

PERSPECTIVAS PARA O ENSINO DE ENGENHARIA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4670

Dayanni de Brito da Silva - DayanniBrito@gmail.com
Universidade Federal Fluminense

RENAN SILVA SANTOS - renansstos@gmail.com
PUC Rio

Resumo: *Este trabalho visa apresentar um panorama sobre a evolução do ensino de engenharia, bem como as perspectivas futuras para a formação destes profissionais. É apresentado um breve histórico do ensino de engenharia no Brasil, passando desde a fundação das primeiras escolas até os dias de hoje (p. ex. BAZZO e PEREIRA, 2006; TONINI, 2007). Também é discutido o papel que se espera destes profissionais após formados e como o Brasil pode aprender com modelos e acadêmicos estrangeiros nesta área, tão necessária ao desenvolvimento do País, tão carente de bons profissionais, infraestrutura e produtividade, aspectos em que a formação de mais e melhores engenheiros teria muito a acrescentar (p. ex. AMARAL, 2016; OLIVA, 2015; RIBEIRO, 2015; RYDLEWSKY, 2014; WALDMAN, 2015) . Assim, este trabalho se insere como um dentre tantos que serão apresentados, preocupado com esse aspecto fundamental da educação superior no país*

Palavras-chave: *Ensino da Engenharia; Ensino; Engenharia*

PERSPECTIVAS PARA O ENSINO DE ENGENHARIA

1 INTRODUÇÃO

O dicionário Michaelis (2023) define engenharia como:

“Arte de aplicar os conhecimentos científicos à invenção, aperfeiçoamento ou utilização da técnica industrial em todas as suas determinações” (MICHAELIS, 2023)

Desta definição, o primeiro ponto a chamar atenção é: é uma arte. Ao contrário do pensamento muito comum no ideário popular da engenharia como uma ciência fria, carente de sentimento ou emoção, a definição a enquadra como arte. A arte da aplicação dos conhecimentos científicos. Uma arte, portanto, calcada em bilhões de anos de conhecimento humano acumulado. Conhecimento utilizado na solução de problemas que a humanidade julgou importantes. Desde transpor um rio a levar um homem à Lua.

Assim, é de se pensar em como este conhecimento foi transmitido através das gerações até chegar neste computador que uso para digitar este trabalho, nos aviões, na internet em todas as tecnologias tão comuns hoje em dia que nem nos damos conta que há poucas décadas a maioria delas não existia. Mas além disso devemos pensar em como este conhecimento será transmitido às gerações futuras.

Neste contexto, diversos autores, profissionais da área e acadêmicos se debruçaram sobre este assunto. Podemos citar como exemplos o prof. Walter Bazzo da Universidade Federal de Santa Catarina, o prof. Renato Belhot da Universidade de São Paulo, o prof. Nival Nunes de Almeida, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, dentre outros, que publicam artigos, livros e ensaios em congressos sobre o assunto com certa frequência.

Se expandirmos o horizonte temporal da análise para o século passado, podemos rastrear o interesse na formação do engenheiro até a década de 1960, com o clássico de Celso Suckow da Fonseca, História do Ensino Industrial no Brasil (FONSECA, 1961). Outra clara demonstração da importância do tema é a realização do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) que já se encontra em sua 51ª edição.

Num mundo em que o conhecimento cresce exponencialmente, não é difícil perceber o desafio contido na formação dos futuros engenheiros: formar profissionais capazes de absorver uma quantidade cada vez mais massiva de conhecimentos e aplicá-los para resolver os problemas do mundo, bem como antever e prevenir os problemas de 20, 30, 50 anos à frente.

A formação do engenheiro do futuro pode ser encarada por si só como um trabalho de engenharia, com toda a sua complexidade e a necessidade de aplicação de todo o conhecimento científico acumulado na didática do ensino de engenharia. Neste trabalho, procura-se contribuir com este projeto com um panorama do passado e do presente no ensino de engenharia, bem como com sugestões para o futuro.

2 UMA BREVE HISTÓRICO DA ENGENHARIA

Pode-se dizer que a Engenharia tem tido sua importância na história desde os seus primórdios. Estimativas apontam que as ferramentas mais antigas possuam cerca de

1.750.000 anos. Assim, se encararmos a engenharia em sua definição mais fundamental como a arte de desenvolver técnicas e ferramentas para a solução de problemas, podemos perceber que a história da engenharia se confunde com a história da humanidade.

