

CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO DE ENGENHARIA

José Roberto Paolillo Gomes

Universidade São Francisco, Engenharia, Ciclo Básico
Rua Waldemar César da Silveira, 105. Vila Cura D' Ars
CEP: 13045-510, Campinas, SP

Belquis Luci Fernandes

Centro Universitário Salesiano de São Paulo, Engenharia
Avenida Almeida Garret, 267. Jd. Ns. Sra. Auxiliadora
CEP: 13087-290, Campinas, SP
belquis@sj.unisal.br

Resumo: *O principal propósito deste trabalho é expor e discutir a respeito de algumas experiências vividas no ensino para cursos de engenharia. Algumas referências que foram selecionadas dão suporte às idéias principais.*

Palavras-chave: *Ensino de Engenharia, Metodologia.*

1. INTRODUÇÃO

A formação do professor para o ensino superior na atualidade, requer não apenas a obtenção de títulos em sua área, mas também sua dedicação aos assuntos associados aos conhecimentos da teoria da aprendizagem, mesmo que este profissional dedique-se exclusivamente ao ensino na área de engenharia.

De acordo com a denominação dada por Imídio G. Nérici (Nérici, 1967), a formação do professor na área da educação superior é indispensável para que tenha consciência de sua função na formação psicológica, cultural, técnica e humana do futuro profissional de engenharia e contribua com a sociedade de forma responsável e ativa.

Muitos autores têm se manifestado sobre como se deve proceder no processo de educação no ensino superior e neste trabalho, procura-se traçar um paralelo entre experiências vividas na docência em algumas disciplinas da engenharia e as opiniões citadas.

As abordagens são feitas aqui segundo três momentos didáticos: planejamento, execução e verificação da aprendizagem.

2. PLANEJAMENTO

O planejamento de um curso exige muita cautela, pois dele dependem o bom andamento do curso, sua eficácia e a facilitação da aprendizagem pelo aluno.

Esta postura vem de encontro ao exposto por Imídio G. Nérici:

- “A educação superior tem como objetivo formar estudantes que têm o dever de aprender, assimilar e aplicar seus conhecimentos em favor da comunidade, trazendo benefício ao maior número de pessoas; assim, o planejamento do curso tende a proporcionar ao aluno, maturidade de modo que possa atuar de maneira responsável e eficiente no meio em que vive.” (Nérici, 1967).

No planejamento, o professor deve atentar para as características de seus objetivos que devem ser reais e atingíveis, passíveis de alguma mensuração e representantes das necessidades reais do indivíduo e da comunidade, como o citado por Maria Célia de Abreu:

- “De acordo com os objetivos traçados pelo professor, o conteúdo da disciplina deve ser constantemente revisto, atualizado e modificado livremente, sem que esteja limitado a pessoas que tiverem confeccionado antecipadamente, à adoção de conteúdos estrangeiros, ou ao tempo durante o qual tenha sido adotado.” (Abreu, 1990).

Neste momento, escolhe-se a ordem de apresentação dos tópicos de modo que enfocados posteriormente possam recorrer de conceitos que tenham sido discutidos e absorvidos pelos alunos em itens anteriores.

Existe freqüentemente a percepção de que alguns conceitos considerados de domínio do aluno não façam parte verdadeiramente da bagagem com a qual ele chega àquele nível de ensino. Em algumas instituições de ensino superior, adota-se um programa de nivelamento no início do curso. Este período não compromete o tempo previsto para o cumprimento do programa do curso, uma vez que trata de temas de importância para o programa e evita que se tenha que fazer abordagens básicas em outros momentos mais adiantados. Além do que, evita a desistência precoce de alunos que ao depararem com abordagens complexas possam sentir-se negligenciados e à margem desta classe seleta de cidadãos. Esta preocupação em trazer todos ao mesmo nível no começo dos trabalhos permite uma aproximação entre o professor e os alunos, que pode facilitar os trabalhos futuros.

Para que o objetivo no nivelamento seja atingido a contento é necessário critérios quanto aos docentes que ministram essas disciplinas, como ter perfil adequado para despertar o interesse do aluno que acaba de sair do ensino médio ou mesmo aquele que está distante do ambiente escolar há muito tempo.

