

UNIVERSIDADE E ENGENHARIA

PAULO SÁ

O curso de engenharia, com tôdas as exigências de tecnicidade que comporta, deve ter a coragem de repensar a sua formulação e impor-se as mudanças necessárias dentro de três coordenadas fundamentais. Deve, em primeiro lugar, humanizar-se, não só no sentido de desenvolver no engenheiro o homem integral, com suas potencialidades técnicas e também com sua sensibilidade e poder imaginativo, mas ainda no sentido de compenetrá-lo dos objetivos humanos e sociais de sua atividade. Deve, a seguir, tornar-se mais elástico, propiciando a melhor utilização dos recursos humanos de cada aluno. Deve, enfim, aderir à realidade brasileira nacional e regional, sem a pretensão de copiar os figurinos de outros países em condições culturais e econômicas diversas das nossas. As faculdades de engenharia, como as universidades em geral, são reflexo das sociedades onde estão inseridas, mas o abalo inicial de muitas mudanças sociais pode partir dos centros de estudo. Não se deve esquecer a advertência de Lenine: "Quando a universidade bole, tudo bole".

CONSIDERANDO o problema do ensino de um ponto de vista verdadeiramente

universitário,

cremos que deve se *tender* (usando um termo um pouco bárbaro mas bastante expressivo) a

descompartimentalizá-lo

É isso uma reação contra a excessiva
especialização

que o caracterizou nos princípios e nos meados do século.

Seria absurdo negar a necessidade de especializar conhecimentos quando êles se ampliam tão extensamente; e assim se reagiu (aí também) contra o enciclopedismo anterior que levava a transformar o ensino em uma difusão de generalidades, sem qualquer profundidade.

Acontece, porém, que essa necessária especialização caminhou demasiado, e caminhou em trilha errada.

É que, na expressão tantas vezes repetida, o especialista, tendendo a

saber cada vez mais de cada vez menos,

acabaria (usando analogicamente a fórmula matemática de limite),

sabendo tudo de nada . . .

Não se nega, com essa frase impiedosa, a necessidade do estudo minucioso de partes restritas e determinadas do saber humano.

Lembro-me de um excelente pesquisador brasileiro ao qual perguntei uma vez: "É verdade, conforme me disseram, que você está há 4 anos estudando uma única espécie de barata?" Ao que respondeu-me, sorrindo: "Não. A verdade é diferente. Há 4 anos estudo um piolho dessa barata. . ."

Essa, porém, é tarefa para um pesquisador, o qual não se prepara, *pròpriamente*, por meio de cursos.

Quando se cogita de preparar *profissionais* numa universidade, o problema se põe de outra maneira.

Isso, sobretudo, considerada a questão de um modo mais amplo; não apenas dentro do ramo profissional (onde há sempre uma dose razoável de especialização) mas na consideração das várias profissões que coexistem na universidade.

ENGENHARIA E "HUMANIDADES"

De modo que nas escolas universitárias de engenharia (o mesmo se diria para as de direito, ou de medicina, ou de economia etc. . .) não é possível considerar o ensino como

uma coisa profissionalmente isolada, ilhada no seu profissionalismo exclusivo.

Em tôda parte — na França (do enciclopedismo) como nos Estados Unidos (dos especialistas restritos), na Alemanha (de MAX PLANCK) como na Inglaterra (de FARADAY), em tôda parte sente-se hoje, como um nascente (mas irreprimível) anseio, a necessidade de “abrir o leque” de conhecimentos, nos cursos profissionais e nas escolas especializadas.

Daí o movimento, já instalado no “campus” de muitas universidades do Brasil, que leva à criação de

institutos

nos quais se ensinam as

ciências fundamentais

(matemática, física, ciências naturais) aos alunos que depois passarão às escolas profissionais a que se destinam.

Dois anos de *institutos* comuns e três anos de *ciências ou artes de engenharia* foi, por exemplo, o que adotamos numa Comissão que tive a honra de presidir e que organizou a Faculdade de Tecnologia (ou engenharia) da Universidade de Brasília.

Nesses Institutos, o aluno não é um aluno de engenharia, ou de medicina, ou de direito; é um aluno da universidade.