2.1 A engenharia da antiguidade

Durante a pré-história, os avanços tecnológicos da engenharia foram impulsionados pela observação da natureza. Apesar da falta de método científico, as descobertas, como a alavanca e o fogo artificial, contribuíram para a sobrevivência humana. No período neolítico, surgiram novas tecnologias, como a pecuária, agricultura e cerâmica, além do domínio na produção de alimentos como vinho e cerveja. Ferramentas mais sofisticadas, como machadinhos de pedra polida, também foram desenvolvidas.

Após a idade da Pedra Lascada e da Pedra Polida, nossos ancestrais passaram a dominar o uso dos metais, em princípio o cobre e o estanho, sendo utilizados principalmente para a confecção de objetos de caça, no período conhecido como Idade do Bronze (BAZZO e PEREIRA, 2017).

Por volta deste mesmo período, surgiria também a escrita, a numeração e os povos que habitavam a península itálica já eram capazes de fundir o ferro com alguma habilidade. É também por volta deste período que uma das maiores obras da engenharia antiga é construída – as pirâmides de Gizé.

Outros grandes feitos da engenharia foram ocorrendo na antiguidade, como a canalização das águas do Nilo pelos egípcios, ou construção de navios pelos escandinavos (BAZZO e PEREIRA, 2017).

Vale ressaltar que neste período, o conhecimento de engenharia era fortemente calcado no empirismo. Os diversos povos usualmente consideravam as técnicas descobertas como um presente dos deuses ou privilégio de poucos, sendo o conhecimento transmitido apenas a alguns poucos escolhidos (BAZZO e PEREIRA, 2017).

Assim, não sendo a engenharia ainda uma ciência estruturada e com metodologia definida, não havia um processo didático de ensino aprendizagem. A passagem dos conhecimentos se dava através da observação e repetição das técnicas já aplicadas.

2.2 A engenharia moderna

Foi somente no século XVIII que houve uma convergência do método científico, já aplicado nas ciências fundamentais e naturais, com a técnica da engenharia, resultando em um conjunto estruturado de normas. Este fato pode ter sido catalisado por uma maior difusão dos conhecimentos científicos permitida pelo surgimento da prensa de tipos móveis, criada por Johannes Gutenberg em 1450.

Assim, a principal diferença que pode ser apontada entre a engenharia antiga e a engenharia moderna é a aplicação de conhecimentos científicos. A engenharia moderna se propõe a resolver os mesmos tipos problemas que são objeto da engenharia antiga, no entanto, enquanto esta é calcada no empirismo, aquela pauta-se na aplicação dos conhecimentos de física, matemática, química etc. para solução dos problemas (CARDOSO e CHANIN, 2022)

A estruturação da engenharia como uma ciência em sentido estrito abriu espaço e criou a necessidade do surgimento de escolas para que essa nova ciência fosse ensinada aos mais jovens. Estava lançado o alicerce sobre o qual seria construído o ensino de engenharia.

2.3 O ensino de Engenharia

A transição para a engenharia moderna criou a necessidade de escolas formais de engenharia. A França foi pioneira nesse estabelecimento, com a Academia Real de Arquitetura em 1671, a Escola de Pontes e Estradas em 1747 e a Escola de Minas em 1783. Outros países, como Alemanha, Suíça e Estados Unidos, também estabeleceram escolas semelhantes nesse período (TONINI, 2007).

O Brasil estabeleceu seu ensino formal de engenharia com a criação da Academia Real de Artilharia, Fortificação e Desenho em 1792. A instituição passou por mudanças ao longo dos anos e em 1874 foi substituída pela Escola Politécnica do Rio de Janeiro, primeira escola de engenharia para civis no país. Posteriormente, foram estabelecidas escolas similares em outras regiões do Brasil. Atualmente, o país conta com 4052 cursos de graduação em engenharia e mais de 1 milhão de estudantes nessa área.

3 O ENSINO E O MERCADO DE ENGENHARIA NA ATUALIDADE

Neste capítulo, serão tratados os aspectos relativos à estruturação dos cursos de engenharia na atualidade, tais como: tendências pedagógicas, bases curriculares e organização administrativa, bem como o mercado de engenharia no Brasil e as relações entre os dois.

3.1 O ensino de engenharia hoje no mundo

O currículo de engenharia nas instituições de ensino segue o padrão europeu do século XVII, com disciplinas básicas seguidas por disciplinas específicas. A avaliação é feita principalmente por provas escritas. Os livros usados muitas vezes são densos e inadequados para iniciantes. O ensino à distância é uma tendência, mas apresenta desafios, especialmente para aulas experimentais sem o acompanhamento próximo dos professores.

