

Sustentabilidade no ensino de engenharia

Felipe Soares Ribeiro – f.sribeeiro@gmail.com
Departamento de Engenharia Mecânica – CTC – UFSC
88.040-900 – Florianópolis – SC

Luís Otávio Côrtes Magalhães – luis_otavio1504@outlook.com
Departamento de Engenharia Mecânica – CTC – UFSC
88.040-900 – Florianópolis – SC

RESUMO

A temática ambiental nunca foi tão atual. As mudanças climáticas que vêm ocorrendo nos últimos anos apresentam um poder de mudança paradigmática visto poucas vezes na história humana. Apesar desta realidade de um futuro que não pode ser tomado levemente, muitos membros das escolas de engenharia brasileiras tratam da temática ambientalista, da conservação de recursos naturais, impactos sociais e do foco em tecnologias limpas como um empecilho, ou deixam em segundo plano, se comparado a outros fatores, também relevantes. Neste artigo, buscou-se elencar motivos para esta realidade, com base na experiência vivida no ambiente acadêmico da Universidade Federal de Santa Catarina e em referências externas, assim como possíveis soluções para a inclusão de temas ambientalistas e mostra do impacto ambiental e social da engenharia durante as aulas ministradas.

PALAVRAS-CHAVE: *Ensino de Engenharia; Sustentabilidade; Impacto Ambiental.*

ABSTRACT

The environmental issues are all around us. The climate changes occurring since the middle of the last century, are presenting themselves as a radical mechanism for change few times seen in human history. In spite of this reality of a bleak and challenging future, many members of Brazilian engineering schools still treat environmental issues, of the conservation of natural resources, social impacts and of the focus on green technologies as a hindrance, or leave them in the background, when compared to other engineering issues. In this article, the reasons for this reality were pursued, based on the experiences at the classrooms of the Federal University of Santa Catarina (UFSC) and on external references, as well as the search for possible solutions for the incorporation of sustainability and the account of environmental and social impact of engineering decisions in classes.

KEYWORDS: *Engineering Education; Sustainability; Environmental Impact.*

INTRODUÇÃO

O ensino da engenharia na Universidade Federal de Santa Catarina é tomado, muitas vezes, como sendo eminentemente técnico, deixando em segundo plano o lado humano e preocupado com as questões sociais. Em uma realidade de mudanças sociais cada vez mais velozes e drásticas, pode-se tomar este posicionamento como sendo um tanto quanto antiquado e inocente.

Um exemplo deste tipo de comportamento é a ênfase dada às questões climáticas e relacionadas ao impacto ambiental das operações de engenharia realizadas, relegadas a

poucas disciplinas ou nem sequer mencionadas. Com as mudanças climáticas cada vez mais aparentes e afetando o nosso dia-a-dia, busca-se a prevalência desta realidade e as ações que podem ser tomadas para mudar este paradigma no ensino da engenharia.

Neste artigo, buscou-se uma reflexão sobre o ensino de engenharia praticado na universidade, a sua relação com o trabalho de temas atuais como a relação com a sociedade e as questões ambientais, e possíveis maneiras de solucionar este problema, mantendo uma análise realista e vinculada à realidade universitária brasileira.

SUSTENTABILIDADE

Em muitos casos, há uma noção errônea sobre o que significa sustentabilidade, baseando-se, muitas vezes, somente na característica da seleção de produtos ditos orgânicos ou que desperdicem pouco pelo consumidor. Em 1987, as Nações Unidas definiram sustentabilidade como “atendendo às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de futuras gerações de atender às suas”. Isso mostra uma clara procura em não estancar a produção técnico-científica, visando um estilo de vida mais simples e rudimentar, mas gozar dos proveitos da tecnologia, com uma consciência de que os recursos naturais são limitados, e que uma nova geração humana também precisa dos mesmos recursos para a sua própria sobrevivência.

É necessário também deixar claro que o conceito de sustentabilidade supracitado não se limita apenas a questões climáticas como costumeiramente é pensado. O método em si de atender as necessidades do presente pode fazer com que gerações futuras herdem uma forma de produção e pensamento que simplesmente não é capaz de atender as futuras gerações da humanidade. A ideia atual de consumo e produção, que rege a sociedade contemporânea, é claramente insustentável, não apenas pelo impacto ambiental mas também pela incapacidade da sociedade de absorver essa produção sem gerar quantidades abismais de lixo, que, na maioria dos casos, impacta desmedidamente as populações menos afortunadas e em países subdesenvolvidos. Impacto esse, que se reflete em condições insalubres de vida e em marginalização dessas mesmas populações.

