



A ENGENHARIA E AS HUMANIDADES NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO PARA O SÉCULO XXI

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.3790

Régis Pasini - rpasini@faap.br
FAAP

Gilmar Barreto - gbarreto@dsif.fee.unicamp.br
Universidade Estadual de Campinas

Resumo: *Há anos que a educação em engenharia vem sendo discutida tanto na sua forma como em relação ao seu conteúdo, que aliás, vem perdendo ênfase, sem deixar de ser fundamental, para uma educação baseada em competências. Estas mudanças vêm ocorrendo com o objetivo de se formar engenheiros cada vez mais aptos a atuar em um mundo com problemas cada vez mais complexos. Apesar deste movimento, ainda é insipiente o desenvolvimento de conceitos relacionados às humanidades, exceto quando se refere a necessidade de trabalho em grupo, ter boa comunicação e ter resiliência. Para se ter uma formação completa de um profissional ciente das suas responsabilidades, é de extrema importância que ocorra uma integração cada vez maior entre a engenharia e a área de humanidades. É neste contexto que este texto foi desenvolvido, abordando aspectos que comprovam a importância da integração destas duas áreas e apresentando alguns exemplos de iniciativas que caminham nesta direção.*

Palavras-chave: *Educação em engenharia, Humanidades, Soft skills*



A ENGENHARIA E AS HUMANIDADES NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO PARA O SÉCULO XXI

1 INTRODUÇÃO

Não é novidade que se espera dos engenheiros uma postura de liderança em diferentes níveis de uma organização, desde o engenheiro no início de carreira até, e principalmente, do engenheiro experiente que atua como grande líder de uma organização. O que já foi detectado, e não é de hoje, é que apenas os conhecimentos técnicos não são suficientes para garantir o sucesso dos engenheiros em qualquer que seja sua atuação. Competências e *soft skills* são termos comuns hoje em dia e que são discutidos e trabalhados na formação dos engenheiros.

Um grande passo foi dado nesse sentido com a homologação das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) do Curso de Graduação em Engenharia (BRASIL, 2019) porém, com a complexidade crescente do mundo em que vivemos, dos impactos e importância da engenharia em praticamente todas as esferas da sociedade global, faz-se necessário expandir o desenvolvimento das *soft skills* e competências para além de capacidades como comunicação e relacionamento dos engenheiros, muito enfatizadas atualmente.

Jablokow (2007) cita a seguinte frase de David Starr Jordan, de 1902, então presidente da Universidade de Stanford: "Há muitas coisas além da engenharia que entram na formação do engenheiro". É necessário mais do que engenharia para ser um bom engenheiro. É necessário reconhecer, saber lidar e considerar diferenças e diversidades, sejam aquelas comportamentais das pessoas de uma equipe ou culturais daqueles que serão impactados pela engenharia. É também importante conhecer a evolução da tecnologia e seus impactos para que novas e melhores tecnologias sejam desenvolvidas.

Klochkova, Bolsunovskaya e Shirokova (2018) mostram que o acúmulo de conhecimento facilita a aquisição de novos conhecimentos e defendem que as humanidades ou conhecimentos nessa área potencializam e enriquecem novos conhecimentos. É proposto, inclusive, um modelo do processo do acúmulo de conhecimento em disciplinas típicas de engenharia e os conhecimentos básicos em humanidades.

Considerando a atuação do engenheiro para além das práticas relacionadas às empresas, é fato que muitos engenheiros têm uma perspectiva da influência social do seu trabalho, porém a pergunta que fica é se a educação em engenharia encoraja seus estudantes a levarem a sério sua responsabilidade social (CECH, 2014).

Considerando que a engenharia é desenvolvida para ser aplicada em várias situações do cotidiano das pessoas, é pertinente questionar por que as ciências humanas têm estado tão distantes do ensino da engenharia e se a engenharia deve ser pensada para melhorar o bem-estar das pessoas, levar para a formação dos engenheiros uma reflexão humanista, provavelmente resultará em profissionais mais comprometidos, responsáveis, engajados e cientes do impacto que seus projetos provocarão na sociedade e no meio ambiente.

