

# O Ensino de Graduação na Escola de Minas de Ouro Preto

PARECER - Resolução CNE|CES Nº 2, de 24 de abril de 2019.

## RESUMO

A tentativa de mudança de paradigma, no sentido de Kuhn, da educação de graduação em engenharia brasileira, por intermédio de uma norma oficial, é o coração das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Este estudo faz a apresentação dessas Diretrizes Curriculares, tendo como pano de fundo o parecer que é a sua base conceitual, empírica e institucional, com diversas intervenções pessoais, e crítica a instituição de campos de atuação do engenheiro. Nessas Diretrizes Curriculares, o projeto pedagógico do curso é um documento minucioso e exaustivo, embora a realidade não seja discursiva. Traz material adicional sobre as competências do engenheiro, para ser confrontado com aquelas estabelecidas nas Diretrizes Curriculares, e analisa os impactos destas sobre as áreas clássicas da engenharia. Apresenta o documento Estado da Arte na Educação em Engenharia Mundial, feito sob encomenda do MIT – Massachusetts Institute of Technology, dentro do Programa de Liderança Mundial do Ensino de Graduação em Engenharia do renomado instituto. Faz uma breve e fecunda incursão no mundo da educação superior com foco no desenvolvimento de competências. De tudo isso, o estudo torna evidente que o Brasil não está sintonizado com as transformações da educação em engenharia mundial. Nesse contexto, analisa a estrutura organizacional da universidade para abrigar a escola de engenharia. Encontra em Ortega y Gasset a maneira de expressar a impressão sobre as condições objetivas na Escola de Minas de Ouro Preto para se realizar a reforma do ensino de graduação. Aplica a Lei de Brandolini para concluir que o empreendimento para fazer o ensino de graduação da Escola de Minas de Ouro Preto relevante nas próximas décadas exigirá um trabalho imenso.

## Nota Bene

A razão do trabalho é a instituição das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, publicadas em 24 de abril de 2019. Em vista disso, não faz referência, a não ser de passagem, ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Minas de Ouro Preto, que segue a Resolução CNE|CES Nº 2, de 17 de junho de 2010. O Curso de Engenharia Geológica tem a opção de seguir a Resolução CNE|CES Nº 1, de 6 de janeiro de 2015. Porém, é do interesse do Curso de Arquitetura e Urbanismo e de todos os Cursos de Engenharia da Escola de Minas de Ouro Preto as transformações pelas quais passa a educação superior mundial, que são brevemente abordadas no trabalho, bem como os seus possíveis impactos na nossa universidade.

## 001 - As Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia

I

Por intermédio da Resolução CNE|CES Nº 2, de 24 de abril de 2019, a Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.

O suporte conceitual, empírico e institucional das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia é o Parecer CNE|CES Nº 1, homologado pelo Senhor Ministro de Estado da Educação e publicado na edição de 23 de abril de 2019 do Diário Oficial da União.

II

Tomo como ponto de partida a página 26 do Parecer CNE|CES Nº 1|2019. Transcrevo o antepenúltimo e o penúltimo parágrafos em sequência: “A inserção curricular, comprometida com a formação de competências, implica de igual modo a inserção dos estudantes na construção de soluções para problemas que irão enfrentar na sua vida prática. Essa inserção pressupõe uma parceria entre a **academia e as atividades jurídicas**, uma vez que é pela reflexão

Página 1 de 32

e teorização, a partir de situações da prática, que se estabelece o processo de ensino e aprendizagem". Declaro que coube a mim somente a tarefa de colorir as poucas palavras em vermelho do texto. Posto isto, prossígo.

III

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia não são uma reforma mais ou menos ampla ou profunda do curso atual de engenharia, um simples rearranjo das atividades requerendo pouco trabalho criativo e algum trabalho construtivo, o que compreenderia a introdução de novas disciplinas e a exclusão de outras ou mudanças na composição ou nos tempos dedicados às múltiplas atividades que atualmente compõem o curso de engenharia.

Ao contrário, elas impõem uma mudança na essência da educação em engenharia, de um processo de ensino e aprendizagem com base nos conteúdos para um processo de ensino e aprendizagem com foco nas competências; de uma organização do ensino e aprendizagem profundamente fragmentada e desconexa para uma organização do ensino e aprendizagem essencialmente estruturada e integrada.

Falamos, na linguagem introduzida por Thomas Kuhn em *A Estrutura das Revoluções Científicas*, que as novas diretrizes curriculares visam realizar uma mudança de paradigma na educação em engenharia.

IV

O Parecer CNE/CES Nº 1/2019 descreve que o estabelecimento de um currículo por competências pressupõe a substituição da lógica da assimilação prévia dos conteúdos para posterior incorporação e uso, pela ocorrência concomitante da assimilação dos conteúdos com o desenvolvimento de habilidades e atitudes a partir de conhecimentos específicos.

Cientes de que na engenharia os saberes são empregados para projetar soluções, para tomar decisões e para desenvolver processos de melhoria contínua, as competências no currículo por competências serão desenvolvidas em graus de profundidade e complexidade crescentes ao longo do percurso formativo, de tal modo que os próprios estudantes busquem, integrem, criem e produzam o conhecimento ao longo de sua evolução no curso.

Dessa perspectiva, que não tem contato com a prática consolidada em uso, a formação do perfil do engenheiro deve ser planejada e vista como um processo que exige o acompanhamento e a avaliação contínua, por intermédio de metodologias de avaliação que ajudem na identificação de obstáculos e no desenho de estratégias para superá-los.

A introdução do currículo por competências implica a inserção dos estudantes na construção de soluções para problemas que irão enfrentar no exercício da profissão. Nessa maneira de conduzir o processo de formação dos engenheiros, a organização do currículo deve encampar estratégias de ensino e aprendizagem voltadas ao desenvolvimento de competências, para a exploração e integração dos conteúdos a partir de situações problema reais ou simuladas da prática profissional, que se constituem em estímulos para desencadear o processo de ensino e aprendizagem.

V

Os revisores das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia descrevem que o foco na formação através do desenvolvimento de competências decorre de a engenharia não poder mais ser vista como um corpo de conhecimentos, ou seja, como algo que os estudantes possam adquirir por intermédio do estudo do conhecimento técnico ou não técnico ou pela mera atividade de cursar e ser aprovado em um número de disciplinas que completem o conteúdo desejado.

Ao contrário, a formação em engenharia deve ser vista principalmente como um processo, que envolve as pessoas, suas necessidades, suas expectativas e seus comportamentos, que requer empatia, interesse pelo usuário, além da utilização de técnicas que permitam transformar a observação em formulação do problema a ser resolvido, com a aplicação da tecnologia.

Continuam descrevendo que a busca de soluções técnicas, como parte desse processo, se utiliza do conhecimento técnico da matemática, das ciências e das ciências da engenharia para que se alcance o resultado que seja tecnicamente viável, bem como desejável pelo usuário final.

Segundo eles, o processo de engenharia vai além, pois requer que a solução em termos técnicos seja levada ao usuário, às pessoas e ao mercado, seja escalável e economicamente viável, para que gere transformação efetiva. Conduzir esse processo requer a habilidade empreendedora e a capacidade de sonhar, independentemente dos recursos que se tenha sob controle, que se consiga atrair e engajar diferentes stakeholders no alcance dos objetivos. Portanto, o processo de engenharia não deve ser confundido com a necessidade de desenvolver e participar de atividades práticas presentes em muitas disciplinas de seus currículos.

VI

Também põem em relevo o emprego de metodologias de ensino e aprendizagem inovadoras, mais modernas e mais adequadas à realidade global, que se baseiam na vasta utilização da tecnologia da informação, que impactam diretamente a mobilidade urbana, favorecem o desenvolvimento de competências comportamentais e motivam os estudantes a buscar fontes diversas de conteúdo, deslocando o professor da condição de agente principal e central da sistematização e transmissão do conhecimento para o papel de tutor e mediador.

Destacam que um dos princípios das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia é promover a diversidade de cursos de engenharia, pois a sociedade é ampla e diversa e reclama engenheiros com diferentes perfis para atender as suas muitas e distintas demandas.

Portanto, elas são suficientemente flexíveis para permitir que cada instituição de ensino superior adote o formato de estruturação dos seus cursos, que revele coerência com o projeto pedagógico do curso, visando desenvolver as competências inerentes à formação em engenharia.

Colocam ênfase na gestão do processo de aprendizagem para que se tenha a integração entre as ações e a gestão, inclusive para as eventuais correções de rota, a fim de que a

organização e o desenvolvimento do curso de engenharia atendam às necessidades de formação de engenheiros com competências que supram as necessidades da sociedade.

Seguem chamando a atenção para a importância do fortalecimento do relacionamento do curso de engenharia com diferentes organizações, porque parcela expressiva dos engenheiros exerce suas atividades profissionais em organizações com vários níveis hierárquicos e vários setores organizacionais, uma vez que a formação de engenheiros com foco no desenvolvimento de competências apresenta melhores resultados por intermédio da implementação de atividades contextualizadas, sendo as organizações espaços privilegiados para realizá-las, por serem o locus onde a aplicação das atividades de engenharia é imprescindível.

Porém, deve-se ir muito além das tradicionais atividades de estágio profissional e considerar a realização de atividades e projetos de interesse comum, com a ação de professores nas empresas e de profissionais das empresas no curso, bem como o maior direcionamento do projeto final do curso para a resolução de problemas concretos da sociedade ou do setor produtivo e a realização de eventos conjuntos para a troca de experiências.

Ao se considerar o processo de ensino e aprendizagem com foco no desenvolvimento de competências e o papel privilegiado das organizações nesse processo, o projeto do curso de engenharia deve prever a interação entre os professores e os profissionais das organizações diretamente envolvidos em atividades voltadas ao desenvolvimento de competências.

Além disso, recomenda-se a promoção frequente de fóruns com a participação de profissionais, de empresas e outras organizações privadas e públicas, a fim de que contribuam nos debates sobre as demandas sociais, humanas e tecnológicas para que o curso de engenharia acompanhe a evolução da atividade de engenharia, atualizando e melhorando a definição do perfil do engenheiro em formação.

Apresentam visão inédita sobre a valorização do corpo docente do curso de engenharia, que prioriza a capacitação para o exercício da docência e para a gestão acadêmica, que desloca o equilíbrio atual dos incentivos funcionais, acadêmicos e de fomento oferecidos para as atividades de pesquisa e extensão e para as atividades de ensino e que envolve profissionais vinculados a empresas de engenharia em atividades acadêmicas, por intermédio de projetos de formação ou mesmo de contratos especiais.

Porém, nem os revisores nem os principais agentes envolvidos na reelaboração das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia de 2019 fizeram referência sobre a adequação da estrutura da universidade brasileira contemporânea para abrigar a escola de engenharia ou sobre a maneira mais apropriada de inseri-la nessa organização, bem como não abordaram com o merecido cuidado e maior detalhamento o problema sensível e grave da composição do corpo docente dos departamentos de engenharia, à luz da sua missão de formar profissionais para o exercício da atividade de engenheiro.