O conteúdo de uma disciplina deve levar em conta a apresentação de trabalhos com os quais o aluno venha recorrer em ocasiões futuras de seu curso, para uso em outras disciplinas. Para tanto, são relevantes as reuniões entre professores de uma mesma área, para que troquem informações a respeito do que se possa abordar em uma disciplina para benefício de outra.

Como o aprendizado significativo se dá somente quando o estudante percebe que os conhecimentos e informações que a ele se apresentam estão de acordo com seus ideais e propósitos, e que demonstre promover seu crescimento como pessoa (Britto, 1989), o conteúdo da disciplina pode ser entremeado de temas de ordem prática, introduzidos em momentos apropriados da disciplina, de modo que conceitos apresentados em sala tenham suas importâncias esclarecidas e acentuadas na prática da profissão do engenheiro.

Para melhor fixação dos conceitos e para promover maior familiaridade e agilidade do aluno com cada tópico, as listas de exercícios têm sido eficazes, quer seja apenas como forma de estudo com gabarito para conferência dos resultados, ou sob forma de trabalho que possa ser entregue ao professor para que faça a correção, comente em sala os resultados e, se for o caso, atribua-lhes alguma nota. É importante também que se proporcione para os alunos algum tempo em sala para que eles possam tomar o controle das atividades através dos exercícios, e nesse momento, o professor deve circular entre os alunos para que todos possam fazer suas perguntas ou serem auxiliados individualmente. Assim, o professor torna-se uma figura mais próxima, e também pode identificar qual o nível de compreensão de cada aluno.

As listas de exercícios devem conter exercícios em ordem crescente de dificuldade e decrescente em número de informações explícitas, para que o aluno aos poucos consiga apurar seu raciocínio lógico e adquira habilidade na aplicação dos conceitos.

Um apoio importante é o da atuação de monitores e instrutores que, em horários específicos, podem auxiliar na resolução de exercícios ou sanando dúvidas. Este recurso, no entanto, deve existir sem que seja um fator de substituição das atividades do professor responsável pela disciplina. Observa-se que instrutores que se dedicam por alguns anos a esta atividade, tendem a tornarem-se excelentes professores.

Ainda no planejamento, é de relevante importância incluir aulas práticas no laboratório. Estas práticas são factíveis mesmo à frente de turmas de oitenta alunos ou mais, como consta do “Plano Dalton”, que se deve a Helen Parkhurst (Nérici, 1967), segundo o qual os alunos contam com folhas

de estudos que permitem trabalho individual e com significativa independência com relação ao auxílio do professor.

Os exercícios de laboratório proporcionam revisão e comprovação de um fenômeno do qual se tenha adquirido conhecimento em sala de aula e ajudam a desenvolver a capacidade de pesquisa específica com relação à elaboração de hipóteses (Briggs, 1976).

3. EXECUÇÃO

A execução do programa em sala já está firmada durante o planejamento onde o professor já determinou os temas e fez uma estimativa do tempo disponível para cada um deles. Este momento didático é importante pela função que desempenha em estimular e prender a atenção do aluno.

O conteúdo planejado pode ser executado valendo-se do tradicional quadro negro, que sempre foi de grande auxílio, complementado quando for conveniente por recursos audiovisuais.

Esta forma de apresentação, aplicada aos cursos de engenharia, em situação de sala de aula traz interesse, incentiva questionamentos e satisfação no trabalho com a disciplina, principalmente nos casos em que o tema abordado coincide com atividades profissionais já desempenhadas por alguns alunos, trazendo-lhes esclarecimentos sobre os fenômenos envolvidos, e levando-os a pensar inclusive em ações sociais e humanísticas.

Um exemplo que ilustra este tipo de trabalho foi aplicado aos alunos na disciplina Fenômenos de Transportes, tanto no Centro Universitário Salesiano – Unisal, como na Universidade São Francisco no Câmpus de Campinas. Na ocasião de estudos do tema dinâmica dos fluidos, o trabalho proposto envolvia cálculos extensos sobre um sistema de transporte de um líquido identificado por sua massa específica, envolvendo tubulação, dispositivos e bomba centrífuga. A cada aula, um intervalo de tempo era dedicado ao trabalho sobre este projeto, e ao final do tempo, todos os dias, os alunos devolviam ao professor os trabalhos mesmo que não concluídos. Era possível então fazer a correção passo a passo e na aula seguinte os trabalhos eram devolvidos aos alunos para que prosseguissem concluindo mais uma parte até a finalização, ou seja, a estimativa do valor da potência da bomba para executar determinado transporte. Os trabalhos tinham resultados individualizados pelo valor da vazão volumétrica como dado de partida, e vários valores diferentes foram utilizados.

