentendimentos entre professores e alunos. O diálogo torna-se enobrecedor quando se realiza como o encontro de duas pessoas que se descobrem mutuamente como participantes da mesma história, responsáveis pelo mesmo presente e se associam para a conquista do mesmo objetivo, que é o objetivo social humano; esse encontro permanente é possível quando se reúnem numa sala de aula a alta qualidade do ensino, a seriedade com que é encarado, e o contato humano.

Educação. Humanismo. Universidade. Engenharia. Diálogo.

FERRAZ, Hermes. Dialogue between Teacher and Student in the University. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 3(2): 137-144, 2.º sem. 1984.

The author establishes that the human being is the supreme value of the universe, and that society can only be understood when his individual activities as contribution to the organization of the constituent values of the human life is understood. The decay of modern social life is due, especially, by the fact that the persons consider as of "value" only themselves and their institutions. To understand one man is not to understand *the other*, and to understand a student is not to see him through the cultural bias of the teacher. The university develops itself by the dialogue between teacher and student. The teacher needs to transfer to the student's mind concepts, information and important technical skills in an effective way. The dialogue is established with a hierarchy of positions defined by culture and experiences of each one, where the teacher is the authority. There is no conflict of generations from the point of view of age. There are different interpretations of young and old persons about the values accepted by society. In universities the controversies are mere misunderstandings between teachers and students. The dialogue becomes ennobling when is carried out as the meeting of two persons that discover themselves as characters of the same story, responsible for the same present and unified for the conquest of the same objective, that is the human social objective; that permanent meeting is possible when together is the same class are the high quality of education, the honesty with which it is looked at, and the human contact.

Education. Humanism. University. Engineering. Dialogue.

## 1 . A COMPREENSÃO DA UNIVERSIDADE

Spranger denominou o termo "compreender" como o "método do conhecimento peculiar às ciências do espírito" isto é, "apreender o sentido dos complexos espirituais" (1970, p. 22). Esta definição leva a inferir que somente são compreensíveis as coisas dotadas de significado. Surge então a necessidade de

(1) Palestra pronunciada na Universidade Federal de Santa Catarina em 25 de novembro de 1983.  
\* Engenheiro Civil. Membro do Conselho Técnico da ABENGE. Assessor da Diretoria do Instituto de Engenharia/SP.

buscar uma explicação para o termo "sentido", a qual nos é dada pelo mesmo Spranger: "Tem sentido o que está incorporado como membro a um conjunto dotado de valor" (1970, p. 22). Assim sendo, o complexo de partes que constituem um valor, ou concorrem para a produção de um valor, somente possui sentido, e por isso torna-se compreensível, quando constitui um valor, ou está organizado e trabalha para produzir esse valor. Como consequência, não é possível substituir arbitrariamente algumas ou todas as partes destinadas a constituir um valor ou produzi-lo, por outras não essenciais, incapazes de atingir esse objetivo. O mesmo pode-se dizer das ações, que somente adquirem sentido quando são dirigidas para a produção de um valor; nestas circunstâncias, todas as ações dotadas de sentido são compreensíveis. As instituições e produtos de uma sociedade ganham sentido somente quando concorrem para a produção de valores, e unicamente por este ponto de vista é possível compreender a sociedade.

Ora, o bem supremo do universo, ou seu valor supremo, é o homem e por isso, somente se pode compreender a sociedade, suas instituições, sobretudo o Estado e a universidade, sua cultura e as ações dos indivíduos, quando contribuem, cada qual com seu modo particular de agir, para a organização do conjunto de valores constituintes da vida humana. Seria ocioso dizer que todas estas coisas perdem seu sentido, e por isso tornam-se incompreensíveis, quando se desviam do objetivo de concorrer para a realização do valor supremo — o homem —, por exemplo, ao procurarem realizar-se a si próprias. Essa compreensão poderá ser plenamente alcançada "quando se torna possível interpretar todos os aspectos essenciais do homem, todas as suas vivências e maneiras de conduzir-se, com relação ao conjunto de valor da unidade de sua vida individual" (Spranger, 1970, p. 23). Mas essa interpretação da vida do homem individual e social somente é possível, quando as instituições da sociedade e todos os seus indivíduos, em suas ações, abandonarem o hábito enraizado de procurar compreender apenas a si próprios, o que significa reconhecer como valor, apenas a si mesmos.