Creemos, porém, que a tendência vai mais longe do que a simples criação dos Institutos, antepostos aos cursos verdadeiramente profissionais.

Acreditamos que a tendência é para uma intercomunicação mais íntima e mais geral.

Parece que um engenheiro deve aprender alguma coisa de biologia, e, mais geralmente, de medicina (se não, como poderia estudar os problemas do saneamento, urbano ou rural?); precisa, também, indispensavelmente, conhecer os elementos essenciais da economia (o que já se implicitava na velha definição do engenheiro como sendo aquêle que faz por 1 dólar o que os outros fazem por 2); do mesmo modo como lhe são indispensáveis noções de direito (trabalhista, comercial, industrial).

Mesmo — se êle com ser engenheiro não pretende se demitir de sua missão de homem — parece-nos que não é absurdo pretender que lhe sejam dados aquêles iniciais conhecimentos literários e artísticos indispensáveis para que a ingestão exclusiva dos tecnicismos da profissão não lhe embote, irremediavelmente, o apetite para as coisas mais altas do espírito.

É nessa linha que se vão encontrar os cursos de literatura inglêsa em certos currículos de engenharia, em universidades americanas.

É, também, nessa linha que se deve entender a judiciosa observação de J. W. LAPIERRE no número do *Esprit*, (maio-junho de 1964), dedicado a "Faire l'Université" quando se queixa de que

"o ensino superior em França é estritamente compartimentalizado (cloisonné) em Faculdades, grandes Escolas, instituições ciosas de sua autonomia"

acrescentando:

"os "científicos" não "se misturam" (ne fraient guère) com os "literários", os "juristas" poucas relações têm com os "médicos".

A preocupação com "ampliar o espectro" dos conhecimentos é uma tendência irrecusável da civilização contemporânea.

HARRY WALLACE, o conhecido político americano dos anos '30, num "address" à "American Society for the Advancement of Science", referindo-se, exatamente, à formação de engenheiros, afirmava:

"nos futuros cursos de engenharia deve se dar aos estudantes a oportunidade de enriquecer o espírito com estudos "imaginativos", não-matemáticos, tais como filosofia, literatura, drama e poesia".

E RAOUL DAUTRY, no seu conhecido "Metier d'homme", (o "metier d'homme" é, no caso, o de engenharia), citava a distribuição porcentual de valores aconselhável para um en-

genheiro segundo L. GUILLET (note-se: é o diretor da célebre École Centrale, francesa):

- 25% de valôres profissionais;
- 25% de cultura geral;
- 50% de valôres morais.

Deixando de lado — como óbvios — os valôres morais, vê-se que GUILLET dá o mesmo pêsso ao ensino profissional e à cultura geral.

Numa época em que entre nós tanto se fala em técnica e em ciência — sobretudo aquêles que de uma e de outra têm apenas o mais “superficial” ou o mais “analfabético” dos conhecimentos — vale a pena juntar, em favor dessa idéia, aparentemente “subversiva”, outras opiniões mais (além daquelas que já citamos) de técnicos e cientistas que o são realmente, e de mais alguns que “pensaram” com profundidade o problema do ensino da técnica.

O “deão” da Divisão de Engenharia do Iowa State College escreveu na “General Electric Review” — novembro de 1953:

“é necessário” ampliar o conhecimento dos engenheiros no que se refere às coisas cívicas, nacionais e internacionais, de modo a que possam, realmente, participar em tais atividades. . . Estou convencido de que o estudante de engenharia deve tomar um determinado número de cursos em humanidades “sociais”.

Para exemplificar, citemos o que acontece na Stanford University (ver *Stanford University Bulletin*, maio 1966).

No curso de “Chemical Engineering” entre as disciplinas do currículo encontramos:

- inglês (freshman english) — no 1.º ano;
- (história da) Civilização Ocidental — no 2.º ano;
- “oratória” (public speaking) — no 3.º ano;
- engenharia econômica — no 4.º ano.

No curso de Engenharia Civil prevêem-se cursos de:

- problemas de engenharia econômica;
- “tomada de decisão” em engenharia;

fatores humanos na administração da construção;
problemas de engenharia em país em desenvolvimento.