A correção dos trabalhos é facilitada pelo uso de planilha eletrônica Excel.

Vejamos abaixo o problema de aplicação em potência de bomba:

Problema sobre: potência de bomba.

Dados para o sistema de transporte de fluido (Figura 1):

1) Vazão volumétrica:

- $Q = 0,00xx \text{ m}^3/\text{s}$ (onde xx são os últimos dois dígitos do RA do aluno)

2) Dados do tubo:

- Diâmetro de sucção = 2,5in

- Diâmetro de recalque = 2,0in

- Rugosidade do material do tubo: $\varepsilon = 0,015\text{cm}$

3) Dados do fluido:

- $\rho = 876 \text{ kg/m}^3$

- $\mu = 0,601 \times 10^{-3} \text{ N.s/m}^2$

4) Acidentes de linha:

- cotovelo 90° ($K = 1,4$)

- cotovelo 45° ($K = 0,35$)

- válvula gaveta $\frac{1}{2}$ aberta ($K = 2,06$)

- válvula angular ($K = 2,0$)

- válvula de pé ($K = 0,8$)

- saída de tubo ($K = 1,0$)

- entrada de tubo borda quadrada ($K = 0,5$)

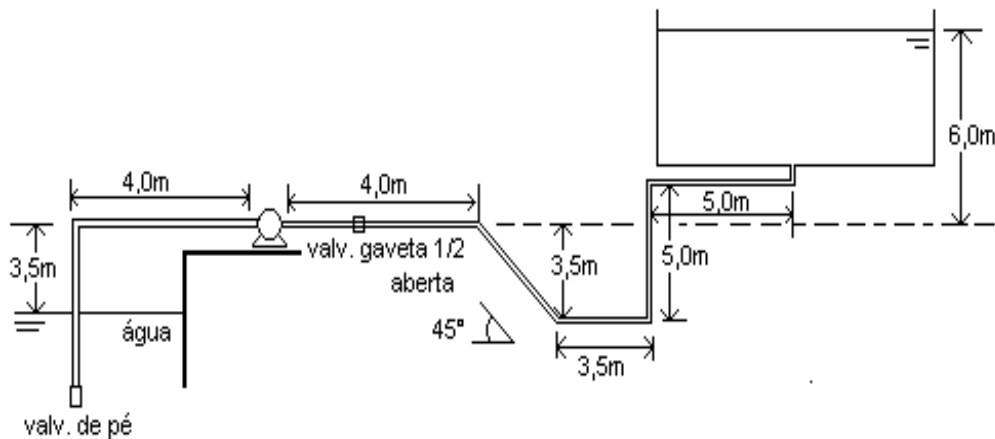


Figura 1 – Sistema de transporte de fluido

Determine:

- 1) Regime de escoamento (laminar ou turbulento) e fator de atrito na sucção e no recalque.
- 2) Perda de carga por atrito na sucção e no recalque.
- 3) Perda de carga localizada na sucção e no recalque.
- 4) Força de impacto do escoamento sobre o primeiro cotovelo 45° .
- 5) Potência da bomba.

Para as atividades de laboratório, o professor pode preparar roteiros que incluam uma breve elucidação do aspecto teórico do tema que está sendo focado, um procedimento detalhado dos passos a serem seguidos para a execução orientando para a observação de dados relevantes dos quais o aluno deverá tomar nota e relacione resultados com dados esperados teoricamente, fazendo com que adquira senso crítico e análise de hipóteses diante dos fatos. Esta atividade também faz com que os alunos se habituem a confeccionar relatórios técnicos com linguagem apropriada, contendo informações relevantes ordenadas convenientemente.

4. VERIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Muitas sugestões podem ser encontradas sobre técnicas de verificação da aprendizagem, dependendo do que interessa ao professor avaliar no aluno.

