

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

GABRIEL HENRIQUE SILVEIRA PARIZOTO

**CONSIDERAÇÕES SOBRE A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO NAS
ESCOLAS BRASILEIRAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2018

GABRIEL HENRIQUE SILVEIRA PARIZOTO

**CONSIDERAÇÕES SOBRE A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO NAS
ESCOLAS BRASILEIRAS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, para obtenção do título de bacharel em engenharia civil.

Orientador: Prof. Me. Angelo Giovanni Bonfim Corelhano

CAMPO MOURÃO

2018



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

CONSIDERAÇÕES SOBRE A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO NAS ESCOLAS BRASILEIRAS

por
Gabriel Henrique Silveira Parizoto

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 13h50m do dia 08 de agosto de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dr^a. Natália Neves Macedo Deimling

(UTFPR)

Prof. Dr. Vera Lúcia Barradas Moreira

(UTFPR)

**Prof. Me. Angelo Giovanni Bonfim
Corelhano**

(UTFPR)
Orientador

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Dr. Ronaldo Rigobello

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Carlos e Lucimara, por todo o apoio, amor e carinho que me deram, especialmente pelo esforço empreendido por eles para me permitir cursar esta graduação. Não foi fácil, mas graças a eles, consegui.

À minha namorada Thais, por todos os momentos que passamos juntos, todo o amor e carinho que me foi dado, e pelo suporte nos momentos mais difíceis. Tudo foi muito importante para que eu conseguisse chegar até aqui.

Aos meus professores, desde os que participaram do começo da minha vida de estudante até aos que tive na graduação, sem dúvida nenhuma foram primordiais para o meu desenvolvimento.

Aos meus amigos, em especial aos que fiz durante esta fase da vida, nas repúblicas que morei e na faculdade. Vocês tornaram todos os meus dias melhores e me deram forças mesmo sem saber, para sempre me lembrarei dos momentos que passamos juntos.

Agradeço também aos meus familiares, meus avós, tios e tias, primos, em especial ao meu primo Luiz Gustavo, que desde cedo me incentivou e colaborou com meus estudos. Foi determinante para o meu sucesso ter alguém com tanto conhecimento e disposição para me ajudar.

Agradeço a todos que colaboraram diretamente na realização deste trabalho, em especial ao professor Giovanni pela paciente orientação. Sem dúvidas, este mérito não é só meu, mas também de todos que mesmo de uma forma sutil me ajudaram com sugestões, críticas, e com a revisão deste trabalho.

A todos vocês, meu sincero e profundo muito obrigado.

RESUMO

PARIZOTO, Gabriel H. S. **Considerações sobre a formação do engenheiro nas escolas brasileiras**. 2018. 107p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2018.

Este trabalho trata-se de uma pesquisa qualitativa e bibliográfica, que visa compreender os aspectos envolvidos na formação do engenheiro brasileiro atualmente, suas carências e as tendências para o futuro do ensino e da atuação em engenharia. De forma a caracterizar a necessidade da atuação do engenheiro em sua sociedade, foram pesquisadas as bases históricas do desenvolvimento do ensino de engenharia em diversos cenários, estrangeiros e nacionais. Com base nestas informações, a busca se direcionou em encontrar evidências de mudanças de atividades em que a engenharia vem se inserindo, bem como as competências necessárias ao engenheiro contemporâneo para um bom desempenho da profissão. Através da busca também foi possível apontar alguns obstáculos que o atual modelo de formação dos engenheiros oferece aos estudantes, bem como suas consequências na vida profissional do egresso. Por fim, o trabalho preocupou-se em discutir algumas propostas encontradas por diversas instituições de ensino para contornar as dificuldades observadas em vários graus do processo de formação dos novos engenheiros, partindo do aluno, passando pela figura do professor de engenharia e chegando à faculdade e a sociedade.

Palavras-chave: Ensino de engenharia. Formação do engenheiro. Educação em engenharia.

ABSTRACT

PARIZOTO, Gabriel H. S. **Considerations about engineer training in Brazilian schools.** 2018. 107p. Undergraduate thesis (Undergraduate) – Civil Engineering, Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão, 2018.

This work is a qualitative and bibliographical research, which aims to understand the aspects involved in the training of the Brazilian engineer currently, its needs and trends for the future of teaching and engineering. In order to characterize the need of the engineer in his / her society, the historical bases of the development of the engineering teaching in diverse scenarios, foreign and national, were investigated. Based on this information, the search was directed at finding evidence of changes in the activities in which engineering is being inserted, as well as the skills needed by the contemporary engineer for a good performance of the profession. Through the search it was also possible to point out some obstacles that the current model of training of engineers offers students, as well as their consequences in the professional life of the egress. Finally, the work was concerned with discussing some proposes found by various educational institutions to overcome the difficulties observed in various degrees of the training process of the new engineers, starting from the student, passing the figure of the engineering professor and arriving at college and the society.

Keywords: Engineering teaching. Engineer's formation. Engineering education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mastaba construída por Imothep ao faraó Djoser.	119
Figura 2 – Parafuso de Arquimedes, dispositivo utilizado para elevar água entre dois níveis.	20
Figura 3 – Ilustração de como era o Coliseu Romano no ano de 80 d.C.	21
Figura 4 – À esquerda, o manuscrito de Galileu Galilei tratando da Teoria de Vigas. À direita, um manuscrito de Leonardo Da Vinci sobre a Teoria dos Arcos. Adaptado pelo autor.	22
Figura 5 – Laboratório de maquetes da Les Pont.	23
Figura 6 – Linha do tempo da criação das primeiras turmas das diferentes modalidades de engenharia no Brasil.	30
Figura 7 – Organização das modalidades de Engenharia por seus respectivos enfoques.	32
Figura 8 – Linha do tempo do crescimento do número de cursos de engenharia em instituições públicas e privadas no Brasil.	33
Figura 9 – Crescimento do número de cursos de engenharia no Brasil em faculdades públicas e privadas e marcos históricos relacionados.	35
Figura 10 – Número de engenheiros para cada 10mil habitantes no Brasil e em outros países.	36
Figura 11 – Índice de evasão média nos cursos brasileiros de engenharia no período de 1996 a 2011.	39
Figura 12 – Evasão anual média em cursos de Medicina no Brasil.	39
Figura 13 – Número absoluto de alunos evadidos após o primeiro semestre letivo nas engenharias da UNIFEI – Itabira.	41
Figura 14 – Principais motivos para desistência do curso de engenharia encontrados na UNIFEI – Itabira.	42
Figura 15 – Média da nota em matemática de estudantes de diversos países no Pisa 2012. ...	44
Figura 16 – Disciplinas consideradas mais difíceis pelos estudantes do primeiro período de engenharia da UNIFEI – Itajubá.	45
Figura 17 – Número de ingressantes e número de concluintes do curso de engenharia civil em todo o Brasil no período de 2001 a 2013.	46
Figura 18 – Número de ingressantes e número de concluintes do curso de engenharia elétrica em todo o Brasil no período de 2001 a 2013.	46
Figura 19 – Número de ingressantes e número de concluintes do curso de engenharia mecânica em todo o Brasil no período de 2001 a 2013.	47
Figura 20 – Opinião pessoal dos alunos sobre a influência exercida pelo curso técnico frequentado previamente na escolha da faculdade de engenharia da FACEAR.	50
Figura 21 – Número de alunos da FACEAR que afirmaram terem menos dificuldades por terem passado pelo ensino técnico antes da graduação.	50
Figura 22 – Auto avaliação dos alunos de engenharia da FACEAR oriundos do ensino médio tradicional e técnico frente a seus respectivos desempenhos nos cursos.	51
Figura 23 – Relação entre exames finais e disciplinas reprovadas entre os alunos da FACEAR que cursaram o ensino técnico e o ensino propedêutico.	52

