

Durante o século XX, as Engenharias ganharam relevo tanto nas atividades produtivas, em função do aumento da sua complexidade, como também no mundo da Ciência e na organização da vida social e econômica. Acompanhando essa diversificação de papéis, as especialidades e os perfis profissionais se multiplicaram. O dinamismo tecnológico precarizou a formação profissional específica, acentuando a importância da formação geral e sua natureza duradoura, e levando à necessidade de rever as propostas pedagógicas dos cursos de graduação, bem como de redefinir o leque de especialidades.

Nessas condições, o século XXI nos depara a urgência de reformular as Engenharias no seu escopo, nos seus fundamentos disciplinares e interdisciplinares, no seu diálogo com a Ciência, na sua inserção produtiva e política. Não são poucos os desafios colocados por esse mister, tanto no Brasil como no mundo. Abaixo comentamos alguns, com destaque para o caso brasileiro.

I] O Desafio Urbano. As recentes manifestações populares dramatizaram como nunca as severas deficiências da infraestrutura urbana brasileira, resultantes da falta histórica de investimentos e planejamento públicos. Para enfrentar estas dificuldades, o País precisará investir na sua infraestrutura. E, para projetar e executar as obras de engenharia necessárias, precisará de mais e melhores engenheiros e urbanistas. Nosso País tem em São Paulo uma das maiores megalópoles do mundo. Outras áreas urbanas do mesmo porte só são encontradas em outros países emergentes, como o México, a Índia e a China. Daí que a engenharia brasileira terá que buscar, no diálogo com a sociedade e seus pensadores, soluções originais e inovadoras para os problemas que angustiam nossos grandes conglomerados urbanos, bem como intensificar o diálogo com outros países emergentes.

II] O Desafio Quantitativo. Ao contrário dos médicos, cujo número, em relação à população atendida, é balizado por padrões bem estabelecidos por organismos internacionais (tendo como premissa a vocação e disposição dos profissionais para enfrentar as carências sociais), o número de postos de trabalho para engenheiros depende da situação econômica, em particular da taxa de crescimento do PIB. Em países periféricos ou emergentes como o Brasil, essa taxa varia muito de década para década, provocando altos e baixos no mercado de trabalho para engenheiros. Assim sendo, é imperiosa a ação governamental no sentido de garantir a oferta de vagas para a formação de engenheiros em conformidade com as hipóteses mais otimistas, porém viáveis, sobre o crescimento da economia, e de manter essa força de trabalho mobilizada em torno de projetos de interesse nacional.

III] O Desafio Qualitativo. Dos alunos e alunas que ingressarem no ensino superior no próximo ano (2014) e se graduarem em engenharia, muitos se aposentarão já na segunda metade do século XXI. *Grosso modo*, sua fase mais produtiva ficará entre 2030 e 2050. Mantido o atual ritmo de evolução tecnológica (que na verdade está se acelerando), é impossível vislumbrar hoje o arsenal de conhecimentos e habilidades que serão necessários em 2040. Assim sendo, como preparar um futuro engenheiro para atuar ao longo das décadas vindouras?

Basicamente, a melhor resposta a essa pergunta tem sido dada através da fórmula “*aprender a aprender*”, não só para os engenheiros, mas para todos os cidadãos. No caso dos engenheiros,

porém, é preciso vincular essa fórmula ao método científico e a um estreito diálogo com a Ciência, ocasionalmente como praticante. A capacitação dos futuros engenheiros para esse diálogo é essencial porque é da Ciência que virão os conhecimentos que formarão o arsenal cognitivo dos engenheiros de 2040. Não é por outro motivo que os países mais avançados têm medido a sua capacidade de inovação pelo seu número de engenheiros e cientistas, entre outros indicadores.

IV]O Desafio Educacional no Nível Básico. Como vimos acima, o engenheiro do século XXI está muito próximo da Ciência, podendo ser considerado um novo perfil de cientista. A linguagem da Ciência é a Matemática: é através de modelos matemáticos que a Ciência descreve a realidade e aprofunda a compreensão dos fenômenos físicos. É igualmente através de modelos matemáticos que o engenheiro analisa situações e problemas práticos, concebe e testa possíveis soluções através de simulações conceituais ou computacionais, e interpreta os resultados das suas aplicações. Assim, a formação do engenheiro, tanto quanto a do cientista, não pode prescindir das habilidades matemáticas que precisam ser desenvolvidas nas crianças e adolescentes antes do seu ingresso no ensino superior.

