

O ENSINO DA DISCIPLINA DE INTRODUÇÃO À ENGENHARIA AMBIENTAL NOS CURSOS DE ENGENHARIA DA UERJ

Daniele Bila,¹ Eduardo Monteiro Martins,² Elisabeth Ritter,³ João Alberto Ferreira⁴

RESUMO

Devido ao aumento das preocupações com o meio ambiente, a disciplina de Introdução à Engenharia Ambiental tem conquistado uma importância maior, sendo obrigatória para todos os cursos oferecidos pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Entretanto, por ser oferecida no início do curso, e por apresentar um conteúdo acessível, muitas vezes, essa disciplina não é devidamente valorizada pelos alunos. Para este trabalho, foram preparados questionários a serem respondidos pelos alunos inscritos na disciplina, no segundo semestre de 2012, com vistas a conhecer as suas expectativas em relação ao curso que estava se iniciando. Em uma segunda parte do questionário, foram apresentadas questões sobre os conhecimentos prévios dos alunos quanto a questões ambientais. Com base nos resultados obtidos, foi possível verificar a necessidade de modificações na disciplina, com a finalidade de melhorar sua imagem junto aos discentes.

Palavras-chaves: Introdução à Engenharia Ambiental; educação ambiental; educação em engenharia.

ABSTRACT

TEACHING THE DISCIPLINE INTRODUCTION TO ENVIRONMENTAL ENGINEERING IN COURSES OF ENGINEERING IN UERJ

Due to growing concerns about the environment, the discipline of Introduction to Environmental Engineering has gained greater importance and is compulsory for all courses offered by the Faculty of Engineering at the State University of Rio de Janeiro (Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ). However, to be offered at the beginning of the course, and due to present an accessible content, often students do not properly value this discipline. For this work, students enrolled in the course in the second half of 2012 responded to questionnaires prepared in order to know their expectations about the course that was starting. In a second part of the questionnaire, questions were asked about the students' prior knowledge about environmental issues. Among the results obtained through the questionnaire, we found the need for changes to improve the image that students have the discipline.

Keywords: Introduction to Environmental Engineering; environmental education; engineering education.

1 Doutor em Ciências, Professor Adjunto, FEN/UERJ; danielebila@uerj.br

2 Doutor em Ciências, Professor Adjunto, FEN/UERJ; edmmartins@gmail.com

3 Doutor em Ciências, Professor Associado, FEN/UERJ; ritteruerj@gmail.com

4 Doutor em Ciências, Professor Associado, FEN/UERJ; joaf.uerj@gmail.com

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das cidades e dos centros urbanos tem uma ampla relação com a engenharia, por meio da construção de rodovias e ferrovias, das edificações, das vias urbanas, de grandes aterros, das obras de saneamento básico, entre outros. Dessa forma, o desenvolvimento territorial e a urbanização sempre causaram impactos nos ecossistemas existentes, com danos nas diferentes matrizes ambientais, ocorrendo, ao mesmo tempo, impactos sociais e econômicos positivos e negativos.

No século passado, a engenharia tinha a função de resolver os problemas, e, desde que houvesse viabilidade técnica e financeira, os grandes projetos de engenharia eram executados. Não era discutida ou levada em consideração a viabilidade ambiental do projeto ou, pelo menos, esta não representava um fator fundamental na análise dos projetos (OLIVEIRA, 2005; SCHNAID *et al.* 2001).

Atualmente, a preocupação com o meio ambiente e a formação do engenheiro, para qualquer área de atuação, fazem com que ele possua um bom conhecimento dos problemas ambientais. A partir da Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 (Lei de Crimes Ambientais, BRASIL, 1998), que “dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente”, aplicável tanto a pessoas físicas quanto jurídicas, vem ocorrendo uma drástica mudança na mentalidade das empresas e dos técnicos, alterando o seu modo de agir (REIS *et al.*, 2005).

Há uma maior preocupação com o meio ambiente, com as consequências do desenvolvimento humano e com os impactos ambientais associados. Questões como gestão adequada dos resíduos sólidos, contaminação e disponibilidade de água, poluição atmosférica, produção de alimentos, geração de energia, preservação de ecossistemas, mudanças climáticas são alguns dos exemplos dos assuntos discutidos em revistas, jornais, programas de TV e até mesmo nas redes sociais. Decorre dessa nova cultura ambiental, a necessidade de se formar profissionais que possuam competências e consciência do atual cenário em que irá desenvolver suas atividades de engenheiro, priorizando a preservação do meio ambiente e a integração do homem com o mesmo (SILVA e CECÍLIO, 2007).

