

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