No entanto, existem universidades que já perceberam que a formação do engenheiro do século XXI precisa transpor tais barreiras e se tornar mais funcional, alinhada ao mercado e às novas tendências de organização do trabalho e tecnológicas. A percepção geral, tanto dos acadêmicos quanto dos profissionais do mercado é de que o déficit da formação de engenheiros passou de quantitativo (número de engenheiros formados) para qualitativo (a qualidade da formação dos mesmos). Tendo isso em vista, muitas universidades, em especial no exterior, já apresentam propostas curriculares que envolvem o aluno na prática da profissão desde o primeiro período do curso, seja nas pesquisas científicas realizadas na própria universidade, seja com estágios em empresas parceiras ou em pesquisas de interesse destas mesmas empresas na universidade, de modo que a experiência de formação do discente possui maior solidez ao mesmo tempo em que se torna mais interessante ao aluno do que a experiência tradicional de aprendizagem puramente teórica de conceitos de matemática, física, química, entre outros, nos primeiros períodos (RYDLEWSKI, 2014)

Essa preocupação com a qualidade do engenheiro formado, que surge tanto entre os acadêmicos, profissionais de mercado e jornalistas que acompanham à área, justifica-se pelo fato de que cada vez mais o desenvolvimento e a economia mundial se baseiam em inovações tecnológicas advindas das mentes dos engenheiros, seja nos softwares amplamente utilizados, seja em técnicas sustentáveis para a produção de alimentos e

geração de energia, é difícil hoje imaginar um ramo da economia onde a engenharia não têm papel fundamental.

Um exemplo claro dessa importância pode ser notado na lista da revista americana Forbes (2023) das 25 empresas mais valiosas do mundo em 2023. Das 5 primeiras colocadas, 4 são empresas do setor tecnológico ou industrial, onde os principais profissionais são engenheiros. Em suma: no mundo do século XXI, os engenheiros são os principais agentes de geração de valor da economia.

Embora não seja o foco deste trabalho, não se pode deixar de comentar sobre o ensino informal de engenharia, que apesar de muitas vezes oferecido por instituições formais, não outorga ao discente o título de engenheiro.

São iniciativas para ensinar aspectos específicos de engenharia, principalmente em computação, atendendo à demanda de profissionais qualificados. Isso forma profissionais com habilidades específicas, como desenvolvedores de aplicativos móveis. Essas iniciativas são oferecidas online, muitas vezes de forma gratuita, por plataformas como MOOC (Cursos Online Abertos e Massivos).

Universidades renomadas, como o Instituto de Tecnologia de Massachussets (MIT), disponibilizam gratuitamente conteúdos de disciplinas completas de graduação e pós-graduação. Essa dinâmica altera o planejamento dos cursos formais de engenharia, pois o conhecimento em engenharia está disponível para qualquer interessado. Iniciativas semelhantes existem em universidades ao redor do mundo, incluindo o Brasil, como a Universidade de São Paulo, que disponibiliza conteúdo de cursos gratuitamente online.

3.2 O ensino de engenharia hoje no Brasil

Apesar de ter visto uma grande evolução no número de alunos nos últimos anos, os cursos de engenharia no Brasil infelizmente podem ser considerados de certa maneira anacrônicos, pois não evoluíram em termos de organização do conteúdo e pressupostos de formação dos alunos.

Tal constatação é tão pertinente, que surge com frequência em artigos de acadêmicos, jornalistas e em discussões de entidades como o CONFEA/CREA, ou a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), através de diversos interlocutores. Segundo o professor Hélio Waldman, ex-reitor da Universidade Federal do ABC (UFABC), na 67ª Reunião anual da SBPC, em 2015:

Há uma necessidade cada vez mais crescente de articulação das engenharias com as ciências, com o mundo da pesquisa. É uma perspectiva bem diferente de cinquenta anos atrás. Mas o nosso ensino não está muito diferente do que era. E como mudar isso? (WALDMAN, 2015)

As falhas dos modelos de organização atuais dos cursos de engenharia também receberam atenção do professor Carlos Henrique Ribeiro, do Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), escola de engenharia de referência no país, durante a mesma reunião. Nas palavras do professor Ribeiro:

Como acontece na maioria das escolas de engenharia brasileiras, a abordagem do ensino é muito conteudista. Uma quantidade muito alta de aulas expositivas, muitas disciplinas de fundamentação teórica – não

que isso seja ruim, mas a carga de aulas é muito pesada, com conteúdo muito extensos (RIBEIRO,2015)

Como pode-se perceber pelas declarações dos ilustres professores, o primeiro passo, que é o reconhecimento de que o problema existe, já foi dado. No entanto, os passos seguintes parecem ser mais complicados, seja pela falta de políticas de Estado para tal, seja pela dificuldade dos principais atores desse processo (docentes e discentes) em sair de suas respectivas zonas de conforto.