A decadência das sociedades modernas — se não estamos exagerando — deve-se principalmente ao fato de todos os indivíduos por si, ou dirigidos por suas instituições, terem considerado "bem supremo", ou valor, tão-somente a si próprios e às instituições das quais fazem parte. Numa situação destas a cultura degenera-se porque o mundo que se procura conhecer e compreender é apenas o mundo interior do indivíduo, com suas paixões, interesses individuais e ambições, com o desprezo do mundo exterior constituído pelas coisas e pelos outros indivíduos da coletividade. Ora, aquele mundo interior é um mundo muito limitado, irreal, e o indivíduo fechado em si mesmo encontra dificuldades de conhecer-se: encerrado dentro de si mesmo, não percebe, nem a presença dos outros, nem o ambiente que o influenciam. Trata-se, portanto, de um falso valor, e por conseguinte torna-se incompreensível. O mesmo acontece com as sociedades individualistas e com suas instituições: fechadas em si mesmas, perseguem falsos objetivos. Numa sociedade destas o homem individual vê o mundo com seus próprios olhos — esta visão é fechada e curta — e tudo faz para modificá-lo em favor de seus próprios interesses. A idéia de valor somente se torna real e por isso digna de ser compreendida, quando o indivíduo amplia o campo de sua visão para o mundo exterior, para fora de si mesmo, e aí encontrará as grandes razões que o levarão a conhecer-se, a atribuir-se valor e a compreender-se. Compreenderá, então, não só as finalidades de suas ações, mas também o sentido da vivência humana influenciada por elas.

Compreender o mundo é compreender o homem em seu todo, não de maneira fragmentária, como se se tratasse apenas de uma reprodução intuitiva e subjetiva dos estados internos das outras pessoas, mas sim em sua vivência global, social. Por outro lado, o ato de compreender não está baseado na prática de reviver em si as manifestações do outro indivíduo, o que seria reproduzir o próprio indivíduo e não a realidade exterior. A compreensão torna-se impossível de realizar-se e por isso, está desprovida de sentido; é portanto inútil, porque o todo mediante o qual se procura compreender o homem é muito mais extenso do que o mundo individual de vivência, tanto daquele que procura compreender, como daquele a ser compreendido. Assim, não é possível compreender os alunos universitários julgando-os de acordo com nossa experiência, com nosso passado e com a cultura que adquirimos no viver cotidiano, isto é, de acordo com nossa especialização profissional.

## 2 A COMPREENSÃO DA JUVENTUDE

A universidade desenvolve-se fundamentalmente, por meio do diálogo entre o professor e o aluno. Mas nenhum diálogo desta natureza torna-se eficiente sem o conhecimento do conjunto espiritual, das idólicas as mais diversificadas daqueles que transpõem as portas abertas das universidades em busca de um

saber mais elevado: os alunos. Este conhecimento ultrapassa o ponto de vista da consciência individual e imediata da experiência técnica de cada professor. Para o ensino primário o professor é instruído mediante um curso específico de três a quatro anos: para o ensino do estágio seguinte, a ênfase com o preparo do indivíduo para o exercício do magistério já é menor, e no estágio universitário, parte-se do princípio de que quem conhece bem uma técnica é capaz de ensiná-la eficientemente. Para o aperfeiçoamento do ensino das primeiras letras, a criança foi amplamente estudada por cientistas: sua alma foi minuciosamente dissecada tendo em vista auxiliar o professor a controlar o comportamento e o progresso do aluno. Na medida em que se sobe para os estágios superiores do ensino, esta preocupação vai-se tornando cada vez menor, porque menor é o esforço do professor em manter o aluno dentro do esquema disciplinar da escola e atento ao aprendizado. Ao chegar à universidade, o aluno já deu demonstrações evidentes de estar apto a adquirir conhecimentos mais profundos. Psicologicamente não apresenta maiores problemas; não foi barrado no processo de seleção constituído pelos estudos anteriores e pelos exames vestibulares. Biologicamente considerado, é um adulto, já com razoável grau de senso de responsabilidade, demonstrado ao escolher, por si mesmo, a profissão que desejou abraçar. Já conhece, de maneira satisfatória o certo e o errado em matéria de comportamento e dever de aprender.

Porém, intelectualmente é um imaturo, não porque desconheça as coisas da vida, mas porque decidiu preparar-se para assumir maiores responsabilidades, como a de *agir* sobre o meio social. Isto o aluno universitário o fez de livre e espontânea vontade; é portanto um ser consciente. Isto vem facilitar enormemente a tarefa, não só do professor como também da universidade, e talvez seja esta a razão pela qual existem poucos estudos sobre o aluno universitário. Não obstante, nesta fase do ensino, o estudante tem apresentado alguns problemas, cuja análise revela terem origem mais nas deficiências desta ou daquela espécie, porventura existentes nos participantes do diálogo, ou na escola. Estas relações, repetidas diariamente, podem suscitar problemas, sem dúvida, mas eles aparecem mais por falta de compreensão mútua; são gerados inconscientemente, isto é, sem qualquer intenção deliberada, mas em virtude do desconhecimento mútuo. Assim, qualquer tentativa de melhoria no funcionamento da universidade deve começar pelo aperfeiçoamento das relações entre o professor e o aluno. Este tema deve ser levado muito a sério, pois é nessas relações que repousa todo o funcionamento da universidade; sua eficiência e sua eficácia dependem delas. Tudo o mais é estrutura física e burocracia, elementos sem dúvida indispensáveis.

