

6

Orientações para a elaboração de um currículo de engenharia

Em uma reforma curricular, a participação do professor é de extrema relevância, pois é ele, professor, que efetivamente executa as orientações de uma proposta curricular. O professor é o principal responsável pela condução e elaboração das atividades dos discentes. Então, quando uma nova proposta curricular é construída, é importante que a universidade inclua incentivos e disposições que o levem ao engajamento efetivo, isto é, que levem o professor a participar dessa construção e a empenhar-se em seguir as orientações da proposta.

Por conseguinte, não basta construir um projeto político-pedagógico (PPP) que mostre os caminhos e os métodos para que a universidade contribua de forma efetiva na formação do engenheiro; já que apenas 10% dos docentes leram o PPP e a maioria, 67,5%, nem sabe se existe um PPP da instituição de ensino em que trabalha (resultado da questão 19 do questionário dos professores). As próprias Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de engenharia, que devem ser a orientação para qualquer reforma curricular, só foram lidas por 27,5% do professores; e 32,2% deles nem sabiam que elas existiam (resultado da questão 18 do questionário dos professores). Assim, é necessário que o professor esteja engajado no processo de construção de um novo profissional de engenharia, caso contrário, poderá existir uma diferença entre o perfil desejado, descrito no projeto político-pedagógico, e o que realmente é construído.

Então, como a importância do professor é capital no processo de reforma curricular, foram-lhe feitas algumas perguntas⁴⁷ (Figura 6.1) com o objetivo de identificar a visão do docente acerca da formação do engenheiro, caso uma reforma curricular seja realizada. Considerando as respostas a estas perguntas e o estudo já realizado nesta tese com os egressos, os alunos e o mercado de trabalho, são apresentadas a seguir algumas informações e sugestões que podem contribuir

⁴⁷ As perguntas estão na questão 17 do questionário dos professores.

para as reformas curriculares dos cursos de engenharia elétrica da UERJ e da PUC-Rio.

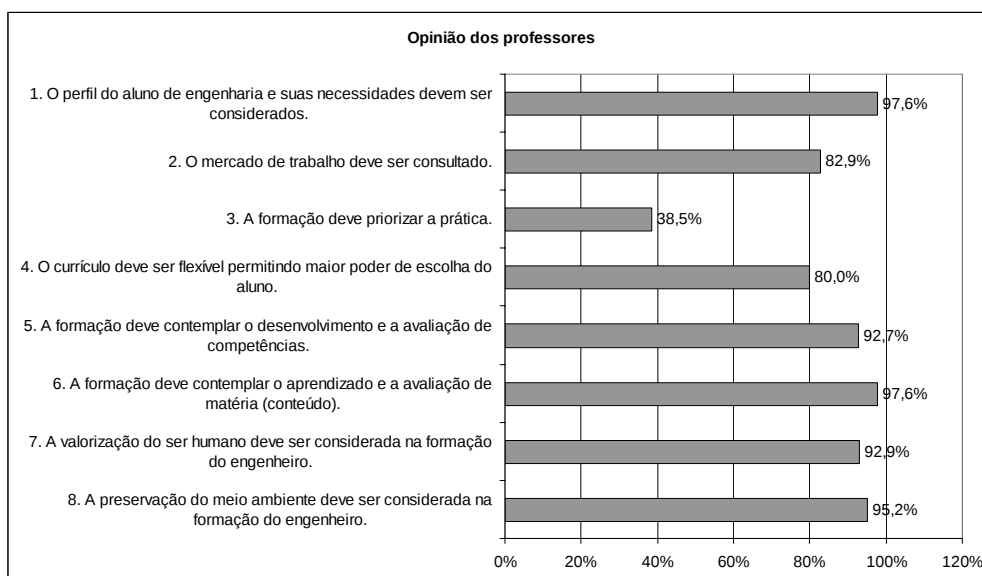


Figura 6.1 – Opinião dos professores sobre alguns tópicos que devem ser considerados em uma reforma curricular

O perfil do aluno

O perfil do aluno de engenharia elétrica da UERJ e da PUC-Rio, neste trabalho de pesquisa, apresenta diferenças. Os discentes oriundos da UERJ apresentam uma situação financeira bem menos privilegiada, haja vista a situação econômica dos pais e a grande percentagem de alunos desenvolvendo atividades remuneradas não vinculadas à universidade, com carga horária semanal superior a 40h. Nesse cenário, ao ser considerado o perfil do aluno na elaboração da estrutura curricular de um curso de engenharia, da UERJ ou da PUC-Rio, algumas modificações nessa estrutura devem ser discutidas com os egressos, os alunos e os professores, a fim de atender melhor às necessidades discentes.