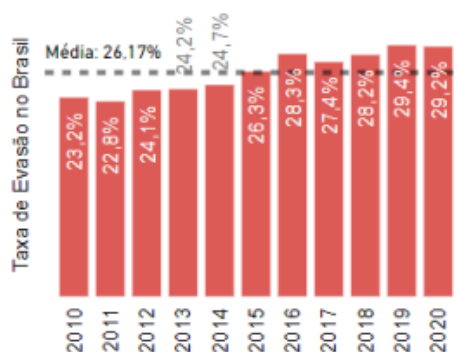
No entanto, tal morosidade para a mudança desses paradigmas já tem tido consequências catastróficas para a engenharia do país. Uma destas é a chamada "fuga de cérebros" (*brain drain*), a migração para outros países de alunos ou profissionais capacitados. No trecho seguinte da reportagem de Carlos Rydlewski para a revista Época Negócios de dezembro de 2014, temos um exemplo:

Esta é a primeira lembrança de Ricardo Furquim do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), em São José dos Campos (SP), onde ingressou em 2011, aos 17 anos: uma palestra longuíssima, com quase três horas de duração. Nela, um dos pró-reitores da escola discorria sobre todas as maneiras pelas quais um aluno, ao longo do curso, poderia repetir de ano ou mesmo ser desligado da instituição. E havia muitos perigos.

Esta é a primeira lembrança de Ricardo Furquim da École Polytechnique, nas imediações de Paris, para onde se bandeou em 2014, aos 20 anos: uma palestra longuíssima, com quase três horas de duração. Nela, um dos pró-reitores da escola discorria sobre as inúmeras oportunidades que os alunos, ao longo do curso, teriam para aprender e desenvolver atributos, como a vocação e o talento. E havia muitas possibilidades. (RYDLEWSKI,2014)

Fica claro pela exposição da experiência do discente apresentado a diferença na abordagem das referidas instituições, que favorece a evasão dos discentes. Este é um outro entrave do modelo atual. O conteudismo denso, aliado à pouca prática, em especial nos primeiros períodos, faz com que a evasão seja grande. Assim, mesmo com o número de matrículas em cursos de engenharia aumentando a cada ano, o número de engenheiros formados no Brasil se mantém baixo, mesmo quando comparado a outros países emergentes.

Figura 1: Evolução da taxa de evasão dos alunos dos cursos de engenharia 2010 a 2020



Fonte: Raffaelli e Costa, 2022

Pela figura, pode-se perceber que o número de evasão dos cursos de engenharia está em crescimento. Cabe ainda ressaltar que não é só a graduação em engenharia a atingida pelas mazelas do modelo brasileiro. Os cursos de pós-graduação em engenharia, em especial os *stricto sensu*, também sofrem com as práticas ainda adotadas. São cursos que em geral, formam pesquisadores que apesar do elevado nível de conhecimento técnico adquirido, muitas vezes não realizam pesquisas em sintonia com as necessidades do mercado.

Esta divisão entre os engenheiros do meio acadêmico e do mercado é prejudicial para ambas as partes. Para os acadêmicos, realizar pesquisas de maior interesse a empresas da iniciativa privada poderia prover fontes de financiamento alternativas às já disponíveis por meio do setor público, facilitando assim a aquisição de materiais e equipamentos de laboratório, expandindo o número de estudantes bolsistas nos laboratórios e desta forma acelerando os resultados da pesquisa científica. Para as empresas, é uma forma de investir no desenvolvimento de tecnologias nacionais, tipicamente mais baratas que as importadas, sem a necessidade de construção de grandes complexos laboratoriais. Soma-se a isso o fato de fomentar a formação de mão de obra com alto nível de especialização, que poderia ser absorvido pelas próprias empresas, conforme a necessidade. Nas palavras do Dr. Glaucius Oliva, ex-presidente do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq):

Acho que precisamos tomar decisões mais radicais na nossa pós-graduação para preparar doutores que, de fato, sejam do interesse das empresas. (OLIVA, 2015)