Além disso, a Lei Darcy Ribeiro, Lei Nº 9394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional, exige a formação didática dos professores do ensino fundamental e do ensino médio, mas não exige formação didática dos professores do ensino superior. No ensino superior, o professor saber a matéria no estado da arte é essencial e dominante. Não é assim no ensino fundamental ou no ensino médio. Logo, a passagem do ensino médio para o ensino superior não é contínua nem suave. Há uma inegável

ruptura. Daí ser essencial considerar a transição do ensino médio para o ensino superior no desenho e no desenvolvimento dos programas de estudos dos primeiros períodos do ensino superior.

Se a formação didática do professor fosse determinante, o ensino fundamental e o ensino médio no país seriam primorosos. Porém, comumente atribuímos as dificuldades dos estudantes no ensino superior à sua preparação insuficiente anterior. Esta constatação não minora nossas responsabilidades ou significa que o ensino superior é o melhor dos mundos possíveis. Ao contrário, nos coloca diante da imperiosa necessidade de enxergar o sistema de ensino nacional brasileiro em sua inteireza e do difícil desafio de desenhar uma estrutura e um processo de ensino para o curso de engenharia que permita ao aluno realizá-lo com êxito, com o significado preciso de completá-lo e ter uma formação acurada.

## VII

A carga horária e o tempo de integralização do curso de engenharia devem considerar o regulamentado na Resolução CNE/CES Nº 2, de 18 de junho de 2007, bem como ter em conta alguns aspectos notáveis da realidade educacional brasileira, que revela expressiva deficiência de aprendizagem acumulada pelas crianças e pelos jovens.

O ensino fundamental brasileiro ocupava a penúltima posição na classificação de 2017 da OCDE – Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico e os resultados da Prova Brasil, realizada pelo Ministério da Educação, mostram que ao final do ensino médio quase 80% dos estudantes não sabem o esperado em termos de proficiência em Língua Portuguesa e 90% não têm o domínio esperado em Matemática.

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia estabelecem que nesse tempo também devem ser realizadas as medidas necessárias para resolver as falhas de formação dos alunos que ingressam na escola de engenharia e para desenvolver os hábitos e as atitudes adequados desses estudantes a fim de que realizem com êxito o curso de engenharia.

Em seu projeto pedagógico e em sua organização curricular, o curso de engenharia deve ter os conteúdos básicos, profissionais e específicos que caracterizam a habilitação escolhida, contudo deve empregar formas de oferecer esses conteúdos de modo contextualizado, dentro de atividades interdisciplinares e transdisciplinares e que contribuam para o desenvolvimento efetivo das competências esperadas.

Além de extremamente sucinta, a lista de conteúdos nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia se limita à denominação dos conteúdos básicos imprescindíveis a todas as habilitações e ênfases, nominalmente: matemática, física, algoritmos e programação, expressão gráfica, estatística, mecânica dos sólidos, fenômenos de transporte, eletricidade, química, ciência dos materiais, informática, economia, ciências do ambiente, administração e metodologia científica e tecnológica.

Os revisores também colocam em destaque a possibilidade de mudança profissional decorrente da introdução de novas tecnologias, especificamente a indústria 4.0, que irão reduzir os postos de trabalho, mudar a estrutura organizacional dos espaços onde se realizam as atividades de engenharia e alterar a produção e a distribuição de produtos e serviços, que exigirão novos conhecimentos e competências do engenheiro.

Além disso, destacam que os planos de ensino devem estar disponíveis aos estudantes de engenharia antes do início do período letivo e conter os conteúdos, as atividades em classe e extraclasse, as competências a serem desenvolvidas, a metodologia do processo de ensino e aprendizagem, as formas e os critérios de avaliação dos alunos e as referências bibliográficas básicas e complementares.

Seguindo os revisores, o curso de engenharia também deve estimular a realização de atividades curriculares de extensão ou de aproximação profissional, propícias para aprimorar e inovar vivências no campo de formação profissional, podendo criar oportunidades de ações junto à comunidade ou mesmo de caráter social, como oficinas, projetos, consultorias, eventos e cursos livres e de treinamento profissional.

## VIII

A prática profissional real no próprio ambiente de trabalho é etapa integrante obrigatória da formação do engenheiro, sendo que o estágio curricular obrigatório, com a duração mínima de 160 horas, com a efetiva supervisão do curso, deve ser realizado em organizações que desenvolvem ou que apliquem atividades de engenharia, cuidando para que os estudantes, os professores e os profissionais das organizações se envolvam em situações que contemplem o universo da engenharia, devendo ser elaborado relatório técnico pelo estudante estagiário, que deve ter acompanhamento individualizado durante o período de realização da atividade de estágio.

As atividades complementares, de natureza cultural, transdisciplinar e inovadora, são componentes curriculares que visam enriquecer e complementar os elementos que compõem o perfil do estudante de engenharia, podendo ser realizadas dentro ou, principalmente, fora da academia, devendo considerar especialmente as relações com o mundo do trabalho e com as ações de extensão junto à comunidade, inclusive aquelas de caráter social, não se confundindo com o estágio curricular obrigatório ou com o projeto final do curso, sendo que deve ser assegurado ao estudante a liberdade para escolher as atividades a seu critério, respeitadas as normas institucionais do curso.

A mobilidade acadêmica nacional e internacional, a integração dos programas de graduação e de pós-graduação stricto-sensu, quando houver, e os vários órgãos do corpo discente devem ser estimulados e considerados no projeto pedagógico do curso de engenharia, porque têm uma contribuição positiva para se fixar referências objetivas para o projeto e o desenvolvimento do curso e elevar a sua qualidade ou para engajar os estudantes com as atividades do curso de engenharia ou, de maneira mais geral, com a vida universitária.

Diferentemente da academia militar ou do seminário religioso, a escola de engenharia forma engenheiros para o mundo do trabalho e não para si mesma. Portanto, é auspiciosa a mudança no projeto final de curso, que agora pode ser realizado em equipe. Ela pode ser bem apropriada se tivermos a ousadia para mudar o projeto final de graduação de um trabalho acadêmico individual para um trabalho profissional de engenharia, onde a classe inteira ou em equipes com vários alunos, em particular nos cursos com áreas de aprofundamento de estudos, sob a efetiva orientação dos professores, desenvolveria um projeto real de engenharia, considerando todas as suas etapas.

O projeto pedagógico do curso ocupa uma posição ímpar nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, onde deverão ser relatados como o perfil do egresso e a área da engenharia serão construídos ao longo do processo formativo, bem como o conjunto de atividades do processo de ensino e aprendizagem e a forma que serão articuladas para atingir o perfil do engenheiro a ser formado.

Além das peculiaridades próprias do campo de estudos da área da engenharia, o projeto pedagógico do curso deve contextualizá-las em relação à inserção institucional, política, geográfica e social, cuidando de mapear as orientações das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia no curso. Deve descrever também as condições objetivas da oferta à luz do plano estratégico do curso, enumerando em detalhe a missão, a visão e os valores pretendidos pelo curso e a vocação que o caracteriza.

O projeto pedagógico do curso deve mostrar a coerência entre os objetivos do curso, o perfil do engenheiro a ser formado e a matriz curricular do curso, tendo como referências as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia e as recomendações do ENADE, zelando para que fique evidente como as competências serão desenvolvidas e avaliadas, descrevendo os métodos, as técnicas, os processos, os meios e as atividades para a aquisição de conhecimentos contextualizados, exibindo como os resultados almejados serão atingidos e apontando o perfil profissional dos professores, dos técnicos e dos administradores, bem como considerando a transparência do processo em todos os domínios como condição imprescindível à gestão da aprendizagem.

O projeto pedagógico do curso deve demonstrar como acontecerá a construção do conhecimento, o processo de aprendizagem dos conteúdos e o desenvolvimento das competências, descrever as estratégias de articulação dos saberes, apresentar os modos de integração entre a teoria e a prática, apresentar a concepção, a composição e as formas de realização das práticas de laboratório e especificar as metodologias ativas utilizadas no processo de formação, visando conduzir um processo de ensino e aprendizagem voltado à construção da autonomia intelectual do estudante de engenharia.

O projeto pedagógico do curso também deve reportar as atividades transversais ao eixo da formação profissional em engenharia, considerando o tratamento de outros conteúdos presentes nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia e na Legislação Brasileira, como as políticas voltadas para a educação ambiental, para os direitos humanos, para a terceira idade, para a alteridade, considerando a educação em políticas de gênero e étnico-raciais, além da história e da cultura afro-brasileira, africana e indígena e dos imigrantes que se instalaram no país em diferentes épocas.

O projeto pedagógico do curso deve discriminar a carga horária de cada atividade formativa e a carga horária total do curso e descrever as formas de realização da interdisciplinaridade e da transdisciplinaridade para garantir ao engenheiro uma formação profissional apropriada para atuar num mundo em rápida transformação, cuidando de apresentar as políticas voltadas para a mobilidade acadêmica nacional e internacional, bem como pode incluir a articulação entre a graduação e a pós-graduação stricto-sensu, quando houver, e os modos de integração desses programas.

O projeto pedagógico do curso deve descrever as formas de avaliação do processo de ensino e aprendizagem, tomando como guia que os processos avaliativos devem ser contínuos e cumulativos do desempenho do aluno, com a prevalência dos aspectos qualitativos sobre os quantitativos e do resultado ao longo do período sobre os de eventuais provas finais.

Nesse sentido, devem ser estimuladas as atividades acadêmicas de iniciação científica, extensão, monitoria, projetos interdisciplinares e transdisciplinares, visitas técnicas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, participação em empresas júniores e em outras atividades empreendedoras.

O projeto pedagógico do curso deve apresentar a sua organização curricular, considerando a legislação vigente e as normas sobre os processos de autorização, reconhecimento e renovação dos cursos, o regime acadêmico de oferta e a duração do curso.

Mais particular e detalhado ainda, o plano de ensino de cada unidade curricular, i.e., disciplinas, atividades acadêmicas, projetos, estágios, principalmente nos seus objetivos, deve descrever as suas contribuições para a formação dos estudantes nas competências gerais e específicas contidas no projeto pedagógico do curso.

O mapeamento das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, exposto no projeto pedagógico de cada curso, deve estar claro na descrição do perfil do engenheiro a ser formado, na maneira de desenvolver as competências e no modo de oferecer os conteúdos curriculares básicos, que são exigidos para a adequada formação teórica, profissional e prática, na concepção e realização das práticas de laboratório, no projeto final do curso, que deve expressar a síntese do processo formativo almejado, na composição e feitura das atividades complementares e no sistema de avaliação desenhado para o curso, que deve ser consistente com o processo formativo do engenheiro.

O projeto pedagógico do curso deve apreender que as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia manifestam uma extrema preocupação com um processo de ensino e aprendizagem que garanta a autonomia intelectual ao aluno, que valoriza a utilização de metodologias ativas, que enfatiza o aprendizado e o desenvolvimento de competências, e acolher a recomendação voltada à construção de critérios que provoquem os cursos de engenharia a realizar uma formação inovadora, de maneira que esteja garantida a excelência do processo de ensino e aprendizagem e responda aos desafios de uma sociedade cada vez mais complexa.