A melhor oportunidade para compreender a juventude é depois de ter passado por ela; esta oportunidade é melhor ainda quando se está na função de professor, cujo desempenho eficiente depende, em grande parte dessa compreensão, que o habilita não somente a orientar sua atividade didática, como também a resolver atritos, e sobretudo a preveni-los. Habilita-o também a motivar o estudante, de modo a levá-lo a interessar-se pela disciplina ensinada e reconhecer seu valor na vida profissional. E há muitas outras vantagens. Por isso, deve-se fazer um esforço no sentido de eliminar aquela idéia arraigada em alguns setores do ensino, de que não há a necessidade de um aprendizado uniforme, ou preparação formal para ingresso nas fileiras do magistério superior. Não somente as escolas e as universidades de hoje são mais complexas, exigindo do professor um conhecimento mais amplo de seus mecanismos, como também o corpo discente moderno chega às portas da universidade carregando uma bagagem muito grande de influências externas, recebidas através dos meios de comunicação de massa, pela facilidade de se comunicar com mais pessoas e etc., influências estas que modificam o comportamento e as exigências dos alunos a serem controladas pelos professores.

Por outro lado, o professor consciencioso tem de travar uma luta muito intensa para colocar na mente dos estudantes conceitos, informações e técnicas relevantes de forma essencialmente eficaz, para uma quantidade de estudantes em contínuo crescimento e cada vez mais impacientes, pois já estão informados sobre o aparecimento de muitos dos novos conhecimentos. O professor deve saber também que a juventude acadêmica, ainda imatura para tomar iniciativas próprias, são presas fáceis de líderes atuantes. Existem também os líderes naturais e para seu bom desempenho didático é aconselhável ao professor levar em conta o significativo papel destes líderes e aprender a trabalhar *com* eles — e não contra eles — no sentido de obter a colaboração de toda a classe. Sabendo compreender a juventude, o professor conscientizar-se-á de que o clima de cooperação ou de agressividade em suas aulas depende da maneira como expõe sua disciplina, de maneira autoritária, como "dono da verdade", ou permitindo que os alunos participem com suas opiniões e suas dúvidas. É bem verdade que o professor perfeito não existe, como não existe um processo pedagógico perfeito. Mas o professor que compreende a juventude sabe amortecer os efeitos das eventuais imperfeições e obter significativos triunfos, não só em seu magistério, como também na administração do ensino, na qual, certamente, terá de participar.

### 3 A HIERARQUIA NO DIÁLOGO

O diálogo entre professor e aluno assemelha-se a uma via de mão dupla no que se refere ao respeito: é mútuo. Aliás, este respeito deve ser mantido entre todos os indivíduos, dentro e fora da universidade. Karl Mannheim (1972, p. 76) aconselha: "As relações puramente pessoais, como as (...) de alunos e mestres (...) não podem ser criadas ou estimuladas por medidas de organização, que nada têm com elas; é toda a personalidade que está comprometida na interação". Assim, não é lícita a intervenção da organização burocrática da universidade na maneira pela qual esse diálogo deve realizar-se; mas deve prover os meios adequados para que realmente se realize, dentro e fora das salas de aulas.

Não se pode nem sequer pretender que este diálogo entre o professor e aluno se realize de igual para igual, dadas a diferença de cultura e a posição de cada um. Para o professor, seu conhecimento sobre a disciplina ultrapassa de muito o conhecimento dos alunos naquele momento, e sua função é fornecer-lhes padrões, definidos e certos, dos conhecimentos necessários e revelar-lhes as particularidades nas aplicações. A preocupação do professor com a disciplina do ensino é fundamental; mas é igualmente fundamental alertar os alunos a respeito da interação da disciplina com a experiência pessoal futura de cada um. Por outro lado, os conhecimentos do professor estendem-se para muito além das coisas familiares ao aluno. Tais conhecimentos estão baseados em princípios desconhecidos do aluno, mas para o professor, que já dominou as suas particularidades, a disciplina constitui um cabedal muito grande de conhecimentos cuidadosamente definido e organizado com lógica ao passo que, para quem aprende ela é escassa, fluida e sua assimilação está sempre inibida por suas ocupações pessoais, na maioria das vezes pelas outras disciplinas do curso.

