



Cidades Inteligentes

Engenharia: A carreira que mais evoluiu nas últimas décadas

JOSÉ ROBERTO CARDOSO

CRESCE-BRASIL

Engenharia: A carreira que mais evoluiu nas últimas décadas

Introdução

A Finlândia é o país que tem o maior número de matemáticos por habitante no planeta. Como resultado, esta qualificação colocou aquele país na liderança do domínio de tecnologias que ainda não estão sendo utilizadas em larga escala, mas se apresentam como tendências decisivas para as próximas décadas.

Com o suporte da engenharia e de outros saberes, os pesquisadores colocaram os finlandeses no limiar do conhecimento da computação “Quântica”, considerada o grande salto tecnológico da humanidade neste século.

Exemplos similares de movimentos tecnológicos de grande impacto na humanidade, como o desenvolvimento dos *smartphones*, também tiveram raízes naquele país. De modo que nossa qualidade de vida deve, em grande proporção, a desenvolvimentos realizados na Finlândia, a qual abriga algo em torno de 5 milhões e meio de habitantes, que é menor do que a população contida na zona leste da região metropolitana de São Paulo.

O grande desafio vencido pela Finlândia foi o convencimento de sua juventude de que estudar tecnologia era a coisa “da hora”. Desde os primeiros dias nos bancos escolares, os finlandeses tomam contato com a ciência, de forma lúdica e agradável, valorizando iniciativas que buscam novos caminhos para solução de velhos problemas.

O erro é considerado instrumento de valor não elemento de punição, pois com ele se aprende e novos caminhos surgem após seu entendimento.

Porque este modelo de sucesso ou nuances positivas deste empreendimento não são reproduzidos em nosso país?

A resposta está na valorização da tecnologia como instrumento para o desenvolvimento nacional. Valorizar a tecnologia não implica desprezar as humanidades, como muitos pensam, mas integrá-la num arcabouço acadêmico em que o impacto da tecnologia é avaliado sob o ponto e vista humanitário e não apenas o econômico.

A educação em engenharia evoluiu muito neste século, talvez seja a profissão que mais avanços observou nesse período. Nas últimas décadas, 5 mudanças radicais mudaram o seu rumo e aqueles países que acompanharam esta trajetória, como Finlândia e demais países do norte global, dominaram o cenário tecnológico que hoje observamos. É sobre isso que vamos discutir neste artigo de orientação para a qualificação profissional do Cresce-brasil.

1ª. Mudança: Ciência da Engenharia, Ênfase Analítica

A primeira grande mudança no ensino de engenharia em nosso país ocorreu na década de 1960, após o retorno dos primeiros bolsistas que realizaram seus programas de PhD nos Estados Unidos e Europa, com quase duas décadas de atraso em relação ao ocorrido nas grandes escolas de engenharia americanas.

Nesta ocasião começaram a substituir as aulas práticas, como oficina mecânica, topografia e desenho por cursos de ciências e matemática. Os currículos de engenharia passaram de currículos baseados na prática para currículos que enfatizavam a modelagem matemática e abordagens baseadas na teoria.

As bases para essa mudança foram estabelecidas por muitos engenheiros e professores de engenharia europeus, como foram os casos de Timoshenko, von Karman e Westergard, que imigraram para os Estados Unidos e introduziram abordagens europeias no ensino de engenharia. Essa mudança em direção a mais matemática e ciências foi acelerada pelas experiências na Segunda Guerra Mundial, quando os engenheiros geralmente não se saíam tão bem quanto os físicos na solução de problemas complicados.

Esta mudança não foi aconteceu por acaso, como se fosse um processo de geração espontânea, pois observou-se que muitos engenheiros não conheciam a ciência capaz de fazê-los entender fenômenos oriundos à eletrônica e às armas de guerra modernas que surgiram na Segunda Guerra Mundial

Em resposta à contínua turbulência sobre o currículo, em maio de 1952, a American Society for Engineering Education (ASEE), nomeou um Comitê de Avaliação da Educação em Engenharia, com o objetivo de avaliar a educação em engenharia e sugerir novas abordagens para o seu ensino.

Um acelerador adicional, que levou a rápida aceitação de suas conclusões, foi o choque político-cultural causado pelo Sputnik em 1957. De repente, os Estados Unidos, considerados a maior nação do planeta, ficaram para trás, e a educação em engenharia foi parcialmente culpada.