Nesse quadro, o processo de formação deve ser constituído de uma sólida base comum fornecida a todos os estudantes conjugada ao maior aprofundamento em alguns campos de atuação, que podem compor uma ou mais ênfases, ofertadas em função do contexto institucional ou seletivamente cursadas pelos estudantes interessados.

O projeto pedagógico do curso deve ter o cuidado de expressar claramente que os programas de formação de engenheiros não podem esgotar o conhecimento acumulado e em produção, o que invalida estratégias de ensino e aprendizagem puramente aditivas, pois o exercício profissional e o aprendizado em serviço, as oportunidades de educação continuada, as facilidades colocadas pela tecnologia para a educação a distância, a participação em redes virtuais de profissionais e a autonomia intelectual para aprender por si mesmo permitem que o engenheiro desenhe sua trajetória profissional.



Enfim, o projeto pedagógico do curso de graduação em engenharia é um documento minucioso e exaustivo, que despenderá bastante trabalho criativo e construtivo e tomará um tempo enorme e precioso dos professores envolvidos. O seu real impacto sobre a educação em engenharia precisa desde o início ser pelo menos objeto de dúvida da instituição. É desprovida de contato com a realidade objetiva a crença de que documentos detalhistas, extenuantes, belos e emoldurados estão entre as causas da qualidade da educação em engenharia. Se fosse assim, seria trivial resolver os problemas do ensino de engenharia no país, na verdade, todos os problemas do país. Incontáveis fatores intangíveis e fortemente difusos envolvem o processo de ensino e aprendizagem e são determinantes para o seu êxito. Como é consabido, a realidade não é discursiva e sempre acaba se impondo.

## 002 – As Diretrizes Curriculares definem o perfil e as competências do engenheiro

X

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia fixam que o projeto pedagógico do curso deve definir o perfil do engenheiro que visa formar, bem como deve estabelecer as atividades que conformam esse perfil, com o objetivo de formar pessoas de nível superior preparadas para o exercício profissional de engenheiro e para o pleno exercício da cidadania.

Trata-se somente de uma listagem, sendo que o Parecer CNE/CES Nº 1/2019 sequer tenta apresentar justificativas para o perfil adotado e também não traz esclarecimentos sobre algumas características bastante genéricas. Claramente o foco está deslocado da essência da formação em engenharia para características comuns a muitíssimas profissões e não se preocupa em apreender o que faz a engenharia uma atividade distinta e imprescindível.

Logo é fundamental que a Escola de Minas de Ouro Preto agregue à essa lista as características distintivas do engenheiro que forma, que decorrem da sua trajetória histórica e do fato de estar localizada em Ouro Preto, que é Patrimônio Cultural da Humanidade, berço da nacionalidade e verdadeiramente cidade universitária, bem como da sua compreensão da atividade de engenharia e da profissão de engenheiro.

XI

Além de ser prolixa e detalhista, de confundir os sistemas da engenharia com sistemas físicos ou químicos, de ser repetitiva, de embaralhar competências do engenheiro recém-formado com as exigidas de um engenheiro sênior, as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia colocam uma ênfase exagerada nas atividades próprias da gestão.

Ainda que não se adote uma perspectiva prismatizada, que mira a realidade de múltiplos pontos de vista e ângulos de visada, imprescindível para transpor o juízo primário sobre o problema altamente não trivial da inserção do país na divisão internacional do trabalho, e se aceite o ponto de vista individualista, característico do ultraliberalismo, utilizado pelos revisores das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, é evidente que este conjunto de competências não promove a formação de um engenheiro voltado à superação das dificuldades do país em competir num mundo global.

As exigências de formação em gestão colocadas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia sugerem a abordagem de todos os cursos de engenharia da perspectiva do curso de engenharia de produção. Isto é particularmente grave. A formação em ciências da engenharia e em tecnologias nas seis áreas clássicas da engenharia, i.e. civil, mecânica, elétrica, química, metalúrgica e minas, bem como nas novas áreas estreitamente vinculadas a elas, é muito maior do que na engenharia de produção.

Caso seja isto, estamos diante de uma sequência de eventos muito divertida. Na Resolução CFE 48/76, de 27 de abril de 1976, a engenharia de produção é uma especialização de qualquer uma das seis áreas clássicas da engenharia. A partir da Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996, caiu essa vinculação e aconteceu a expansão do curso de engenharia de produção pleno, i.e., sem ligação com qualquer uma das seis áreas clássicas da engenharia. Com as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia de 2019, todas as áreas da engenharia passam a ser especializações da engenharia de produção. Mas, nesse caso, não faz mais nenhum sentido a engenharia de produção plena.

No entanto, o rápido progresso na engenharia e na tecnologia requer a adoção de uma abordagem do ensino de engenharia que ajude os alunos não somente no desenvolvimento de um conjunto de habilidades relevantes para a indústria, mas também que os capacite para se adaptar às mudanças na sua carreira profissional. Os stakeholders da indústria procuram por graduados em engenharia capazes de se adaptar às rápidas mudanças na tecnologia. Isto é muito importante mesmo para aqueles que não acreditam que a maioria das habilidades técnicas se tornem obsoletas dentro de alguns anos. Os empregadores demandam dos engenheiros habilidades em comunicação, qualificações interpessoais, incluindo a capacidade de trabalhar em equipe, flexibilidade e iniciativa, habilidades analíticas e competências em gestão. Porém, ao mesmo tempo, as empresas geralmente não estão dispostas a diminuir as exigências sobre as qualificações acadêmicas dos seus engenheiros.

Portanto, ao se considerar a educação em engenharia, não estamos diante de um problema de escolha entre qualificação acadêmica e habilidades interpessoais. Este é um problema trivial. O desafio está na maestria de conjugar na medida certa qualificação acadêmica e habilidades interpessoais. Realizá-lo faz uma escola de engenharia única, distinta das demais. Isto exige engenho e arte.

Também nas competências do engenheiro que forma, é fundamental que a Escola de Minas de Ouro Preto refaça as competências apresentadas nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia à luz da sua trajetória histórica, da sua compreensão da atividade de engenharia e da profissão de engenheiro, assim como do que estão fazendo as melhores escolas de engenharia dos países desenvolvidos e dos principais países em desenvolvimento, considerando a realidade nacional brasileira e a sua inserção regional.

XII

Para confrontar com as competências definidas nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, apresento as competências do engenheiro civil formado pela Universidade de Illinois, de modo preciso do Grainger College of Engineering, localizado em Urbana-Champaign, que foi fundado em 1868. A tradução foi feita por mim, com a ajuda inestimável do Google.

1 - capacidade de identificar, formular e resolver problemas complexos de engenharia, aplicando princípios de engenharia, ciência e matemática.

2 - capacidade de aplicar projeto de engenharia para produzir soluções que atendam a necessidades específicas, levando em consideração a saúde pública, a segurança e o bem-estar, bem como fatores globais, culturais, sociais, ambientais e econômicos.

3 - capacidade de comunicar eficazmente com uma variedade de audiências.

4 - capacidade de reconhecer responsabilidades éticas e profissionais em situações de engenharia e fazer julgamentos informados, que devem considerar o impacto das soluções de engenharia nos contextos global, econômico, ambiental e social.

5 - capacidade de funcionar efetivamente em uma equipe cujos membros juntos fornecem liderança, criam um ambiente colaborativo e inclusivo, estabelecem metas, planejam tarefas e atendem aos objetivos.

6 - capacidade de desenvolver e conduzir experimentos apropriados, analisar e interpretar dados e usar o julgamento de engenharia para tirar conclusões.

7 - capacidade de adquirir e aplicar novos conhecimentos conforme necessário, usando estratégias de aprendizagem adequadas.

### XIII

Ilustro as diferentes exigências sobre engenheiros sêniores e engenheiros júniores quando se trata de competências com o artigo "Competências gerais para o êxito na carreira de engenharia" de Christian Knutson, gerente de programa de desenvolvimento de infraestrutura internacional, engenheiro e autor, com 21 anos de experiência em liderança, gerenciamento, engenharia e relações internacionais, adquirido em uma carreira na Força Aérea dos EUA, que é o autor de *The Engineer Leader*, um blog reconhecido sobre liderança e sucesso de vida para engenheiros e profissionais. A tradução foi feita por mim, com a ajuda inestimável do Google.

'Cada trabalho tem habilidades específicas, necessárias e desejadas, que tornam cada posição única. Posições de engenharia podem exigir certas certificações ou licenciamentos ou podem precisar de alguém com dez anos de experiência gerencial ou conhecimento de materiais compósitos. Certamente haverá diferenças de uma posição para outra. É evidente que uma posição em uma pequena empresa de arquitetura ou engenharia terá um conjunto diferente de habilidades necessárias e desejadas do que uma posição nos Serviços de Operação de Campo da ONU. No entanto, existem algumas competências que transcendem as situações. O domínio dessas competências pode garantir o êxito em qualquer posição ocupada pelo engenheiro.

O domínio dessas competências não ocorrerá da noite para o dia e não será marcado por um destino final específico. Eu trabalhei por mais de vinte anos como engenheiro civil e profissional de projetos e ainda estou crescendo e me desenvolvendo. Onde eu alcancei o domínio, trabalho continuamente para manter minha competência.

Todo engenheiro ou profissional de projeto de sucesso iniciou sua carreira no nível de entrada e continua a crescer em cada uma dessas competências. Lembre-se: é tudo sobre a jornada e não um destino final!

1 – Realização. Este é o impulso para trabalhar em direção a um padrão de excelência. Pode refletir desempenho individual, melhoria, orientação para resultados, competitividade, metas desafiadoras ou inovação.

Nível de entrada: trabalha para atender aos padrões. Executa deveres de maneira oportuna e eficiente. Pode expressar frustração com desperdício ou ineficiência.

Nível de maestria: demonstra determinação com base em considerações sólidas e compensações. Toma decisões sem hesitação. Prioriza as recomendações para melhorias de processo com base nos benefícios gerais para a organização ou para o cliente. Desenvolve análises de custo-benefício para medir melhorias.

2 – Pensamento analítico. Inclui a organização de partes de um problema ou de uma situação, fazendo comparações sistemáticas de diferentes aspectos, compreendendo as implicações, definindo prioridades numa base racional, identificando sequências de tempo e encontrando relações causais.

Nível de entrada: detalha problemas. Faz uma lista de itens que precisam ser executados sem uma ordem específica de prioridade. Reúne dados, idéias, questões e observações em um formato claro e útil.

Nível de maestria: faz planos ou análises complexas. Usa várias técnicas analíticas para dividir problemas complexos em partes componentes. Examina seletivamente e absorve uma grande quantidade de dados diversos.

3 – Liderança da mudança. Inicia e gerencia a mudança. Tem a capacidade de energizar e alertar os grupos para a necessidade de mudanças específicas na forma como as coisas são feitas.