Ao mesmo tempo, os assuntos relacionados ao meio ambiente são abordados cada vez mais cedo nas diferentes fases de aprendizagem, desde o ensino fundamental ao final do ensino médio. Além das informações adquiridas nos primeiros anos da escola, os meios de comunicação estão constantemente tratando das questões sobre meio ambiente, cabendo ressaltar que nem sempre de maneira correta.

Ao ingressar em um curso de graduação em engenharia, o jovem já traz muitos conceitos adquiridos no ensino médio ou através dos veículos de informação. Esses conceitos, muitas vezes, têm um caráter mais jornalístico e menos técnico, como seria de se esperar, uma vez que foram abordados, em sala de aula, no nível básico de ensino.

As discussões específicas das questões ambientais, nos cursos da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) são feitas por meio da disciplina de Introdução à Engenharia Ambiental. Na UERJ, essa disciplina, obrigatória, é oferecida aos alunos no quarto período, exceto para o curso de Engenharia de Produção, em que é oferecida no oitavo período.

A disciplina tem uma carga horária de 60 horas e, entre os seus objetivos, está o de capacitar o aluno para atuar, profissionalmente, de maneira harmoniosa e sem causar interferências prejudiciais ao meio ambiente (UERJ, 2013). Não existem pré-requisitos para cursar a disciplina. Na ementa, entre os principais assuntos ambientais abordados, podem ser destacados os conceitos de desenvolvimento sustentável, os ciclos biogeoquímicos, os ecossistemas e os biomas brasileiros, os problemas energéticos, as mudanças climáticas, a poluição atmosférica, a gestão e contaminação dos recursos hídricos, a contaminação dos solos e gestão de resíduos, e a avaliação dos impactos ambientais.

No quarto período do curso de Engenharia da UERJ, além da Introdução à Engenharia Ambiental, o aluno está cursando as disciplinas de Eletricidade, Física Teórica e Experimental IV, Engenharia e Sociedade, Resistência dos Materiais Básica, e Fenômenos de Transporte. Parte dos alunos acaba ainda sobrepondo algumas disciplinas de períodos anteriores, como Cálculo, Álgebra Linear e Análise Vetorial, que, em geral, têm alto índice de reprovação e são consideradas mais difíceis. Na medida em

o conteúdo da Introdução à Engenharia Ambiental é familiar e é julgado mais fácil, tem ocorrido, por parte dos alunos, um desinteresse pela disciplina. Por ser obrigatória para todos os cursos, ela atende um número muito grande de alunos da Faculdade de Engenharia da UERJ, tendo sido oferecidas nove turmas, no segundo semestre de 2012, em diferentes horários e ministradas por diferentes professores.

Caracterizar o perfil do aluno dessa disciplina, saber quais são os principais motivos de desestímulo e buscar alternativas para tentar torná-la mais atrativa é fundamental para a formação dos futuros engenheiros, que, no exercício da sua vida profissional, se verão de frente com questões ambientais.

Uma grande parte da motivação dos alunos depende do professor, que deve buscar tornar a aula atrativa, utilizando diferentes recursos didáticos e tentando, sempre que possível, fazer uma boa contextualização. Entretanto, é importante ressaltar que, nos dias de hoje, o professor não é mais o centro da informação e do conhecimento, muitas vezes, desempenhando mais um papel de organizador, gestor e motivador de uma disciplina.

Considerando o que foi exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar os alunos que estão iniciando a disciplina de Introdução à Engenharia Ambiental na UERJ, buscando traçar o seu perfil em dois aspectos principais, quais sejam: o conceito que os alunos têm dessa disciplina e como pretendem encará-la; e quão sólidos são, para os alunos, os conceitos prévios dos assuntos que fazem parte da ementa da disciplina.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para obter as informações necessárias para o desenvolvimento deste trabalho, foi preparado um questionário para ser respondido pelos alunos inscritos na disciplina. Esse questionário foi respondido já na primeira semana de aula do segundo semestre de 2012, a fim de que as opiniões dos alunos e os conceitos prévios não sofressem influência das aulas decorridas. Além disso, no momento em que o questionário foi entregue aos alunos, deixou-se claro que se tratava de uma avaliação da disciplina e dos conhecimentos prévios dos estudantes, e que estes não deveriam identificar-se nos formulários. Também foi avisado que a participação na atividade

não era obrigatória e, portanto, quem não estivesse disposto a responder, poderia devolver o questionário em branco. Os questionários foram respondidos por setenta alunos inscritos na disciplina, distribuídos em seis das nove turmas oferecidas no segundo semestre de 2012.