Esta disparidade entre o meio acadêmico e a indústria pode ser percebido quando nos comparamos com outros países. A proporção de pesquisadores que trabalham na iniciativa privada no Brasil não chega a 27%. Nos EUA, são 80%. Na Coreia do Sul e no Japão, cerca de 75%. Se tomarmos o recorte especificamente em engenharia, 60% dos engenheiros americanos com doutorado encontram-se empregados na iniciativa privada, enquanto no Brasil esse número é de pífios 2%. (AMARAL, 2016)

Conforme citado anteriormente, a nocividade da divisão entre academia e mercado na engenharia nacional pode ser percebida na fragilidade que este fato gera ao financiamento científico do País. Este fato fica especialmente evidente em tempos de profunda recessão ou crise econômica, em que os já parcos recursos oriundos dos cofres públicos para a pesquisa, se tornam ainda mais escassos, interrompendo importantes pesquisas e acelerando o processo de "brain drain". Um caso emblemático recente que corrobora com esta tese é o da neurocientista brasileira Suzana Herculano Houzel, proeminente pesquisadora na área de neurociências com artigos publicados, entre outras, na prestigiada revista científica *Science*. Embora com méritos acadêmicos e científicos inquestionáveis, a cientista se viu tendo enormes dificuldades em manter o funcionamento de seu laboratório na UFRJ em função do contingenciamento de recursos, tendo chegado a ter que usar o próprio dinheiro para bancar algumas atividades por certo período (CISCATI, 2016). Embora seja indiscutível o dever e papel do Estado como financiador da ciência de uma nação, é impossível observar situações como a de Suzana (e que se repete com pesquisadores das mais diversas áreas, inclusive a engenharia) e não pensar que, fosse a academia mais ligada aos interesses práticos do mercado, abrir-se-ia uma frente alternativa para, se não solucionar, ao menos minimizar este tipo de problema. Enquanto isto não ocorre, Suzana profetiza o triste futuro da pesquisa nacional, mantidas as condições atuais:

Sair do Brasil é a decisão natural para todo pesquisador brasileiro que tiver produção suficiente para conseguir emprego lá fora (HOUZEL, 2016)

3.3 O mercado de engenharia no Brasil

Embora graduados em engenharia apresentem taxa de ocupação relativamente elevada quando comparados a formados em outras áreas, existe um aspecto preocupante neste fato. Nada menos que 59% dos graduados em engenharia no Brasil não atuam na área (DARAYA, 2013).

Apesar da sólida formação fornecida aos engenheiros em matemática, estatística e raciocínio lógico, é preocupante que mais da metade deles acabe trabalhando fora de sua área de formação. Embora a diversificação de conhecimentos seja benéfica, os números revelam um problema no mercado de trabalho para engenheiros no país. Apesar dos esforços e investimentos em cursos de engenharia, muitos projetos e obras essenciais para a infraestrutura nacional ainda estão paralisados. Infraestrutura básica, como saneamento, estradas e telecomunicações, precisa ser melhorada. Apesar dos recentes escândalos de corrupção e da crise econômica, a situação do mercado de trabalho para engenheiros no Brasil não é nova.

Não é segredo que muitos dos formandos em engenharia acabam optando por uma carreira diversa daquela em que se formaram, em especial no setor financeiro, em função de fatores como melhores remunerações e planos de carreira acelerados. Também pesa nessa escolha o fato de que, muitas vezes, obras de engenharia complexas como rodovias, linhas de transmissão de energia ou mesmo a construção e operação de complexos industriais se dá longe das regiões metropolitanas, em lugares particularmente inóspitos e não raro carentes de infraestrutura básica (VIEIRA, 2013).

Outro fator que pesa na migração de engenheiros para outras áreas no Brasil são os salários relativamente baixos oferecidos. A lei Nº 4.950-A, de 22 de abril de 1966, determine os valores salariais a serem pagos para o engenheiro de acordo com o número de horas trabalhadas.

As práticas mais comuns envolvem a contratação do engenheiro na forma de pessoa jurídica ou a contratação de engenheiros com outras designações para o cargo, como "analista", "consultor", "especialista", dentre outras, de maneira que o profissional executa as atividades de engenharia, como o projeto, levantamentos, acompanhamento de execução de obras, etc., mas sem tomar a responsabilidade legal por isto, com esta última normalmente sendo exercida por um profissional sênior da empresa, em cargo de direção, com remuneração acima do piso e que assina todos os projetos realizados por um exército de engenheiros sub-remunerados.