Nível de entrada: suporta a necessidade geral de mudança. Interage com os outros para ajudá-los a entender a necessidade de mudança. Suporta o processo de mudança e ajuda os outros a lidar com a mudança.

Nível de maestria: mudança dos campeões. Toma ação direta para reforçar o esforço de mudança. Tem a coragem de defender novas iniciativas mesmo quando os benefícios não são claros para todos. Defende uma cultura de melhoria contínua.

4 – Impacto e influência. Implica a intenção de persuadir ou convencer outras pessoas a obter seu apoio. Baseia-se na intenção de ter um impacto ou efeito específico sobre o comportamento de outras pessoas que têm suas próprias agendas.

Nível de entrada: realiza uma única ação para persuadir. Usa persuasão direta em uma discussão ou apresentação com a intenção de produzir um efeito ou impacto específico. Pode apelar para a razão, os dados ou o interesse próprio de outra pessoa.

Nível de maestria: usa estratégias de influência complexas. Identifica partes interessadas internas e externas significativas e constrói parcerias com elas como parte de uma estratégia de influência. Constrói suporte a idéias por trás dos bastidores. Usa uma compreensão profunda das interações dentro de um grupo para avançar iniciativas ou agendas.

5 – Iniciativa. Refere-se à ação tomada para resolver um problema, obstáculo ou oportunidade atual ou futuro. A iniciativa deve ser vista no contexto de fazer proativamente as coisas e não simplesmente pensar em ações futuras.

Nível de entrada: reage a oportunidades ou problemas de curto prazo. Antecipa problemas, resistências ou objeções prováveis e toma medidas para resolvê-los. Reconhece oportunidades e age sobre elas.

Nível de maestria: planeja e age a longo prazo. Antecipa necessidades, oportunidades e ameaças a longo prazo (mais de 12 meses) e toma medidas para resolvê-las.

6 – Consciência organizacional. A capacidade de compreender as relações de poder dentro da organização ou em outras organizações relevantes. Isso inclui a capacidade de identificar quem são os verdadeiros tomadores de decisão e stakeholders; os indivíduos que podem influenciá-los; e prever como novos eventos ou situações afetarão indivíduos e grupos dentro da organização.

Nível de entrada: compreende a estrutura da organização. Reconhece as diferentes estruturas formais e informais da organização. Identifica os principais atores e os influenciadores de decisão e aplica esse conhecimento quando necessário.

Nível de maestria: compreende os problemas subjacentes. Reconhece ou aborda as principais razões para o comportamento organizacional. Reconhece problemas subjacentes, oportunidades ou as forças políticas que afetam a organização.

7 – Trabalho em equipe. Implica a prontidão para assumir o papel de membro da equipe (em oposição ao líder) e trabalhar cooperativamente com os outros. Envolve o trabalho em conjunto, em oposição a trabalhar separadamente ou de forma competitiva. A equipe é um grupo de qualquer tamanho, com ou sem estrutura formal, trabalhando em direção a um objetivo comum.

Nível de entrada: coopera. Participa voluntariamente da equipe fazendo sua parte do trabalho da equipe. Compartilha informações e conhecimento livremente, oferecendo apoio e cooperação.

Nível de maestria: trabalha para construir compromisso. Cria compromisso com uma visão comum e valores compartilhados. Atua para promover boas relações de trabalho, garantindo que os membros da equipe aproveitem o conhecimento e a diversidade uns dos outros para fortalecer a equipe. Usa a dinâmica da equipe para criar um grupo aberto e construtivamente crítico que impulsiona o desenvolvimento de cada indivíduo'.

## 010 – Os campos de atuação do engenheiro nas Diretrizes Curriculares

XIV

Conforme as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, o perfil e as competências do engenheiro a ser formado visam à atuação em campos da área ou correlatos estabelecidos no projeto pedagógico do curso, compreendendo uma ou mais das áreas seguintes de atuação.

1 – Atuação em todo o ciclo de vida e contexto do projeto de produtos, i.e., de bens e serviços, e de seus componentes, de sistemas e processos produtivos, incluindo a sua inovação.

2 – Atuação em todo o ciclo de vida e contexto de empreendimentos, incluindo a sua gestão e manutenção.

3 – Atuação na formação e atualização de futuros engenheiros e outros profissionais envolvidos em projeto de produtos, i.e., bens e serviços, e empreendimentos.

Os revisores acreditam que a inclusão da última área de atuação dos engenheiros representa uma das inovações das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Eu discordo, provavelmente por ter outra concepção de inovação e por saber que engenheiros atuam na formação de engenheiros e de outros profissionais desde que o mundo é mundo, como já estabelecido na regulamentação contemporânea pela Lei Nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966, seção IV, artigo 7º, alínea c.

Também restringem as opções de atuação profissional do engenheiro, obrigando-o a fazer mais uma escolha precoce num momento da vida em que não tem conhecimento para fazer uma escolha informada, ignora o aprendizado em serviço, um tema com estudos relevantes publicados desde o início da década de 1960, e desconsidera a demanda insuficiente por engenheiros no país, que recomenda a formação de um profissional versátil, para que não lhe fique ainda mais reduzida as opções de emprego disponíveis, cada vez mais frequente numa situação em que o engenheiro rapidamente precisa procurar e encontrar um emprego, mesmo que este não corresponda ao que procura.

## 011 – O processo e as justificativas para a revisão das Diretrizes Curriculares

XV

A justificativa para a revisão das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia está no reconhecimento da necessidade de elevar a qualidade do ensino de engenharia no país, de permitir maior flexibilidade na estruturação dos cursos de engenharia, de reduzir a elevada taxa de evasão nos cursos de engenharia e de oferecer um conjunto de atividades compatíveis com a futura demanda por mais engenheiros com melhor formação.

Seus fundamentos empíricos são a constatação da dificuldade do país para competir num mundo global, revelada pela baixa pontuação e pela perda regular de posições no índice global de inovação, organizado pela Universidade de Cornell, o INSEAD – Institut Européen d'Administration des Affaires e a Organização Mundial da Propriedade Intelectual, devida à baixa pontuação nas métricas recursos humanos e pesquisa em engenharia, pela reduzida fração de engenheiros na população do país relativamente a outros países desenvolvidos e em desenvolvimento e pela dificuldade das empresas instaladas no país em contratar engenheiros para atuar na fronteira do conhecimento, que exige um profissional com domínio de competências como liderança e capacidades de trabalho em equipe, de planejamento e gestão estratégica e de aprendizado autônomo, além de formação técnica.

As afirmações são simplesmente listadas pelos revisores das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia no Parecer CNE/CES Nº 1/2019, sem se fazer qualquer tentativa para contextualizá-las.

Nessa visão, tudo se passa como se a engenharia e a educação em engenharia do país não tivessem nenhuma relação com a história da economia brasileira contemporânea, com a situação econômica atual do país e a sua inserção na divisão internacional do trabalho, com a desindustrialização precoce e num ritmo alucinado da economia brasileira, com o êxito incontestável da operação voltada à destruição das empresas brasileiras de engenharia de classe mundial pela ação direta de agentes do Estado, com a transferência para o exterior do controle de empresas brasileiras de tecnologia, com a falta de cultura das empresas instaladas no território brasileiro em investir em pesquisa e desenvolvimento no país, com a falta de políticas para a ciência, a tecnologia, a indústria e o comércio exterior visando à transformação do Brasil num país desenvolvido, com o alto nível de desemprego entre engenheiros, com a mudança tecnológica que fechará postos de trabalho de engenharia e com a baixa atração da profissão de engenheiro entre os melhores estudantes das melhores escolas de ensino médio, bem como com a estrutura matricial da universidade, que se constitui em empecilho para envolver efetivamente todos os agentes num projeto de educação em engenharia.

Também coloca os cerca de 6.100 cursos de engenharia do país no mesmo balaio. Não confronta o desempenho dos engenheiros formados pelas instituições públicas com o desempenho dos engenheiros formados pelas instituições privadas. Não procura correlacionar a nota do curso de engenharia na avaliação do ENADE – Exame Nacional de Curso ao desempenho dos seus engenheiros no mundo do trabalho. Isto seria essencial inclusive para dar razão e validar o exame a que todos os cursos são submetidos, já que a escola de engenharia forma profissionais para o mundo do trabalho.

Assim como induz, de modo intencional ou involuntário, não importa, o leitor em gravíssimo erro de julgamento ao relatar a dificuldade da indústria em contratar engenheiros para trabalhar na fronteira do conhecimento, pois é consabido que são os cursos de doutorado em engenharia que formam pesquisadores para trabalhar com pesquisa e desenvolvimento e não os cursos de graduação em engenharia, bem como em omitir a baixíssima absorção de doutores em engenharia pela indústria brasileira, que geralmente não dispõe, individualmente ou em associação, de centros de pesquisa e desenvolvimento, diferentemente do que acontece nos países desenvolvidos e nos principais países em desenvolvimento.

Além disso, dois pontos chave não foram tratados com a MEI|CNI – Mobilização Empresarial para a Inovação da Confederação Nacional da Indústria. Primeiro, investimentos diretos da indústria na implantação de centros de pesquisa e desenvolvimento e em institutos de tecnologia e escolas de engenharia no país, como aconteceu nos EUA, no governo Ronald Reagan, em parceria com o governo. Segundo, e mais simples ainda, a oferta regular de estágios qualificados de engenharia, por intermédio de seleção ampla, como acontece na França, onde os alunos de engenharia nos ciclos finais do processo de Bologna são admitidos como estagiários para desenvolver projetos em unidades industriais, definidos pelas empresas e de acordo com suas necessidades, por períodos longos, de seis meses por exemplo, trabalhando dentro da cadeia hierárquica da empresa e sob a supervisão de engenheiros seniores da própria planta industrial.

A ausência de uma análise sistêmica da realidade brasileira e mundial, que apaga as fronteiras nacionais e a noção de país, o tratamento claramente homogeneizado da educação de graduação em engenharia no país, que desconsidera as boas práticas nacionais, a falta de consideração sobre a relação entre a dinâmica da industrialização no avanço da engenharia, no ensino de engenharia e na pesquisa e desenvolvimento do país, à luz da experiência dos países desenvolvidos e dos principais países em desenvolvimento, prejudicaram gravemente a elaboração das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, devido ao papel proeminente da engenharia no processo de desenvolvimento econômico e na promoção do bem-estar social da nação.

XVI

Os revisores também confrontaram a própria pregação sobre a essencialidade do método científico na engenharia ao submeterem a totalidade dos cerca de 6.100 cursos de engenharia do país a uma mudança brusca e expressiva para um modelo de ensino e aprendizado ainda não submetido ao teste empírico em escolas de engenharia com o tamanho comum e as características das escolas brasileiras, em vez de empreenderem um experimento controlado, realizado com uma amostra representativa dos cursos de engenharia do país, tendo um conjunto de cursos de cada classe como grupo de controle do curso utilizando integralmente metodologias ativas e empregando o processo de ensino com foco no desenvolvimento de competências.