Os questionários foram preparados em duas partes. Na primeira, o objetivo foi avaliar as expectativas dos alunos em relação à disciplina de Introdução à Engenharia Ambiental. Foram feitas perguntas sobre o grau de importância dessa disciplina na futura atuação profissional; a comparação da sua importância em relação às outras disciplinas que eles estavam cursando no segundo período de 2012; a dedicação extraclasse que os alunos pretendiam dar à disciplina comparando-a com as outras matérias. Também foram preparadas questões sobre os critérios de escolha do horário, métodos e materiais que poderiam ser utilizados para tornar o curso mais atrativo, diferentes possibilidades de avaliação que poderiam ser exploradas na disciplina. O questionário foi preparado utilizando uma linguagem informal, de maneira que os alunos estivessem à vontade na sua leitura. Na primeira parte do questionário, as opções de resposta estavam dispostas em questões de múltipla escolha. Na segunda parte, foram preparadas questões sobre os assuntos ambientais que fazem parte da ementa da disciplina, com opções de resposta organizadas em “verdadeiro” ou “falso”. Foram preparadas questões sobre poluição atmosférica, mudanças climáticas, contaminação do solo e gestão de resíduos sólidos, contaminação e gestão dos recursos hídricos e energia. No momento da distribuição do questionário, foi solicitado aos alunos que, caso não soubessem a resposta, não arriscassem uma das alternativas, para evitar que essa estratégia alterasse o resultado final.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira parte do questionário teve como objetivo verificar como os alunos percebiam a disciplina, seu conteúdo e os métodos didáticos empregados.

Quando perguntados qual o grau de importância dessa disciplina para o futuro profissional, 51% dos alunos consideraram importante e 37% consideraram muito importante. Vale ressaltar que

somente 4% dos alunos consideraram a disciplina pouco importante para o futuro profissional de um engenheiro. Na segunda pergunta, o aluno deveria avaliar a importância da disciplina de Introdução à Engenharia Ambiental comparando-a com as outras disciplinas que ele estava cursando no período. No resultado, quase metade dos alunos (47%) considerou a disciplina menos importante que as demais disciplinas, enquanto o restante considerou a disciplina tão importante quanto às demais. Quando perguntados sobre o tempo de estudo que pretendiam dedicar à disciplina, 55% dos alunos responderam que pretendiam dedicar o mesmo tempo que às outras disciplinas, enquanto que 45% pretendiam dedicar menos. Vale destacar que, desses 45%, um total de 10% dos alunos afirmou que pretendia se dedicar o mínimo possível para ser aprovado na disciplina. Embora a maior parte dos entrevistados tenha considerado a disciplina importante para o futuro profissional, um número alto de alunos a considerou menos importante e pretendiam se dedicar menos a ela.

A Introdução à Engenharia Ambiental tem a fama de ser uma disciplina na qual o nível de exigência é baixo, pois é uma disciplina considerada “fácil/muito fácil”, opção escolhida por 52% dos alunos. O indicativo de essa disciplina, em relação às demais, receber pouca dedicação por parte de um número expressivo de alunos pode estar associado ao nível de dificuldade da própria matéria, ao fato de os alunos considerarem já saber uma grande parcela dos assuntos tratados em sala de aula e ao grau de exigência que vêm sendo exercido pelos professores.

Quando as perguntas relacionadas aos motivos de escolha, pelo aluno, da turma a se matricular, entre as turmas oferecidas no período, 79% dos alunos relataram que escolheram a turma por ser a melhor opção de horário e 21% escolheram o horário em função do professor responsável.