Figura 24 – Gráfico de densidade das médias finais entre os alunos dos dois grupos de estudantes analisados: oriundos do ensino médio propedêutico e do ensino médio técnico....	53
Figura 25 – Oferta de vagas de cursos de engenharia por região do Brasil e PIB.	54
Figura 26 – Número de professores de três departamentos de engenharia da UFMT com algum contato com a área de educação.	58
Figura 27 – Número de artigos publicados na área de engenharia entre 2000/2001 e 2010/2011	68
Figura 28 – Crescimento percentual dos cursos de pós-graduação nas regiões do Brasil tomando os números das próprias regiões no ano 2000 como referencial inicial.	74
Figura 29 – Tópicos abordados pelo programa de especialização em Docência para o Ensino de Engenharia – PUC Minas	86
Figura 30 – Número de estudantes de graduação recebidos por cada país participante do EHEA entre o período de 2011/2012.	90
Figura 31 – Disciplinas de Síntese e Integração de Conhecimentos obrigatórias na UFABC. Y** está relacionado a cada curso de engenharia ofertado pela UFABC por características intrínsecas de cada curso.	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Número de ingressantes, concluintes e percentual de formandos regulares dos estudantes de engenharia civil, elétrica e mecânica do Brasil.	38
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABENGE	Associação Brasileira de Educação em Engenharia
ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
BRICS	Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
DC	Diretrizes Curriculares
DUT	<i>Diplôme Universitaire Technologique</i>
EHEA	<i>European Higher Education Area</i>
ENADE	Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes
FACEAR	Faculdade Araucária
IES	Instituições de Ensino Superior
IME	Instituto Militar de Engenharia
IMPA	Instituto de Matemática Pura e Aplicada
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
IUT	<i>Institut Universitaire Technologique</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PBL	<i>Problem Based Learning</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PISA	<i>Programme for International Student Assessment</i>
SISU	Sistema de Seleção Unificada
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UFMT	Universidade Federal do Mato Grosso
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	
ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 JUSTIFICATIVA	
ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
4 REFERENCIAL TEÓRICO	18
4.1 DESENVOLVIMENTO DO ENSINO DE ENGENHARIA.....	18
4.1.1 História e evolução da engenharia	18
4.1.2 O modelo de formação francês	24
4.1.3 O modelo de formação alemão	25
4.1.4 O modelo de formação anglo-saxão.....	26
4.2 A EVOLUÇÃO DO ENSINO DE ENGENHARIA NO BRASIL	27
4.3 ATUAL CONJUNTURA DA ENGENHARIA NACIONAL	34
5 DIFICULDADES RELACIONADAS AO DISCENTE DE ENGENHARIA.....	38
5.1 A ALTA TAXA DE EVASÃO ENCONTRADA NOS CURSOS DE ENGENHARIA E SUAS PRINCIPAIS CAUSAS	38
5.2 INFLUÊNCIA DO ENSINO MÉDIO NO DESEMPENHO INICIAL DO ALUNO DE ENGENHARIA E SUA RELAÇÃO COM A EVASÃO	43
5.3 INFLUÊNCIA DE CURSO TÉCNICO PROFISSIONALIZANTE NO APRENDIZADO DO GRADUANDO.....	48
5.4 A INTEGRAÇÃO DOS CALOUROS AO AMBIENTE UNIVERSITÁRIO	54
6 ADVERSIDADES IDENTIFICADAS NA DOCÊNCIA EM ENGENHARIA	56
6.1 A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO PROFESSOR	56
6.1.1 A construção da profissão de professor pelo engenheiro e sua identidade docente.....	62
6.2 O SISTEMA TRADICIONAL DE ENSINO NA ENGENHARIA.....	64
7 PROBLEMAS RELACIONADOS ÀS INSTITUIÇÕES DE ENSINO	67
7.1 OS CURRÍCULOS E OS PERFIS DE FORMAÇÃO DOS CURSOS DE ENGENHARIA	69
7.2 INTEGRAÇÃO ENTRE A ACADEMIA E A SOCIEDADE.....	72
8 A PERCEPÇÃO DO MERCADO SOBRE O ENGENHEIRO RECÉM FORMADO	
75	
9 MUDANÇAS NO CENÁRIO NACIONAL E MUNDIAL	78
9.1 NOVAS ABORDAGENS DE ENSINO PARA A ENGENHARIA	79
9.1.1 Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP (Problem Based Learning – PBL).....	81
9.2 FORMAÇÃO PEDAGÓGICA DO ENGENHEIRO PROFESSOR	84
9.3 MEDIDAS DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO.....	87

9.3.1 Intercambio acadêmico	88
9.3.2 Flexibilização dos currículos	91
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	95
11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A constante expansão técnico-científica experimentada no início do século XXI, em especial devido ao computador, à internet e às facilidades na busca e divulgação de conhecimento que estes instrumentos trouxeram à sociedade moderna, alteraram de forma significativa os modelos tradicionais de produção e consumo. Tais mudanças exigem novas competências dos profissionais que ingressam no mercado de trabalho.

Neste contexto, o engenheiro, especialista e peça chave para a continuação deste desenvolvimento – pois é o profissional que lida diretamente com a transformação do conhecimento científico em tecnologia útil ao homem – necessita acompanhar estas modificações e refinar suas competências de acordo com os novos anseios da sociedade (ZAKON; et. al. 2003).

Da Silveira (2005) nos mostra que antes conhecida por ser uma profissão extremamente técnica, a engenharia atualmente se dinamiza, e desvencilha-se cada vez mais dos cálculos puros para apontar em cargos de gerência, recursos humanos, planejamento e outras áreas que até então não eram objetos de trabalho de um engenheiro. A parte técnica também não permaneceu intacta, o advento das novas tecnologias criadas pelos próprios engenheiros gerou um ambiente de evolução acelerada e perene, forçando toda a cadeia produtiva de engenharia a se readequar continuamente.

Diante deste cenário, levantam-se questões sobre a eficiência dos modelos tradicionais de ensino empregados nos cursos de engenharia, observando que estes foram inicialmente criados para suprir as necessidades de uma sociedade com características ultrapassadas, e necessidades muito diferentes das atuais. Grandes universidades do mundo todo estão caminhando para transformar esta realidade, e sanarem as deficiências identificadas pela sociedade e pelo mercado em seus alunos, pois, as recentes vagas de emprego privilegiam candidatos que apresentam competências de versatilidade, trabalho em grupo, liderança, capacidade de decisão e raciocínio, dentre outras que embora desejadas, não são percebidas em grande parte dos alunos.

Por sua vez, a comunidade acadêmica também percebe falhas nos modelos atuais, como em ocorrências de alunos que conseguem chegar às etapas finais do curso demonstrando

sérios sinais de que não assimilaram satisfatoriamente os conhecimentos expostos ao longo da formação, ou também, evidenciando os professores de engenharia que majoritariamente não possuem formação pedagógica para construir sua identidade docente (SANTANA, 2008).

A relevância deste trabalho consiste em evidenciar a pequena, porém, crescente busca pela identificação e compreensão das causas dos dilemas relacionados às dificuldades do ensino de engenharia em várias esferas, bem como discutir algumas reflexões e questionamentos apontados por pesquisadores da área. Também é de interesse deste trabalho entender quais são as capacidades que o engenheiro formado atualmente deve possuir para um melhor desempenho de sua função.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Discutir com base na literatura sobre o tema, o estado atual e as dificuldades presentes na formação do engenheiro brasileiro, bem como propostas educacionais e estruturais para o ensino de engenharia que contribuam para uma formação mais eficaz dos alunos de engenharia nas escolas brasileiras.