Ainda que sugerido de passagem pelos revisores, não vivemos no país um problema de desemprego estrutural de engenheiros, no qual convivem profissionais desempregados e vagas em aberto nas empresas pela falta de profissionais qualificados para ocupá-las, o que ocorre frequentemente quando o sistema econômico passa por uma rápida e significativa mudança tecnológica, tendo-se, por exemplo, profissionais desempregados na indústria automobilística



e concomitante vagas em aberto na indústria aeroespacial. Temos claramente uma situação de elevadíssimo desemprego involuntário de engenheiros no país, no qual profissionais aptos e dispostos a trabalhar pelos salários de mercado não encontram emprego. Esse tipo de desemprego não tem jeito de ser resolvido individualmente ou pela escola de engenharia formando profissionais com um perfil diferente do atual.

Os agentes envolvidos na revisão das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia também não tocaram nem mesmo marginalmente nas transformações profundas do sistema econômico e no seu impacto sobre o mundo do trabalho e a atividade de engenharia.

Porém, falando da sua França natal, Viviane Forrester, no ensaio *O Horror Econômico*, publicado em 1996, aborda diretamente o problema: '[...]A tendência, pelo contrário, é considerar que eles [os jovens] – não diretamente – não são bem-preparados para entrar em empresas que não querem saber deles, às quais eles não são necessários, mas para as quais se quer “formá-los”, e para nada mais. Insiste-se (pelo menos julga-se que seria necessário) na obsessão de ir ao que é mais “realista”, na verdade, ao que é mais “sonhado”, mais fictício. Fixa-se um único objetivo e censura-se quando não se consegue mantê-lo: inscrever o mais cedo possível os alunos num mundo do salário que não existe mais. Julga-se que seria necessário aliviar pouco a pouco as matérias, os circuitos que não parecem fazer que alunos do curso primário, ginasial, colegial, universitário caiam diretamente num emprego. Recomenda-se visar, de maneira cada vez mais exclusiva, uma “inserção profissional” que, bem entendido, não ocorrerá’.

Em particular, a Escola de Minas de Ouro Preto deve ter o extremo zelo na revisão dos seus cursos de graduação em engenharia, não podendo abandonar a sua trajetória história de projetar e desenvolver currículos voltados à formação de engenheiros com altíssima preparação em ciências físicas e matemáticas e em ciências da engenharia e tecnologias, embarcando na visão mercadológica expressa nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, pois a vida profissional dos engenheiros é muito mais longa do que a duração das modas e somente engenheiros com altíssima formação em ciências e tecnologias estarão preparados para acompanhar as mudanças do mundo do trabalho e não padecerem de desemprego estrutural.

XVII

No portal do Ministério da Educação, aprendo que o Conselho Nacional de Educação tem como talvez o seu maior compromisso instaurar um diálogo efetivo, articulado e solidário com todos os sistemas de ensino, num regime de colaboração e cooperação.

Porém, o primeiro parágrafo do Parecer CNE/CES Nº 1/2019 afirma que a relevância da aprovação destas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia coincide com a expectativa de parte da comunidade acadêmica, das empresas empregadoras e dos setores que representam a atuação profissional da área.

A comissão de revisores foi constituída por membros da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação e não por professores renomados das áreas clássicas da engenharia, sendo que em algumas reuniões participaram como convidados especialistas a representante da Mobilização Empresarial pela Inovação da Confederação Nacional da

Indústria – MEI|CNI, com formação em sociologia, e o presidente da Associação Brasileira de Ensino de Engenharia – ABENGE, professor de curso de engenharia de produção.

Do Parecer CNE|CES Nº 1|2019, reconhece-se como interlocutores notáveis e privilegiados do processo de revisão das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia a Mobilização Empresarial pela Inovação da Confederação Nacional da Indústria – MEI|CNI e a Associação Brasileira de Ensino de Engenharia – ABENGE, bem como o confinamento ao eixo definido por Rio de Janeiro e São Paulo, com a presença expressiva de escolas privadas.

Os revisores das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia não tiveram o cuidado de realizar reuniões oficiais, nacionais ou regionais, com os diretores das escolas de engenharia do país, ainda que esperadas e desejadas para se instaurar um diálogo efetivo, articulado e solidário, num regime de colaboração e cooperação, assim como não foram feitas consultas aos setores industriais com grande participação no produto interno bruto e que são os maiores empregadores de engenheiros no país, entre eles o da construção pesada, o da logística e transportes, o da construção civil, o da mineração, o da energia e o da metalurgia, o da química e o de alimentos, o automotivo, o naval e o de produção de máquinas e equipamentos.

## 012 – A Autonomia Constitucional da Universidade e as Diretrizes Curriculares

XVIII

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia são extremamente invasivas, mesmo quando comparadas com os currículos mínimos instituídos pela Resolução CFE 48|76, de 17 de abril de 1976, que passaram a ser objeto de críticas das novas gerações de professores duas décadas após serem instituídos, embora continuem sendo o melhor documento produzido sobre educação em engenharia no país e possibilitassem, na verdade, grande flexibilidade na composição dos currículos dos cursos de engenharia.

Porém, nós não nos mostramos à altura da autonomia constitucional da universidade, instituída pelo Artigo 207 da Constituição da República de 1988. Desde a Lei Darcy Ribeiro, Nº 9394, de 20 de dezembro de 1996, até o Decreto Nº 9235, de 17 de dezembro de 2017, a autonomia constitucional da universidade vem sendo restringida sucessivamente, com a notável ajuda da consentida relação assimétrica da universidade com o MEC – Ministério da Educação, em particular com o CNE – Conselho Nacional de Educação e, principalmente, com a CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, que foi ao longo do tempo certamente o maior empecilho para a universidade realizar plenamente a sua autonomia constitucional.

Nesse quadro pintado com as cores da nossa comodidade e nesses tempos de mutação constitucional, não existe espaço para questionar se as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia encolhem ainda mais as fronteiras e reduzem ainda mais o espaço da autonomia constitucional da universidade.

## 020 – O Estado da Arte na Educação em Engenharia Mundial

XIX

Apresento o Sumário Executivo do estudo o Estado da Arte na Educação em Engenharia Mundial, realizado pela reconhecida consultora de educação em engenharia Ruth Graham, sob encomenda do MIT – Massachusetts Institute of Technology e publicado em março de 2018. A tradução foi feita por mim, com a ajuda inestimável do Google.

‘O estudo considera o estado da arte do ensino de graduação em engenharia mundial. Foi realizado para informar o MIT – Massachusetts Institute of Technology sobre a NEET – Transformação da Nova Educação em Engenharia, uma iniciativa com a incumbência de realizar e apresentar um Programa da Universidade de Liderança Mundial no Ensino de Graduação em Engenharia.

O estudo foi estruturado em duas fases, sendo que ambas utilizaram entrevistas individualizadas como instrumento primário para a coleta de evidências: a primeira fase, realizada entre setembro e novembro de 2016, proporciona um retrato da vanguarda da educação em engenharia mundial e uma varredura sobre como o estado da arte na educação em engenharia está propenso a se desenvolver no futuro.

Esta fase do estudo baseou-se em entrevistas com 50 líderes do pensamento mundial em educação em engenharia e identificou a instituição com maior reconhecimento no ensino de graduação em engenharia na atualidade e as universidades que estão emergindo como futuros líderes no ensino de graduação em engenharia.

A segunda fase, realizada entre março e novembro de 2017, conduziu estudos de caso de quatro instituições selecionadas entre as identificadas na primeira fase como líderes emergentes na educação em engenharia: a Singapore University of Technology and Design (Cingapura), a University College London (Reino Unido), a Charles Sturt University (Austrália) e a TU Delft (Holanda).

Juntas, as duas fases do estudo foram baseadas em entrevistas com 178 pessoas, com conhecimento profundo e experiência nos programas de graduação em engenharia das instituições líderes mundiais. Com essa expertise, elas pintaram uma imagem rica e diversificada do estado mundial da arte na educação em engenharia, bem como as oportunidades e as restrições enfrentadas pela área.

O relatório aborda cinco questões-chave, sendo as quatro primeiras descritas abaixo:

1ª) Quais instituições são consideradas “líderes atuais” no ensino de graduação em engenharia?

O Olín College of Engineering (EUA) e o MIT foram citadas pela maioria dos entrevistados consultados na primeira fase. Outras universidades também foram bastante citadas, entre elas a Stanford University (EUA), a Aalborg University (Dinamarca) e a TU Delft. Muitos entrevistados observaram que a educação em engenharia está adentrando um período de rápida mudança e anteciparam uma movimentação considerável na liderança mundial nos próximos anos.

2ª) Quais instituições são consideradas “líderes emergentes” no ensino de graduação em engenharia?

Diversas instituições, entre elas a Singapore University of Technology and Design, a University College London, a Pontificia Universidad Católica de Chile e o Iron Range Engineering (EUA), foram consistentemente citadas pelos líderes do pensamento em educação em engenharia entrevistados na primeira fase como “líderes emergentes” mundiais da educação em engenharia.

3ª) Quais características distinguem os “líderes atuais” dos “líderes emergentes” do ensino de graduação em engenharia?

As instituições identificadas como “líderes atuais” são geralmente as universidades de pesquisa norte-americanas e europeias bem-estabelecidas, que atraem multidões de estudantes. As boas práticas destacadas nessas instituições são o projeto educacional centrado no estudante, o empreendedorismo propulsado pela tecnologia, a aprendizagem ativa baseada em projetos e o enfoque rigoroso nos fundamentos da engenharia.

O grupo de “líderes emergentes” representa uma nova geração de programas de graduação em engenharia, muitos dos quais foram desenvolvidos desde a origem ou são os produtos de reformas educacionais sistêmicas, muitas vezes moldadas por necessidades ou restrições regionais específicas. A característica distintiva dos “líderes emergentes” incluem o aprendizado baseado no trabalho, programas multidisciplinares e a ênfase dual no projeto de engenharia e na reflexão do estudante. As análises dos estudos de caso sugerem que os “líderes emergentes” se beneficiaram de lideranças acadêmicas visionárias e fortes, de uma cultura universitária de inovação educacional e de novos instrumentos de sustentação da exploração e da avaliação educacional dos estudantes.

4ª) Quais são os principais desafios que provavelmente limitarão o progresso da educação em engenharia no futuro?

Uma gama de barreiras que continuarão a restringir as mudanças na educação em engenharia no mundo todo foi identificada. Estas incluem o alinhamento dos objetivos do governo e do ensino superior, o desafio de oferecer aprendizado ativo centrado no aluno para grandes grupos de estudantes, a estrutura monodisciplinar de muitas escolas de engenharia e os sistemas de ingresso na carreira docente e de promoção que não são percebidos como recompensadores.

A última questão abordada pelo estudo foi “Qual é a direção futura do setor de educação em engenharia”? Com base nas evidências das duas fases do trabalho, foi usada uma abordagem de “horizon scanning”, i.e., um exame sistemático da informação para identificar potenciais ameaças, riscos, problemas e oportunidades, para antecipar a trajetória futura do setor de educação em engenharia e para definir o perfil dos programas líderes em educação em engenharia nas próximas décadas porvir. Ela apontou para três tendências definidas.