Na faculdade de Engenharia Industrial incluem-se:

biotecnologia;
engenharia econômica;
engenharia econômica avançada;
problemas de engenharia econômica;
“capital budgeting” (com estudo de critérios sôbre possíveis investimentos);
engenharia e organização nas pequenas empresas.

De modo geral, entre os cursos “tomados” por todos os estudantes de engenharia, acham-se os seguintes:

inglês;
história da civilização ocidental;
humanidades gerais;
estudos gerais de serviços sociais;
“oratória” (public speaking).

E é o belo espírito de ALDOUS HUXLEY, no número de *Dedalus* da primavera de 1962, dedicado ao problema universal, quem dá o testemunho:

“No MIT e em outras escolas, a resposta a essa questão se encontrou em um interesse renovado pelas humanidades. A excessiva especialização científica é temperada por meio de cursos sôbre filosofia, história, literatura e estudos sociais”

acrescentando:

“tudo isso é ótimo. Mas será suficiente?”

Cada vez mais se compreende que um engenheiro bem informado sôbre as coisas da engenharia pode ser um mau engenheiro:

“um homem bem informado é o mais inútil cacête neste mundo de Deus (is the most useless bore on God's earth)”

diz o grande ALFRED NORTH WHITEHEAD no seu *The aims of education* que devia ser livro de cabeceira para quantos se dedicam menos superficialmente a assuntos educacionais.

Em tudo quanto afirmamos, ninguém nos calunie de ter afirmado que o engenheiro deve ser um "poeta" da profissão, um desses pedantescos e risíveis "técnicos de idéias gerais" que medem simplesmente o próprio conhecimento dos assuntos altos e gerais pelo grau (de que se jactam) da ignorância das coisas reais e práticas.

O engenheiro, sabemos-lo bem (e reiteradamente o temos afirmado), é

aquêle que faz coisas.

Mas êsse indispensável e específico "fazer de coisas" só tem sentido se é tomado como

meio para um fim

que se declara decididamente.

Essa é em nós uma convicção antiga — mas sempre renovada — e que as citações tôdas feitas mostram que é ainda bastante nova (entre nós, quase com o escândalo de ineditismo).

Assim é que à primeira turma que há 30 anos tivemos a honra de paraninfar na Escola Nacional de Engenharia (e muitos dos "paraninfados" são hoje professôres por seu turno) dizíamos mais ou menos:

uma ponte antes de ser uma estrutura de aço ou de concreto armado, destinada a vencer um vão, é um elemento de comunhão entre duas comunidades, que o vão dividia e separava. Um edifício habitacional, antes de ser um conjunto de vigas, de colunas, de paredes, de lajes, de esquadrias, é o ambiente em que viva e se faça feliz um lar humano. Uma fábrica não merece ser construída se apenas se destina a produzir mercadorias ou inflar lucros: só vale se fôr capaz de tornar acessível, a um número maior de pessoas, a posse de determinados bens de consumo que as façam mais "confortáveis" e mais felizes.

Ilustrará, talvez, essa concepção das coisas, levando-a a um terreno mais vasto e mais paradoxal, a frase de GILBERT K. CHESTERTON:

“ao invés de considerar a máquina um gigante diante do qual o homem é apenas um pigmeu, devemos, pelo menos, inverter as proporções até que o homem seja, de fato, um gigante para o qual a máquina é um simples brinquedo”.

ENGENHARIA E TÉCNICA

Para que isso, porém, se consiga, é que é necessário e é indispensável formar engenheiros *realmente* técnicos (quer dizer: técnicos nas coisas reais), conhecendo os princípios gerais — mas também os detalhes práticos — dos processos de construção e de produção que, de certo modo, constituem a engenharia.

Aí se põe um problema que fica absolutamente fora dos objetivos d'êste estudo: e é o que procura estudar

o que se deve ensinar nos cursos de engenharia

Antigo (e longamente) diretor da Escola Politécnica da PUC (que criamos sob a genial orientação do saudoso e “santo” Padre LEONEL FRANCA), preocupamo-nos, minuciosamente, com êsse aspecto da questão.