PROBLEMATICA

Os impactos das decisões de engenharia podem não ser completamente aparentes ao primeiro olhar. Pelo ponto de vista de engenharia mecânica, as propriedades de um material, por exemplo, podem ser tratadas e modificadas para atingir os objetivos de um projeto, e temperaturas de transição e reações químicas são vistas apenas como equações e como pontos a serem atingidos.

Contudo, a realidade se mostra diferente. A utilização de tratamentos térmicos, por exemplo, pode ter um alto impacto ambiental - se comparado com o material sem alteração, além de certos processos de fabricação serem mais eficientes energeticamente do que outros. O ponto de vista de quantificação de impacto ambiental é muitas vezes suprimido em favor da visualização do custo menor e maior facilidade de fabricação.

A utilização de combustíveis fósseis é também, muitas vezes vista como inevitável e como um mal necessário- mesmo que sejam também contados como algo que está no declínio, mantendo o paradigma da aquiescência aos impactos ambientais e uma passividade em relação às ações que possam ter um impacto ambiental menos dramático.

O impacto ambiental de projetos e atividades de engenharia é algo que pode ter uma complexidade muito maior que a esperada, visto que para avaliar as alternativas mais sustentáveis envolve uma multiplicidade de fatores deve ser avaliada e não apenas a produção de CO₂ como é o senso comum.

Idealmente, o ensino de engenharia deveria abordar problemas ambientais e sociais do método de produção contemporâneo de maneira mais direta, e a partir dessa abordagem promover estudos na busca de detalhar o real papel da sustentabilidade na vida de um

engenheiro e nos projetos de engenharia. Universidades e instituições de formação começaram apenas recentemente a mostrar esforços neste tópico, que há algumas décadas já vêm sendo levantado como um problema da modernidade.

No entanto, há de se considerar os problemas existentes para uma universidade incorporar disciplinas e programas de desenvolvimento sustentável para engenheiros. Uma pluralidade de complicações surgem quando uma mudança no currículo universitário é proposta. Para o caso de ensino de sustentabilidade os principais problemas a serem nomeados são: a falta de interesse dos discentes, a escassez de documentação e profissionais fundamentados no assunto e a carga excessiva da grade universitária já presente na engenharia. Então é claro que o problema abordado pelo artigo não é apenas uma questão de esforço do corpo docente de uma universidade mas sim uma questão que deve ser discutida com todos membros das estruturas de ensino de engenharia que se mobilizam nesse âmbito.

EXPERIÊNCIAS E OPINIÕES NA UFSC

Durante a graduação em Engenharia Mecânica, são vistas diversas disciplinas que visam ampliar o conhecimento técnico sobre diversas áreas do conhecimento, sendo um curso significativamente generalista. Dentre todas estas disciplinas, poucas são as horas que são separadas para a discussão de temas cujo caráter não seja estritamente técnico.

Os impactos das ações que um engenheiro toma, sejam eles ambientais, sociais ou econômicos, são pontos que não podem ser deixados de lado, e cujos aspectos são pouco trabalhados durante o tempo em sala de aula.

Durante a graduação, dentre as matérias obrigatórias, somente "Tecnologia e Desenvolvimento" e "Introdução à Engenharia Ambiental" não tem um foco diretamente relacionado às questões puramente tecnicistas, ou seja, ligadas diretamente ao exercício da engenharia, para estudantes em fases mais avançadas de sua graduação.

Esta quantidade limitada de debate é vista por muitos estudantes como sendo positiva, tomando estes aspectos trabalhados como sendo puramente "enrolação", ou não sendo pertinente à sua formação. A realidade não poderia estar mais distante desta afirmação, ainda mais em uma realidade de mudanças climáticas cada vez mais acentuadas, e convulsões sociais cada vez mais rápidas e intensas. Cabe ao engenheiro formado, então, a capacidade de analisar as suas ações e estar plenamente ciente das possibilidades existentes para a realização de um projeto.