A primeira tendência antecipada é uma inclinação do eixo mundial da liderança em educação em engenharia.

As evidências do estudo apontaram para um deslocamento do centro de gravidade dos principais programas de graduação em engenharia do mundo do Norte para o Sul e dos países

de alta renda para as “usinas” econômicas emergentes da Ásia e da América do Sul. Muitas instituições dessa nova geração de líderes mundiais serão impulsionadas pelo investimento estratégico do governo em educação em engenharia, vista como uma incubadora de talentos para o empreendedorismo de base tecnológica, que impulsionará o crescimento econômico nacional.

A segunda tendência antecipada é para currículos de engenharia socialmente relevantes e voltados para o exterior.

Tais currículos enfatizam a escolha do aluno, o aprendizado multidisciplinar e o impacto social, acoplado com uma ampla experiência do estudante fora da sala de aula, diferentemente dos cursos tradicionais de engenharia e do que é comum em todo o mundo. Ainda que muitas dessas características educacionais apareçam nos programas das instituições “líderes atuais”, elas são atividades assessórias acopladas e estão isoladas dentro do currículo. Como resultado, muitos dos benefícios dessas experiências permanecem inexplorados, porque elas estão desconectadas dos outros componentes curriculares e os alunos não são encorajados a refletir sobre elas e a aplicar o que aprenderam em outras áreas do programa de estudos de graduação. Em contraste com os “líderes atuais”, muitas instituições identificadas como “líderes emergentes” no ensino de graduação em engenharia normalmente proporcionam experiências curriculares diversas e centradas no aluno, dentro de uma abordagem educacional integrada e unificada. Na maioria dos casos, seus currículos foram desenvolvidos desde a origem ou são o resultado de reformas sistêmicas. Experiências como o aprendizado baseado no trabalho e a realização de projetos socialmente relevantes são inerentes aos programas desses cursos, de modo que fornecem uma plataforma sólida para a reflexão do estudante e um caminho para o aluno contextualizar e aplicar as habilidades adquiridas em outras partes do currículo. No entanto, muitos dos exemplos dos “líderes emergentes”, como o *Olin College of Engineering* e o *Iron Range Engineering*, atendem a grupos relativamente pequenos de alunos. As inovações-chave que provavelmente definirão o próximo capítulo da educação em engenharia são os mecanismos pelos quais tais características possam ser integradas, por mudança de escala, a currículos destinados a grupos grandes de estudantes e sob restrição de recursos. Nas palavras de um dos pensadores líderes da educação em engenharia:

“A próxima fase da educação em engenharia é para que o restante de nós descubra como poderemos oferecer esse tipo de educação de qualidade em escalas maiores”.

A terceira tendência antecipada para o setor é, portanto, o surgimento de uma nova geração de instituições líderes na educação em engenharia, que oferece currículos integrados aos alunos numa escala maior. Os estudos de caso considerados na segunda fase apontam para várias instituições que desenvolvem tal modelo, onde a coerência e a integração curricular são realizadas por intermédio de uma cadeia conexa de atividades de projeto. Por exemplo, o currículo da *Singapore University of Technology and Design* é desenvolvido por intermédio de atividades de projetos multidisciplinares, que contextualizam e integram o aprendizado através das matérias, transversalmente, e ao longo dos anos de estudo, axialmente. Um segundo exemplo é o currículo de engenharia da *University College London*, que estrutura os dois primeiros anos de estudos em ciclos de cinco semanas, onde os alunos passam quatro semanas adquirindo uma gama de conhecimentos e habilidades que eles subsequentemente contextualizam e aplicam em uma atividade intensiva de projeto, com a duração de uma

semana. As entrevistas também sugeriram que, a longo prazo, alguns dos principais programas de engenharia do mundo cada vez mais projetem currículos centrados nos alunos para grandes grupos de estudantes por intermédio da concertação de aprendizagem personalizada online fora do campus e aprendizagem prática interativa no campus:

“Este é o futuro da educação em engenharia, onde você coloca o aluno no centro e usa os recursos para realizar projetos em equipe e experiências autênticas e, em seguida, coloca o currículo de ensino online”.

Em conjunto, o estudo das respostas dos líderes do pensamento mundial da educação em engenharia entrevistados sugere que o setor da educação em engenharia está entrando numa fase de mudanças rápidas e fundamentais, onde os programas mais bem avaliados do mundo não estarão restritos às principais universidades de pesquisa do mundo e aos pequenos programas boutique. Isso define o cenário para o surgimento de novas instituições em todos os cantos do mundo, que estabelecerão o futuro da educação em engenharia’.

XX

O Estado da Arte na Educação em Engenharia Mundial de Ruth Graham, realizado sob encomenda do MIT – Massachusetts Institute of Technology, para informá-lo sobre o NEET – Transformação da Nova Educação em Engenharia, com o objetivo de realizar e apresentar um Programa do MIT de Liderança Mundial no Ensino de Graduação em Engenharia, foi publicado em março de 2018. As Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, revistas pela comissão da CNE|CES – Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional da Educação, foram publicadas em abril de 2019. Portanto, treze meses após a publicação do Estado da Arte na Educação em Engenharia Mundial.

Tal comissão foi instituída no final de 2015. Discussões sobre a revisão das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia vem sendo debatidas no MEC – Ministério da Educação e na ABENGE – Associação Brasileira de Ensino de Engenharia desde 2009. A MEI|CNI – Mobilização Empresarial pela Inovação da Confederação Nacional da Indústria vem discutindo a modernização do ensino de engenharia desde meados da década passada.

Porém, do Parecer CNE|CES Nº 1|2019, que é o suporte conceitual, empírico e institucional das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, instituídas pela Resolução CNE|CES Nº 2|2019, fica cristalino que os principais agentes envolvidos na reforma do ensino de graduação em engenharia do país não tiveram o devido cuidado de conduzir uma investigação similar à feita sob encomenda do MIT – Massachusetts Institute of Technology e, também, desconheciam o documento Estado da Arte da Educação em Engenharia Mundial.

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia se apoiam no ensino de engenharia das universidades de pesquisa e nos pequenos programas boutique dos EUA, que ainda não foram aplicados em escalas maiores, simplesmente porque os líderes mundiais da educação em engenharia não sabem como fazer, o que nos convida para uma inadiável reflexão sobre a gravidade da situação da educação em engenharia do país.

Isto também indica claramente que a Escola de Minas de Ouro Preto não pode seguir cegamente as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, mas

deve abrir o seu ângulo de visão e considerar o que fazem os “líderes emergentes” da educação em engenharia mundial, caso tenha alguma pretensão de oferecer educação de engenharia relevante nas próximas décadas.

Mas, que fique claro, não significa mimetizar o que as escolas de engenharia que despontam como “líderes emergentes” mundiais estão fazendo, inclusive por isto ser impossível, uma vez que não existe um padrão a ser seguido ou um manual de instrução sobre como fazê-lo. Significa precisamente que a Escola de Minas de Ouro Preto deve conceber e desenvolver seu projeto pedagógico institucional à luz da realidade concreta nacional e regional, considerando a sua trajetória histórica e os cenários que se desenham para a engenharia e a educação em engenharia mundial.

## 021 – A Escola de Minas e o Estado da Arte da Educação em Engenharia Mundial

XXI

Ao tomar conhecimento de que o MIT – Massachusetts Institute of Technology tem um Programa de Liderança Mundial no Ensino de Graduação em Engenharia, os professores da Escola de Minas de Ouro Preto são chamados à uma reflexão sobre os seus conceitos e sobre o papel e a relevância institucional da educação de graduação em engenharia.

Tal programa também mostra com clareza meridiana que as grandes escolas de engenharia do mundo consideram seriamente o ensino de graduação em engenharia. Portanto, a sua concepção e a sua condução não podem ser terceirizadas. Bem como não podem ser improvisadas. Também não podem ser colocadas nas mãos de leigos, ainda que bem-intencionados. Assim como não podem ser externas à escola de engenharia.

Ao continuar considerando que a Escola de Minas de Ouro Preto tem alguma pretensão de oferecer ensino de graduação em engenharia relevante nas próximas décadas, é imprescindível que se constitua na unidade acadêmica um grupo permanente de professores envolvidos com educação em engenharia, com conhecimento do estado da arte do ensino de graduação em engenharia mundial, para assessorar a sua diretoria e os seus colegiados de curso.

Mas isto não basta para mudar a realidade em que estamos imersos. É fundamental que a Escola de Minas de Ouro Preto tenha autonomia para conceber e desenvolver o seu projeto pedagógico institucional, um projeto pedagógico mestre a partir do qual seriam construídos de modo consistente os projetos pedagógicos dos seus cursos de graduação, em perfeita coerência com o projeto pedagógico da nossa universidade.

Porém, na estrutura atual e na nova estrutura desenhada da universidade, a Escola de Minas de Ouro Preto não é uma unidade acadêmica de fato. É simplesmente uma peça do arranjo administrativo da instituição. Não tem nenhuma jurisdição sobre o ensino de graduação ou sobre o ensino de pós-graduação dos seus cursos. Os Colegiados de Curso de Graduação reportam-se diretamente ao Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão na estrutura atual. Na estrutura desenhada no novo estatuto, reportarão diretamente ao Conselho Superior de Graduação. Neste, o Diretor da Escola de Minas de Ouro Preto não tem assento.

Numa ou noutra dessas estruturas da universidade, não tem jeito de se conceber ou de se operacionalizar algum projeto realista que poderia vir a ser verdadeiramente o ensino de

graduação ou de pós-graduação de uma unidade acadêmica com uma multiplicidade tão expressiva de cursos, como é o caso da Escola de Minas de Ouro Preto.

Nesse modelo de organização da nossa universidade, em que a multiplicidade de cursos de graduação está conjugada a ausência de coordenação da própria unidade acadêmica, o ensino de graduação da unidade acadêmica não é considerado em sua integralidade nem em suas especificidades, convive-se com a ociosidade de recursos concomitante à pressão por ainda mais recursos, a Escola de Minas de Ouro Preto perde a sua identidade e a sua relevância nacional no ensino de graduação em engenharia, bem como fica impossível caminhar pari passu com as transformações rápidas e fundamentais na educação em engenharia no mundo, o que nos exclui a priori até mesmo de sonhar em fazer parte dos "líderes emergentes" do ensino de graduação em engenharia.

Além disso, voltando-se agora para a organização da própria unidade acadêmica, as regras atuais e por vir, caso a Escola de Minas de Ouro Preto mantenha a subdivisão em departamentos ou em qualquer outro tipo de múltiplos conglomerados, conduzem a um Conselho Departamental com mais de quarenta componentes, caso se admitisse a representação do corpo discente.

Se a extensão da pauta do Conselho Departamental estiver diretamente correlacionada ao tamanho da unidade acadêmica, o pleno do Conselho Departamental da Escola de Minas de Ouro Preto é disfuncional para tratar com o alto grau de conhecimento exigido todas as matérias, complexas e especializadas, por todos os seus membros.