A mudança para mais ciência e ciência da engenharia foi a alteração mais significativa no ensino de engenharia nos últimos 100 anos e tem sido caracterizada de várias maneiras: O primeiro rascunho do relatório da ASEE enfatizava a necessidade de mais ciência nos currículos de engenharia e depois, de forma mais controversa, propunha dois níveis de ensino de engenharia.

O comitê acreditava que a maioria dos alunos seria atendida por um programa profissional geral que fornecesse treinamento sólido em ciências fundamentais para empregos no setor. Apenas algumas escolas de engenharia precisavam desenvolver programas avançados de graduação e pós-graduação em ciência da engenharia (profissional-científica) para preparar os alunos para programas de pesquisa do governo e da indústria. No entanto, as discordâncias de sempre levaram a versão final do Relatório se contentar com um forte endosso da necessidade de mais ciência nas escolas de engenharia.

O relatório também recomendou que todos os currículos de engenharia incluíssem o seguinte conjunto comum de cursos nas ciências da engenharia:

Mecânica dos Sólidos
Mecânica dos Fluidos
Termodinâmica
Transferência de Calor e Massa
Teoria Elétrica
Natureza e Propriedades dos Materiais.

O relatório também recomendou que os currículos de engenharia incluíssem cursos da área de humanidades, com o objetivo claro de ajudar os engenheiros a desenvolver habilidades de interação com as pessoas e a entender as ramificações sociais do desenvolvimento tecnológico.

2ª. Mudança: Acreditação Baseada em Resultados

A segunda mudança, tão importante para colocar a engenharia dos países desenvolvidos na liderança mundial da tecnologia, foi a “acreditação”. Seus reflexos em nosso país ocorreram de modo deformado no final dos anos 80.

A “acreditação” dos cursos de engenharia nos países desenvolvidos tem proporcionado controle de qualidade eficiente para o ensino de engenharia, buscando assegurar que os formandos dos programas acreditados estejam preparados para a prática profissional.

No Brasil, o Ministério da Educação, instaurou um processo de avaliação dos cursos de engenharia que não se aproxima, minimamente, das exigências de um programa de acreditação; apesar de evoluir com o passar do tempo, ainda está longe de se assimilar a um processo de avaliação com estas características, razão pela qual, muitos afirmam que não atingiu os resultados esperados

As avaliações dos cursos de engenharia do país foram muito afetadas pelas contestações legais e decisões desfavoráveis à medida que o número de visitas de avaliações cresceram, levando os critérios a se tornarem mais focados nos aspectos quantitativos e menos dependentes do julgamento profissional.

A “acreditação” ainda sofre severas críticas da comunidade de educação em engenharia, pois vários dirigentes das grandes escolas de engenharia americanas atribuem às agências acreditadoras a criação de uma barreira significativa para as inovações necessárias no ensino de engenharia.

3ª. Mudança: Ênfase Renovada no Projeto

A terceira grande mudança é a ênfase crescente no projeto como um elemento importante e relevante da engenharia. Um dos motivos para essa mudança foi a sensação de que a ênfase na ciência da engenharia foi longe demais. Esta evidência se apoia no baixo rendimento dos cursos de engenharia, que apresentam índices de reprovação e de retenção vergonhosos.

Embora não seja recente, a iniciativa mais difundida da mudança é o TCC (Trabalho de Conclusão do Curso) que está presente na maioria currículos de engenharia.

Sua existência foi incentivada pelo MEC através das Diretrizes Nacionais das Engenharias. Na década de 1980, no mínimo meio ano de projeto de engenharia tornou-se o requisito padrão em nossas escolas, mais recentemente, dentre os requisitos exigidos para esta atividade, foi inserida a orientação do projeto envolver diversos saberes e não ficar restrito às características da habilitação.

A evolução que se observa concentra-se na proliferação das equipes de competição em todas as áreas das engenharias, que estimulam o trabalho em equipe e a comunicação, dois dos mais importantes atributos do engenheiro contemporâneo. Competições como a da casa solar ou do carro movido a energia solar, que são inerentemente interdisciplinares e oferecem oportunidades de participação de áreas que não são de engenharia, se encaixam bem em propostas de projeto e são grandes motivadores para muitos alunos.

Foi demonstrado também, que cursos de projeto de engenharia inseridos no primeiro ano têm influências positivas no desenvolvimento e na retenção dos alunos. Por exemplo, foi demonstrado que os cursos de projeto de engenharia do primeiro ano influenciaram positivamente o desenvolvimento intelectual de seus egressos.