4 NOVAS TENDÊNCIAS NO ENSINO DE ENGENHARIA

4.1 O século XXI e o conhecimento em STEM

Os avanços tecnológicos revolucionaram várias áreas do conhecimento, como computação, eletrônica e tecnologia aeronáutica. No entanto, esses avanços também estão se expandindo para disciplinas não exatas devido à crescente conectividade e ao volume massivo de informações. O processamento de Big Data, por exemplo, extrai informações úteis de um mar de dados confusos, sendo essencial para profissionais que estudam o comportamento humano em redes sociais, como antropólogos. Nesse contexto, é cada vez

mais evidente que profissionais de todas as áreas devem ter pelo menos conhecimentos básicos em STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). A formação nesses campos é valorizada devido à sua capacidade de criar uma disrupção econômica semelhante à Revolução Industrial.

Além disso, é importante considerar que esses avanços tecnológicos provavelmente substituirão muitos empregos no futuro próximo, com a automação cada vez mais presente nas linhas de produção, nos carros autônomos e em várias tarefas atualmente realizadas por humanos. Basta lembrar quando telefonistas eram necessários para comutar chamadas telefônicas de longa distância. Portanto, os conhecimentos em STEM não são apenas uma oportunidade para melhores remunerações e perspectivas de carreira, mas tornam-se uma necessidade para os profissionais do século XXI. Aqueles que não possuem essas habilidades correm o risco de serem substituídos por avanços tecnológicos desenvolvidos por aqueles que as possuem.

4.2 Experiências modernas no ensino de engenharia.

Nos últimos anos, uma série de experiências com o intuito de modernizar o ensino de engenharia par atender às necessidades de formação do século 21 tem sido desenvolvida por universidades em todo o mundo.

Uma boa parcela dessas experiências se baseia no conceito PBL (Problem Based Learning – Aprendizagem Baseada em Problemas). O PBL é um método segundo o qual os alunos são expostos de maneira mais breve aos conceitos teóricos pesados de determinado campo e são apresentados a problemas práticos cuidadosamente escolhidos os quais devem solucionar, normalmente sob a supervisão de um facilitador. Por ser geralmente aplicado a grupos de estudantes, o PBL também apresenta a vantagem de incentivar o desenvolvimento de habilidades cooperativas entre os alunos (GOODHEW, 2010).

Apesar de muitos cursos de engenharia terem elementos de PBL, ainda são raros os cursos totalmente baseados nesse método. Experiências como a universidade Republic Polytechnique, em Singapura, e a Olin College, nos EUA, são exemplos que rompem com os métodos tradicionais de ensino. Além disso, houve uma introdução de disciplinas interdisciplinares nos currículos, como biologia, psicologia e ética. O sucesso da Olin tem inspirado iniciativas semelhantes, como os cursos de engenharia do Insper no Brasil.

Desde 2013, os cursos de engenharia da instituição paulista têm passado por um processo de mudanças, baseado em modelos bem-sucedidos como o da Olin e outras instituições como o Massachusetts Institute of Technology (MIT) ou a prestigiada Universidade de Harvard (BARROS, 2013).

Do ponto de vista administrativo, o Insper instituiu conselhos externos e independentes para acompanhamento do cumprimento das metas da instituição. Embora possa haver críticas a este método de gerenciamento acadêmico importado de modelos de gestão empresarial, tal técnica não é invenção do Insper. Escolas de negócios, como a da própria Harvard, costumam adotar este tipo de modelo.

Já na seara acadêmica, os cursos do Insper possuem uma forte componente prática, inclusive contando com modernos laboratórios de fabricação mecânica e eletrônica, contando com tecnologias que incluem impressoras 3D. Outro ponto forte do curso é o foco no design, no sentido de ensinar ao aluno através da junção de teoria e prática, a desenvolver soluções não apenas tecnicamente corretas, mas que realmente atendam aos anseios da sociedade.

Outra dessas iniciativas a nível nacional foi concebida pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), através do projeto ENG200 – Programa de inovação na educação em engenharia. O programa visa modernizar a formação dos engenheiros realizada pela UFMG através de ações em sete eixos distintos, sendo estes: Atividades Complementares; Matriz Curricular; Ensino; Comunicação; Eventos; Infraestrutura; e Órgãos e Instituições.

