

O ENSINO DA ENGENHARIA MECÂNICA

Rosalvo Tiago Ruffino*

RUFFINO, Rosalvo Tiago, O ensino da engenharia mecânica. *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 4(1): 44-47, 1.º sem. 1985.

O Ensino da Engenharia Mecânica requer um novo balanceamento entre Disciplinas Fundamentais e Disciplinas de aplicação. A multiplicidade de técnicas novas traz consigo novos dados que devem ser ponderados no instante em que se pretende adequar o ensino às novas condições ambientais. O enfoque apresentado procura mostrar uma formação universitária que atenda às necessidades do Homem. A metodologia realça o senso crítico e a exercitação na formação profissional.

Ensino de engenharia. Engenharia mecânica. Metodologia de ensino.

RUFFINO, Rosalvo Tiago, Mechanical engineering education, *Rev. Ensino Eng.*, São Paulo, 4(1): 44-47, 1.º sem. 1985.

A better balancing is needed between Basic and Applied Disciplines in Mechanical Engineering teaching. The multiplicity of new techniques introduces needs and demands that have to be evaluated when one drives at best teaching conditions compatible with the environment. This article deals with academic formation coherent with the needs of society. The methodology enhances the development of critical sense and skill for problem solving.

Teaching of engineering. Mechanical engineering. Teaching methodology.

1 INTRODUÇÃO

No processo evolutivo de todas as atividades humanas é necessário de quando em quando uma parada para medir, pesar, pensar e decidir por novas atitudes que sejam adequadas aos estados atuais das coisas. O suceder de situações exige uma reavaliação com dados, que tabulados servem de base para novas diretrizes (1).

O ensino de Engenharia não foge a essa regra geral. Com a responsabilidade que lhe é inerente, a Engenharia — mola propulsora do progresso, vê-se na contingência de fazer uma análise objetiva dos fatos, identificar os parâmetros, equacionar e solucionar novamente os problemas que lhe são afetos.

Focalizando-se especificamente a Engenharia Mecânica na indústria, alguns fatos são observados que merecem atenção. As atividades industriais caracteristicamente são de alta densidade: em um pequeno espaço físico desenvolvem-se tarefas as mais diversas em velocidades notáveis permitin-

do um fluxo generoso de produtos industriais independentemente do inverno ou do verão. Nesse ambiente altamente adequado, a informática adentrou aumentando a velocidade, a inteligibilidade, a precisão, a confiabilidade e a segurança das comunicações — resultando velocidades crescentes de produção e, como num toque divino, com qualidade melhorada. As máquinas passam a operar automaticamente mercê de informações que são fornecidas, e não raro, contam com "robots" para procederem à sua carga e descarga e em alguns casos ainda todas essas tarefas controladas por um computador central — isto pode ocorrer 24 horas por dia em todos os dias do ano — o produto final terá sempre o mesmo padrão de qualidade e o departamento de planejamento estará continuamente com estimativas muito próximas da realidade — também aqui a qualidade de seus serviços é de muito melhorada.

Em pinceladas rápidas, eis o quadro onde militará o engenheiro industrial. À primeira vista o novo profissional ficará atônito com a multiplicidade de comandos, servomecanismos, controles, linguagens para comando numérico das máquinas ferramentas, linguagens e sistemas operacionais

* Professor do Departamento de Engenharia Mecânica EESC-USP.

dos diferentes computadores, além das interfaces, sensores, transdutores e outros tantos figurantes da cena industrial. Ao entrar na batalha o soldado recém nato olhará para traz à cata de armas e utensílios — encontra alguns milhares de horas de aulas e outros tantos de trabalhos, exercícios e projetos e não consegue enxergar qual a arma a usar agora.

O engenheiro, sempre atento, perceberá ainda outra novidade — a linguagem empregada entre os técnicos da fábrica, é um tanto estranha — a nova linguagem agora é composta de vocábulos estrangeiros entremeados com expressões conhecidas. É o seu batismo de fogo! Está em plena guerra!