Sob o ponto de vista do conhecimento objeto do curso, o professor está permanentemente em situação superior ao aluno, pois aquele o conhece e o transmite para este que não conhece. Por outro lado, o professor está colocado em nível superior no que diz respeito à aferição do conhecimento do aluno: é ele quem confere as notas e aprova ou reprova. Não seria possível admitir este diálogo em igualdade de posições. A aferição do aproveitamento constitui atribuição exclusiva do professor, e se o aluno intervém neste processo é com seu conhecimento que é posto à prova. A superioridade do professor é incontestável e decorre das circunstâncias naturais do sistema do ensino e por isso parece-nos ser impossível modificá-lo, pelo nivelamento ou pelo absurdo da inversão, sem produzir efeitos negativos. Os alunos universitários mais novos tendem a supervalorizar suas posições nesses diálogos, com a organização dos movimentos estudantis, por intermédio dos quais pretendem acentuar a importância humanizadora, socializadora e mesmo politizadora da universidade em questões extra-acadêmicas. Os estudantes mais antigos, entretanto, já adquiriram uma noção mais racional como universitários e já conhecem as maneiras adequadas de comportamento perante os professores.

A autoridade do professor não decorre apenas do ato de ensinar o novo conhecimento ao aluno, o que seria supor ser suficiente reunir alguns elementos relativos a esse conhecimento e repeti-los como papagaio numa sala de aula; mas sua autoridade é criada, cresce e se consolida na medida em que ele domina o conhecimento, demonstra sua utilidade social e o atualiza constantemente. O professor que conhece apenas a disciplina de seu ensino não pode ser um bom professor, pois desconhece suas implicações. Se não a domina, demonstra sua fraqueza e em muitos casos faz crer que não acredita nela. As exigências do ensino de uma disciplina com o fim de educar o estudante para atuar sobre a sociedade ultrapassa os limites da simples informação, mas requer um conhecimento mais profundo das teorias sobre as quais se fundamenta a disciplina, suas relações com o todo do curso e suas implicações com relação às necessidades do ambiente social. O estudante, sobretudo o estudante universitário, jamais pode ser considerado um simples receptáculo a ser preenchido com qualquer coisa destinada a cumprir a carga horária exigida. A inteligência juvenil, disse Piaget, "não é modificada por um andamento quantitativo, mas por uma mudança de forma".

A autoridade do professor sobre o aluno é alimentada também pela maior vivência daquele no meio social; por ser uma pessoa mais madura, conhece a vida, suas formas, exigências e condições históricas e sociais; tem sobre o ambiente social uma visão mais ampla e conhece melhor os objetivos humanos. Assim como o professor deve demonstrar competência naquilo que ensina para manter sua autoridade, deve demonstrar maturidade em sua vida social, além de estar nela integrado para capacitar-se a interpretar seus fenômenos. Só assim poderá ele ajudar a juventude, imatura em virtude de sua menor experiência, a enfrentar seus problemas imediatos e a atuar, no futuro, sobre os problemas da sociedade.

Aluno e professor têm de reconhecer que são diferentes. Mas os alunos sonham com a igualdade e por isso pensam haver a necessidade do estabelecimento de um companheirismo com o professor capaz de lhes proporcionar um clima de espontaneidade plena e irrestrita, condição favorável — supõem eles — ao desenvolvimento de seu espírito criador. Ora, este ideal é meramente utópico, pois a criatividade tem lugar através de uma rígida disciplina de espírito, não imposta de fora, mas sob a autoridade autônoma do próprio indivíduo. A liberdade para criar, então não é plena. Por outro lado, o ensino universitário voltado para a solução dos problemas sociais, por meio de técnicas, não tem como objetivo ministrar ensinamentos sobre a criatividade, nem fazer experiências criativas. O conhecimento das teorias sobre as quais estão baseadas as técnicas já oferece meios para criar. O professor deve ensinar a cultura já criada, e se esforçará ao máximo para conhecê-la e levá-la para a sala de aula; contudo não deve esquecer de transmitir aos alunos *alguns* rudimentos sobre a criatividade, e encarecer sua necessidade na solução dos problemas sociais. Camaradagem, liberdade e criatividade tomadas como princípios básicos das relações entre o professor e o aluno, ou como doutrina universitária, somente resultam num ensino dispersivo por obscurecer a autoridade, tanto do professor em particular, como da universidade como um todo. Se a autoridade vinda de cima para baixo é arbitrária, quem garantirá que a autoridade vinda de baixo para cima não seja também arbitrária? Neste último caso, o ensino universitário perde seu sentido e apagam-se os vestígios do verdadeiro caminho que levará os jovens a realizar-se. Se a experiência dos mais velhos não consegue evitar os erros, que se poderá dizer da inexperiências dos mais jovens?