Bastará, talvez, referir que quando organizamos na Escola o nosso curso de Engenheiro Eletricista reunimos, com os professôres que iriam ensinar, os diretores das principais emprêsas elétricas do Rio de Janeiro para organizar, em colaboração, o currículo do curso. E isso foi feito com tanto cuidado — e com tanta liberdade — que nêle se incluíram

16 disciplinas novus

que não constavam do curso oficial mas que depois, tôdas elas, foram por êle adotadas.

Creemos, porém, que a questão não cabe nesse trabalho em que procuramos examinar os princípios gerais que devem governar o assunto, segundo o modo como o concebemos.

Não estará, contudo, fora de propósito declarar que, com relação a currículos, achamos, com uma tendência hoje prevalecente nas mais adiantadas escolas americanas, que os cursos devem ter

um currículo bastante elástico

para se adaptar às aptidões e às necessidades específicas dos alunos, com um sistema de "créditos" e de "conexões de matérias" capaz de fazer essa adaptação.

É, se se permitir a comparação um pouco *terra a terra*, o sistema de *roupa cortada sob medida* em oposição à *roupa feita*, que deixa em uns braços sobrando e em outros faz-lhes sobrar as mangas sôbre as mãos. . . .

ENGENHARIA "BRASILEIRA"

Uma outra indicação que nos parece oportuna é aquela que se refere à

adaptação dos cursos às necessidades brasileiras.

Há, entre nós, fruto talvez de um caráter que não prima pela fortaleza, ou, quem sabe, de um certo atavismo colonialista — uma real tendência a copiar, pura e simplesmente, os modelos alienígenas de ensino, sem atentar às particularidades da nossa terra e da nossa gente.

Por muito tempo, os figurinos eram franceses, teóricos, fora da realidade.

Cabiam um pouco na caricatura, evidentemente exagerada de SUZANNE NIELSEN, americana, expondo seu "Regard du dehors" em relação a certas universidades da França (número citado de *Esprit*):

"o professor despeja ("debite") os cursos que preparou sabe Deus há quantos anos. Não se julga na universidade para suscitar a curiosidade e um desejo de informar-se por parte dos alunos, e não se sente, de modo algum, moralmente responsável em relação a

êles. Ao estudante seria a mesma coisa se ficasse em casa lendo, confortavelmente, instalado”

(e por que não “bebericando” o seu uísque?).

Depois passamos aos padrões dos Estados Unidos: e era um tal de citar Caltec, e MIT, e “credits”, e “extra-curricular activities”, e “under graduate degrees” e “ph D”, que não se podia ler qualquer coisa a respeito do assunto sem entortar a bôca, num sotaque de “slang” mal digerido . . .

Ora, acreditamos — o que a outros talvez parece escandaloso — que

*um engenheiro brasileiro deve ser preparado
para o Brasil,*

para resolver os nossos problemas, com os meios de que dispomos.

Citemos (para ficar na moda reinante . . .) “o mais conhecido depois de KEYNES, o mais citado desde ADAM SMITH” dos economistas famosos, JOHN KENNETH GALBRAITH no seu *Economic Development in Perspective* (de 1962):

“muitas vêzes o que se ensina nos países em desenvolvimento nada tem que ver com os problemas que nêles existem e, pragmáticamente, com suas soluções. Trata-se antes, de uma aplicação de acôrdo com os figurinos da moda (a fashionable elucidation) dos modelos e sistemas sofisticados que são correntes em Cambridge, na London Scholl ou mesmo em Harvard”.

E acrescenta, mais ou menos: é estupidez aplicar soluções de países ricos em países pobres.

De modo que entre nós temos que formar escolas brasileiras que preparem engenheiros para o Brasil (e não para Cambridge ou Harvard . . .).

Não há nisso o mais leve vislumbre de jacobinismo: há, apenas, um justo realismo, humano e brasileiro.

— Cremos, mesmo, que — com a indispensável prudência — há de se cogitar de escolas diferentes e cursos diversos para a Amazônia e para o Rio Grande do Sul, para São Paulo industrial e o Nordeste árido.

Convém, ainda, indicar duas exigências que, a nosso ver, devem ser consideradas na organização de qualquer curso de engenharia.