Entre essas modificações, é interessante discutir a contribuição da universidade na superação das deficiências encontradas no ensino de nível médio. Visando o preenchimento destas lacunas, a PUC-Rio, por exemplo, estabelece que os alunos, que, no vestibular, lograram resultados abaixo de um determinado nível, devem cursar um leque de disciplinas introdutórias de física e de matemática. A Faculdade de Engenharia da UERJ não considera essas deficiências nem no currículo em vigor, nem na proposta de um novo currículo em estudo.

Como muitos alunos trabalham e vários deles desenvolvem atividades com carga horária superior a 40h semanais, a necessidade de um curso noturno deve ser analisada. Outra proposta é o ensino semipresencial de disciplinas, permitido aos cursos de graduação, conforme estabelecido pela portaria 4.059/2004 do Ministério da Educação (Brasil, 2004c), desde que não ultrapasse 20% da carga horária do curso.

O mercado de trabalho

Nota-se um conflito de visões quanto à consulta ao mercado de trabalho, no que se refere à posição dos docentes da PUC-Rio e os da UERJ. Enquanto aqueles unanimemente afirmam que o mercado de trabalho deve ser consultado quando se faz uma reforma curricular, a quarta parte (7 docentes) destes expressam opinião claramente contrária.

No que se refere aos ramos de atividades das empresas que recebem os egressos dessas universidades, os professores da UERJ são de opinião de que o ramo industrial é o que mais emprega os egressos da UERJ. Já para os docentes da PUC-Rio, o ramo financeiro é o que mais contrata seus engenheiros (Figura 6.2).

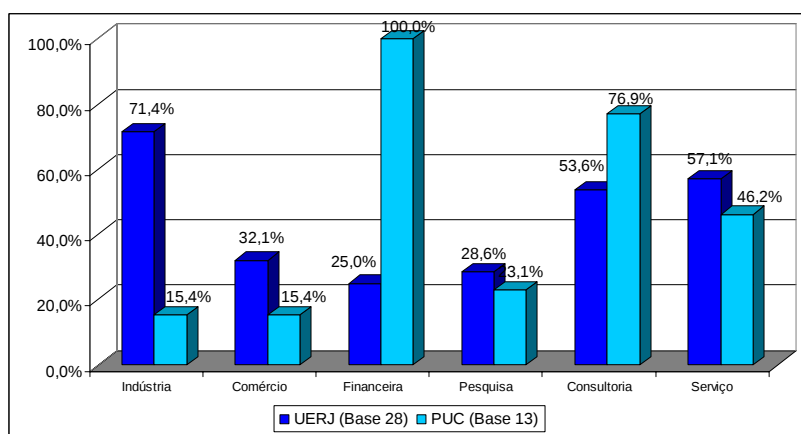


Figura 6.2 – Ramos de atividades das empresas, entre até três opções de resposta, que mais recebem egressos da UERJ e da PUC-Rio, na opinião dos professores

Na realidade, como se observa na Figura 4.8 da página 73 desta tese, quando se questionam os ramos de atividades das empresas em que trabalham os egressos, o ramo financeiro emprega apenas 8,9% dos oriundos da PUC-Rio e o setor industrial contrata 16,6% dos engenheiros da UERJ. É importante frisar também que, na pesquisa com os egressos, as atividades associadas a serviço representam

boa parte das atividades das empresas que contratam tanto os egressos da UERJ quanto os da PUC-Rio.

Quanto ao tipo de mercado, regional, nacional ou global, em que a formação do aluno de engenharia deve ser baseada, os professores entendem que é importante visar às empresas nacionais (Figura 6.3).