Os objetivos do programa podem ser melhor entendidos através da declaração contida na página dele na Internet:

É preciso formar não somente profissionais técnicos, mas também gestores e, sobretudo, grandes pessoas. Foi pensando nisso, que a Escola de Engenharia da UFMG elaborou o ENG200, programa que teve início em 2012 com o intuito de rever a formação do engenheiro da UFMG e propor o melhor ensino e preparação possível para que esse aluno tenha, de fato, condições de impactar o meio em que vive. Assim, o ENG200 realiza diversas ações que buscam avanços curriculares, estruturais e também sociais, para fazer da formação em engenharia uma experiência cada vez mais prazerosa e sintonizada com o cotidiano. (ENG200, 2017)

Este tipo de iniciativa, no entanto, ainda é rara no Brasil, de maneira que o impacto econômico e social positivo que a formação de engenheiros dentro destes novos paradigmas deveria causar fica fortemente prejudicado.

4.3 Sugestões para uma nova perspectiva sobre o ensino de engenharia.

Considerando todas as informações apresentadas nesta pesquisa até agora, nesta seção serão propostas ações e sugestões com o objetivo de tornar o processo de ensino-aprendizagem em cursos de engenharia mais dinâmico. Além disso, busca-se integrar os estudantes ao ambiente profissional desde cedo, visando aumentar sua motivação e, conseqüentemente, reduzir a taxa de desistência após a formação. Essas medidas serão organizadas em três categorias: Ensino Superior, Setor Empresarial e Iniciativas Governamentais.

Academia.

A modernização do ensino de engenharia requer ajustes curriculares. O MEC define 3600 horas mínimas para cursos de engenharia, mas as universidades geralmente possuem mais horas em seus currículos. Assim, uma mudança curricular eficaz seria integrar disciplinas básicas e profissionais, com atividades transversais que estimulem a visão prática dos alunos. Por exemplo, em um curso de engenharia de telecomunicações, introduzir conceitos de probabilidade e estatística pode ser aplicado à estimativa de erros em transmissões. Isso pode ser feito por meio de pesquisas, palestras ou aulas ministradas por professores especializados.

Na pós-graduação, as universidades devem buscar uma maior integração entre pesquisas e necessidades das empresas. A pesquisa fundamental e teórica ainda é importante, pois fornece a base para aplicações práticas. No entanto, abrir a academia para as demandas práticas das empresas promove a inovação nacional, além de oferecer

oportunidades de financiamento e contratação de jovens pesquisadores. Isso ajuda a reduzir a evasão profissional e o "brain drain".

Empresas.

Apesar de não estarem diretamente envolvidas no ensino tradicional de engenharia, as empresas têm um papel importante na melhoria da formação dos engenheiros no Brasil. Uma maneira seria cooperar mais com as universidades, não apenas financiando pesquisas, mas também oferecendo estágios para alunos iniciantes. Dessa forma, os alunos poderiam combinar teoria e prática desde cedo ao estudar disciplinas específicas de sua área técnica.

Outro aspecto crucial para as empresas, se desejam atrair e reter engenheiros talentosos, é o desenvolvimento da carreira desses profissionais. Como mencionado anteriormente, muitos engenheiros no Brasil não trabalham efetivamente na área. Além de oferecer salários melhores, as empresas poderiam adotar o "fluxo de carreira em Y", permitindo que os profissionais sigam uma carreira predominantemente técnica, evitando estagnação. Isso é diferente da realidade atual em muitas empresas, onde a progressão na carreira é possível apenas se optarem por uma mudança para a área gerencial.

Ações governamentais.

É fundamental o papel do governo na formação do engenheiro para os desafios do século XXI. Políticas favoráveis devem ser implementadas, incentivando a integração entre universidades e empresas. A Lei 13.243/16 trouxe avanços, mas focou mais nos pesquisadores do que nos alunos. O governo pode promover a sinergia entre academia e setor empresarial por meio de incentivos fiscais e linhas de financiamento para empresas que contratem estagiários ou invistam nas universidades. Além disso, é necessário revisar as bases curriculares dos cursos de engenharia, priorizando atividades práticas e projetos interdisciplinares para formar profissionais sólidos academicamente e flexíveis.

4- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, foram apresentados aspectos históricos, sociais e econômicos que permeiam a interação dos diversos agentes envolvidos no processo de formação do engenheiro na atualidade, com foco no Brasil.

Neste contexto, pode-se perceber como, apesar da formação do engenheiro no Brasil apresentar um extenso histórico, ela tem apresentado dificuldades em se modernizar e atender às novas demandas da sociedade na era da informação.