Nos principais países do mundo, inclusive no Brasil, essas habilidades são medidas pelo teste PISA (**P**rogram for **I**nternational **S**tudent **A**ssessment) da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico). Em [1], podemos observar o desempenho dos adolescentes brasileiros (aos 15 anos de idade) e a comparação com outros países. Cerca de 30% dos jovens brasileiros estão no nível 1, no qual o aluno é capaz apenas de “responder perguntas envolvendo contextos familiares nas quais todas as informações relevantes estejam presentes e as perguntas estejam claramente definidas, ...”. Além disso, 40% dos jovens estão abaixo do nível 1! Ou seja, cerca de 70% dos jovens brasileiros têm habilidades matemáticas insuficientes para exercer a própria cidadania, que pressupõe a habilidade de formular perguntas matemáticas, interpretar dados, etc..

Os níveis desejáveis de desempenho matemático para a formação de engenheiros e cientistas são os 5 e 6. No nível 5, o jovem é capaz de “desenvolver e trabalhar com modelos para situações complexas, identificando restrições e especificando hipóteses; selecionar, comparar e avaliar estratégias apropriadas para a solução de problemas complexos relacionados a esses modelos; trabalhar estrategicamente usando habilidades intelectuais abrangentes e bem desenvolvidas, representações apropriadamente conexas, caracterizações simbólicas e formais, e intuições (“insights”) pertinentes a essas situações; bem como refletir sobre suas ações e formular e comunicar seu raciocínio e interpretação”. No nível 6, o mais alto, o aluno é capaz de conceituar modelos adequados para tais situações e problemas complexos, revelando assim uma vocação para a Ciência. No Brasil, o percentual de jovens nos níveis 5 e 6 está em torno de 1%, muito abaixo das necessidades do País. Nos países da OCDE, a média é 12,7%. Enquanto essa fragilidade não for resolvida, o esforço de expansão do ensino superior em andamento ficará comprometido na sua meta de formação de engenheiros para dar suporte ao protagonismo brasileiro no mundo emergente do século XXI, pois as novas vagas serão naturalmente preenchidas por alunos nos níveis 4, 3, quiçá até 2 ou 1, incapazes de equacionar os problemas, formular soluções, problematizá-las, discuti-las em ambientes interdisciplinares, etc..

V] O Foco nos Problemas. Até meados do século XX, a formação de engenheiros no Brasil se voltou primordialmente para as tarefas da urbanização da sociedade, daí a ênfase na Engenharia Civil. A urbanização acelerou o desenvolvimento científico, que multiplicou as aplicações dos novos conhecimentos em múltiplos setores de atividade, resultando em novas modalidades de Engenharia, definidas por disciplinas científicas da qual derivariam suas

aplicações, sem delimitá-las *a priori*. Foi assim que surgiram a Engenharia Elétrica, a Engenharia Mecânica, a Engenharia Química, etc.. Nesta concepção, cada Engenharia é definida a partir de uma disciplina científica identificada como portadora de soluções numa ampla gama de atividades humanas: a eletricidade, a mecânica, a química, etc.. Ela parte da visão da disciplina-mãe como uma “*solucionática*”, que fornece soluções para problemas suscetíveis de serem por ela resolvidos.

A adoção desta abordagem essencialmente disciplinar fez com que o século XX gerasse grandes inovações, mas sem necessariamente atacar de frente os problemas mais prementes da sociedade. Na medida em que se parte de uma disciplina em busca dos problemas que ela pode resolver, não há garantia de que os problemas beneficiados sejam os mais críticos ou importantes. Essa constatação levou alguns pensadores a propor a abordagem interdisciplinar, na qual a investigação parte do problema ou da problemática, que mobiliza a busca de soluções seja num domínio disciplinar quando isso é possível, seja através do concurso de várias disciplinas como geralmente ocorre em problemáticas reais. Durante o longo período da Guerra Fria, a abordagem disciplinar foi muito priorizada pela chamada *Big Science*, beneficiando a sociedade apenas com seus chamados *spinoffs*.