No diálogo entre o professor e o aluno, cuja existência faz renascer o espírito humanístico do ensino universitário, começa pelo reconhecimento da presença do aluno por parte do professor. Este não deveria tomar exclusivamente para si a tarefa de dar cultura ao aluno, mas sim ensiná-lo a cultivar-se. A sala de aula torna-se, então, um local de diálogo, quando, em sua preleção, o professor não fala ao aluno fazendo prevalecer sua posição hierárquica, como se este fosse um ser inteligente diferente, mas quando elimina a distância considerando o aluno como a outra pessoa. O diálogo nasce, na prática, quando o professor abre inúmeras oportunidades de discutir idéias, suas e dos alunos, através de uma reflexão cujo objetivo é encontrar a "verdade comum". Os alunos universitários não apreciam ser considerados inferiores, incompetentes, incapazes de raciocinar, em suma, tratados como se fossem crianças cujos atos devem ser dirigidos rigidamente. Eles gostam de ser considerados e ouvidos porque têm algo a dizer e sentem-se felizes quando são desafiados a assumir responsabilidades. Os diálogos, não apenas nas salas de aula, mas também nas questões administrativas, têm a virtude de transmitir aos mais jovens as experiências dos mais vivos, e esclarecer-lhes muitos pontos obscuros. Daí emerge a necessidade de os professores munirem-se de conhecimento *ex catedra* para colocarem-se e manterem-se, culturalmente falando, em situação de superioridade com relação a seus alunos. Estes recompensarão seus esforços, retribuindo-lhes com uma elevada dose de respeito.

A mocidade em geral anda sempre à procura de líderes para seus movimentos de contestação em massa; mas a mocidade universitária não mais precisa deles, pois ao preparar-se para agir e dirigir a sociedade no futuro, deve começar por saber dirigir-se a si própria. Por outro lado a nenhum professor é lícito pensar que, para ser bom professor e acessível ao diálogo, deve esforçar-se para assumir a posição de líder da mocidade. Se esta idéia irracional se generalizar, a universidade enfrentará o grave problema da luta entre professores, na competição pela hegemonia na liderança. As aulas transformar-se-ão em comícios e os currículos em plataformas onde os professores vão demonstrar suas qualidades de liderança. Quando um professor se sente vocacionado a desempenhar o papel de conselheiro da juventude, deve exercê-lo no contato pessoal com os alunos, num diálogo de homem para homem. Mas se ele entender ser dever seu participar da luta entre opiniões sobre o mundo e entre interesses de partidos, deve fazê-lo fora da sala de aula, em lugares e pelos meios de comunicação públicos, onde possa ser contestado. Se o professor ocupa uma "cátedra", é como professor que ele deve ocupá-la.

### 4 CONFLITO DE GERAÇÕES

Desde os tempos mais remotos e em todas as sociedades, o poder é sempre exercido pelos mais velhos — as exceções são poucas — e, conseqüentemente, recai sobre seus ombros a suprema responsabilidade pelos destinos da sociedade. Se esta tem ido bem ou mal, tudo dependeu da ação dos adultos que souberam ou não conduzi-la. À juventude não cabe tal responsabilidade, pois os jovens não tomaram parte nas decisões; eles atingem a maturidade e nessa hora encontram um ambiente, um estado de coisas

não feito por eles, mas por seus antecessores mais velhos: seus pais, seus tios, seus mestres, seus políticos, e todos os profissionais universitários formados antes deles. O paradoxo desta situação reside no fato de os mais velhos entenderem sempre ser da responsabilidade da juventude corrigir os erros da sociedade e proclamar nas aberturas dos cursos universitários ou nos discursos de paraninfos o desgastado chavão de que as gerações mais novas devem trabalhar por melhores dias; que a juventude é a grande força do mundo e nela são depositadas todas as esperanças. O mais paradoxal de tudo isto está no fato de os jovens de hoje, ao atingirem à situação de "mais velhos", cometerem erros mais graves ainda, deixando para seus jovens, problemas ainda mais complexos. Chega-se a um ponto em que a sociedade entra em crise, e isto acontece, porque os mais velhos não souberam abrir os caminhos para a construção de uma vida social perfeita, ideal humano, e assim, trabalhar com o fim de entregar aos mais jovens ambientes sociais cada vez mais perfeitos.

Não é de se admirar que a juventude, livre das tarefas produtivas, procure formas criadoras e lute pela liberdade no sentido de cumprir o que dela se espera e procure definir sua identidade. Disse Toynbee (1976, pp. 29-30), "Não se deve esperar dos jovens a reparação dos erros dos mais velhos. A juventude não é responsável pela situação com que o mundo se defronta atualmente". Se os mais velhos desejarem de fato, entregar à responsabilidade da juventude a solução de problemas cada vez menores, deverão iniciar o processo pela auto-análise de sua cultura e de seus atos passados e instruir adequadamente a juventude sobre as melhores maneiras de resolvê-los. É extremamente difícil acreditar na existência de uma sociedade que ofereça um ambiente tão negativo para a mocidade, seja uma sociedade totalmente aceita pelos homens maduros; estes também não a desejam. Supor esta dualidade de efeitos do mesmo ambiente seria admitir a existência, no mesmo momento, de dois mundos diferentes para serem vividos por dois grupos de pessoas. Esta coexistência é absurda, pois o que é mau para a juventude, deve sê-lo também para os adultos. Os jovens e os homens maduros em um mesmo período histórico da sociedade, sofrem os mesmos males e usufruem os mesmos benefícios, porquanto compartilham da mesma fase do processo coletivo. Se dificuldades surgem entre os jovens e os mais velhos é em razão da posição diferenciada da vida de cada um, pela maneira de agir de cada grupo. Assim, o que distingue uma geração da outra não é a diferença de idade, mas sim a estratificação social e o modo como se processa tal estratificação, isto é, o modo pelo qual se organiza a sociedade.