Uma das opções propostas para que os alunos pudessem aproveitar e se dedicar mais à disciplina seria que a mesma fosse oferecida na parte final do curso, quando os alunos estariam fazendo disciplinas que eles considerassem menos exigentes do que as do ciclo básico. Outro fator relevante seria o fato de que os alunos estariam mais perto da conclusão, com uma maior vivência acadêmica e profissional;

muitos já teriam feito estágios supervisionados, o que poderia ajudar a dar valor ao conteúdo da disciplina. Entretanto, quando essa questão foi abordada, apenas 23% dos alunos declararam que cursar a disciplina nos últimos períodos do curso seria mais proveitoso. O restante dos alunos declarou que seria melhor fazer a disciplina no começo do curso, como já vem sendo ocorrendo.

Na segunda parte do questionário, foram abordadas as questões ambientais que fazem parte do conteúdo programático da disciplina de Introdução à Engenharia Ambiental. As perguntas tinham que ser marcadas como verdadeiro ou falso, sendo que, em caso de dúvida, o respondente não deveria marcar nenhuma das duas alternativas, como foi mencionado no item anterior deste artigo. Os alunos consideraram o nível das perguntas fácil.

As perguntas relacionadas aos problemas de poluição da atmosfera foram as que ofereceram maior dificuldade. As quatro questões sobre o tema apresentaram um alto índice de respostas erradas e em branco.

Quando perguntados se as principais causas do aquecimento global são o aumento do buraco da camada de ozônio e as emissões dos CFCs, 48,6% dos alunos assinalaram verdadeiro e 10% assumiram não saber a resposta correta e optaram por deixar a pergunta sem resposta. Ou seja, quase 60% dos alunos não sabem as causas do aquecimento global, que é uma das grandes preocupações do mundo atual com presença diária na mídia.

Na sequência, foi perguntado se o ozônio é um composto poluente na troposfera, causando danos na saúde das pessoas, na vegetação e aos materiais. Computando os erros com as respostas deixadas em branco, o índice foi de 80%, sendo que 20% dos alunos optaram por deixar a questão em branco, assumindo não saber a resposta e 60% dos alunos fizeram a opção errada.

O elevado índice de respostas erradas nas questões de poluição atmosférica pode ser explicado pela confusão que é feita em três assuntos diferentes, que são a poluição atmosférica urbana, as mudanças climáticas e o buraco da camada de ozônio. Com os resultados obtidos neste trabalho, detectou-se que os conceitos sobre esses assuntos não são claros para os alunos, mesmo sendo abordados desde cedo

nos diferentes níveis da educação escolar e estarem constantemente presentes nos diferentes meios de comunicação.

As questões relacionadas aos resíduos sólidos foram as que tiveram os maiores índices de acerto. As perguntas buscavam saber as diferenças entre coleta seletiva, reciclagem, reutilização e sobre problemas de disposição de resíduos sólidos urbanos. Das perguntas relacionadas a esse assunto, chama a atenção o resultado de 25,7% das respostas erradas ou em branco à seguinte questão: “Quando o lixo é separado nos domicílios a reciclagem está sendo realizada?”. A pergunta sobre os impactos ambientais de se dispor os resíduos sólidos urbanos em lixões foi a que obteve o menor índice de respostas em branco, com 1,4%, e o maior índice de respostas certas, com 82,6%.

Nas questões sobre problemas energéticos, a pergunta que causou o maior número de incertezas e erros foi a relativa à energia eólica, em que era afirmado que a sua geração ao longo de toda a costa brasileira seria suficiente para afastar os problemas de abastecimento de energia elétrica no país. Cerca 54,7% dos alunos acertaram, enquanto 45,3% dos alunos erraram a resposta ou ficaram em dúvida.

Quanto aos problemas de contaminação de águas e solo, assuntos muito discutidos no âmbito das questões ambientais, duas perguntas chamaram a atenção pelo número de respostas erradas e em branco. Quando foi perguntado se a diminuição da produtividade agrícola pode estar ligada à salinização dos solos ocasionada pelo excesso de sais dissolvidos nas águas utilizadas para a irrigação, 28,6% deixaram em branco e 41,4% responderam de forma incorreta. Na outra questão relativa à qualidade das águas, foi perguntado se a concentração de oxigênio dissolvido era o principal indicador de sua qualidade. Esse é outro conceito bem estabelecido entre os alunos, com um índice de acerto de 55,7%.

CONCLUSÕES

Os alunos que iniciam o curso de Introdução à Engenharia Ambiental, na sua grande maioria (88%), consideram essa disciplina importante ou muito importante. Por outro lado, 47% dos alunos consideram essa disciplina menos importante que as demais e 45% assumem que pretendem dedicar

a ela menos tempo do que para outras disciplinas. Dessa forma, torna-se fundamental mudar a maneira com que os alunos encaram essa disciplina, para que eles tenham clareza do real valor que ela terá no seu futuro profissional como engenheiros.