Nesse contexto, sem nenhuma sombra de dúvida extremamente adverso, a Escola de Minas de Ouro Preto está diante da escolha de ou confortavelmente contentar-se com a sua ausência atual no processo de ensino de graduação e de pós-graduação em arquitetura e urbanismo e em engenharia ou de conduzir a duríssima campanha para realizar as mudanças nas regras da nossa universidade para vir a ter um papel proeminente na concepção e no desenvolvimento dos seus cursos de graduação e de pós-graduação.

Ao se admitir a escolha desconfortável e trabalhosa, com fundamento no princípio da equidade, o estatuto da nossa universidade deve ser mudado para abrigar uma estrutura de administração acadêmica diferenciada para a Escola de Minas de Ouro Preto, com três órgãos colegiados, o conselho departamental, constituído pelo diretor, vice-diretor, chefes dos departamentos e representantes dos alunos de graduação e de pós-graduação, a coordenação dos cursos de graduação, constituída pelo diretor, vice-diretor, coordenadores dos cursos de graduação e representantes dos alunos de graduação, e a coordenação dos cursos de pós-graduação, constituída pelo diretor, vice-diretor, coordenadores dos cursos de pós-graduação e representantes dos alunos de pós-graduação, para que as relações entre os departamentos e os colegiados de curso e a administração central passem a ser mediadas de fato e de direito pela unidade acadêmica.

## 022 - Uma incursão na Educação em Engenharia com Base em Competências

XXII

Mónica Edwards, Luís Manuel Sánchez-Ruiz e Carlos Sánchez-Díaz, professores da Universitat Politècnica de València (Espanha), são os autores do artigo *Achieving Competence-Based Curriculum in Engineering Education in Spain*, publicado no Vol. 97, Nº 10, October

Página 24 de 32



2009 | Proceedings of the IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers, no qual abordam a colocação das competências e os resultados da aprendizagem no coração da atividade acadêmica e suas implicações sobre a arquitetura curricular e sobre o espaço europeu de educação superior.

Também analisam cuidadosamente a difusividade e a falta de conceituação clara de competência e apresentam os significados de competência na área de educação de várias perspectivas. Por último, tratam do desenvolvimento de currículos de engenharia com foco em competências, tomando como caso concreto o Curso de Engenharia Eletrônica da Escola Técnica Superior de Engenharia de Projeto, da Universitat Politècnica de València.

Selecionei e traduzi, sempre com a ajuda inestimável do Google, alguns trechos do artigo, que possibilitam formar uma visão clara da situação em que fomos postos pelas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Tive o cuidado, embora sem seguir as normas que padronizam as citações, de mencionar os autores que eles referiram nos trechos selecionados.

Os autores abrem o artigo relatando no primeiro parágrafo que 'a comunidade de engenharia inteira está imersa num debate vigoroso na tentativa de estabelecer as competências necessárias à prática corrente e futura da engenharia'.

No Brasil, dada a nossa incrível dianteira na engenharia e na educação em engenharia mundiais, já logramos ultrapassar a etapa dos debates para estabelecer o conjunto de competências necessárias ao engenheiro na atualidade e no porvir, e a Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação instituiu em detalhe o rol de competências do engenheiro que as escolas de engenharia brasileiras devem formar por intermédio das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.

Na Europa, a formação baseada em competências é vista como um dos pilares para avançar o processo de educação superior, a despeito de muitas questões importantes sobre sua conceituação e aplicabilidade permanecerem obscuras, havendo uma crítica crescente sobre a ambiguidade do seu uso e a falta de um fundamento teórico para suportá-la, não sendo assim estranho que competência tenha significados distintos para diferentes pessoas.

Com os autores, ficamos sabendo que em "On Competence: A Critical Analysis of Competence-Based Reforms in Higher Education", publicado em 1979, 'G. Grant et al. definiram educação baseada em competências como uma forma de educação que deduz um currículo a partir da análise do papel prospectivo ou real do estudante na sociedade moderna e que tenta certificar o progresso do aluno com base no seu desempenho em alguns ou em todos os aspectos desse papel, concluindo que competência é um termo amplo e que os programas baseados em competências podem ser muito diversos em relação à sua orientação teórica, escopo, intensões e focos científicos. Esses escopos de competências, principalmente centrados em instrução programada, foram progressivamente enriquecidos com contribuições da teoria cognitiva da aprendizagem'.

Também com eles, ficamos sabendo que nos anos 1990, 'a inovação pedagógica, as novas metodologias de ensino e aprendizagem, e a qualidade da educação maturaram e galgaram uma posição crítica na educação baseada em competências. Esses programas têm o inconveniente de um mapeamento rígido e de um ponto de partida intangível para a definição

das competências profissionais, levando a descrições do trabalho de rotina em que o trabalhador proativo e reflexivo é excluído [Tijssen van L Tucht e E. de Weert, 2005]. O treinamento baseado em competências foi considerado apropriado dentro de um ambiente de gerência taylorista, mas parece inadequado para a sociedade contemporânea, na qual a base industrial é suplantada pela economia do conhecimento. O novo cenário do local de trabalho altamente qualificado requer uma abordagem mais holística, centrada na flexibilidade e na capacidade de resolver problemas, com um papel diferente e mais ativo para o trabalhador [M. Eraut, 1994]. O trabalhador da sociedade do conhecimento de hoje é valorizado precisamente pela sua habilidade para contribuir com seus conhecimentos, habilidades e perspectivas únicas, um processo altamente subjetivo que, na melhor das hipóteses, somente pode ser desenvolvido quando as tecnologias formam o coração do que a maioria das organizações estão chamando de gestão do conhecimento [R. L. Cross e S. B. Israelit, 2005].

Os autores seguem ensinando que 'as competências em educação podem ser vistas das perspectivas teórica, operacional e holística. Do ponto de vista teórico, competência é definida como estrutura cognitiva que facilita um comportamento específico. Na visão operacional, as competências parecem cobrir um espectro amplo de habilidades e comportamentos de ordem superior, que representam a capacidade de lidar com situações complexas e imprevisíveis. Essa definição operacional inclui conhecimento, habilidades, atitudes, meta-conhecimento e pensamento estratégico, que pressupõe tomar decisão consciente e intencional. Uma visão holística predomina quando reina o construtivismo e o contexto adquire relevância especial. Logo, competência é um vocábulo ao qual são associados diferentes significados. No campo da educação, tem sido usado para exprimir resultados dos estudantes, resultados do aprendizado, objetivo, capacidade, habilidade, entre outros'.

Também apontam que 'surge um problema quando os educadores se concentram no método de como ensinar competências e não em que competências nossos alunos devem aprender. Além disso, em que dimensão e em que nível? Todas essas considerações determinam a existência de grandes dificuldades para o desenho do currículo para um processo de ensino com foco no desenvolvimento de competências'.

Ao contrário de outros países com longa vivência e conhecimento, a Espanha é neófito em iniciativas de educação baseada em competências, encontrando-se nas etapas iniciais do seu desenvolvimento, sendo por esse motivo também muitíssimo interessante as escolas de engenharia brasileiras estudarem de verdade como a sua implantação e o seu desenvolvimento na Espanha estão se dando.

Mais uma vez, ainda que fosse desnecessário, declaro que não estou fazendo apologia do que se faz na Europa ou em qualquer outro lugar. Já deixei claro que devemos tomar como exemplo os líderes emergentes da educação em engenharia mundial e que não existe um padrão a ser seguido, devido à multiplicidade de experiências. Portanto, nós mesmos deveremos abrir a trilha que vamos percorrer.

Os autores nos ensinam que 'o conceito de competência está fortemente associado à capacidade de dominar situações complexas e, por essa razão, supõem-se que competência transcende os níveis de conhecimento e as habilidades para explicar como o conhecimento e as habilidades são aplicados de maneira eficaz [W. Westera, 2001]. Competência inclui

capacidades de ordem elevada relacionadas com estar apto a aprender, adaptar, antecipar e criar ao invés de ser capaz de demonstrar capacidade de fazer [F. Lusnier, 2000]’.

Seguem ensinando que ‘no projeto “Tuning Educational Structures in Europe”, i.e., “Afinação das Estruturas Educacionais na Europa”, coordenado pela Universidade de Deusto, sediada no distrito de Deusto da cidade de Bilbao, no País Basco, Espanha, e a Universidade de Groning, Holanda, competência é definida como uma combinação dinâmica de atributos relativos ao conhecimento e a sua aplicação e às atitudes e responsabilidades, que descrevem o resultado de aprender um programa determinado ou como os estudantes serão capazes de desenvolvê-lo ao final do processo educativo’.

Continuam discorrendo que ‘o projeto Tuning faz a distinção entre os resultados da aprendizagem e as competências, para distinguir os diferentes papéis dos agentes mais relevantes: a equipe acadêmica e os alunos. Os resultados desejados do processo são formulados pelo corpo docente, preferencialmente com a participação de representantes dos estudantes, com base em contribuições de stakeholders internos e externos, como empregadores, graduados, entre outros, enquanto as competências são obtidas ou desenvolvidas durante o processo de aprendizagem pelos alunos. Ambos, as competências e os resultados da aprendizagem, podem ser identificados e relacionados a programas completos de estudo’, como o primeiro e o segundo ciclos do processo de Bologna, ‘e a unidades individuais de estudos, i.e., aos módulos, especificando-se os resultados para a concessão de créditos acadêmicos’.

Portanto, os autores tornam muito clara as dificuldades conceitual e operacional da educação baseada em competências. A transição do modelo prevalente contemporâneo nos cursos de engenharia brasileiros para o modelo de competências não deve ser suave nem pacífica. Também não será espontânea. Sem nenhuma sombra de dúvida, exige muito estudo e muita disposição do corpo docente das escolas de engenharia, bem como receptividade e perseverança, porque as resistências e os empecilhos serão muitos e grandes.

Porém, os revisores e os principais agentes envolvidos na revisão das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia não tiveram o exigido cuidado em avaliar o tamanho do empreendimento. Não discutiram a difusividade do conceito de competência e a falta de fundamento teórico para sustentá-lo. Também não investigaram escolas de engenharia de outros países que se encontram em etapas mais adiantadas do seu desenvolvimento. Se limitaram a sugerir que adotam o ponto de vista construtivista para a educação em engenharia, que é essencial empregar metodologias ativas de aprendizagem e que as escolas de engenharia devem procurar profissionais de empresas, que trabalham com desenvolvimento de competências, para auxiliá-las.

Tudo muito diferente do está sendo feito nas escolas de engenharia do mundo que estão fazendo a transição para a educação baseada em competências e sem apreender a essência do processo. Mas, ao se considerar a essencialidade da atividade de engenharia para a sociedade e para o país, penso que a responsabilidade e o compromisso envolvidos na formação das futuras gerações de engenheiros exigem muitíssimo mais das escolas de engenharia e dos professores dos cursos de engenharia.