Este modo de organizar a sociedade reflete a compreensão dos homens maduros sobre o mundo, e as diferenças entre fases da vida social nada mais são do que as mudanças de forma de encarar a realidade. É principalmente no questionamento desta realidade que se encontra a raiz daquilo que se costuma chamar de "conflito de gerações". No fundo no fundo, constitui o conflito de uma geração consigo mesma, no questionamento de seus próprios valores. Ora, a juventude é o reflexo da imagem viva de sua sociedade. A ansiedade com que o jovem espera ser considerado adulto assume a forma de um desafio, e isto o estimula a contestar o significado de sociedade como ordem normativa e quanto a sua validade como sistema de valores. A forma de proceder da juventude está na dependência do modo pelo qual a sociedade passa a considerar o indivíduo em sua nova condição de adulto. Isto ela o faz por meio de padrões institucionalizados, cerimônias, ritos, e sobretudo nas sociedades industriais, através do preparo intelectual; em palavras mais simples, quando se forma. O conflito de gerações constitui, então, a luta de uma geração com os valores fundamentais que não quer, ou não sabe preservar e se estabelece quando o questionamento não é levado em conta; as tradições mais ricas desaparecem no esquecimento, nas destruições de liberdades e no conformismo. Nos conflitos de gerações não existem — ou são irrelevantes — as barreiras de idade.

Tem-se afirmado que os adultos em geral não conseguem compreender os jovens e mantêm falsas noções a respeito deles. Tais noções não produzem apenas desentendimentos entre jovens e adultos, mas levam, funestamente à prática de atos nas direções erradas. A juventude se define como uma etapa de arrogante sacrifício, e isto é o fruto da incapacidade dos adultos de construir uma vida mais humana, não apenas para a juventude, mas para a sociedade como um todo. Os jovens são imensamente sensíveis às contradições entre as normas existentes para a orientação da sociedade e a ação realmente efetiva, que muitas vezes exagera seu poder de coerção. Os rebeldes insurgem-se em nome dos valores básicos, das normas fundamentais do convívio humano e das condições essenciais das relações entre indivíduos. E uma das mais flagrantes contradições tem sua origem no fato de que os jovens aprendem a ser adultos com os próprios adultos, ao imporem estes seus valores e dirigirem os modos de comportamento no sistema de relações.

Nas universidades, os falsamente chamados "conflitos de gerações", são meros desentendimentos

entre professores e alunos, e dão-se quando os professores carregam consigo, através dos anos, os valores adquiridos no início de suas carreiras: o conhecimento, o amadurecimento e o *status*, enquanto os alunos, sensíveis às influências, muitas vezes nocivas, da cultura de outros países, desejam introduzir modificações fundamentais no ensino universitário, ao lado de outras reivindicações de ordem individualista. Os alunos rebelam-se mais por causa do excesso de burocracia das organizações universitárias do que por causa do rigor, ou mesmo de uma eventual injustiça com relação às disciplinas e à aferição de seu aproveitamento. A melhor maneira de evitar os "conflitos de gerações" ou pelo menos amortecer seus efeitos é a universidade — a velha universidade — ir ao encontro da juventude e permanecer em sua companhia na medida em que os professores avançam na idade. Isto exige um rejuvenescimento dos professores no qual se incluam a compreensão da mocidade e o conhecimento das origens de todos os seus impulsos. A solução dos conflitos somente se torna viável quando os professores estiverem preparados a enfrentá-los, em um franco, compreensivo e amistoso diálogo com os estudantes. Ora, aqueles professores cuja cultura não ultrapassa os limites do conhecimento de sua respectiva disciplina especializada, embora brilhantemente profunda, não está capacitado a manter-se em plano superior nesse diálogo. Uma das causas mais freqüentes da existência de conflitos na universidade entre a camada social dos professores, maduros e a camada dos alunos, imaturos, é a falta deste conhecimento por parte dos professores, o que os leva a fugir ao diálogo, e não poucas vezes assumir atitudes hostis, fazendo prevalecer sua autoridade, ou escudando-se nas exigências dos regulamentos.