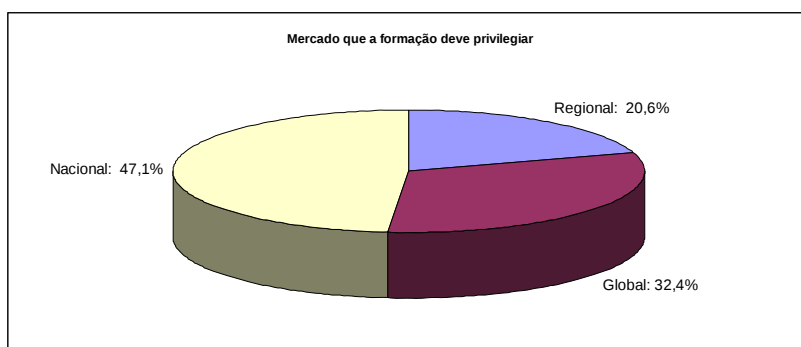


Figura 6.3 – Tipo de mercado em que a formação do engenheiro deve ser baseada (Base 35).

A prática na formação

Os professores (61,5%) consideram que a formação do engenheiro não deve priorizar a prática. Todavia, a pouca habilidade do egresso em empregar os conhecimentos desenvolvidos na universidade nas aplicações de engenharia é citada na pesquisa realizada com o mercado de trabalho. Como os professores consideram que o mercado de trabalho deve ser consultado quando se faz uma reforma curricular; e que existem diferenças entre a visão dos docentes e desse mercado de trabalho, talvez seja importante ampliar o debate sobre esse assunto.

É importante esclarecer que, nesta tese, considera-se que priorizar a prática vai muito além das atividades obrigatórias de laboratório de disciplinas isoladas como física, informática, circuitos elétricos ou eletrônicos.

Priorizar a prática é realizar atividades que permitam ao aluno desenvolver um *know-how* (um saber-fazer) e um verdadeiro *know-why* (saber por que fazer). Ou seja, o egresso deverá ser capaz de mobilizar os conhecimentos e o saber-fazer apropriados por ele na universidade para, e.g., solucionar problemas novos de engenharia. Ele deve ser capaz de mobilizar as técnicas e as ferramentas de engenharia para a construção dessa solução, de forma consciente, fundamentada e contextualizada (que atenda aos interesses da empresa, do cliente e da sociedade).

Priorizar a prática também pode ser:

Fazer com que toda a formação em engenharia seja realizada com ênfase na aprendizagem *hands-on*, promovendo ao longo de todo o curso projetos que incentivem os alunos de graduação a aplicar conhecimentos teóricos na solução de problemas reais, produzindo inovações. (IEL, 2006, p. 59)

Por outro lado, é possível que o professor entenda “priorizar a prática” como enfatizar as atividades de estágio, que concorrem em importância com as aulas magistrais ministradas pelo professor, já que é comum os alunos faltarem ou chegarem atrasados nas aulas, quando estão estagiando. É fato que algumas empresas tratam o estagiário como sendo um “auxiliar de escritório” com excelentes qualificações. Mas, nem todas as empresas têm esse comportamento.

O currículo flexível

Os docentes (80%) concordam que o currículo do aluno deva ser flexível, permitindo maior poder de escolha ao discente. Este currículo possibilitaria que o estudante direcionasse a sua formação, já durante a graduação, em função dos seus interesses. Além disso, o resultado da pesquisa com egressos, professores e alunos mostra opiniões distintas sobre o perfil do engenheiro e da engenharia. Por conseguinte, parece não ser coerente estabelecer um único perfil de formação válido para todas as escolas de engenharia.

Nesse sentido, é válido lembrar que os engenheiros, nas empresas, realizam as mais diversas atividades que transcendem às questões técnicas. Nas atividades de gestão, e.g., o saber se relacionar com as pessoas, ser sociável e saber administrar pessoas e recursos, por exemplo, são importantes para o engenheiro. Para este perfil de engenheiro, uma formação intermediária de engenharia e de administração é uma possibilidade. Nas atividades em que os engenheiros elaboram contratos de serviços e que os conhecimentos jurídicos são relevantes, como exemplificados pelo gerente da Petrobras, a formação intermediária de engenharia e de direito pode ser viável.

As competências

Os professores (92,7%), embora concordem que o desenvolvimento de competências deva fazer parte da formação do estudante de engenharia, divergem quanto ao tipo de competência (técnicas e pessoais) que deva ser de responsabilidade da universidade abordar durante a graduação. Os docentes

valorizam ambas as competências, mas acreditam que, na universidade, somente as técnicas devam ser desenvolvidas durante a graduação.