A realidade das salas de aula universitárias pode ser tomada como um microcosmo, ou como um sintoma das situações atuais, e das relações atuais que a sociedade em geral têm, em referência à tecnologia e à humanidade. Durante a idade contemporânea, há a noção preeminente sobre a infalibilidade da ciência, e uma crença de que a tecnologia e, principalmente, o avanço tecnológico, solucionaria todos os problemas e questões da humanidade por si só.

A crença tecnicista, além de ingênua, mostra-se cada vez mais falha, ao ver-se que a sociedade permanece falha; pobreza, fome, desemprego, destruição da natureza, problemas perenes da condição humana, seguem plenamente aparentes, e em muitos casos, os avanços tecnológicos contribuem para o seu agravamento. O ser humano e, principalmente, o engenheiro, trabalha incansavelmente procurando a eficiência cada vez maior. Esta eficiência, porém, pouco se traduziu em qualidade de vida e tempo para lazer e prática cultural e intelectual. Pelo contrário, tornando-se cada vez mais eficiente, as produções se convertem em horas de trabalho intermináveis, desemprego desenfreado e a cada vez mais eficiente destruição da natureza.

É cada vez mais indispensável uma reflexão sobre as questões atuais, e sobre o quanto nós estamos nos tornando engenheiros, mas deixando de ser humanos. O domínio irracional do ser humano sobre a natureza é apenas uma faceta de um problema maior. Em uma ponderação sobre o papel do desenvolvimento, Bazzo (2016) afirma que a tecnologia

não pode ser separada de seu impacto social, e que é necessária uma ponderação séria sobre os impactos que afetam a vida de todos. Mais ainda, em outra passagem, segue: “Faz-se necessária, portanto, uma educação ampla na qual não apenas o desenvolvimento de novos aparatos tecnológicos seja o ponto de chegada. Precisamos discutir sobre suas repercussões.” (BAZZO, 2016, p. 53).

Este claro chamado à discussão não é em vão, e os impactos citados, sejam eles ambientais ou sociais, são realidades presentes do nosso cotidiano, para as quais não há mais tempo para virarmos o rosto. É imprescindível enxergá-las claramente.

Voltando às salas de aula, percebe-se o quão limitado é o pensamento do enfoque puramente técnico, levando em consideração que a engenharia não acontece em um vácuo, mas que ações tomadas na sociedade têm consequências para esta mesma sociedade. Em uma sociedade com cada vez mais acesso à informação em tempo real, estes impactos podem ser percebidos e visualizados a todo momento. Há, então, uma necessidade de espaços para a reflexão.

Bazzo, em um excerto de entrevista, comenta: “[...] as demais variáveis como a ética, a ecologia, a distribuição de renda, a educação, o emprego, a fome, e tantas outras, que podem resolver os problemas sociais e nos tornar mais felizes, precisam fazer parte da formação dos engenheiros.” (BAZZO, 2016, p. 28). A resolução dos problemas sociais pode ser um objetivo um tanto quanto utópico, porém a conscientização dos estudantes sobre o mundo ao seu redor, e a formação de engenheiros mais humanos.

ENSINO DE SUSTENTABILIDADE EM OUTRAS UNIVERSIDADES

Existem vários programas, realizados por universidades de diversos países, cujo propósito é propor discussão e reflexão sobre temas de sustentabilidade. Estas ações trazem exemplos de posicionamentos tomados, e demonstram a maneira com que renomadas universidades estão tratando o debate atual sobre o meio ambiente e as questões sociais presentes em engenharia.

MIT – Escritório de Sustentabilidade

O MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) em Massachusetts atualmente trabalha a partir da criação de um escritório de sustentabilidade focado em programas de engenharia focados em diminuir o impacto ambiental da engenharia no mundo. Atualmente a universidade já foi usada como teste para vários projetos envolvendo diminuição da pegada de carbono da universidade e dos impactos ecológicos do uso de água e eles possuem como meta reduzir um mínimo de 32% nas emissões de carbono no campus. A universidade também oferece, desde mudanças recentes, um *Minor* em sustentabilidade que significa um curso secundário que pode ser feito juntamente ao curso principal no período de formação. Esse escritório simboliza tanto um esforço da universidade de atender a demandas do mundo contemporâneo como também a criação de um espaço para propor ideias de engenharia que tem um foco maior em ajudar o mundo.