As provas são necessárias para se aperfeiçoar o curso, procurar evitar reprovações e corrigir as falhas já cometidas.

Normalmente, o aluno terá empregado todos os seus esforços para a prova, sabendo que será avaliado em sua atividade naquele momento. Assim, esta avaliação será uma medida de seu “desempenho máximo” (Briggs, 1976).

Para que se acompanhe o processo de aprendizagem, que é contínuo, a avaliação deve ser feita de forma contínua, cumulativa, em que o aluno necessite recorrer a tópicos vistos anteriormente (Abreu, 1990).

Mesmo dentro de uma prova, deve-se dar atenção à ordem em que se dispõem os problemas. Esta ordem deve ser crescente em complexidade, para que o aluno vá adquirindo segurança e que não se atenha muito tempo em exercícios difíceis, de forma que não lhe reste tempo para resolver outros problemas mais fáceis. Os problemas em si também devem ser agrupados nesta ordem dentro de cada tema ao qual se referem às questões.

Uma experiência realizada com turmas de engenharia para verificação da aprendizagem foi a elaboração de provas com características de trabalhos individuais, que seriam entregues ao professor ao final de um prazo que poderia ser de alguns dias. As provas eram constituídas de exercícios individualizados através dos dados numéricos para a solução de um problema, retirados no caso, de alguns dígitos do registro acadêmico daquele aluno. Foram estabelecidas normas para apresentação dos resultados como clareza de desenvolvimento dos cálculos e comentários sobre os

resultados obtidos, o que promoveu debates entre os alunos, pois em alguns casos, os resultados foram incoerentes devido à introdução dos dados iniciais específicos.

Do ponto de vista dos estudantes foi uma experiência gratificante, pois não provocou o nervosismo típico das avaliações tradicionais, o que muitas vezes faz com que um aluno dedicado se perca no raciocínio; proporcionou discussão sobre o tema, além de despertar a responsabilidade do aluno, reconhecendo para com ele uma atitude madura por parte do professor.

Os trabalhos de laboratório podem ser avaliados através dos relatórios onde o aluno deve se expressar demonstrando seu domínio sobre o tema abordado, contra os resultados experimentais.

5. CONCLUSÕES

As técnicas utilizadas no ensino não são padronizadas. Cada professor ajusta seus métodos a sua turma e aos aspectos que julga serem importantes na disciplina.

As experiências comentadas neste trabalho provêm de reflexão sobre a origem das leis que descrevem fenômenos naturais, das quais nos valem atualmente em nossos estudos e aplicações em engenharia. Estas leis foram deduzidas a partir de observações e repetições de experimentos com tais fenômenos e, freqüentemente, ao passarmos aos alunos estes conhecimentos nós os afastamos de uma noção prática e realista do assunto, o que conseqüentemente trará incompreensão e desinteresse, uma vez que não se faça idéia da utilidade daqueles conceitos que lhes são apresentados. Formam-se profissionais sem desenvoltura, frustrando tanto o engenheiro quanto o empregador.

Sempre que possível, o professor pode promover visitas de seus alunos a indústrias ou, se isso não for possível, procurar contato com as mesmas e trazer conferências, filmes ou *slides* sobre processos. Tais atividades ampliam a visão das pessoas e as tornam mais sensíveis aos estímulos do meio que as cerca.

A verdadeira função do professor na sociedade exige-lhe muitos esforços, muita atenção aos métodos e sua eficácia, por ser responsável não apenas pela formação profissional, mas também pela educação do cidadão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. C., MASETTO, M. T. O Professor Universitário em Aula: Prática e Princípios Teóricos. São Paulo: MG Editores Associados, 1990.

BRIGGS, L. J. Manual de Planejamento de Ensino. São Paulo: Cultrix, Fundação Nacional de Material Escolar, 1976.

BRITTO, S. P. Psicologia da Aprendizagem Centrada no Estudante. Campinas: Papirus, 1989.

NÉRICI, I. G. Metodologia do Ensino Superior, Rio de Janeiro: Fundo de Cultura S.A., 1967.

CONSIDERATIONS ON ENGINEERING EDUCATION

Abstract: The main purpose of this work is to discuss about some experiences in engineering teaching. Some references were chosen in order to support the main ideas.

Key-words: Engineering Teaching, Methodology.