2.2 Objetivos Específicos

- Levantar dados históricos do desenvolvimento do ensino de engenharia;
- Identificar os conceitos de perfis de formações propostos por diferentes escolas;
- Compreender as competências designadas aos engenheiros do passado e atualmente;
- Identificar trabalhos na bibliografia consultada que demonstrem os obstáculos observados nos sistemas tradicionais de ensino de engenharia sob a ótica dos estudos realizados;
- Apontar iniciativas, com base na bibliografia estudada, que possam nortear a busca por soluções para melhoria da formação dos futuros engenheiros.

3 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção mostram que o setor da construção civil tem sofrido uma queda de produção devido ao cenário político-econômico da nação, e este número em 2017 chegou a 6,3% em relação à 2016. Entretanto, há poucos anos não se cogitava a possibilidade de sentirmos tal recessão.

O país batia recordes de crescimento do PIB – Produto Interno Bruto e, por sentir diretamente os avanços da economia, a engenharia, em especial a construção civil, recebeu uma grande alavancagem com os projetos de crédito financiados pelo governo federal. Sob a perspectiva de Da Silveira (2005), tal contexto é extensível a todos os ramos da engenharia, não se restringindo à indústria da construção. Isto acontece devido ao fato de que todos os projetos, especialmente os grandes, envolvem o conceito de multidisciplinaridade, atingindo os profissionais da engenharia e tecnologia em sua totalidade.

Milhares de vagas de emprego para engenheiros eram amplamente anunciadas pelas mídias (TEIXEIRA, 2015). Naturalmente, novas escolas surgiram e novos cursos foram criados, chegando em 2011 a dobrar o número de engenheiros formados por ano em relação a 2001 (DE OLIVEIRA, et. al. 2013). Seria razoável acreditar que estes recém-formados não teriam problemas ao procurar emprego, porém, a realidade mostrou uma situação diferente. Segundo Klix (2014), 54% dos engenheiros formados não trabalham diretamente com engenharia. Este número evidencia que grande parte dos engenheiros preferiram – ou foram motivados por força maior – deixar de pleitear cargos tradicionais de engenharia, partindo muitas vezes para cargos de gerências, administrativos, mercado financeiro, vendas, entre outros.

Somando-se a estes fatores, Gusso e Nascimento (2011) apud Rydlewski (2014) apontam o fato de que os engenheiros recém-formados não conseguem atender às expectativas do mercado. Dentre os obstáculos na formação do engenheiro, destacam-se as altas taxas de evasão, reprovação e atrasos no término do curso, que são dados frequentemente observados em cursos de engenharias e, desta forma, há necessidade de se examinar e estudar os motivos que provocam os problemas educacionais que ocorrem com os alunos destes cursos. Esta empreitada vem se apresentando como um desafio a ser enfrentado pelos docentes de engenharia, os engenheiros-professores, população majoritariamente composta por engenheiros

que não possuem formação pedagógica e, portanto, exercem a profissão sem uma real preparação para tal (SANTANA, 2008).

O objetivo deste trabalho é conhecer os principais problemas dos cursos de engenharia brasileiros sob a ótica dos seus membros, apresentar algumas soluções admitidas pelos pesquisadores da área de educação em engenharia e também propostas adotadas por instituições de ponta do Brasil e do mundo que contribuam para tornar a formação de seus engenheiros mais eficiente, entregando um profissional mais capacitado e com competências adequadas às novas necessidades do mercado.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Desenvolvimento do ensino de engenharia

4.1.1 História e evolução da engenharia

A engenharia atualmente é caracterizada, segundo o dicionário, pela aplicação de métodos científicos ou empíricos à utilização dos recursos da natureza em benefício do ser humano. O termo é recente, ao contrário da palavra engenheiro, vinda do latim *ingeniator*, que por sua vez é derivada das palavras *ingeniare* e *ingenium*, ambas também do latim, e significam inventar/criar e inteligência, respectivamente. Por definição, o engenheiro é o profissional responsável pelo planejamento, projeto e execução de tarefas de engenharia. Deve ser capacitado previamente para observar e entender as necessidades da sociedade e criar formas de solução para estes problemas. Entretanto, ao longo dos séculos, a definição deste profissional passou por várias reformulações para alcançar o que conhecemos atualmente como engenheiro. Tais mudanças decorrem do fato que a profissão nasce da necessidade social em um determinado momento, pois o contexto histórico-social influencia diretamente na atuação do engenheiro na sociedade, ao exemplo do observado em períodos de guerras, quando os maiores investimentos feitos pelos governantes se direcionavam à indústria bélica. É natural entender que a maior demanda de mão-de-obra seria deste setor produtivo e, portanto, privilegiava-se a formação de profissionais voltados à arte da guerra, entre esses os chamados “engenheiros militares”, que trabalhariam desenvolvendo armamentos, máquinas de guerra, catapultas e outros aparatos bélicos. (DA SILVEIRA, 2005)

Ao longo da história da humanidade existiram várias versões de engenheiros e inventores, que claramente não eram classificados nos moldes como se conhece o profissional contemporâneo, porém, os antigos exerceram atividades diretas de engenharia. O desenvolvimento de técnicas para construir, levar água aos povoados, transformar materiais e criar ferramentas existem desde muito antes da invenção do cálculo diferencial e integral, ferramenta primordial na engenharia moderna. A engenharia como ofício de construir é tão antiga quanto o homem. (TELLES, 1984)

Durante a 3º dinastia do faraó Djoser (séc. XXVII a.C.), Imothep, um chanceler do faraó, foi responsável por construir a primeira pirâmide do Egito, uma *mastaba* – uma espécie

de sepulcro típico da cultura Egípcia – que acabou ganhando grandes proporções e, para sua execução, foram necessários cálculos e projetos de operacionalização. Tal feito o coloca de modo a ser comumente aceito como o primeiro engenheiro civil da história, e a solidez de sua construção pode ser admirada ainda nos dias de hoje, como ilustrado pela figura 1. (HISTÓRIA DA ENGENHARIA, 2014).

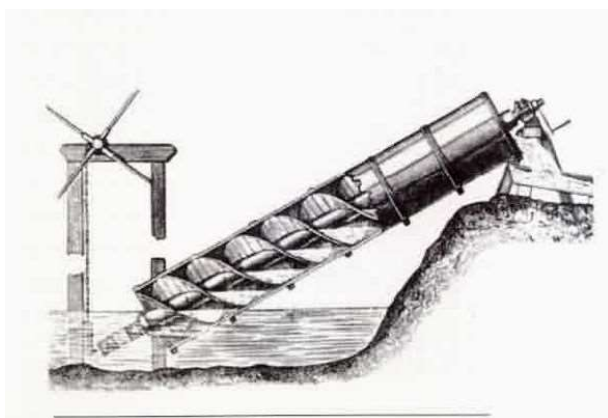
Figura 1 – Mastaba construída por Imothep ao faraó Djoser.



Fonte: Sharp (2007).

Alguns séculos mais tarde outro importante nome muito conhecido das ciências exatas surge exercendo papéis que hoje são ligados à engenharia. Arquimedes de Siracusa (287–212 a.C), grego que foi um dos principais cientistas não apenas da antiguidade como da história, desenvolveu o princípio da alavanca – que é fundamental à mecânica – para movimentar cargas pesadas. Descobriu o conceito de massa específica, e construiu um sistema de elevação de água conhecido como “parafuso de Arquimedes”, ilustrado abaixo pela figura 2, muito antes das primeiras escolas de engenharia surgirem.

Figura 2 – Parafuso de Arquimedes, dispositivo utilizado para elevar água entre dois níveis.