É neste contexto que este artigo foi desenvolvido, com as seções organizadas de tal forma que abordam a importância das humanidades na carreira do engenheiro, como os aspectos históricos influenciam nos projetos de engenharia, como as humanidades são

relevantes para se ter o ser humano como figura central nos projetos e exemplos de como introduzir ou abordar conceitos de humanidades nos currículos de engenharia.

2 HUMANIDADES E A CARREIRA NA ENGENHARIA

Quanto mais o engenheiro avança na carreira, mais ele terá de lidar com pessoas, maior responsabilidade ele terá sobre projetos e conseqüentemente, maiores serão os impactos das suas decisões. As interações com colaboradores, consumidores e concorrentes aumentam, sejam de forma direta ou indireta, reforçando a importância do conhecimento em humanidades. São exigidos, por exemplo, de um dirigente de empresa, conhecimentos de leis, comunicação, ética em negócios, psicologia e habilidade de lidar com conflitos (KLOCHKOVA, BOLSUNOVSKAYA e SHIROKOVA, 2018). Conforme salientam os autores, em determinadas situações ou momentos da carreira, serão tão ou mais importantes: as interações com as pessoas do que os processos e ferramentas; o funcionamento e operação dos produtos do que toda a documentação do projeto; a cooperação com consumidores do que os termos de contrato; e, a disposição de mudanças ao invés de seguir um plano original. Ou seja, as habilidades requeridas extrapolam a capacidade de trabalhar e equipe. São necessários conhecimentos e habilidades que possibilitam interagir para além dos limites da empresa, pois não apenas um projeto isoladamente é influenciado pela atuação de um engenheiro, mas toda a empresa.

Os engenheiros são vistos, de forma geral, como solucionadores de problemas e quando estes estão liderando equipes, cabe a eles entender as diferentes formas de pensar, saber administrar os diferentes níveis de conhecimento e engajamento dos membros da equipe, entender as diferentes culturas dos integrantes da equipe, principalmente se estes estão ou são de países com culturas distintas, ter foco no usuário do produto ou serviço e nos impactados pelos projetos de engenharia (JABLOCOW, 2007; BONI, MACDONALD e PERIS, 2012). Em situações como estas e que são comuns no dia a dia de muitos engenheiros, os conhecimentos técnicos devem estar acompanhados de boas práticas profissionais que envolvem responsabilidade social que não são desenvolvidas em disciplinas conceituais e técnicas de engenharia (JABLOCOW, 2007). Boni, MacDonald e Peris (2012, p. 179), referem a estas capacidades como "capacidades cosmopolitas" e destacam também a importância de uma formação internacionalizada.

Além dos aspectos relacionados à evolução na carreira, é fundamental que os engenheiros tenham consciência da sua responsabilidade na sociedade. Há uma espécie de contrato social que todos assinam que levam as pessoas a prevenirem danos à sociedade. Os engenheiros, como parte da sociedade tem a mesma responsabilidade (ou maior), mas com o conhecimento e expertise próprios que os permite assumir um protagonismo único (STIEB, 2007).

Stieb (2007) apresenta algumas reflexões sobre ética e, principalmente, do estudo ou compreensão da mesma para além do que está estabelecido nos cadernos de ética profissionais. O autor coloca a ciência entre a ética e a engenharia e a engenharia, por ser ela a responsável por converter a ciência em tecnologia e produtos, como aquela que deve considerar a ética como parte do mesmo sistema. Conforme Stieb (2007, p. 270) "engenharia sem ética é perigoso; ética sem engenharia é inútil".