## 5 DIÁLOGO SOB ESTADO DE CONFLITO

Não obstante o esforço de compreensão e de diálogo entre professores e alunos, a universidade não se livra dos conflitos. O processo de crescimento cultural é tanto mais longo quanto mais complexa e desenvolvida for a sociedade para a qual devem ser preparados os que vão agir sobre ela; por isso, em nossa sociedade, os estudantes atingem este preparo após uma longa espera, e isto os torna tanto mais inquietos quanto mais tarde chegam à maturidade de intelectual. Daí os conflitos, muitas vezes de origem inconsciente. Os jovens, ao atingirem a idade biologicamente adulta, querem ser livres, mas o que os liberta verdadeiramente é o saber, porque este lhes confere uma liberdade responsável, uma liberdade exercida com segurança e em sua plenitude. Os jovens precisam da autoridade dos adultos, dos professores, pois somente desta forma conseguirão chegar ao saber e sentem-se angustiados quando falta esta autoridade. Em 1968, quando os jovens estudantes na Europa e na América descobriram que seus professores mostraram-se, não só pusilânimes diante de seus *slogans* e barricadas, mas também não eram adultos, mas simplesmente adolescentes envelhecidos, e os governos cederam às suas pressões, ficaram muito mais traumatizados do que quando, logo após, tiveram negadas suas reivindicações.

Os conflitos se originam porque os professores — e os pais — não são suficientemente sábios, e portanto livres para exercer a autoridade sem serem necessariamente autoritários, porque os jovens, em sua maioria, não sabem o que significa a liberdade que pleiteiam. Esta liberdade não é fazer as coisas de qualquer jeito, em qualquer lugar e por qualquer um, porque ninguém poderá dirigir os destinos da sociedade de qualquer maneira; mas está inteiramente ligada à verdade, e esta não tem dono: ela é de todos que a encontram. Os adolescentes têm confiança nos adultos quando representam, para sua liberdade em desenvolvimento, a imagem provisória da verdade. A força repressora e orientadora inerente ao professor constitui apenas o símbolo da autoridade, e somente é um símbolo dotado de sentido quando mostra ao aluno os verdadeiros caminhos da liberdade. O diálogo não se torna necessário apenas como discussões inteligentes; ele também é indispensável sempre que surjam conflitos, em geral de ordem disciplinar, momento catalisador de um confronto hostil.

O adolescente universitário é sempre um indivíduo obediente, mas diante de uma eventual insubordinação o professor é obrigado a reprimi-la, e deve fazê-lo como professor, isto é, sem excessos emocionais, lembrando-se de que sua atitude extrema somente adquire valor moral e educativo, depois de esgotados os recursos do diálogo, no qual apelará para o senso de responsabilidade do aluno. Um encontro nestas condições é raro, mas pode acontecer; o professor não pode provocá-lo, mas deve estar devidamente preparado a enfrentá-lo e respeitar seu interlocutor dentro dos limites de sua atividade pedagógica. A vida moral não se sustenta de proibições e punições, mas sobretudo de instruções.

## 6 PARTICIPANTES DO MESMO OBJETIVO

Não obstante as diferenças de experiência, de idade, de posição hierárquica e dos conflitos quando inevitáveis, o diálogo entre professor e aluno torna-se altamente enobecedor quando se realiza como o encontro de duas pessoas que se descobrem mutuamente como pertencentes à mesma cultura, participantes da mesma história, responsáveis pelo mesmo presente e se associam para a conquista do mesmo objetivo e para a construção do mesmo futuro, que não é o futuro da universidade nem da profissão e nem do profissional, mas fundamentalmente o futuro da sociedade. Este encontro permanente é possível quando se reúnem numa sala de aula a alta qualidade do ensino, a seriedade com que ele é encarado pelos alunos e o contato humano, formando assim uma verdadeira comunidade humana. É aí que se descobrem os verdadeiros talentos para fazê-los vibrar. Desaparece, assim, aquela idéia já ultrapassada de professores e alunos defrontarem-se como numa luta de classes, onde os mestres são os desumanos opressores e os alunos a classe oprimida.

Professores dedicados existem aos milhares e formam uma profissão, que não é definida propriamente pelo coração, mas por um desejo de ganhar a vida; alunos existem aos milhões e são definidos por um desejo de preparar-se para o exercício de uma profissão rendosa. Mas uma sociedade, ou uma civilização, que deseja ser humana, não pode contentar-se com tais ingredientes sob pena de perecer vítima da destruição de suas próprias estruturas. Necessita também de educadores e de educandos. "Ser educador não é uma profissão, é vocação. E toda vocação nasce de um grande amor, de uma grande esperança" (Rubem Alves). A diferença existente entre um professor e um educador é que o professor dá aulas e o educador dialoga com seus discípulos, compartilhando com eles de suas esperanças e de suas frustrações. E todo professor que abre sua mente ao diálogo com seus alunos, exerce as funções de educador. Mas o educador o é realmente, quando o conteúdo deste diálogo ultrapassa fronteiras limitadoras de seu trabalho didático e leva o educando a perceber o valor de seus atos quando em ação na sociedade, para a fundação de um mundo realmente humano.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DEWEY, John. *Democracia e educação*. São Paulo, Nacional, 1979.
2. ERIKSON, Erik H. *Identidade, Juventude e crise*. Rio de Janeiro, Zahar, 1976.
3. FORACCHI, Marialice M. *A juventude na sociedade moderna*. São Paulo, Pioneira, 1972.
4. FURTER, Pierre. *Juventude e tempo presente*. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1967.
5. MANNHEIM, Karl. *Liberdade, poder e planificação democrática*. São Paulo, Mestre Jou, 1972.
6. PFROMM NETTO, Samuel. *Psicologia da adolescência*. São Paulo, Pioneira, 1979.
7. PIAGET, Jean. *Psicologia da inteligência*. Rio de Janeiro, Fundo de Cultura, 1958.
8. SPRANGER, Eduard. *Psicologia da juventude*. Rio de Janeiro, Bloch, 1970.
9. TOYNBEE, Arnold. *A sociedade do futuro*. Rio de Janeiro, Zahar, 1976.