Fonte: Disponível em: <<http://platea.pntic.mec.es/aperez4/html/grecia/arquime.jpg>>. Acesso em: 30 jan. 2018

Segundo Telles (1984), o ser humano desde a antiguidade realizou grandes feitos de engenharia, porém, estes não eram pautados nos conhecimentos científicos que caracterizam a engenharia atualmente, mas em um conjunto de técnicas artesanais aprendidas tradicionalmente e muito específicas de cada civilização e sua cultura. Nota-se tal fato nas diferenças e características de obras das civilizações egípcias, persas, chinesas, japonesas, etc. De um certo modo, havia uma conexão com a matemática para se conceber os projetos de balística por exemplo, mas esta não era usada em conjunto com a física, para compreender os fenômenos que aconteciam com os materiais empregados nas construções dos aparatos bem como o modo com que poderiam ser arranjados. Não havia noção de otimização de estruturas ou da quantidade de material que seria gasto em um empreendimento, e mesmo assim civilizações como a dos romanos dominaram a construção em arco com métodos de tentativa e erro, e construíram obras que existem até hoje e continuam causando admiração em quem as vê (PIQUEIRA, 2014).

O Coliseu Romano ilustra esse sucesso, concluído em 80 d.C. após 8 anos de obras iniciadas sob o governo do imperador Vespasiano e finalizadas pelo imperador Tito, seu filho. Tinha capacidade para comportar até 80 mil pessoas, era construído em mármore, travertina, ladrilho e tufo, com uma arquitetura elíptica que mede aproximadamente 190 metros no maior eixo e 155 metros no menor, suas paredes externas medem 48 metros de altura. Tais medidas evidenciam a grandiosidade desta edificação feita há quase dois mil anos, tal como podemos observar abaixo na figura 3: (LIMA, 2016).

Figura 3 – Ilustração de como era o Coliseu Romano no ano de 80 d.C.



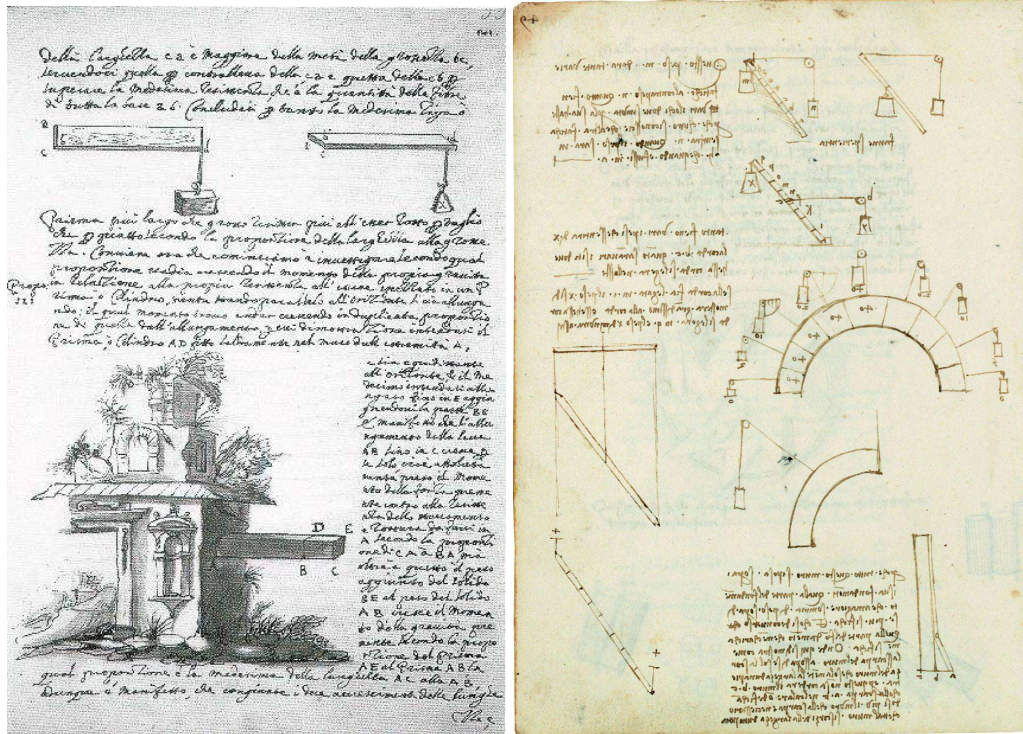
Fonte: Lima (2016).

Outras grandes obras romanas são o Panteão Romano e o Aqueduto de *Pont du Gard*, que, juntamente com o Coliseu, se mostram como bons exemplares da exímia capacidade de construir adquirida pelo Império sem, no entanto, empregar nenhum conceito da engenharia moderna, tal como a resistência dos materiais, em nenhuma destas obras. A própria resistência dos materiais só veio a ser estudada com Galileu Galilei séculos mais tarde.

Como dito, a engenharia ao modo que se conhece atualmente surgiu quando matemáticos e cientistas como o próprio Galilei e Leonardo da Vinci começaram a empregar o conhecimento da física em problemas de engenharia. Da Vinci tentou explicar pela primeira vez a distribuição de forças estáticas que atuavam em estruturas simples, com enfoque especial nas construções em arco – uma marca do Império Romano. A contribuição de Galilei surgiu em 1638 ao publicar seu livro “As Duas Novas Ciências” que dentre vários assuntos, tratava também da resistência de vigas e colunas sob diferentes carregamentos, dando à luz à Resistência dos Materiais. (TELLES, 1984)

A figura 4 mostrada a seguir demonstra alguns dos manuscritos fundamentais para o nascimento das teorias criadas por Da Vinci e Galilei, explicitadas anteriormente.

Figura 4 – À esquerda, o manuscrito de Galileu Galilei tratando da Teoria de Vigas. À direita, um manuscrito de Leonardo Da Vinci sobre a Teoria dos Arcos. Adaptado pelo autor.



Fonte: Piqueiras (2017)

Este novo modo de tratar a engenharia transformou um conjunto de conhecimentos empíricos e artesanais sem um bom embasamento matemático em ciência, iniciando a “engenharia científica”. A união destas áreas foi peça chave para o desenvolvimento tecnológico da humanidade desde então. Os avanços nos estudos de física – especialmente da mecânica – e química alcançados nos séculos XVII e XVIII permitiram a criação das duas primeiras engenharias: Civil e Química. (DE OLIVEIRA, et. al, 2016). Entretanto, demorou-se um certo tempo até que houvesse um modelo padronizado de lecionar estes ensinamentos. Foi só em 1747, quando o administrador Daniel-Charles Trudaine fundou em Paris a “*École Nationale des Ponts et Chaussées*” – conhecida simplesmente por “*Les Pont*” (em português: Escola Nacional de Estradas e Pontes) – que o curso de engenharia assumiu os moldes atuais de ingresso e ensino, em uma instituição que frequentemente era conhecida como escola politécnica quando esta fosse especializada no ensino de engenharia (TELLES, 1984).

A figura 5 mostrada abaixo, disponível nos acervos históricos da própria *Les Pont* demonstra a grandiosidade da instituição e dos laboratórios que a faculdade dispunha:

Figura 5 – Laboratório de maquetes da Les Pont.



Fonte: Lacourt (2018)

O curso ofertado na *Les Pont*, segundo Da Silveira (2005), era dotado de aulas regulares e diploma de formação assim como atualmente. As aulas ministradas eram direcionadas principalmente para a formação de profissionais que atuariam no corpo técnico do Estado. Alguns seguiriam seus destinos nas forças armadas e seriam chamados de “engenheiros militares”, ficariam incumbidos de projetar fortificações e demais assuntos de interesse do exército. Outros se tornariam encarregados de pontes, rodovias e ademais assuntos considerados de âmbito civil e, portanto, seriam chamados de “engenheiros civis”. Apesar da denominação coincidir com a atual, estes profissionais eram engenheiros politécnicos, generalistas sem muita especialização científica em certas áreas, dominavam um certo conjunto de técnicas da época que apesar de dependerem diretamente da ciência, ainda não eram muito bem conectadas ao desenvolvimento científico – devido à precocidade da instituição e limitações da época.