Por outro lado, mesmo ainda não se conhecendo uma orientação curricular que estabeleça com clareza como as competências serão desenvolvidas e avaliadas na graduação em engenharia, isto não implica que competências já não estejam sendo desenvolvidas no âmbito da universidade. Tanto que os egressos declaram que pelo menos as competências pessoais, como raciocínio lógico, visão espacial, criatividade, síntese e raciocínio analítico, foram desenvolvidas na graduação. Essas competências também são citadas pelos gestores do mercado de trabalho, entre outras, como sendo o que diferencia um engenheiro de um técnico de nível médio e até mesmo de outras formações de nível superior.

O que é curioso, pois os professores não percebem a importância de desenvolver essas competências pessoais na graduação. Ou não consideram ser seu papel desenvolvê-las. Nesse caso, de quem seria a responsabilidade? Da escola de nível médio? Do próprio aluno?

No que se refere às 14 competências definidas pelas DCN do curso de engenharia, os professores têm percepção de que os métodos de ensino aplicados nas disciplinas que ministram contribuem para o desenvolvimento de algumas dessas competências (Tabela 6.1).

Tabela 6.1 – Competências desenvolvidas nas disciplinas na visão dos professores

Competência	
01) Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia.	92,90%
02) Identificar, formular e resolver problemas de engenharia.	76,20%
03) Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados.	71,40%
04) Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos.	64,30%
05) Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas.	57,10%
06) Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.	52,40%
07) Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica.	42,90%
08) Atuar em equipes multidisciplinares.	33,30%
09) Avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia.	23,80%
10) Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos de engenharia.	21,40%
11) Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais.	21,40%
12) Avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas.	16,70%
13) Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental.	9,50%
14) Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas.	7,10%

É válido frisar que as competências (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14), apesar de poucos professores as abordarem nas disciplinas que ministram, são muito importantes para o dia-a-dia do engenheiro na empresa, como, por exemplo, a capacidade de:

- comunicar-se de maneira eficiente, na forma escrita, já que é comum os egressos escreverem relatórios nas empresas (92,5%)⁴⁸.

- atuar em equipes multidisciplinares, visto que 84,9% dos engenheiros participam, nas empresas, de trabalhos em equipe que envolvem profissionais de áreas diferentes da engenharia.

- avaliação da viabilidade econômica dos projetos de engenharia, pois é uma competência vista como relevante na opinião de gerentes e diretores de empresas.

- planejar projetos de engenharia, porque 78,9% dos egressos participam do planejamento de sistemas e/ou equipamentos nas empresas em que trabalham.

A pouca contribuição da universidade no desenvolvimento de competências esta associada, provavelmente, ao fato dos currículos atuais de engenharia serem baseados em conteúdos e não em competências.

Da Silveira e Scavarda (1999) explicam que um currículo baseado em conteúdos (ensino seqüencial) é elaborado distribuindo-se os conhecimentos que caracterizam uma modalidade de engenharia em disciplinas organizadas em uma grade curricular. A avaliação é feita preferencialmente por meio de provas individuais, apesar de ser comum trabalhos em grupos, porém com um peso menor na nota final do aluno. Destacam que os problemas em engenharia são multidisciplinares e que a divisão dos conteúdos em disciplinas isoladas contradiz a capacidade (pode-se dizer hoje “competência”) de resolver problemas contextualizados; isto é, mais que não contribuir com este aspecto essencial da formação do engenheiro, o dirige (implicitamente) para uma ação isolada reduzida ao ato técnico⁴⁹. Outro problema observado é a ausência de tempo hábil durante o período típico de 5 anos para a universidade ensinar todo o conteúdo esperado para uma formação em engenharia.

Este é o tipo de currículo em vigor na UERJ e da nova proposta em estudo neste momento (2008). Esta proposta foi elaborada dividindo-se os a carga horária do curso em três partes: 30% para o núcleo Básico, 15% para o núcleo Profissionalizante e 55% para o núcleo Específico, conforme determinam as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de engenharia. Respeitando-se essa

⁴⁸ Essas percentagens referem-se ao número de engenheiros que realizam (com frequência baixa, média ou alta) as atividades elencadas na pergunta 9 do questionário dos egressos.

⁴⁹ Crítica habitual dirigida aos engenheiros, ver, por exemplo, a lista de lacunas dos engenheiros atuais e as reações das empresas a estas lacunas, através de “sugestões” ao perfil de

divisão, os conteúdos foram discutidos e distribuídos em disciplinas. Não houve discussão sobre a forma, quando e onde as competências seriam abordadas. O debate sobre o método de avaliação de conteúdos e de competências não foi feito. Tradicionalmente, a avaliação nos cursos de engenharia é realizada por meio de provas escritas e individuais que avaliam conteúdos e não competências. Ou seja, como é possível avaliar em uma prova escrita se o aluno sabe, por exemplo, planejar, supervisionar, elaborar projetos e serviços de engenharia?