Uma é o seu

aspecto econômico

Se a ciência é, como a queria ERNEST MACH, uma *economia do pensamento*, a engenharia consiste, essencialmente, numa *economia de material e de mão-de-obra*.

Ora, sendo assim, torna-se indispensável, no curso que forma engenheiros, dar uma importância especial às questões econômicas. Preços, orçamentos, financiamentos, questões de produtividade (quer dizer: de produção por unidade consumida — de certo modo do *output* sobre *input*), tornam-se tão importantes quanto cálculos estruturais, resistência dos materiais empregados, formas de produzir, transportar e aproveitar energia etc. . .

Outrora passava-se — como passamos nós — todo o curso na Escola, sem ouvir falar em cruzeiros ou em preços; e era quase uma heresia referi-los.

Hoje — cada vez mais — e cada vez com mais razão insiste-se sobre o aspecto econômico dos problemas que se põem ao engenheiro.

O que é preciso é disciplinar essas considerações, fazendo delas uma parte integrante de todos os estudos feitos.

O ENGENHEIRO DIRIGENTE

A outra exigência sobre a qual queríamos insistir é aquela que leva a incluir no currículo os indispensáveis elementos de

administração de emprêsas.

Uma obra de engenharia, por melhores que sejam os seus técnicos, será falha e omissa se não fôr bem administrada.

O engenheiro que não fôr capaz de administrar será, inevitavelmente, aquilo que DAVID ALLISON chamava um

“yes, boss”

quer dizer, um engenheiro que só sabe dizer "sim" ao seu "chefe", descendo ao escalão de simples executante de ordens dadas por outros (e outros que, às vezes, são os menos capazes).

Sabemos que um administrador não se forma só com os cursos; não ignoramos, porém, que sem os cursos é impossível formá-los.

Lembramos a respeito uma observação que ouvimos há anos. Tínhamos, na época, um grande contato com o ITA, de São José dos Campos, o qual freqüentemente nos mandava buscar, no seu avião especial.

Uma vez que saltamos desse avião no campo de pouso do ITA, dirigiu-se a nós um americano alto, disposto, que não conhecíamos. E disse-nos: "Dr. Sá, sou o novo reitor do ITA. E se lhe disser que, como professor, ensino inglês, talvez admire-se. Mas o que há é que sou especialista em administrar: por isso a reitoria, mesmo de uma escola de engenheiros, não é para mim coisa estranha".

Queremos, ainda, dizer rapidamente (para não tornar ainda mais longo e enfadonho este trabalho) alguma coisa sobre uma idéia que temos repisado em outros e anteriores estudos: é o que se refere aos

*cursos de atualização e de extensão
 (pós-graduação)*

Os cursos de atualização constituem hoje uma necessidade absoluta no ensino, sobretudo no ensino da engenharia, que é o que estamos considerando.

Todo o moderno (e tão interessante) conceito de

educação permanente

baseia-se na idéia de que *nunca se terminou de aprender*, e de que todo aquele que *não esteja sempre estudando estará sempre sendo ultrapassado* e desajustando-se do mundo-em-torno, que evolui tão vertiginosamente.

Na descrição da célebre reforma de 1957 da École de Mines de Nancy — que constitui, sem dúvida, um dos marcos mais brilhantes da revolução "universitária" nos últimos

anos — BERTRAND SCHWARTZ e CLAUDE DESTIRAD escrevem:

“é mais necessária ainda a capacidade do engenheiro de aprender de novo sem cessar, adaptando-se, renovando-se, prosseguindo durante toda sua vida, sua formação e sua instrução”

e acrescentavam:

“o engenheiro precisa estar pronto a se renovar cem por cento (à faire peau neuve) a todo instante”

observando, com um sabor gaulês de espírito, que esse aprender permanente

“é uma perpétua mocidade intelectual que ele deve possuir”.

Vale — de passagem — assinalar essa curiosa definição:

jovem é aquela que ainda está aprendendo.

Daí fácil é concluir como é freqüente — nas profissões, nas escolas, nas universidades, no govêrno, em toda parte — a senilidade precoce. . .