4ª. Mudança: Aplicação da Pesquisa em Educação, Aprendizagem e Ciências Sociais Comportamentais

As influências da pesquisa em educação, aprendizagem e ciências sociais e comportamentais continuam a evoluir e têm mostrado eficiência, pois aumentaram o envolvimento dos

alunos e foram caracterizadas como aprendizagem ativa, aprendizagem interativa e, especialmente, aprendizagem cooperativa, juntamente com abordagens que enfatizam a formação de comunidades, como comunidades de aprendizagem e comunidades práticas. Os métodos de aprendizagem baseados em pesquisa, inclusive a aprendizagem baseada em problemas e projetos, as abordagens para promover a compreensão conceitual e as abordagens integradas de criação de cursos são produtos de pesquisas em psicologia cognitiva, educação e ciências da aprendizagem. O grau em que a pesquisa em educação, aprendizagem e ciências sociais e comportamentais influenciou e continua a influenciar o ensino de engenharia está mudando e é difícil de determinar.

Ao longo dos anos, muitos workshops para membros do corpo docente das engenharias enfatizaram abordagens de ensino derivadas de pesquisas educacionais. Os professores relatam que suas experiências aumentaram moderada ou substancialmente o uso de práticas, tais como:

Objetivos de aprendizagem
Taxonomia de Bloom
Aprendizagem ativa
Aprendizagem cooperativa
Aprendizagem baseada em problemas
Aprendizagem baseada em pesquisas.

As mudanças tecnológicas, o impacto das mudanças climáticas, a transição energética e outros movimentos atrelados aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU, estão promovendo avanço substancial nas pesquisas em educação em engenharia.

A tecnologia da informação e comunicação, atualmente disponíveis, permitem experiências audaciosas que

revolucionarão a formação de nossos engenheiros na próxima década, como veremos a seguir.

5ª. Mudança: Influência das Tecnologias da Informação, Comunicação e Computação (TICC) na Educação em Engenharia

Na revista IEEE Transactions on Education, os engenheiros eletricitas e de computação enfatizavam a aplicação das TICC na educação em engenharia. Em um artigo futurista surpreendentemente preciso de 1958, o professor de eletromagnetismo S. Ramo descreveu um futuro empreendimento educacional que utilizava intensamente máquinas não especificadas para o ensino de rotina. Sua declaração, "Todo o objetivo (...) é elevar o professor a um nível mais alto (...) e remover de seus deveres aquele tipo de esforço que não usa a habilidade do professor ao máximo", é repetida por muitos artigos atuais. Ramo também previu, essencialmente, o surgimento da educação em engenharia como uma disciplina separada: "Provavelmente haverá uma nova profissão conhecida como engenheiro de ensino, para aquele tipo de engenharia que se preocupa com o processo educacional e com o projeto das máquinas, bem como dos materiais".

Talvez, por não ser um acadêmico em tempo integral, Ramo tenha subestimado o tempo necessário para essas mudanças. Algumas das principais tecnologias e suas aplicações imaginadas na ocasião, foram:

- *Fornecimento de conteúdo: televisão, fita de vídeo e Internet;*
- *Instrução programada: feedback individualizado do aluno;*
- *Sistemas de resposta pessoal (clickers);*
- *Tecnologias computacionais;*
- *Tutores inteligentes;*

- *Simulações;*
- *Jogos e competições;*
- *Laboratórios remotos.*

No ensino de eletromagnetismo, proliferam materiais de visualização em cinco categorias: campos vetoriais, eletrostática, magnetostática, lei de Faraday e luz. Nas décadas de 1950, 1960 e 1970, muitos educadores achavam que a televisão e o videoteipe eram o método de instrução do futuro.

A televisão e a fita de vídeo se mostraram muito úteis na educação a distância como método de distribuição de conteúdo.

Depois que a Internet se tornou onipresente, o ensino a distância foi redefinido para ser o aprendizado on-line, na maioria das vezes por meio da distribuição de conteúdo, e os estudos mostraram que não há diferenças significativas nos resultados de aprendizado para alunos on-line e no campus, conforme medido pelas pontuações dos testes.

O fornecimento pela Internet também pode incluir sistemas inteligentes de tutoria e laboratórios remotos e a instrução programada permite feedback individual do aluno.