Seguindo nesta linha, Cech (2014) avalia que o engajamento do estudante de engenharia em causas e preocupações sociais diminui com o passar dos anos de estudo e, conforme uma pesquisa realizada em instituições de ensino americanas, nas instituições com currículos mais tradicionais este desengajamento é mais significativo. O autor

apresenta alguns motivos para este desengajamento, cabendo destacar que, conforme o texto, quaisquer considerações não técnicas são consideradas irrelevantes para o trabalho real da engenharia dentro do ambiente de ensino. Como se fizesse parte da cultura da educação em engenharia, ignorar questões sociais e humanistas.

Segundo Cech (2014), mesmo que seja impossível aos projetos de engenharia beneficiar a todos, isso não é motivo para que as questões sociais e os impactos da engenharia sejam negligenciados pelos engenheiros.

3 ASPECTOS HISTÓRICOS E PROJETOS DE ENGENHARIA

Os engenheiros precisam entender a sociedade e o mundo em que vivem, conhecendo o passado que trouxe às tecnologias atuais para serem capazes de conduzir as mudanças tecnológicas (JABLOCOW, 2007).

Conhecer a história, possibilita um conhecimento que leva a tomadas de decisão importantes quando se trata de um projeto ou desenvolvimento de novas tecnologias. Em Klochkova, Bolsunovskaya e Shirokova (2018) é citado como exemplo um trabalho de um professor da Universidade Politécnica de São Petesburgo Pedro O Grande (SPbPU) em que vários elementos históricos relacionados ao projeto de navios são levantados, como por exemplo, quais navios são comprados pela Rússia e por que, como foi o crescimento do número de navios e como afetou as empresas, quais as decisões levaram a alguns projetos, características técnicas, causas das perdas dos navios, rotas marítimas e conclusões sobre o sucesso ou fracassos de companhias ou projetos. Neste exemplo, o objetivo é possibilitar aos estudantes uma oportunidade de comparar as soluções técnicas que eles consideram com experiências históricas.

Entender como modelos, teorias e tecnologias se desenvolvem, contribui para a melhoria de processos e produtos e não é apenas a solução de um problema em particular que está em jogo, mas como esta solução pode ser implantada com maior efetividade (JABLOCOW, 2007) e esta efetividade pode ser determinada analisando os aspectos históricos do trabalho da engenharia não apenas no contexto das tarefas atuais, mas também em comparação com ideias passadas (KLOCHKOVA, BOLSUNOVSKAYA e SHIROKOVA, 2018).

Conhecer o contexto em que projetos e principalmente tecnologias foram desenvolvidas também é importante para entender as motivações que levaram ou direcionaram as tecnologias até os dias atuais. O desenvolvimento tecnológico bem como pesquisas científicas estiveram, muitas vezes, alinhados a políticas públicas (STIEB, 2017). Além do alinhamento às políticas públicas, grandes empresas e mercados também influenciam a evolução tecnológica e é difícil imaginar que fosse diferente. Um exemplo são os automóveis que tiveram por mais de um século motores a combustão interna dada a abundância dos recursos naturais disponíveis e hoje, há um forte movimento que está levando à propulsão elétrica não apenas por causa das consequências ambientais, mas também porque há políticas públicas em alguns países que não estão deixando alternativas a não ser abandonar os motores a combustão interna. No caso das políticas públicas, muitas vezes ela é necessária para acelerar um desenvolvimento.

Sem fazer defesa de uma tecnologia ou outra, no caso da propulsão em automóveis, as iniciativas iniciais do desenvolvimento de propulsores elétricos estavam na não dependência de um recurso com reservas limitadas (petróleo), mas também havia e há a preocupação com questões ambientais, em especial a poluição e seus efeitos, que podem levar a problemas sociais quando se considera os custos hospitalares que governos têm

que arcar para atender pessoas com problemas de saúde provocados pela poluição. Além das despesas com os tratamentos em si, há reflexos na aposentadoria precoce, em empregos e na necessidade de membros de família serem obrigados a trabalhar ao invés de estudar quando pai ou mãe se tornam convalescentes ou até mesmo impedidos de trabalhar. Este é um exemplo que transcende aspectos técnicos e as humanidades se tornam importantes ao se considerar as tecnologias e suas consequências. Hoje tem-se a disposição muita informação que facilita uma análise muito mais ampla do que décadas atrás, bem como de mais longo prazo. Num contexto amplo, a tecnologia pode ser a solução ou a responsável por uma crise.