Voltando, porém, depois dessa digressão (que não nos pareceu inútil) ao assunto específico que estudamos, queremos insistir sobre o fato de que num bom, num regular ensino de engenharia, os *cursos de atualização* são absolutamente indispensáveis.

Reflita-se um pouco sobre o que era a eletricidade há 20 anos, sobre os motores de todo tipo na mesma época, sobre o que se conseguiu em matéria de energia nuclear nos últimos 5 anos e há de se concluir que um engenheiro formado com o que então se ensinava de engenharia está hoje tão ultrapassado como uma peça de museu. . .

Temos repetido em outros trabalhos nossos o caso de uma escola de engenharia em França, o Institut de Sciences Techniques Nucléaires, em França, cujos diplomas simplesmente *caducum* , tornam-se *pedaços de papel inútil* no fim de 5 anos!

Nem se diga que são só as aplicações técnicas que evoluem, na engenharia: quem estudou física há 30 anos hoje há de se considerar quase analfabeto no assunto. E em matemática a mudança é tão grande, que o analfabetismo é real: quem sabia a matéria há 30 anos hoje não é, sequer, capaz de ler um livro, cuja simbologia é quase tôda radicalmente diversa.

Daí resulta a necessidade dos cursos em que se atualizam os conhecimentos dos engenheiros.

É a chamada

“reciclagem”

(se o neologismo pode nos ser perdoado), com a qual de tantos em tantos anos o engenheiro formado volta à Escola, para reaprender o que já não sabe mais.

Já tivemos mesmo a ocasião de propor (numa proposta que atualmente parece loucura, mas que daqui a alguns anos acreditamos seja uma realidade comum) que, assim como se dá ao engenheiro o direito de férias anuais remuneradas (de 20 ou 30 dias), durante as quais regenerere as suas fôrças físicas, deve-se, também, digamos de 10 em 10 anos, *conceder-lhe um semestre de dispensa do serviço* (sem perda de remuneração), com a obrigação de *fazer um curso que lhe atualize os conhecimentos*.

O sistema dos cursos de “reciclagem” é comum — e cada vez mais difundido — seja nos Estados Unidos como na Europa.

Ao lado de tais cursos, cremos que se deve cuidar seriamente de outros em que se forneça aos engenheiros formados o aprofundamento de conhecimentos que obtiveram na Escola.

Atualmente estão êles já se multiplicando. Raro é o dia em que não se vejam anúncios de vários dêles.

Policiar os cursos “extracurriculares”

Cremos, contudo, que é indispensável

policiar essa proliferação

na qual os abusos e as explorações são inumeráveis.

Para terminar, queremos fazer apenas mais duas considerações, que nos parecem pertinentes.

A CORAGEM PARA MUDAR

Uma é a de que acreditamos que, no ensino de engenharia, como aliás em todo o ensino universitário, se se quiser, de fato, fazer alguma coisa, é indispensável fazer muita coisa.

Ou se muda corajosamente, ou nada se conseguirá.

E os remendos novos nos velhos ôdres apenas os fazem rebentar, em explosões subversivas.

Escrevia ROBERT COLBERT (em *Science and Technology*, de abril de 1965) um interessante artigo "Whats is a University anyway?", que punha, do ponto de vista técnico, o problema em sua generalidade:

"Vivemos numa sociedade que muda muito depressa ("a very fast-changing society)". Estou convencido de que a universidade deve ser uma instituição na qual essa mudança se faça".

É um pouco a recíproca da frase conhecida de LENINE "quando a Universidade bole, tudo bole".

Aliás, êsse anseio pela transformação de uma Universidade que pouco a pouco tende a tomar o aspecto de um dinossauro, numa paisagem de arranha-céus e de novas idéias, é uma aspiração irrefreável em todo o mundo, e que em tudo — não apenas em nosso país (como o crê a miopia brasileira) — está se manifestando, nas afirmações serenas dos que pensam o problema, nas demonstrações violentas dos que o vivem.

O DIÁLOGO

A segunda observação que desejaríamos fazer é a de que não visamos, neste nosso rápido estudo, se não trazer, a um diálogo que nos parece absolutamente indispensável, uma voz sem brilho mas que traduz uma sincera, irreprimível, esperançada angústia.