Harvard – Plano de Sustentabilidade

A universidade de Harvard iniciou em 2015 um plano com foco em desenvolver o interesse dos membros da universidade no tema de sustentabilidade e de transformar as tecnologias para lidar com os problemas existentes nesse âmbito. O Plano consiste em unir os estudantes da universidade dos mais diversos cursos e desenvolver projetos que tornam o impacto do campus da Universidade cada vez menor, atuando nas mais diversas áreas como transporte, alimentação e construções. O Plano contém um grupo de metas a serem atingidas que não se importam apenas com emissões, mas também padrões de construção, produção de comida, uso de água e outros temas pertinentes a sustentabilidade na

sociedade atual. O Plano de Harvard une o tema de sustentabilidade a um ambiente multidisciplinar e contribui para a formação de novas ideias no desenvolvimento de sustentabilidade na sociedade atual e para uma nova perspectiva dos alunos de engenharia que estão desenvolvendo projetos.

RWTH - Talentos Verdes

A RWTH (*Rheinisch-Westphälische Technische Hochschule*) em Aachen, na Alemanha, hospeda o evento *Green Talents* periodicamente. Esse evento se baseia em um processo de seleção internacional para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis dentro do ambiente da universidade. Esse método de abordagem permite não apenas a criação de novas tecnologias para abordar os problemas ambientais existentes no mundo, mas também deixa claro que a perspectiva de pessoas de diferentes partes do mundo é necessária para um funcionamento mais sustentável da humanidade. O Programa *Green Talents* tem também esse motivo de oferecer ao mundo toda a oportunidade de desenvolver soluções para os problemas que impactam seu ambiente no ambiente universitário de um país desenvolvido com infraestrutura o suficiente para financiar projetos ambiciosos.

PROPOSTAS

Diante destes prospectos apresentados anteriormente, vê-se uma quantidade considerável de ações que podem ser tomadas para atenuar essa falta de interesse e ação atual, além de ideias a serem propostas para a atenuação do impacto da presente ausência de reflexão.

O artigo discute sobre maneiras de ensino de sustentabilidade em educação de engenharia e propõe uma abordagem na qual estudos e conteúdos acerca de impacto ambiental e perspectivas climáticas são integradas a matérias técnicas com o objetivo de interligar realmente o trabalho de engenharia com as suas repercussões sociais e ambientais. Também é visto como uma maneira de iniciar a alteração no currículo de universidades a instalação de *workshops* e cursos externos à grade de graduação ou pós-graduação, para os formandos que já encontraram algum interesse na abordagem ambiental de sua formação.

No entanto algo que é válido mencionar é que a referência discute principalmente métodos de análise para o currículo dos cursos, como por exemplo uma análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*) para cada disciplina da engenharia observada, o que posiciona todo o referencial da mudança do curso para os educadores e membros docente da universidade deixando de lado a importância da voz discente na educação ambiental e tratando desse processo como algo que seria feito de maneira completamente consensual perante um conselho acadêmico, o que é algo muito difícil de acontecer.

Referente aos impactos sociais, pode-se levar como inspiração o programa realizado pela UConn (*University of Connecticut*), onde há a disponibilidade de diversas matérias sobre direitos humanos e engenharia, possibilitando uma visão além de, por exemplo, apenas construir uma ponte e visar menor custo, mas, como citado no artigo de Weir, verificar os impactos sobre populações indígenas possivelmente deslocadas, e como as decisões de engenharia tomadas afetarão as vidas dos outros. Para a realidade acadêmica da UFSC, esta opção de disciplinas não se basearia em um *minor* propriamente dito, principalmente pela ausência deste conceito nas universidades brasileiras, mas o oferecimento de disciplinas optativas - sobre análises de impacto social e ambiental da engenharia - seria um bom início para uma possível mudança maior futura.

Atualmente ocorrem conferências internacionais anuais sobre educação em engenharia para desenvolvimento sustentável em universidades europeias e americanas (*Engineering Education for Sustainable Development - EESD*). Um relato interessante realizada pela

UGent, na Bélgica, foi apresentada durante uma dessas conferências, na qual o estudo e desenvolvimento de sustentabilidade, que surgiu a partir de uma iniciativa de um grupo de alunos e professores, passou a se tornar um programa que se propagou por toda a universidade. Esse relato não é apenas importante por si só demonstrando que a iniciativa para mudança no ensino pode partir de começos básicos como grupos de estudos e workshops, mas também ilustra as oportunidades que podem surgir com a participação de outras universidades da conferência a partir de uma troca de experiências e teorias sobre o ensino de engenharia.