4 O SER HUMANO NO CENTRO DOS PROJETOS DE ENGENHARIA

A engenharia sempre teve como objetivo criar serviços e produtos para serem usados por seres humanos, mas nem sempre estes estiveram no centro das atenções dos projetos. Adequação ou facilidade de uso e experiência do usuário, por exemplo, vêm ganhando espaço nos projetos de engenharia mais recentemente e é de uma área, do desenho industrial, que apesar de próxima, não faz parte das ciências exatas. Algo semelhante acontece entre engenharia civil e arquitetura e tanto o desenho industrial como a arquitetura já fazem parte de currículos de engenharia, mas é preciso ir além para entender os usuários dos projetos de engenharia.

A complexidade dos mercados e a diversidade das pessoas exigem mais do que conceitos de arquitetura ou desenho industrial. A adequação ao uso exige um forte exercício de empatia que deve levar em consideração diferentes culturas, gênero, raça, classe social, profissão, religião e nacionalidade (OTTINO e MORSON, 2016). Indo além, a preocupação do engenheiro não deve ficar restrita apenas ao usuário final do produto ou serviço projetado e deve ter uma abrangência mais ampla voltada aos interesses do bem-estar público (CECH, 2014).

Como exemplo do desenvolvimento de empatia, a partir de uma ideia da organização sem fins lucrativos Engenheiros Sem Fronteira, foi implantado um programa na Escola Técnica Superior de Engenharia Industrial da Universidade Politécnica de Valência chamado de Introdução a Ajuda ao Desenvolvimento e como resultado, ao final do programa, os alunos participantes demonstraram uma maior preocupação com igualdade e justiça, além de preocupações com a degradação do meio ambiente (BONI, MACDONALD E PERIS, 2012).

O importante é que cada vez mais a engenharia e as humanidades se integrem criando engenheiros completos, flexíveis e capazes de se adaptar mais facilmente a mudanças imprevisíveis que o mundo vivencia (OTTINO e MORSON, 2016).

5 COMO INTRODUZIR HUMANIDADES NOS CURRÍCULOS DE ENGENHARIA

É fato que a área das ciências humanas é vista com certo desdém ou preconceito pela engenharia. Não se trata de reconhecer ou não sua importância, mas de não a aceitar com facilidade nos cursos de engenharia. Há até um certo estereótipo tanto dos engenheiros quanto dos profissionais das ciências humanas que torna difícil imaginar uma integração entre as áreas. Engenharia é vista como um curso onde as disciplinas tratam de coisas e não de pessoas (JABLOCOW, 2007).

Soma-se a isso, a notória quantidade de conceitos a serem desenvolvidos nos cursos de engenharia e uma tendência verificada nos últimos anos de diminuição da carga horária dos cursos, que leva, de maneira quase que natural, a desconsiderar o desenvolvimento de conteúdos humanistas nos cursos de engenharia.

Outro fator que deve ser considerado é que a percepção dos ganhos da inserção de humanidades nos cursos de engenharia não é imediata.

Para superar estes obstáculos e incentivar o desenvolvimento de humanidades, Jablocow (2007) propõe tratar do tema sob a ótica da solução de problemas, algo típico da engenharia e facilmente aceito por estudantes de engenharia para demonstrar a importância que as humanidades exercem na profissão do engenheiro. No artigo, é abordado dentre alguns benefícios, o projeto de melhores produtos e de forma mais rápida e eficiente. Para justificar a sua importância, são usados argumentos como as competências necessárias a um líder como as já citadas anteriormente (gestão de conflitos, lidar com diversidade, diferentes níveis de conhecimento) e saber lidar com preferências durante o processo de solução de problema. Ainda argumenta que princípios éticos e responsabilidade social também podem estar associados em práticas que envolvam solução de problemas.