Levará algum tempo para o engenheiro identificar os múltiplos fenômenos físicos e químicos ocorrentes na indústria e mais tempo ainda para se aperceber que os princípios matemáticos estão presentes e respeitados nesse quadro, às vezes há necessidade de alguns anos de guerra para perceber-se que os milhares de horas de aulas por que passou na universidade tem efetivamente sentido. Agora o personagem começa a ganhar posições na batalha, sente o prazer de vitória sobre os problemas e então a sua plena realização! O engenheiro passa a contribuir efetivamente para solução de problemas da comunidade.

Com a finalidade de evitar o hiato existente entre a formatura e o início efetivo do trabalho do engenheiro na indústria, primeiramente por causa do choque psicológico e segundo por causa do hiato propriamente dito — deve-se analisar todos os fatos, identificar os parâmetros de sua formação, equacionar e solucionar o problema. Este trabalho é apenas uma análise sumária que pretende lembrar alguns aspectos que devem ser ponderados.

2 CONTEÚDO DO CURSO E METODOLOGIA

O curso fundamental para engenharia contém o ensino da Matemática, da Física, da Química e Desenho. A pressa de se ensinar matérias do curso de aplicação tem sufocado o ensino das matérias fundamentais. A justificativa para tal sufocação tem sido a multiplicidade de técnicas em engenharia — o desenvolvimento acelerado de certos ramos tem preocupado professores e alunos a ponto de criar novas disciplinas de aplicação, aumentando assim, a carga horária das disciplinas de engenharia propriamente dita, em detrimento da carga horária das disciplinas fundamentais. Aqui está parte da causa do mal. À medida que a multiplicidade de

técnicas se faz sentir, paradoxalmente se torna mais forte a necessidade de se conhecer os fundamentos dos fenômenos físicos e químicos e, mais forte, a necessidade de se conhecer as ferramentas de trabalho que é a Matemática. O escultor conhecendo bem o material que está trabalhando e utilizando as ferramentas adequadas será capaz de esculpir o que planejou de maneira plena. Admita-se agora que o escultor tenha à sua disposição o melhor ferramental, porém, seu conhecimento do material não é pleno — uma das duas alternativas deverá ocorrer:

- ou a obra será boa, a alto custo, tempo excessivo, retoques, reprocessamentos, etc.
- ou a obra não será boa — ter-se-á pago a custo material, do tempo, etc, sem o retorno esperado.

Por outro lado o conhecimento do material sem o devido conhecimento das ferramentas não habilitará o profissional a um desempenho racional de suas atividades — em alguns casos ocorrerá a impossibilidade de realização do trabalho.

Em qualquer uma das alternativas não terá ocorrido a racionalização das atividades, não ocorrerá a satisfação almejada.

O Engenheiro tem a missão de orientar as forças da natureza com o objetivo de beneficiar o Homem, sem ofender nem a este nem àquela. Partindo dessa premissa, o Engenheiro deve conhecer, senão tudo, pelo menos a maior parte da natureza para que possa tirar o melhor proveito dela para o Homem. Assim, ao invés da Universidade ministrar ao engenheirando algumas centenas de horas de estudos sobre a ave ciconídea, de bico longo que "costuma trazer criancinhas em cestos para concretizar e consolidar o sonho e a alegria de pais e avós", seria bem mais oportuno destinar essas horas de estudo ao gênero e não à espécie. É bom lembrar que o tempo de formação do engenheiro é limitado e as informações concernentes a um espécime devem ficar por conta da curiosidade e espírito crítico do próprio profissional. Este particular constitui uma das principais funções da Universidade — ensinar e desenvolver no estudante o espírito do "curioso", o espírito do perscrutador, da pessoa que investiga sempre sob à luz da razão crítica.

Não é demais realçar que todas as pessoas em geral e todo engenheiro em particular vive diariamente sob uma chuva de informações via periódicos, cartas, telefone, televisão, vendedores, "out doors", etc. etc.; muitas dessas informações são verdadeiras, outras são falsas e outras ainda são meio-verdades.

Num meio assim, a orientação somente será viável se forem satisfeitas duas condições básicas:

- conhecimento firme dos princípios fundamentais dos fenômenos em questão.
- conhecimento firme de lógica, espírito racional crítico.

A primeira condição a Universidade perfaz ensinando pela raiz os fenômenos físicos, químicos ou outros correlatos, a 2.^a condição é conseguida através do ensino da matemática que desenvolve a metodologia no educando — é a geração e elaboração dos raciocínios, é o caminho para se chegar às verdades.