*Assim sendo*, o século XXI recebe um legado de vários problemas prementes, não resolvidos; e um enorme arsenal de “soluções” geradas pela dinâmica do mercado ou pelo esforço bélico das grandes potências, que não foram engendradas para resolver os ditos problemas; e frequentemente geram novos problemas quando aplicadas em escala ilimitada, sem a devida problematização socioambiental. Em consequência, o foco das organizações sociais, inclusive e especialmente o das Universidades, está se deslocando do desenvolvimento das disciplinas para o estudo dos problemas mais prementes da sociedade.

Um exemplo desta nova tendência pode ser observado na Universidade de Illinois em Urbana - Champaign, que recentemente lançou um programa de novas contratações que deve levar à admissão de 500 novos docentes nos próximos 5 a 7 anos. As áreas dessas contratações não são definidas pelo perfil disciplinar dos candidatos, mas sim pelo seu compromisso com o estudo e a solução dos problemas mais prementes da sociedade americana e global, agrupados em seis “*clusters*” ou eixos principais: Desenvolvimento Econômico; Educação; Energia e Ambiente; Saúde e Bem-Estar (“*Wellness*”); Informação e Tecnologia; Igualdade Social e Intercultural (“*Cultural Understanding*”).

VI] A Formação Interdisciplinar. A perda de centralidade das disciplinas em favor dos problemas favorece uma estrutura curricular na qual a primeira etapa do ensino superior é constituída necessariamente por um Bacharelado Interdisciplinar (BI). Nele, o aluno egresso do Ensino Médio irá receber uma formação interdisciplinar numa grande área do conhecimento, como a Ciência e a Tecnologia, com o qual as Engenharias apresentam maior afinidade. Cursos de Engenharia com duração de dois anos em dedicação integral podem então ser oferecidos aos alunos egressos do Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (BCT), cuja duração é de três anos em dedicação integral. A partir do ensino médio, portanto, a formação dos engenheiros se mantém nos tradicionais cinco anos. O percurso dessas cinco anos, porém, segue uma dinâmica nova, baseada em alguns novos pressupostos:

a) A formação dos futuros engenheiros inicia-se com a construção de um sólido substrato teórico-conceitual abrangendo toda a área de Ciência e Tecnologia, que é compartilhada com a formação dos futuros cientistas (físicos, químicos, biólogos, matemáticos, etc.);

b) A opção por uma carreira de Engenharia ou uma carreira científica ocorre apenas no terceiro ano do BCT, colocando os futuros engenheiros, no contexto do século XXI, em contato mais próximo com os futuros cientistas, num diálogo entre iguais;

c) O currículo do BI é constituído de disciplinas obrigatórias; de opção limitada, selecionadas pelo aluno dentre um grupo pré-determinado; e disciplinas de livre escolha do aluno.

Tendo em vista a formação interdisciplinar dos novos engenheiros, não teria sentido definir suas formações específicas a partir de recortes disciplinares. A partir da base interdisciplinar, a formação específica do engenheiro do século XXI pode e deve se voltar para problemáticas fundamentais do mundo contemporâneo. Como essas problemáticas emanam de realidades cada vez mais complexas, seu número e variedade crescem com o tempo, de maneira que nenhuma instituição poderia ter a pretensão de abordar todas essas questões. Daí a importância de conferir ampla liberdade às Universidades para propor novos perfis cognitivos aos futuros engenheiros, deixando aos órgãos de classe a faculdade de classificá-los num universo mais limitado de perfis profissionais. Neste contexto, as modalidades são definidas a partir de problemáticas reais da sociedade moderna. Assim, algumas modalidades buscam desenvolver a capacidade da sociedade se apropriar eficientemente de insumos e grandezas críticas da sociedade contemporânea, como os Materiais, a Energia e a Informação. A Engenharia Ambiental aborda a necessidade de dar sustentabilidade ao desenvolvimento, conciliando-o com a preservação do meio ambiente. A Engenharia Aeroespacial se preocupa com a conquista do espaço e o seu uso na gestão do planeta. A Engenharia de Gestão busca o aperfeiçoamento dos processos gerenciais com vistas à sua eficácia e produtividade, e assim por diante.

#### Referência

[1] [http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/2010/Pisa2009-vol1\\_What\\_students\\_know\\_and\\_can\\_do.pdf](http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/2010/Pisa2009-vol1_What_students_know_and_can_do.pdf), pp. 130-135