Do século XVIII em diante, houve um grande crescimento do número de instituições de ensino superior que passaram a ofertar cursos de engenharia. A primeira Revolução Industrial que acontecia na Inglaterra por volta de 1760 deu início à era das máquinas, com destaque para o motor a vapor, símbolo do período. O aumento exponencial de fábricas gerou a necessidade de operadores e pessoas responsáveis pela manutenção de tais máquinas, bem

como projetistas para criação de novos mecanismos – tanto para a produção das fábricas quanto para auxiliarem nos processos construtivos de tais fábricas e de outras grandes estruturas – e assim concebeu-se a Engenharia Mecânica (DE OLIVEIRA, et. al., 2016). Todavia, nesta época ainda não existia o conceito de globalização e cada país tentou consolidar sua própria indústria sem nenhuma padronização, cada região com sua cultura necessitava de um profissional específico formado exclusivamente com os costumes e para as necessidades de sua terra. No caso de uma possível mudança de país – fato comum entre os europeus – este profissional dificilmente teria seu diploma reconhecido em sua nova pátria, graças às divergências das formações ofertadas em cada nação. (DA SILVEIRA, 2005)

O grande desenvolvimento tecnológico proporcionado pela primeira Revolução Industrial permitiu que o homem construísse máquinas para aproveitar e dominar uma nova forma de energia, a energia elétrica. Este evento histórico é comumente associado ao início da segunda Revolução Industrial, e neste momento, houve a necessidade de formar engenheiros voltados à geração e utilização da energia elétrica, os engenheiros eletricitas formados no curso de Engenharia Elétrica. (DE OLIVEIRA, et. al. 2016)

Como explanado anteriormente, cada região com suas características desenvolvia seus próprios engenheiros para supri-las, entretanto, houve modelos de formação que se destacaram e se tornaram referências para as futuras escolas que se estabeleceriam nas décadas seguintes, sendo considerados como principais os modelos: francês, alemão e anglo-saxão.

4.1.2 O modelo de formação francês

O primeiro modelo padronizado de formação do engenheiro francês surgiu após a Revolução Francesa. O currículo dos engenheiros foi alterado e as disciplinas científicas foram inseridas nos planos de ensino. As mudanças foram substanciais, os cursos passaram a ser ofertados no padrão “2+3”, sendo que nos dois primeiros anos, chamados de *Classes Préparatoires*, o estudante cursava disciplinas como física, matemática, química, filosofia e formação cultural, e, ao fim deste período, havia um exame para admissão na *Écoles de Génie*, onde o aluno poderia completar seus estudos com aulas de formações generalistas (direcionadas à engenharia) e uma especialização no último ano, o terceiro. Também era necessário um

período de estágio em empresas, e feito isso, finalmente o aluno se tornava engenheiro. Este modelo de formação ficou conhecido como “engenheiro generalista de base científica” e com o tempo, outras *Écoles de Génie* foram fundadas com base neste padrão, e também concediam um diploma de *ingénieur* reconhecido pela *Comisson des Titres d’ingénieur* – órgão semelhante ao sistema CONFEA/CREA (DA SILVEIRA, 2005).

Porém, existiam outras maneiras de se tornar um engenheiro sem passar por uma *École de Génie*. Havia outra modalidade de engenheiro na França conhecida como “engenheiro tecnicista de formação longa” que consistia em: o aluno saía do *Baccalauréat* (o ensino médio) e era admitido em uma escola técnica de nível superior (*Institut Universitaire Technologique – IUT*). Depois de dois anos recebia um diploma chamado *Diplôme Universitaire Technologique (DUT)* e se tornava apto a buscar um emprego nas indústrias. Após completados três anos de trabalho, o aluno ganhava o direito de cursar mais dois anos de estudos universitários ofertados em meio período, para que pudesse trabalhar e estudar em conjunto e então finalmente terminava sua formação. Este modelo apresenta um grau de especialização alto, concedendo ao aluno formado funções de engenheiro de obras ou de chão-de-fábrica enquanto que o engenheiro de formação científica estava apto a ocupar altos cargos de gerência e projetos, fatos que acabaram forçando a entrada de disciplinas de gerenciamento nos cursos ofertados nas *Écoles de Génie* (DA SILVEIRA, 2005).

4.1.3 O modelo de formação alemão

Diferente do encontrado na França, a Alemanha no final do século XIX criou um sistema de formação de engenheiros com integração entre a indústria que apresentou um sucesso altíssimo, sendo reproduzido inclusive por países como Suíça, Japão, Itália e outras nações de primeiro mundo. As possíveis formações eram duas: “engenheiro tecnicista de formação curta” e “engenheiro especializado de base científica”. O primeiro profissional ingressava nas *Fachhochschüles*, onde recebia uma formação técnica com vários estágios na indústria, porém sem muita abertura à bases científicas. Em contrapartida, o segundo profissional estudava em uma *Technische Universität* por cinco anos, (até 2004 era feito no sistema “2+3”) sendo os dois primeiros de bases científicas e os três últimos de matérias especializadas, sem uma formação gerencial ou humanística através de disciplinas como

administração por exemplo, e o diploma era obtido após a entrega de uma tese e de um projeto de fim de curso. Este tema voltará a ser tratado oportunamente (DA SILVEIRA, 2005).

4.1.4 O modelo de formação anglo-saxão

Sede da Revolução Industrial do século XVIII, a Inglaterra concebeu outras formações específicas para seus engenheiros, e que se estendeu para os países colonizados pela cultura inglesa. Da Silveira (2005) revela que eram essencialmente mais práticas que os modelos apresentados anteriormente, a formação anglo-saxônica nasce dos engenheiros ingleses que tradicionalmente possuíam uma linhagem de trabalho manual e manutenção de máquinas. Esta convenção só foi abolida quando o ensino foi para dentro do ambiente universitário durante o século XIX. Escolas como Cambridge, Oxford e o MIT optaram por preparar um “engenheiro de formação humanística e base científica”, esta formação também é aparentemente menos complexa de operacionalizar que as anteriores. O engenheiro formado nestas escolas que eram classificadas como “universidades de pesquisa”, possuía, por exigência, uma boa base científica mesclada a uma formação humana com a parte técnica dividida entre *majors* e *minors*. Segundo Izumi (2013), os *majors* são os próprios cursos de graduação, enquanto que os *minors* são considerados uma área de estudo secundária dependente do *major*, algo que pode ser comparado ao encontrado no Brasil atualmente com o sistema de disciplinas optativas e atribuições técnicas.

Nestas escolas, o estudante era direcionado para seguir estudando após a graduação e buscar seu PhD – por isso a classificação como instituições de pesquisa – pois o objetivo da formação deste profissional é que ele possua conhecimento para continuar na carreira acadêmica ou em altos cargos de gerência e tomadas de decisões, necessitando de uma formação extensa e contínua. Entretanto, em escolas não consideradas como instituições de pesquisa, os engenheiros recebiam ainda outro esquema de formação e eram chamados de “engenheiros tecnólogos de formação curta”. A grande maioria formada desta forma passaria a trabalhar na indústria, ressalta Da Silveira (2005). Há alguns anos, o conselho de engenharia britânico reformulou o sistema de classificação dos engenheiros formados em três tipos:

- **Technician Engineer** – Um técnico especializado (o grau não é considerado um diploma de alta graduação);
- **Incorporated Engineer** – Engenheiro com formação curta de 3 anos e direcionada para atuação industrial;
- **Chartered Engineer** - Engenheiro com formação de 4 anos e boa base científica.