Um ponto que afeta a dedicação dos alunos é o fato de que os assuntos abordados nessa disciplina já foram vistos em outros níveis do aprendizado e estão o tempo todo sendo apresentados pelos meios de comunicação. Entretanto, pelas respostas obtidas, foi observado que os conceitos não são tão claros, uma vez que o número de questões respondidas de maneira errada foi alto, assim como o número de questões devolvidas em branco. Isso foi observado principalmente no conjunto relativo às questões que envolvem a poluição atmosférica. Foi observado que os alunos fazem uma grande confusão conceitual entre mudanças climáticas, buraco na camada de ozônio e poluição atmosférica urbana. Mas, em outros conjuntos de perguntas, também foi observado que os conceitos e a fundamentação não são tão claros quanto os alunos imaginam que sejam.

O desafio que se coloca para que a disciplina de Introdução à Engenharia Ambiental cumpra efetivamente um importante papel na formação dos engenheiros, agregando conhecimento e informação, contribuindo para a compreensão de que é a engenharia o principal veículo de intervenção e modificação do meio ambiente é a conformação de um profissional ético e responsável, que contribua para que sua ação sempre leve em conta a preservação dos recursos naturais e, em última análise, da espécie humana.

REFERÊNCIAS

OLIVEIRA, V. Fava de. Crescimento, evolução e o futuro dos cursos de engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 24, n. 2, p. 3-12, 2005.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Lei de Crimes Ambientais**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm>. Acesso: em 9 abril 2013.

SCHNAID, F.; BARBOSA, F. F.; TIMM, M. I.; **O perfil do engenheiro ao longo da história**, Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Porto Alegre, 2001.

REIS, F. A. G. V.; GIORDANO, L. do C.; CERRI, L. E. S.; MEDEIROS, G. A. Contextualização dos cursos su-

periores de meio ambiente no Brasil: Engenharia Ambiental, Engenharia Sanitária, Ecologia, tecnólogos e seqüenciais. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, SP, v. 2, n. 1, p. 5-34, 2005.

SILVA, L. P.; CECÍLIO, S. A mudança no modelo de ensino e de formação na engenharia **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 45. p. 61-80. jun. 2007.

DADOS DOS AUTORES



Daniele Bila – graduada em Engenharia Química pela UFRRJ (1998), mestre em Engenharia Química pela COPPE/UFRJ e doutora em Engenharia Química pela COPPE/UFRJ (2005). Realizou pós-doutorado em Engenharia Química pela COPPE/UFRJ (2005-2006). Desde 2006, é professora adjunta do DESMA da UERJ, participa como docente do PEAMB. Atua em temas como tratamento e caracterização de lixiviados de resíduos sólidos urbanos, processos oxidativos avançados, ozonização no tratamento de efluentes líquidos e tratamento de micropoluentes.



Eduardo Monteiro Martins – Químico pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1998), mestrado (2001) e doutorado (2005) em Físico-Química pela UFRJ. Atualmente, é professor adjunto da Faculdade de Engenharia da UERJ e do PEAMB. Atua nas áreas de poluição atmosférica, química atmosférica, modelagem de qualidade do ar, cinética de formação de oxidantes fotoquímicos e análise instrumental.



Elisabeth Ritter – possui graduação em Engenharia Civil pela UFRGS (1977), mestrado em Engenharia Civil (Geotecnia) pela PUC do Rio de Janeiro (1988) e doutorado em Engenharia Civil (Geotecnia Ambiental) pela COPPE/UFRJ (1998). Fez pós-doutorado no Programa de Engenharia Civil da UFRGS (2010). É professora associada da UERJ desde 2000, e atua no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PEAMB). Atua na área de resíduos sólidos e áreas contaminadas.



João Alberto Ferreira – Engenheiro Mecânico, 1970, UFU; mestre em Engenharia Ambiental, 1980, Manhattan College-USA; doutor em Ciências, 1997, ENSP/FIOCRUZ, pós-doutorado, 2011, UFSC; Pesquisador 2 do CNPq. Engenheiro da Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro (1975-1996); professor da UERJ desde 1996. Área de atuação: gestão de resíduos sólidos.