Um currículo baseado em competências, por exemplo, é elaborado com foco nas competências que o engenheiro deve desenvolver. As atividades são elaboradas para o desenvolvimento de competências. Nesse sentido, Da Silveira & Scavarda (1999) explicam que, para desenvolver atitudes e competências, é preciso fazer o aluno vivenciar situações em que elas sejam necessárias. Os conteúdos, que também são importantes, são inseridos (ou buscados pelos alunos no momento em que se tornam necessários) no processo de ensino-aprendizagem a fim de que os alunos consigam resolver os problemas associados às competências pré-estabelecidas.

Uma proposta de currículo por competência é apresentada por Vallim (2008). Nessa proposta, um mesmo conjunto de competências é trabalhado nas atividades de projetos durante todos os semestres em que esta atividade é realizada. O contexto em que o conjunto de competências é desenvolvido torna-se mais amplo a cada semestre, aumentando a complexidade e a profundidade dos conceitos envolvidos.

Nesse contexto, Da Silveira et al (2008) faz uma comparação da proposta de Vallim (2008) com o curso de Bacharelado de Arquitetura e Urbanismo da PUC. Explica que tal curso tem uma lista de “conceitos organizadores”, como produto, cliente, estética, funcionalidade que são priorizados no curso. Além disso, existe uma lista de temas diferentes que são escolhidos a cada semestre, dentro dos quais serão escolhidos os projetos a serem trabalhados pelas equipes formadas por alunos. O grau de dificuldade dos projetos é aumentado a cada semestre, já que integram ao projeto outras variáveis, como necessidades dos clientes, depois necessidades dos fornecedores e, por fim, custos dos projetos. “Todos os conceitos são discutidos a cada semestre, aumentando-se gradualmente

o nível de integração entre eles, e aumentando-se gradualmente sua complexidade, graças à ampliação dos contextos” (Da Silveira *et al.* 2008).

Pelos resultados apresentados na presente tese, conclui-se que o currículo baseado em conteúdos não é o mais apropriado para atender as necessidades do engenheiro deste século. O atual engenheiro, para desenvolver suas atividades nas empresas, precisa mais que conhecimentos técnicos, precisa de competências técnicas, competências pessoais e de atitudes apropriadas.

Dessa forma, é importante que outras metodologias de ensino-aprendizagem sejam investigadas para formar esse engenheiro. Nesse caso, as novas metodologias pedagógicas exigirão dos professores uma visão diferente quanto ao futuro dos alunos e a utilidade do que “acreditam ensinar”. O mercado e os egressos (que nele trabalham) – como mostrado ao longo da presente tese – já funcionam sob essa ótica.

Os conteúdos

O ensino e a avaliação de conteúdo já fazem parte da formação do engenheiro durante a graduação. Cabe ressaltar que os egressos (atuantes no mercado de trabalho), os alunos e os professores consideram os conhecimentos complementares em língua estrangeira e gestão de projetos relevantes para o profissional de engenharia.

Além desses conhecimentos, o gerente da Petrobras cita⁵⁰, durante a entrevista mostrada no capítulo 5, que a universidade deve oferecer disciplinas de planejamento estratégico, finanças de projeto em engenharia e gestão corporativa. Esses conhecimentos são importantes, visto que os engenheiros da Petrobras podem ascender profissionalmente assumindo posições de gestão, por exemplo. Nesta função, o engenheiro tem que se preocupar com o custo e o retorno financeiro que o projeto, gerenciado por ele, proporcionará à Petrobras.

A valorização do ser humano

A tendência atual vem indicando, segundo os relatores do parecer⁵¹ CNE/CES 1362/2001 (Brasil, 2001c), na direção de cursos de graduação em

⁵⁰ Refere-se à entrevista realizada com o gerente da Petrobras, já descrita no capítulo 5 desta tese.

⁵¹ Este parecer analisa as DCN do curso de engenharia.

engenharia que enfatizem a preocupação com a valorização do ser humano. Esta necessidade também é analisada por Bazzo (1999). Pode-se entender o contexto dessa preocupação sob alguns aspectos. Um deles é que, sendo a engenharia uma profissão de alto valor social, é importante inserir conteúdos humanísticos e sociais nos seus currículos, mas não necessariamente sob a forma de disciplinas (IEL, 2006).