Outra possibilidade de se desenvolver humanidades é através de atividades extensionistas explicitando sempre aspectos sociais, por exemplo, durante o desenvolvimento das atividades. Um exemplo que poderia se encaixar nesta categoria é o envolvimento em projetos sociais.

Um exemplo de projeto social é o já citado anteriormente e desenvolvido na Universidade Politécnica de Valência. Neste projeto, além de alunos de diferentes cursos de engenharia, foram envolvidos alunos de outras áreas como gestão, ciências da vida e artes. Pesquisas feitas com os alunos no início e no final do projeto, demonstraram que, além das já citadas preocupações com desigualdade social e degradação ambiental, os alunos desenvolveram um maior poder de argumentação e senso de responsabilidade (BONI, MACDONALD E PERIS, 2012).

Outra possibilidade é de se prever conteúdos que tratam de grandes questões da humanidade (água, fome, recursos naturais) e conduzir uma reflexão de como a engenharia pode atuar para colaborar com estas e outras questões ou o estudo de filosofia para provocar nos alunos o questionamento em diferentes ações bem como a retórica que será útil em diferentes situações da vida profissional, desde a apresentação de um projeto até a gestão de conflitos.

Há ainda os conteúdos abordados na disciplina Ciência, Tecnologia e Sociedade, que tratam, na maioria das vezes, como a ciência e tecnologia se desenvolveram ao longo da história dependendo de como é estruturada e conduzida, pode enfatizar as consequências positivas e negativas na sociedade.

Como um exemplo de uma disciplina relacionada a humanidades cabe citar a disciplina História e Filosofia em Engenharia Elétrica e Computação oferecida para alunos de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). O objetivo da disciplina é propiciar aos alunos uma imersão em filosofia e teoria na área de Engenharia Elétrica e de Computação, através da discussão de vídeos sobre assuntos da área e principais nomes da Engenharia Elétrica e da Engenharia da Computação. Além disso, através de um vídeo de três minutos produzido pelos alunos sobre seus temas de pesquisa ou de interesse relacionado às áreas da disciplina, os alunos desenvolvem o poder de síntese e de argumentação (MANERA et al., 2013).

No exemplo de Klochkova, Bolsunovskaya e Shirokova (2018) já citado anteriormente, a prática de se fazer um estudo histórico pode ser aplicado em qualquer projeto, possibilitando o entendimento do atual estágio de diferentes tecnologias e conhecer as iniciativas de sucesso e as que fracassaram e porque isso aconteceu.

As formas e possibilidades de incluir humanidades nos cursos de engenharias são muitas e as resistências encontradas tanto de alunos como de professores também podem ser consideráveis, mas motivos não faltam para embasar a sua importância e como os engenheiros serão beneficiados com sua integração aos currículos de engenharia. Não resta dúvida que é impossível conhecer tudo, mas os problemas atingiram tal complexidade que leva o engenheiro a ter que desenvolver diferentes conhecimentos e habilidades e a conhecer mais sobre diferentes assuntos (JABLOCOW, 2007).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo que os benefícios da integração de humanidades nos cursos de engenharia não apresentem necessariamente resultados de imediatos, argumentos não faltam para que esta área seja considerada e se mostra extremamente relevante quando se considera a responsabilidade social que os engenheiros exercem, responsabilidade esta que precisa ser levada aos estudantes de engenharia logo no início do curso.