Inicialmente, os métodos tecnológicos eram usados apenas para fornecer conteúdo.

A simulação, pode ser considerada uma forma eficiente de obter conhecimento, pois tem a vantagem de ser um método de aprendizado ativo que pode ser facilmente acoplado a programas de tutoria inteligentes. Os efeitos reais, como erros de medição e aderência, podem ser programados em simulações, mas as simulações não substituem a necessidade de experimentos, de modo que não podemos pensar em dispensar as aulas práticas em laboratórios.

A combinação de simulações (também conhecidas como laboratórios virtuais) com laboratórios reais traz benefícios para ambos.

A coqueluche do momento é uma modificação, muito recente, dos laboratórios remotos como uso da realidade aumentada, que combina conteúdo real com conteúdo virtual integrado ao computador.

A TICC também exerce papel importante na avaliação, que é uma extensão natural dos tutores inteligentes. Os tutores fornecem avaliação formativa, enquanto os programas que pontuam ou classificam o trabalho do aluno fornecem avaliação somativa. Posteriormente, foi desenvolvido um software de computador para geração e classificação automáticas de diferentes testes de múltipla escolha para evitar trapaças em turmas grandes.

A trapaça na forma de plágio pode ser detectada automaticamente em artigos (agora disponível em sistemas comerciais como o Turnitin e o iThenticate) e em código, desencorajando esta prática.

Conclusão

Conforme ilustrado na primeira e na terceira grandes mudanças, há debates saudáveis e contínuos sobre as metas para o ensino de graduação em engenharia, por exemplo, qual a importância das habilidades de projeto, qual a importância das habilidades analíticas e de modelagem, qual a importância das habilidades profissionais, especialmente em comparação com o conteúdo de uma determinada disciplina de engenharia. Além dos debates sobre o conteúdo dos programas de engenharia, há debates contínuos e saudáveis sobre como atingir essas metas. Por exemplo, revistas, conferências e relatórios sobre educação em engenharia têm explorado abordagens para o ensino de engenharia. As pesquisas sobre aprendizado e ensino desenvolveram novas abordagens (quarta grande mudança) para atingir as metas estabelecidas para o ensino de engenharia. As pesquisas

demonstraram que os alunos aprendem mais com métodos como aprendizagem cooperativa, aprendizagem baseada em problemas e aprendizagem baseada em pesquisas, em comparação com abordagens que enfatizam o fornecimento de informações por meio de apresentações. Por fim, o uso de tecnologias para atingir as metas educacionais está crescendo, mas, na maioria dos casos, o crescimento tem sido mais lento do que o esperado. O crescimento é mais rápido quando a tecnologia é barata e fácil de usar (por exemplo, clickers) ou é amplamente utilizada no setor (por exemplo, planilhas eletrônicas e simuladores).

José Roberto Cardoso

Professor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli/USP) e coordenador do Conselho Tecnológico do Sindicato dos Engenheiros no Estado de São Paulo (Seesp)

Sindicatos filiados

Sindicato dos Engenheiros no Estado do Acre

Sindicato dos Engenheiros no Estado de Alagoas

Sindicato dos Engenheiros no Estado do Amapá

Sindicato dos Engenheiros no Estado do Amazonas

Sindicato dos Engenheiros no Estado do Ceará

Sindicato dos Engenheiros no Distrito Federal

Sindicato dos Engenheiros no Estado de Goiás

Sindicato dos Engenheiros no Estado do Maranhão

Sindicato dos Engenheiros no Estado de Mato Grosso

Sindicato dos Engenheiros no Estado de
Mato Grosso do Sul

Sindicato dos Engenheiros no Estado do Pará

Sindicato dos Engenheiros no Estado do Piauí

Sindicato dos Engenheiros no Estado do
Rio Grande do Norte

Sindicato dos Engenheiros no Estado do
Rio Grande do Sul

Sindicato dos Engenheiros no Estado de Roraima

Sindicato dos Engenheiros de Santa Catarina

Sindicato dos Engenheiros no Estado de São Paulo

Sindicato dos Engenheiros, Arquitetos e Geólogos no
Estado do Tocantins



SDS Edifício Eldorado, salas 106/109

CEP 70392-901 – Brasília/DF

Tel.: (61) 3225-2288 – secretaria@fne.org.br

www.fne.org.br

 /FNEngenheiros  /fnengenheiros  /FNESind