Um outro ponto é que, após grandes investimentos em tecnologia, nos dias de hoje, os empresários estão investindo na qualidade de vida dos trabalhadores. Na visão desses empregadores, melhorar a qualidade de vida dos funcionários implica maior produtividade para a empresa, conforme mostrou reportagem do Jornal Hoje⁵², de 14 de janeiro de 2008.

O coordenador da Universidade Petrobras, entrevistado nesta pesquisa de doutorado, destaca também aspecto semelhante:

Muitas atividades migraram para a área computacional e as ferramentas são muito poderosas. Então, está mudando o perfil de quem vai trabalhar com essas ferramentas. Esse profissional tem que crescer do lado humano. Se não crescer do lado humano, se não tiver um bom relacionamento, se não souber analisar o comportamento das pessoas, ele, dentro da área de engenharia, não vai ser criativo. Ele não vai descobrir o que as pessoas querem. Ele não vai descobrir as tendências da sociedade, porque o trabalho da engenharia depende das tendências da sociedade.

O gerente revela, presente nesta mesma entrevista, que, na Universidade da Califórnia (UCLA), o estudante de engenharia poder cursar uma disciplina relacionada com a história das religiões. Ressalta que esse conhecimento é importante, porque permite ao profissional, numa posição executiva na empresa, lidar melhor com as pessoas.

No Brasil, esse conhecimento em si também é relevante, já que os engenheiros brasileiros também trabalham com pessoas com diferentes crenças religiosas. Não apenas neste aspecto, a diversidade cultural é um fator essencial no cenário brasileiro, já que nas empresas, existem pessoas de diferentes regiões e classes sociais do Brasil, e mesmo de outros países, trabalhando em equipe (no mesmo espaço físico ou virtual, por meio da Internet).

⁵²Disponível em: <http://video.globo.com/Videos/Player/Noticias/0,,GIM776104-7823-EMPRESARIOS+INVESTEM+NA+QUALIDADE+DE+VIDA+DOS+FUNCIONARIOS,00.html>, acessado em: 14 jan. 2008.

Logo, a valorização do indivíduo é importante para o bom ambiente de trabalho (interesse interno), e como um valor em si (a importância do engenheiro e de sua atividade para a sociedade, e o possível impacto social desta atividade – interesses externos).

Esta percepção social e cultural não é relevante apenas para gerenciar o processo de trabalho, mas também, e de forma essencial, na concepção de produtos e no gerenciamento da imagem da empresa e de seus produtos. Isto é, mesmo por uma lógica exclusivamente comercial, uma melhor compreensão dos fenômenos sociais se faz importante, a menos que seja desejado fechar o engenheiro em uma atividade exclusivamente técnica, recebendo ordens sobre tudo o que fazer – o que não é o esperado nem o indicado pelas pesquisas aqui mostradas.

A preservação do meio ambiente

Os professores valorizam a preocupação que se deve ter com o meio ambiente. Todavia, em suas respostas, não deixam claro se a responsabilidade ambiental é um tema que deva fazer parte da formação do estudante de engenharia. Isto é, ainda que eles considerem (98%) essa atitude como uma das mais importantes para o engenheiro, numa outra questão, respondem (45%) que não compete à universidade desenvolver a atitude “responsabilidade social e ambiental” na graduação e ainda em uma terceira questão afirmam (95,2%) que “a preservação do meio ambiente deve ser considerada na formação do engenheiro”.

É recomendável aprofundar o debate sobre este tema, principalmente porque, embora 61% dos alunos concordem que esta atitude deva ser tratada durante a graduação, apenas 10% dos egressos consideram “responsabilidade social e ambiental” com uma das três atitudes mais importantes para o exercício de suas atividades.

Considerando que o tema seja abordado na graduação, ele pode ser inserido como uma das variáveis no contexto de parte dos projetos que as equipes de alunos deverão elaborar. De novo, não é o criar uma disciplina (no caso, engenharia ambiental) ou a realização de preleções sobre um assunto que irá despertar a consciência ou gerar as atitudes correspondentes, mas o trabalhar em problemas que tragam a necessidade dessa consciência e exijam essas atitudes em seu bojo.