Ao analisarmos os principais e mais antigos modelos de formação de engenheiros, percebemos uma enorme variedade de currículos ofertados com diferentes objetivos, cada um moldado especificamente para a realidade de cada escola e sua região. Este acontecimento deve-se ao fato que o engenheiro assume um papel específico na sociedade em que está inserido, e é diretamente influenciado pelo modo de produção e das relações de consumo vigentes em seu território de atuação. Tal variabilidade de contextos acaba por dificultar a padronização do conteúdo que é ensinado nos cursos, e também na classificação precisa do título de engenheiro. Entretanto, é trivial perceber que tal padronização nunca será perfeita, pois, cada escola elabora seu currículo de acordo com as peculiaridades de seu corpo social. No máximo, pode-se estabelecer um padrão em disciplinas primordiais aos conhecimentos de engenharia como as bases científicas de matemática, física e química (DA SILVEIRA, 2005).

A partir da adaptação destes modelos, os cursos de engenharia se expandiram ao redor do mundo e, por consequência, chegaram ao Brasil. Porém o país passava por um contexto socioeconômico muito diferente do encontrado em nações onde a engenharia despontava, e devido a isso, o ensino de engenharia brasileiro traçou rumos diferentes dos europeus (SANTOS e SILVA, 2008).

4.2 A evolução do ensino de engenharia no Brasil

No Brasil, os primeiros passos no ensino de engenharia foram dados quando o curso de Fortificações e Artilharia foi implantado na Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho no fim do século XVIII. Em 1810 fundou-se a Academia Real Militar para substituir a Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, ofertando formalmente o primeiro curso

de engenharia do país. Apesar da denominação da instituição, não eram formados apenas oficiais para fins militares, a Academia Real também formava, dentre outros profissionais, engenheiros geógrafos e topógrafos para desempenharem algumas funções civis. (SANTOS e SILVA, 2008)

Neste período do século XIX, o Brasil sofreu uma grande letargia no desenvolvimento industrial. A economia do país era baseada principalmente na agricultura, com a cana-de-açúcar e o algodão como carros-chefes, a indústria brasileira começou a dar seus primeiros passos com as fábricas de algodão se tornando responsáveis pela maioria da atividade industrial. Neste estágio não havia espaço para um engenheiro no mercado de trabalho brasileiro, apenas casos específicos demandavam conhecimentos de engenharia, e, ainda, a indústria nacional pouco desenvolvida não era capaz de competir com os produtos importados, que além do bom preço, possuíam qualidade superior. O modo de produção brasileiro era obsoleto quando comparado com as principais potências da época. (SANTOS e SILVA, 2008)

Em 1831, a Academia Militar e de Marinha começou a oferecer o curso de formação do “Engenheiro de pontes e calçadas”. Na metade do século XIX a Escola Central do Exército do Brasil foi instalada no Rio de Janeiro com o objetivo de formar apenas engenheiros, inclusive ofertando um curso de Engenharia Civil. Foi também na mesma época que surgiu o Instituto Militar de Engenharia – IME. Já no fim do século XIX, a indústria brasileira volta a se desenvolver para buscar acompanhar as tendências e transformações na tecnologia, e como consequência, os cursos de engenharia também cresceram. Grandes escolas nasceram neste momento, como a Escola de Minas de Ouro Preto que foi inspirada na *École Polytechnique* de Paris. Outra escola que surgiu sob influência estrangeira foi a Escola de Engenharia do *Mackenzie College*, fomentada por capital americano (SANTOS e SILVA, 2008). Entretanto, não se pode desvencilhar o engenheiro da atividade industrial, e mesmo com o aumento da oferta de cursos, o mercado não oferecia espaço para um engenheiro especialista, pois as necessidades da atividade industrial não ofereciam grandes desafios. Durante este período, os cursos se baseavam apenas no ensino enciclopédico, que visava formar profissionais capazes de se tornar autodidatas e aprender o que acreditassem ser necessário para seu serviço. (DA SILVEIRA, 2005)

O início do século XX foi marcado por uma instabilidade política e econômica mundial, e em 1914 acontece o estopim da Primeira Guerra Mundial. Mesmo sem se envolver diretamente, o Brasil possuía acordos comerciais com países que entraram em guerra, como por

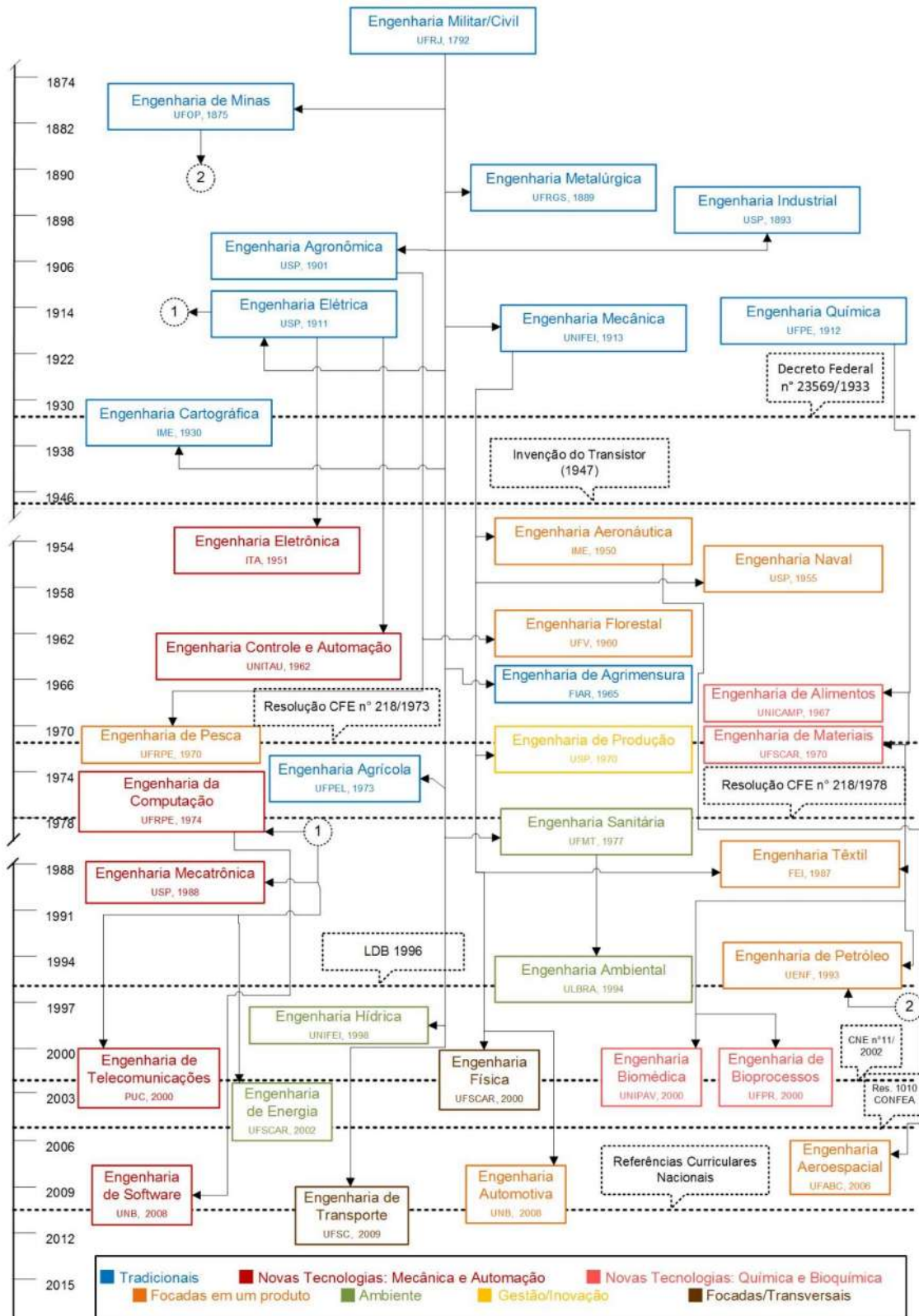
exemplo os EUA. Este cenário impulsionou a indústria nacional novamente, pois os principais exportadores de produtos para o Brasil estavam em guerra e, portanto, deixaram de produzir com a mesma intensidade colocando o comércio exterior em segundo plano.

