

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 Forum ABENGE e nos colocarmos, desde já, de prontidão para esse trabalho.