O Brasil ainda carece de engenheiros tanto em quantidade quanto em qualidade, esta última sendo percebida como a adequação do profissional às necessidades da sociedade na qual se insere. Além disso, como pudemos demonstrar, não basta formar mais e melhores engenheiros, se eles migram em massa para outras áreas, seja em função de melhores condições de trabalho, maiores ganhos financeiros ou por serem forçados a isso caso desejem ascensão profissional. O trabalho de retenção destes talentos é tão importante quanto a formação deles.

O trabalho não limita e nem tampouco esgota o tema. Mas esperasse que sirva como base para outros trabalhos na área de educação em engenharia, área que, apesar da necessidade, como pudemos mostrar, ainda é pouco explorada no cenário acadêmico e profissional brasileiro, o que surpreende, tendo em vista os grandes desafios que nosso

país ainda tem em áreas fundamentais de infraestrutura, como telecomunicações, transportes, ciência e tecnologia e até mesmo naquilo que deveria se considerar básico, como saneamento, mas a que boa parte da população tem acesso.

Em uma sociedade em que a informação é cada vez mais acessível, muitas pessoas se debruçam sobre questões como “qual o país que queremos construir? “. De uma certa forma este trabalho se preocupou em estimular o pensamento sob outro aspecto: “quem queremos para construir o país? “

REFERÊNCIAS

Amaral, roberto. **O brasil e os contrastes do novo milênio**. 2016. Disponível em: <http://www.cartacapital.com.br/sociedade/o-brasil-e-os-contrastes-do-novomilenio-1517.html>. Acessado em: 15/02/2019

Barros, daniel. **O novo jeito de ensinar engenharia do insper**. 2013. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/revista-exame/o-novo-jeito-de-ensinarengenharia/> . Acessado em: 15/02/2019

Bazzo, walter a. Pereira, luiz t. Do v. **Introdução à engenharia**. Florianópolis: editora da ufsc, 2006.

CARDOSO, M.; CHANIN, R. M. . The history of Engineering Education: learning from the past to design the future . **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 11, p. e364111133606, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i11.33606. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33606>. Acesso em: 10 jul. 2023.

Ciscati, rafael. **Por que a cientista suzana herculano-houzel decidiu dizer adeus ao brasil**. 2016. Disponível em: <http://epoca.globo.com/vida/noticia/2016/05/porque-cientista-suzana-herculano-houzel-decidiu-dizer-adeus-ao-brasil.html>. Acessado em: 15/02/2019

Daraya, vanessa. **59% dos engenheiros não atuam na área**, diz estudo. 2013. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/carreira/59-dos-engenheiros-nao-trabalham-na-area-diz-estudo/> em: 15/02/2019

Engenharia. In: DICIO, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2023. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=engenharia>. Acesso em: 10/07/2023.

FONSECA, Celso S. da F. História do Ensino Industrial no Brasil. Rio de Janeiro, 1961

Monteiro, viviane. **Especialistas defendem doutorado mais próximo da realidade da indústria**. 2015. Disponível em: <Http://www.jornaldaciencia.org.br/especialistas-defendem-doutorado-maisproximo-da-realidade-da-industria/> . Acessado em: 15/02/2019

Raffaelli, Rossana Ribeiro do Prado. Costa, Marcello Nitz da. **Evolução da oferta e procura pelos cursos de engenharia no brasil entre 2010 e 2020**. 50º COBENGE. 2022.

Rydlewski, carlos. **Brasil sofre com a qualidade de engenheiros formados no país.** 2014. Disponível em:
<http://epocanegocios.globo.com/informacao/dilemas/noticia/2014/12/elasprecisam-de-reengenharia.html> . Acessado em: 15/02/2020

Tonini, adriana m. **Ensino de engenharia: atividades acadêmicas complementares na formação do engenheiro.** Belo horizonte, 2007

Vieira, vanessa. O mercado financeiro tira os engenheiros das obras. 2013. Disponível em:
<http://exame.abril.com.br/carreira/engenheiros-fora-de-obras/> .
Acessado em: 10/07/202023

PERSPECTIVES FOR ENGINEERING EDUCATION

Abstract: This work aims to present an overview of the evolution of engineering education, as well as future perspectives for the training of these professionals. A brief history of engineering education in Brazil is presented, from the foundation of the first schools to the present day. It also discusses the expected role of these professionals after graduation and how Brazil can learn from models and foreign academics in this area, so necessary for the development of the country, so lacking in good professionals, infrastructure and productivity, aspects in which the formation of more and better engineers would have much to add. Thus, this work is one of many that will be presented, concerned with this fundamental aspect of higher education in the country.

Keywords: *Engineering teaching, teaching, engineering*