Em seu livro, Da Silveira (2005) também evidencia que o engenheiro brasileiro até os anos de 1930 em sua maioria, limitava-se a ser gerente de compras de equipamentos ou coordenador de execução de projetos vindos do exterior. Geralmente exercia funções cuja competência não excedia o domínio da linguagem técnica e a capacidade de adaptação ao ambiente da indústria, de forma que não era sensível ao setor empresarial as diferenças encontradas entre formações mais superficiais frente as mais profundas e técnicas. Um fato importante é que estes profissionais eram a grande maioria dos professores que atuavam nas escolas de engenharia da época, lecionando durante o contra turno do expediente.

O novo quadro econômico do momento entre guerras abriu portas para a modernização do ensino de engenharia praticado aqui. Cursos que focavam na formação enciclopédica, teórica, passaram a dar enfoque prático devido aos interesses industriais para suprirem a demanda gerada pelo crescimento econômico. Laudares e Ribeiro (2000) apud Santos e Silva (2008), evidenciaram que este caminho levou à “maior divisão do trabalho do engenheiro e no crescente surgimento das novas especialidades, rompendo com a visão mítica do engenheiro-expert universal”. Deste momento em diante, o número de escolas que ofertavam cursos de engenharia começou a crescer em maior escala, chegando ao número de 15 instituições de ensino em 1946. Este crescimento começou a tornar-se geométrico segundo Kawamura (1981) pois, o período pós Segunda Guerra Mundial proporcionou uma utilização mais intensa da tecnologia. A primeira calculadora digital, criada em 1943 inaugurou a área computacional, além da invenção dos transistores em 1947, que revolucionou a eletrônica, abrindo um monstruoso leque de possibilidades para a aplicação de tais inovações e que impactariam diretamente no desenvolvimento de todas as engenharias (DE OLIVEIRA, et. al. 2016).

A figura 6 mostra uma linha do tempo dos cursos brasileiros de engenharia, onde surgiram, de qual modalidade mais básica derivaram e também o enfoque principal de cada curso:

Figura 6 – Linha do tempo da criação das primeiras turmas das diferentes modalidades de engenharia no Brasil.



Fonte: OLIVEIRA, Vanderli F.; PAULA, Eduardo F. A.; et al. (2016)

A classificação dos enfoques é dada por De Oliveira, et. al. (2016) como sendo:

- **Tradicionais:** Engenharias pioneiras que se desdobraram em outras modalidades;
- **Focadas em um produto:** Surgiram em função da necessidade de intervenção integrada na cadeia produtiva de determinado produto integrando conhecimento de diferentes modalidades;
- **Novas tecnologias – Mecânica/Automação:** Nasceram principalmente a partir das novas tecnologias com base na informática desencadeada pela automação de processos;
- **Novas tecnologias – Química/Bioquímica:** Se desenvolveram a partir das novas tecnologias no campo da química e da bioquímica;
- **Ambiente:** Emergiram da necessidade de controle dos impactos ambientais e gestão dos recursos naturais decorrentes da atividade fabril;
- **Focadas/Transversais:** Emergiram da insuficiência de estudos acerca de projetos e sistemas complexos como os logísticos e os infra estruturais;
- **Segurança:** Tratada como uma especialização *Latu Sensu* para os formados em qualquer modalidade, veio a se tornar um curso de graduação no início do século XXI.

Estas informações foram condensadas pelo próprio De Oliveira, et. al. (2016), e são apresentadas abaixo na figura 7 para outra forma de compreensão:

Figura 7 – Organização das modalidades de Engenharia por seus respectivos enfoques.

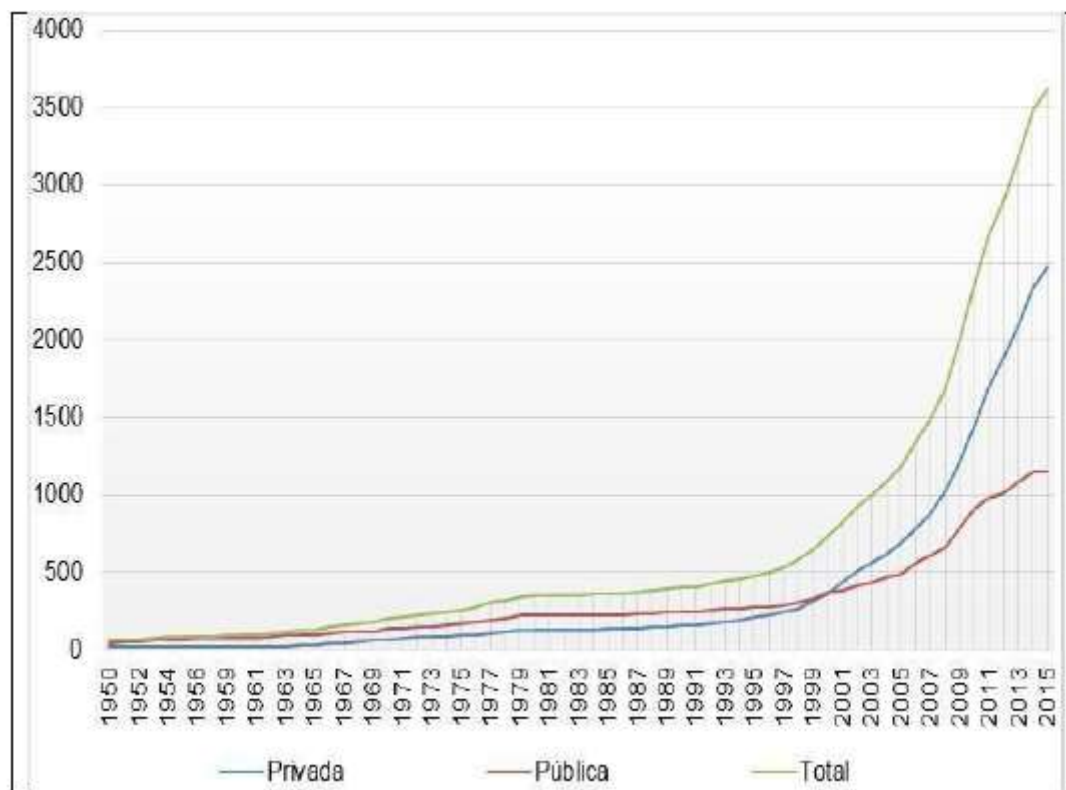
ANO	ENFOQUE D / C	MODALIDADES (C)
Século XVII	Tradicionais 12 / 1834	Civil (713), Elétrica (428), Mecânica (384), Química (183), Agrícola (32), Minas (28), Metalúrgica (22), Industrial (17), Cartográfica (13), Agrimensura (10), Geológica (3), Fortificação (1)
Anos 50	Focadas/produto 11 / 184	Florestal (66), Petróleo (62), Pesca (21), Aeronáutica (10), Naval (6), Têxtil (5), Aeroespacial (5), Automotiva (5), Ferroviária (2), Cerâmica (1), Portuária (1)
Anos 50	Novas Tecnologias (NT): Mecânica/ Automação 17 / 519	Computação (195), Automação (169), Eletrônica (50), Telecomunicações (38), Mecatrônica (34), Software (20), Instrumentação (3), Manufatura (1), Sistemas Digitais (1), Acústica (1), Computacional (1), Informação (1), Redes de Comunicação (1), Teleinformática (1), Eletrotécnica (1), Nuclear (1), Nanotecnologia (1)
Anos 60	NT: Química Bioquímica 7 / 188	Alimentos (98), Materiais (52), Bioprocessos (19), Biomédica (13), Biosistemas (3), Bioquímica (2), Biotecnologia (1)
Anos 70	Ambiente 5 / 342	Ambiental (300), Energia (22), Sanitária (12), Hídrica (5), Bioenergética (3)
Anos 70	Gestão/Inovação 5 / 712	Produção (707), Agroindustrial (2), Agronegócios (1), Gestão (1), Inovação (1)
Sec XXI	Focadas/transversais 5 / 19	Física (8), Transportes (6), Sistemas (3), Mobilidade (1), Infraestrutura (1)
Sec XXI	Segurança 2 / 3	Segurança no Trabalho (2), Saúde e Segurança (1)