Dentre os benefícios da aproximação da engenharia com a área de humanidades estão o desenvolvimento da empatia, ética, flexibilidade, capacidade de gestão de conflitos, respeito à diversidade, dentre outras habilidades que se mostram cada vez mais essenciais a uma formação completa e a requisitos para que um engenheiro esteja inserido em um mundo onde a imprevisibilidade exige ações rápidas e soluções duradouras já que pensar em algo permanente parece ser impossível pois estaremos sempre limitados ao conhecimento que temos a disposição.

Não existe fórmula pronta para se desenvolver conteúdos de humanidades nos cursos de engenharia. Este texto apresenta alguns exemplos, mas as oportunidades são muitas e podem ser desenvolvidas nas mais diferentes disciplinas, em projetos, de forma isolada, incentivando alunos a cursarem disciplinas e participarem de projetos multidisciplinares e projetos sociais, dentre outras possibilidades. Também ter disciplinas isoladas que tratam do tema pode ser um início, mas não parece ser a solução. A exemplo do que ocorre com a educação empreendedora em engenharia, que vai além de disciplinas específicas, levar humanidades para a educação em engenharia, significa que o tema deve permear diferentes disciplinas, até mesmo as mais técnicas e conceituais e ser abraçado pelo corpo docente, evitando-se que haja uma completa desconexão destas disciplinas com a responsabilidade social do engenheiro.

O que é importante é ter clareza da necessidade de oferecer ao estudante de engenharia a oportunidade de se desenvolver em áreas como a de humanidades, que vão além da formação clássica de engenharia para se ter engenheiros mais completos e aptos a lidar com os problemas cada vez mais complexos que se apresentarão durante as suas trajetórias profissionais.

REFERÊNCIAS

BONI, A.; MACDONALD, P.; PERIS, J. **Cultivating engineers' humanity: fostering cosmopolitan in a technical university.** International Journal of Educational Development, v. 32, n. 1, p. 179-186, 2012.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES n.2/2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 18 jul. 2021.

CECH, E. A. **Culture of Disengagement in Engineering Education?** Science, Technology & Human Values, v. 39(1), p. 42-72, 2014.

JABLOKOW, K. W. **Engineers as problem-solving leaders: embracing the humanities.** [IEEE Technology and Society Magazine](#), v. 26, [Issue: 4](#), Winter 2007.

KLOCHKOVA, E. S.; BOLSUNOVSKAYA, M. V.; SHIROKOVA, S. V. **The significance of humanities for engineering education.** *Proceedings of the XVII Russian Scientific and Practical Conference on Planning and Teaching Engineering Staff for the Industrial and Economic Complex of the Region 2018*, v. 1, n. 8604199, 2018.

MANERA, L. T.; BARRETO, G.; CASTRO, C. A.; ATTUX, R.; SANTOS FILHO, J. C. S. **História e filosofia em engenharia elétrica: Multidisciplinaridade no ensino de engenharia.** COBENGE 2013 – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Gramado- RS, 2013.

OTTINO, J. M.; MORSON G. S. **Building a bridge between engineering and the humanities.** The Chronicle of Higher Education, 2016.

STIEB, J. A. **On "bettering humanity" in science and engineering education.** Science and Engineering Ethics, v. 13, p. 265-273, 2007.

ENGINEERING AND HUMANITIES IN ENGINEERING EDUCATION FOR THE 21ST CENTURY

Abstract: *For years, engineering education has been discussed both in its form and in relation to its content, which in fact, has been losing emphasis, without ceasing to be fundamental, for an education based on competences. These changes have been taking place with the aim of training engineers who are increasingly able to work in a world with increasingly complex problems. Despite this movement, the development of concepts related to the humanities is still incipient, except when referring to the need for group work, good communication and resilience. In order to have a complete formation of a professional aware of their responsibilities, it is extremely important that there is an increasing integration between engineering and the humanities area. It is in this context that this text was developed, approaching aspects that prove the importance of the integration of these two areas and presenting some examples of initiatives that walk in this direction.*

Keywords: *engineering education, humanities, soft-skills.*