Eles relatam que, na Espanha, ‘as iniciativas de educação baseada em competências comumente têm escopos que seguem o projeto Tuning, que fornece uma metodologia com pontos de referência para o corpo docente das instituições de ensino superior desenvolver as

descrições dos resultados da aprendizagem, o nível da aprendizagem e as competências desejadas nas disciplinas, de tal modo que essas descrições sejam claras e facilmente comparáveis. Também procura auxiliar as instituições de ensino superior na descrição dos programas dos ciclos de estudos, relacionando o nível das matérias e os graus académicos', de fato com referência ao processo de Bologna, 'e a estabelecer uma linguagem comum que expresse o que o projeto de currículo de uma instituição específica pretende desenvolver, mas sem prescrever os meios de fazê-lo'.

Continuam descrevendo que 'a partir da lista de 85 competências genéricas identificadas a partir da revisão de mais de vinte estudos no domínio de habilidades e competências, as competências foram classificadas em dois tipos: o das competências genéricas ou transversais, que em princípio são independentes das matérias de estudo, e o das competências específicas da matéria de estudo'.

Aquí se tem uma diferença significativa para a abordagem dos revisores e dos principais agentes envolvidos na revisão das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, na qual a ênfase é colocada nas competências genéricas ou transversais, que em princípio são independentes da matéria de estudo, sem a essencial consideração das competências específicas da matéria de estudo.

## 100 – José Ortega y Gasset e a reforma do ensino de graduação na Escola de Minas

XXIII

Outra vez a Escola de Minas de Ouro Preto se vê diante da oportunidade de vir a ter um projeto de educação em engenharia próprio, que está posta pelas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Porém, uma oportunidade é somente uma oportunidade, é alguma coisa somente potencial. O desafio que se coloca à Escola de Minas de Ouro Preto é realizá-la. Torná-la efetiva. Isto é muitíssimo mais difícil.

Procuro mostrar isso transcrevendo em sequência trechos da conferência inaugural do conjunto de seis palestras de José Ortega y Gasset, reunidas no livro *Missão da Universidade*, que ele fez a convite da Federação dos Estudantes Universitários, uma associação dos estudantes da Universidade de Madri, durante o segundo semestre de 1930, nas quais ele trata da reforma da universidade, tendo como pano de fundo o papel da universidade na sociedade moderna.

Mas, que fique claro de saída, entre nós, as condições são ainda mais desfavoráveis do que as consideradas por José Ortega y Gasset, porque a reforma do ensino de graduação em engenharia não teve origem na comunidade constituída pelos estudantes e pelos professores da Escola de Minas de Ouro Preto e continuaríamos na mesma toada por longos e longos anos se a transformação do ensino de graduação em engenharia não nos fosse imposta de fora, pelas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.

'[...] Venho com grande entusiasmo, mas com pouca fé. Afinal, não é óbvio que se trata de coisas muito diferentes? Um homem se encontraria numa situação precária se não tivesse entusiasmo pelo qual deposita sua fé. Nesse caso, a humanidade ainda estaria lutando por sua sobrevivência em cavernas, pois o que tornou possível que o homem delas saísse para enfrentar a selva primitiva certamente pareceu, num primeiro momento, extremamente duvidoso.'

O homem, entretanto, tem sido capaz de entusiasmar-se, apesar de reconhecer a natureza ambígua de iniciativas cujos resultados são incertos. Ele se dedica com denodo a fim de concretizar uma ideia, não poupando tremendos esforços para que o incrível seja alcançado. No final das contas, ele pode ser considerado bem-sucedido. Sem sombra de dúvida, uma das fontes mais vitais do poder do homem reside em sua capacidade de irradiar entusiasmo ante o mero vislumbre de algo improvável, difícil e remoto.

O outro tipo de entusiasmo, aquele confortavelmente nutrido pela fé, de fato não está à altura do nome, uma vez que o sucesso é garantido desde o princípio. Pouco deve ser esperado do homem que se empenha apenas quando tem certeza de que ao final será recompensado!

[...] Ao principiar qualquer forma de luta, é necessário estar preparado para todas as circunstâncias, inclusive a calamidade e a derrota. Como a vitória, as adversidades são máscaras nas quais a vida, num minuto, pode se transformar. A cada dia que passa, venço-me com maior clareza de que segurança em excesso desmoraliza um homem mais do que qualquer outro fator.

[...] Então, não seria a hora de reunir nova fé e velho entusiasmo? Devo responder provisoriamente: "Não ... ainda não". Meu otimismo é forte: [as pessoas] possuem, hoje, diante de si, um magnífico horizonte. Agora, o horizonte é um símbolo de possibilidades que se apresentam para nossas vidas. Essas vidas, por sua vez, constituem um processo de transformação de tais possibilidades em realidades concretas. É eis onde meu otimismo fraqueja e minha fé se perde. Afinal na história, na vida, as possibilidades não se tornam realidades apenas em virtude de seu potencial. Alguém terá de transformá-las em realidade, com suas mãos, seu cérebro e sua dose de auto-sacrifício.

Por esse motivo, a história e a vida são uma criação permanente. A vida não nos é dada pronta, num sentido fundamental, ela depende do que constante e continuamente estamos fazendo de nós mesmos. Trata-se de processo que nunca se interrompe. Nada é completamente nosso, como se fosse um presente; precisamos desempenhar para nós mesmos inclusive as ações que parecem as mais passivas. O humilde Sancho Panza sugeriu essa verdade em diversas ocasiões repetindo sempre seu provérbio: "Se lhe dão a vaca, sua será a tarefa de segurar a corda". Tudo o que recebemos são possibilidades para definir o que seremos.

[...] Então, quero sugerir que as circunstâncias atuais oferecem magnífica oportunidade para a reforma profunda [...]. Porém, a reforma [...] esperará até que alguém a concretize. Contamos hoje com tal pessoa [entre nós]? Ao dizê-lo é claro que não me refiro a um indivíduo, a uma dessas míticas criaturas geralmente referidas como o "Grande Homem"; referência oriunda de um entendimento equivocado. A história não é feita por um homem, independentemente de sua grandeza. A história não é como um soneto, tampouco um jogo solitário. Ela é feita por muitas pessoas: por grupos de pessoas coletivamente dotadas com as qualidades necessárias. [...] não posso disfarçar minha grande dúvida, não creio que contemos, atualmente, com um grupo capaz de levar adiante [...] a reforma da universidade. É o que digo hoje, nesse dia fugaz no qual estou falando. Dentro de duas semanas ou mais, talvez esse grupo possa existir, e espero que exista. Não há nada que prenuuncie a reunião e a organização de tal grupo: e se destaco com tanta ênfase que com ele não contamos hoje, o faço com o único propósito de contribuir para a sua existência.

No entanto, vocês poderão replicar: “Como pode haver dúvidas sobre a existência de um grupo capaz de realizar a reforma? Uma vez que se admite a viabilidade de algo, só o que falta é vontade para realizá-lo. E aqui estamos, clamando com vigor pela reforma da universidade. Não pode, pois, haver dúvidas sobre a existência desse grupo”.

Certamente, certamente. A fim de realizar algo que é possível, só o que falta é vontade para realizá-lo. Tudo depende, porém, da plenitude com que se compreende o sentido dessa fácil palavra. É fácil falar e mesmo pensar que se está decidido sobre algo; no entanto, é extremamente difícil estar decidido, num sentido verdadeiro. Tal decisão implica decidir acerca de todas as coisas que são necessárias enquanto etapas intermediárias; implica aparelhar-nos com as qualidades necessárias para a iniciativa. Qualquer esforço que não contemple esses fatores, não pode ser considerado uma decisão real: trata-se antes de simples desejo. É preciso concentrar sua imaginação na ideia, trabalhar numa agitação voluptuosa sobre ela e exaurir sua força numa vaga eferescência de entusiasmo.

Na Filosofia Universal da História, Hegel assegura que, sem sombra de dúvida, a paixão é responsável por todas as realizações significativas da história, mas não esquece de qualificar: paixão moderada. Quando a paixão é somente um frenesi de turbulenta emoção, não é nada útil. Qualquer pessoa pode ser apaixonada nesse sentido. No entanto, não é tão fácil manter uma paixão que, ao mesmo tempo, se revela crítica e criativa, essa incandescência abastecida de energia térmica para que não esfrie ao ser misturada com o que há de mais frio: lógica implacável e vontade de ferro’.

## 101 - Conclusões

### XXIV

Diante das circunstâncias redesenhadas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, aqueles cursos que tiverem alternativa a elas devem considerá-la cuidadosamente.

Em particular, recomendo que o Curso de Engenharia Geológica da Escola de Minas de Ouro Preto considere cuidadosamente a alternativa de desenhar o seu currículo e o seu projeto pedagógico com fundamento na Resolução CNE/CES Nº 1, de 6 de janeiro de 2015, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Geologia e em Engenharia Geológica, que foram elaboradas com a participação direta de professores reconhecidos dos cursos do país, incluindo um antigo professor do próprio curso.

Essencialmente pelas mesmas razões, recomendo que o Curso de Engenharia de Computação do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas considere cuidadosamente a alternativa de desenhar o seu currículo e o seu projeto pedagógico com fundamento na Resolução CNE/CES Nº 5, de 16 de novembro de 2016, que institui Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação na área da Computação, abrangendo os cursos de bacharelado em Ciência da Computação, em Sistemas de Informação, em Engenharia de Computação e em Engenharia de Software e de licenciatura em Computação.

### XXV

Todos podem ler a missão do MIT – Massachusetts Institute of Technology “A missão do MIT é avançar o conhecimento e educar os estudantes em ciência, tecnologia e outras áreas

do conhecimento, que melhor sirvam à nação e ao mundo no século XXI". A palavra nação não aparece nenhuma vez nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia ou no parecer que é a sua base conceitual, empírica e institucional. O termo neutro país aparece uma vez para relatar a nossa incapacidade de competir num mundo global. Porém, são recorrentes os termos organização, usuário e mercado. Também não fala em servir à sociedade, mas de atender às demandas da sociedade. Esse claro confronto de visões convida os professores da Escola de Minas de Ouro Preto à reflexão sobre os papéis da engenharia, da educação em engenharia, da escola de engenharia e dos engenheiros num país subdesenvolvido para realizar a difícilíssima tarefa de transformá-lo num país desenvolvido.

XXVI

Sem nenhuma sombra de dúvida, o processo de concepção e implantação de um currículo de engenharia com foco no desenvolvimento de competências é difícil, trabalhoso e demorado, sendo exíguo o prazo de três anos para se dar início à sua efetiva aplicação, conforme estabelecido nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.

XXVII

Se insisto em considerar que a Escola de Minas de Ouro Preto tenha a pretensão de oferecer educação de graduação em engenharia relevante nas próximas décadas, no estágio atual da nossa história e no contexto das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, o trabalho crítico, o trabalho analítico, o trabalho criativo e o trabalho construtivo serão extraordinários, imensos, duros, extenuantes. Isto é consequência da Lei de Brandolini.

Ouro Preto, 11 de agosto de 2019.

Jonas Durval Cremasco