Um aspecto importante a ser considerado é o da distribuição de matérias básicas e matérias específicas ao longo do curso de engenharia mecânica. Prof. Giacaglia (1) mostrou a diferença entre as proporções usuais no Brasil, e as proporções usuais nos Estados Unidos e cursos típicos europeus. Efetivamente, no Brasil tem-se destinado apenas 30% para as matérias fundamentais e melhor seria que se aumentasse essa dose para no mínimo 40% — poder-se-ia chegar a 45%. Quanto ao conteúdo é exatamente essa a posição a assumir, pois, só assim, o engenheiro poderá assumir atitudes críticas face aos problemas envolvendo os fenômenos físicos e químicos com os quais vai se defrontar na vida profissional, conforme prevê a Resolução 48/76 do Conselho Federal de Educação do MEC através das "Considerações apresentadas pela Comissão de Especialistas de Ensino de Engenharia" quando expressa: "... dotar o aluno de uma nova atitude diante de problemas, encorajando-o a desenvolver modos de pensar e agir compatíveis com os instrumentos hoje à sua disposição para aprofundar os princípios básicos, ampliar o número de fatores a considerar e multiplicar as alternativas a avaliar em cada problema".

Os reflexos dessa atitude dizem respeito também à metodologia. Não é bastante fazer-se a distribuição de matérias (conteúdo — 30% deste ingrediente, 10% do outro ingrediente, 5,0% de outro mais, etc.). É necessário que o modo de introduzir tais ingredientes na mente do aluno seja apropriado, seja a tal ponto que produza os efeitos esperados. Vale dizer que a idéia de submeter o aluno a uma carga horária muito alta pode resultar em prejuízo à perfeita assimilação. Carga horária semanal de 30 a 40 é excessiva. Dezenas de universidades do chamado mundo desenvolvido apresentam de 12 a 15 horas semanais, nas quais o docente tem "obrigação" de transmitir o conteúdo programático com propriedade — conceituação precisa do fenômeno, apresentação dos modelos físicos e matemáticos — e ainda a obrigação de exigir

trabalho prático do aluno. Este trabalho prático consiste em resolver problemas e realizar práticas de laboratório. É natural que a viabilização desse esquema está na dependência direta dos recursos humanos de nível adequado e dos recursos materiais para bibliotecas (livros, periódicos, documentos em geral) e para laboratórios (equipamentos, instrumentação, material de consumo em geral). O trabalho "do aluno" tem que ser desenvolvido e incentivado posto que só assim ele "aprende" o exercício do discernimento e a tomada de decisão.

Nessa linha de idéias pode-se fazer a seguinte citação: REIF et alii (2) da Universidade da Califórnia, apresentam o desenvolvimento da habilidade de resolver problemas através de uma estratégia simples aplicada ao curso introdutório de Física e que é válida também para as demais ciências. Apresentam, ainda, os resultados experimentais de várias aplicações dessa estratégia. MOORE et alii (3) da Universidade MacMASTER, apresentam uma metodologia para resolver problemas e também as peculiaridades na atitude de cada estudante ao enfrentar situações de problemas. WOODS e CROWE (4) da Universidade McMASTER, analisam o comportamento do estudante universitário nos seus 2 primeiros anos. A grande importância do 1.^o ano de universidade está no fato que BONS ou MAUS hábitos são formados nessa ocasião. Então é nessa fase que o professor tem que FORMAR o estudante. No 2.^o ano ocorre a consolidação do que foi aprendido no 1.^o ano. Apresentam boa bibliografia sobre a metodologia do ensino e em particular sobre a solução de problemas. GOOD et alii (5) da Universidade Estadual da Flórida, apresentam o relato de 131 trabalhos sobre experiências sobre o ensino — educação em geral e em particular sobre o ensino de química que é o método indicado para ciências exatas. Prof. MICHELETTI da Escola Politécnica de TURIN (6), apresenta razões ponderáveis para adaptação dos cursos de engenharia às necessidades da comunidade. Esta sofre mudanças que por duas vezes geram novas necessidades e em decorrência, novas soluções.