## ORIENTAÇÃO AOS AUTORES E COLABORADORES DA REVISTA DE ENSINO DE ENGENHARIA

### 1 OBJETIVOS E CONTEÚDO

A Revista de Ensino de Engenharia, editada pela Associação Brasileira de Ensino de Engenharia — ABENGE, está aberta à coletividade que atua nas instituições brasileiras e aos autores do exterior, ligados de alguma forma ao Brasil pelos assuntos, contatos institucionais, afinidades culturais e outras vinculações.

O conteúdo da Revista se compõe de:

- a) Forum ABENGE;
- b) Artigos;
- c) Comunicações;
- d) Cartas à redação.

#### 1.1 Forum ABENGE

Consiste de depoimentos, análises, debates sobre problemas específicos de relevância e atualidade no ensino de engenharia, organizado e programado sob a orientação da Diretoria da ABENGE.

#### 1.2 Artigos

Correspondem a trabalhos originais ou divulgados previamente de forma restrita, abordando aspectos educacionais, científicos, tecnológicos, políticos, administrativos, no campo do ensino de engenharia.

#### 1.3 Comunicações

Matéria de texto extenso sob forma de relato, contendo informações de caráter educacional, científico, tecnológico, político, administrativo, no campo do ensino de engenharia, relacionada com eventos ou atividades de grupo, ou expressando opiniões, diretrizes, normas, etc., a critério do Grupo Editorial.

#### 1.4 Cartas à redação

Compreendem comunicações curtas, comentários, críticas, sugestões sobre matéria publicada pela Revista ou outros assuntos correlatos.

### 2 CONDIÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DOS ARTIGOS E COMUNICAÇÕES

As contribuições sob forma de artigos ou comunicações, com antecedência à publicação, são submetidas à apreciação do "Corpo de Consultores Editoriais", composto de especialistas em ensino, particularmente na área de engenharia, e devem observar as normas de apresentação dos originais.

### 3 NORMAS PARA APRESENTAÇÃO DOS ORIGINAIS

O texto das contribuições é apresentado em três vias, datilografado com espaço duplo, com as margens de 35 mm, em folha de papel ofício, formato A-4 (210 x 300 mm), cuja remessa é feita para:

Prof. Marcius Giorgetti, editor responsável  
 Escola de Engenharia de São Carlos, USP  
 Caixa Postal 359  
 13560 - S. Carlos, SP, Brasil.  
 Telefone (0162) 71-2234; telex (0162) 275 USPO-BR

### 3.1 Línguas e extensão do texto

Os trabalhos de autores brasileiros ou de outros países de língua portuguesa devem ser redigidos em português; autores estrangeiros podem, opcionalmente, redigir em inglês, francês ou espanhol.

A extensão de cada artigo ou comunicação não deve ultrapassar 15 páginas, datilografadas em espaço duplo, em papel ofício A-4.

### 3.2 Estrutura do texto

Os artigos e comunicações devem observar a seguinte estrutura e partes:

- a) título em português e inglês;
- b) nome do autor ou autores, com a vinculação, qualificação profissional e endereço para correspondência;
- c) estrutura, com as partes identificadas em numeração progressiva, compreendendo:
  - introdução;
  - desenvolvimento do assunto, com as divisões a critério do autor ou autores;

d) **PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ**  
 —BIBLIOTECA—  
 e) Título: REVISTA DE ENSINO DE  
ENGENHARIA  
 f) Vol. 3 N.º 2  
 Mês 2º semestre Ano 1984  
 - DEVOLUÇÃO -  

DATA	N.º	DATA	N.º

4 S  
 D  
 separ  
 5 IN  
 Ma  
 atendi  
 Marcii  
 3.

**NÃO EMPRESTADO**

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ  
 — BIBLIOTECA —  
 TÍTULO: REVISTA DE ENSINO DE  
ENGENHARIA  
 VOL.: 3 N.º 2  
 MÊS: 2º semestre ANO: 1984