CONCLUSÕES

É claro que, diante de um tema complexo como a estrutura de ensino em engenharia que ainda está acoplado a uma temática de sustentabilidade, a perspectiva de dois alunos não é o suficiente para compor uma solução para qualquer universidade. No entanto, as experiências acumuladas durante o estudo de engenharia na Universidade Federal de Santa Catarina, além da pesquisa sobre outras ações tomadas por outras universidades, foram o suficiente para perceber que o problema não é abordado o suficiente no centro tecnológico da Universidade.

Soluções milagrosas para um problema sistêmico, não somente da universidade e das matérias de engenharia, mas da sociedade em geral, não podem existir - e, se sugeridas, devem ser vistas com extrema cautela e ceticismo - mas uma mudança gradual, através de esforços coletivos para a inserção de problemas atuais nos presentes currículos estáticos, é a forma mais certa de realizar uma mudança comportamental que perdure, e que não seja tomado por ser um modismo passageiro, mas sim uma reação a um problema real e que afeta a todos diariamente. A iniciativa dos interessados é, sem dúvida, a ferramenta mais poderosa para a realização de uma mudança real.

Seguir os exemplos positivos e acertados das demais instituições de ensino, adaptando-os, claro, à realidade universitária brasileira, é outro passo claro na direção da universalização da sustentabilidade como um tema sério e importante. Nada disso, porém, terá efeito algum, se não houver discussões e reflexões embasadas e envolventes, envolvendo tanto discentes quanto docentes, sobre estes temas. Uma mudança no sistema atual é necessária, mas ela deve ser realizada mostrando a todos a importância dos temas discutidos.

As universidades devem ter clara a noção que o mundo atual não têm demanda para uma forma de pensamento antiquado, que têm um foco em produtividade e efetividade de linha sem considerações para as grandes questões que afligem a sociedade contemporânea. A formação em engenharia com considerações humanas é algo que aparenta ainda estar em sua fase inicial no mundo e, principalmente, no Brasil. Essa transição de desenvolvimento pedagógico nas universidades é algo que deve ser adotado de forma geral e as divergências em diferentes universidades no desenvolvimento nesse âmbito, infelizmente, demonstram a falta de um método para tal transição.

Dessa forma, o artigo têm como principal mensagem que universidades brasileiras, especialmente a UFSC devem começar a trabalhar no sentido de tornar seu ensino mais sustentável. A faceta da formação humana e social não pode simplesmente se tornar uma sombra do lado técnico, mas ambos devem andar juntos e serem companheiros, durante o caminho da formação de um engenheiro.

REFERÊNCIAS

- BAZZO, W. A. **De técnico e de humano, questões contemporâneas**. 2ª edição. Florianópolis: Editora da UFSC, 2016.
- DESHA, C; HARGROVES, K; SMITH, M; STASINOPOULOS, P. **The importance of sustainability in engineering education: A toolkit of information and teaching material**. Engineering Training & Learning Conference 12–13 September 2007.
- Our Plan. **Harvard University, 2018**. Disponível em <<https://green.harvard.edu/campaign/our-plan>>. Acesso em 20/11/2019.
- Green Talents. **RWTH Aachen, 2017**. Disponível em <<https://www.greentalents.de/rwth-aachen.php>>. Acesso em 20/11/2019.
- Sustainability Office. **MIT, 2018**. Disponível em <<https://sustainability.mit.edu/about>>. Acesso em 20/11/2019.
- WEIR, W. The Social Impact of Engineering. **UConn Today, 2014**. <<https://today.uconn.edu/2014/12/the-social-impact-of-engineering/#>>. Acesso em 25/11/2019.
- BOYLE, C. **Considerations on educating engineers in sustainability**. International Journal of Sustainability in Higher Education, 5(2), 147-155. 2004.
- VARGAS, L.; MAC-LEAN, C.; HUGE, J. **The maturation process of incorporating sustainability in universities**. International Journal of Sustainability in Higher Education, 2019.
- Sustainability. **Academic Impact, 2019**. Disponível em <<https://academicimpact.un.org/content/sustainability>>. Acesso em 26/11/2019.