3 O PAPEL DO PROFESSOR

Juntamente com a aplicação da adequada metodologia é preciso analisar também o comportamento do docente. Este é peça fundamental no processo educativo. O Prof. HAZOM (7), expressa de forma incisiva: "Pare ovvio affermare che il docente deve educare, diffondere scienza e tecnica ma tutto ciò non é certamente sufficiente, trattandosi non tanto di un 'fare', quanto di um 'essere'."

Isto significa que o professor deve "ser" professor. Uma pessoa que saiba "fazer" pode não ser qualificada como "professor". Este deve ser capaz de formar profissionais para os quais sejam transmitidos conteúdos programáticos, atitudes lógicas e entusiasmo para resolver problemas, participar de estudos e criar soluções novas para qualquer tipo de problema de sua área de conhecimento. Deve ser ainda capaz de fazer o estudante "descobrir" as verdades por si próprio nos moldes piagetianos (5) — o exercício que o professor faz é válido para o professor e o exercício que o estudante faz é válido para o estudante. Exemplificando melhor: a prática de educação física que o estudante faz desenvolve seus músculos e sua capacidade física, ao passo que a prática que o professor faz desenvolve os músculos e a capacidade física do professor. Este é o único caminho para formar um profissional que será participante numa comunidade em constante mudança tecnológica — não se deve formar profissional desatualizado que apenas fará papel de espectador dos acontecimentos mas sim de personagem que atua permanente e inteligentemente nas ocorrências técnicas.

4 CONDIÇÕES FINAIS

Prof. Giacaglia (1), trata também da necessidade de se agrupar disciplinas especializadas em uma que reúna os princípios básicos da categoria — ensina-se pela raiz, com maior segurança. As informações complementares ficam por conta das atividades profissionais e mais que isso pela exposição permanente a que todos nós estamos expostos, como já foi expresso.

A quantidade de novidades técnicas hoje é assustadora — cada dia nasce novo ente tecnológico, mercê dos trabalhos de centenas de laboratórios e milhares de indústrias do mundo desenvolvido. Nessa cena nossos engenheiros ficam sujeitos a bombardeamentos de "conversas" de vendedores — e aqui se exige uma capacidade de discernimen-

to do profissional, um espírito crítico para que não se iluda com fantasias promocionais. Esse espírito crítico as Escolas de Engenharia devem ministrar aos seus alunos.

E para finalizar, mais um fato produto de pesquisa da socióloga Bárbara Freitag da Universidade de Brasília (8) e do educador Lauro de Oliveira Lima — o desenvolvimento é fruto também das interações sociais — estas interações conduzem a resultados bons quando a segurança da lógica ensinadas nas escolas for uma realidade. Por via de conseqüências, através dessas interações o Engenheiro continua seu desenvolvimento após completar o curso universitário. Esse desenvolvimento é tanto maior quanto melhor forem aproveitadas as oportunidades a que o Engenheiro inteligentemente estiver exposto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) GIACAGLIA, G.E.A. "O currículo de um curso de Engenharia Mecânica", *Revista Mundo Mecânico*, set. 82, p. 28 a 31.
- (2) REIF, et alii. Teaching general learning and problem solving skills. *American Journal of Physics*, v. 44, n.º 3, March 1976. p. 212/217.
- (3) MOORE, et alii. "Developing style in solving problems" *Engineering Education*, April 1979, 713/717.
- (4) WOODS & CROWE - Characteristic of Engineering Students in Their First Two Years. *Engineering Education*, Feb. 1984, p. 289/295.
- (5) GOOD et alii. Piagets work and Chemical Education. *Journal of Chemical Education*. 56, number 7, July 1979, 426/430.
- (6) MICHELETTI, G.F. Università da RIFARE. *La STAMPA*. Ano 110, n.º 48, 26 Febraio 1976, p. 9
- (7) HAZON, F. *Scuola e Industria: Evoluzione Tecnologica e Aggiornamento degli insegnanti* - "Nuovi indirizzi di processi di produzione meccanica e problematiche sulla formazione dei tecnici. RJ, 23/25, 3, 1983". Istituto Nazionale per il Commercio Estero, Roma, 1983, p. 180/204.
- (8) Jornal "O Estado de São Paulo", p. 16, 29/7/84, 1.º Congresso Internacional de Educação Piagetiana.