Fonte: OLIVEIRA, Vanderli F.; PAULA, Eduardo F. A.; et al. (2016)

A transformação industrial da década de 1960 fez com que algumas instituições brasileiras ofertassem o curso de Engenharia Operacional, voltado para preencher postos de trabalho da indústria automobilística. Tinha duração de três anos, menos tempo que os bacharelados em engenharia, dessa forma o curso era considerado um curso técnico de nível superior, de maneira similar ao que era praticado no modelo de formação alemão do “engenheiro tecnicista de formação curta”. Porém, ao contrário do sucesso obtido pelo sistema germânico, a modalidade aqui não foi bem aceita. O corporativismo dos engenheiros foi contrário à denominação daqueles profissionais, alegando que a ambiguidade causaria confusões de atribuições e com pouco mais de dez anos de duração, extinguiu-se a classe do Engenheiro Operacional. (SILVA e SANTOS, 2008)

Na década de 70 já havia cerca de 100 instituições que ofereciam ao todo mais de 300 cursos de engenharia (HISTÓRIA, 2012). A esta altura, as instituições particulares já correspondiam a quase metade das escolas existentes, e registrava-se um crescimento de cerca de 17 cursos por ano devido ao chamado “milagre econômico” da década. O gráfico apresentado a seguir pela figura 8 demonstra a taxa de crescimento do número de cursos de engenharia do Brasil no período de 1950 a 2015:

Figura 8 – Linha do tempo do crescimento do número de cursos de engenharia em instituições públicas e privadas no Brasil.



Fonte: De Oliveira, et. al. (2015)

Entretanto, este progresso caiu para índices pífios na década seguinte. Considerada a “década perdida”, os anos de 1980 foram marcados por uma inflação estratosférica, crise fiscal e um massivo crescimento da dívida pública, colocando o desenvolvimento industrial nacional nos mesmos patamares da década de 50. (DE OLIVEIRA, et. al. 2012).

Na década de 1990, a globalização começava a influenciar cada vez mais os meios de produção. A grande difusão da telecomunicação e o início da era do computador portátil – e da internet – tornaram o mercado mais dinâmico e internacionalizado. Neste momento, o então presidente da república Fernando Collor de Melo iniciou o maior processo de abertura econômica da história brasileira, onde grandes multinacionais deram início às suas atividades em território nacional. Cada uma contava com suas características e métodos de trabalhos, porém, todos eram focados no aumento de produtividade e nas relações com os trabalhadores e com outras empresas. As entidades industriais trouxeram ao Brasil e impuseram aqui o padrão de produção internacional, que demandou uma nova reforma nos cursos oferecidos pelas

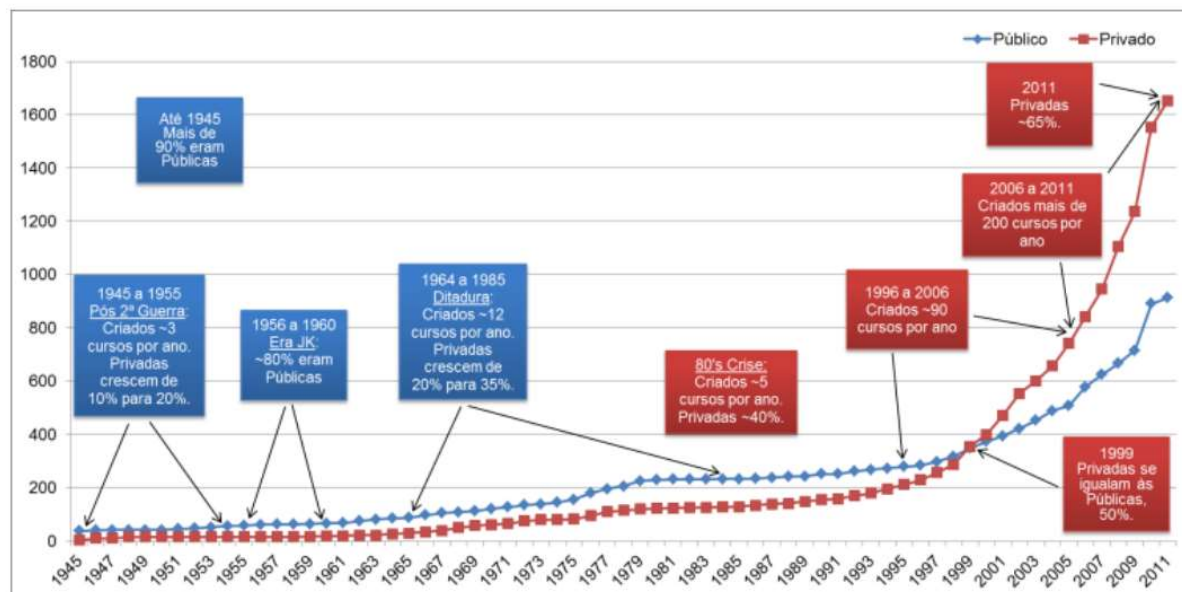
universidades brasileiras, cobrando uma adequação nos perfis dos profissionais egressos para os novos modos de produção, característicos das indústrias de ponta. (SANTOS e SILVA, 2008).

4.3 Atual conjuntura da engenharia nacional

A oferta de cursos de engenharia pelas escolas particulares e públicas cresceu em relativa sintonia até o ano 2000, após este período os cursos oriundos de instituições privadas se expandiram com mais velocidade que os ofertados em universidades públicas. Tal fato também pode ser relacionado às mudanças ocorridas no sistema que classificava os cursos, e que culminou com a decisão de transformar as habilitações já desenvolvidas nas faculdades em novas modalidades de engenharias, além de ter flexibilizado a legislação que regia os procedimentos de aberturas de cursos, preparando o país para a entrada no mundo globalizado e oferecendo mão de obra capacitada para as empresas que ingressaram na indústria nacional na década anterior. (DE OLIVEIRA, GODOY, et. al. 2012)

O gráfico mostrado a seguir pela figura 9, demonstra novamente a taxa de crescimento dos cursos de engenharia tal como o gráfico da figura 8, entretanto, com comentários sobre o contexto histórico de algumas datas. Ainda que os números sejam animadores e demonstrem um massivo aumento na oferta de vagas para cursos de engenharia, isto não necessariamente significa que houve um avanço na qualidade do ensino, infelizmente na maioria das vezes acontece o contrário.

Figura 9 – Crescimento do número de cursos de engenharia no Brasil em faculdades públicas e privadas e marcos históricos relacionados



Fonte: De Oliveira, Godoy, et. al. (2012)

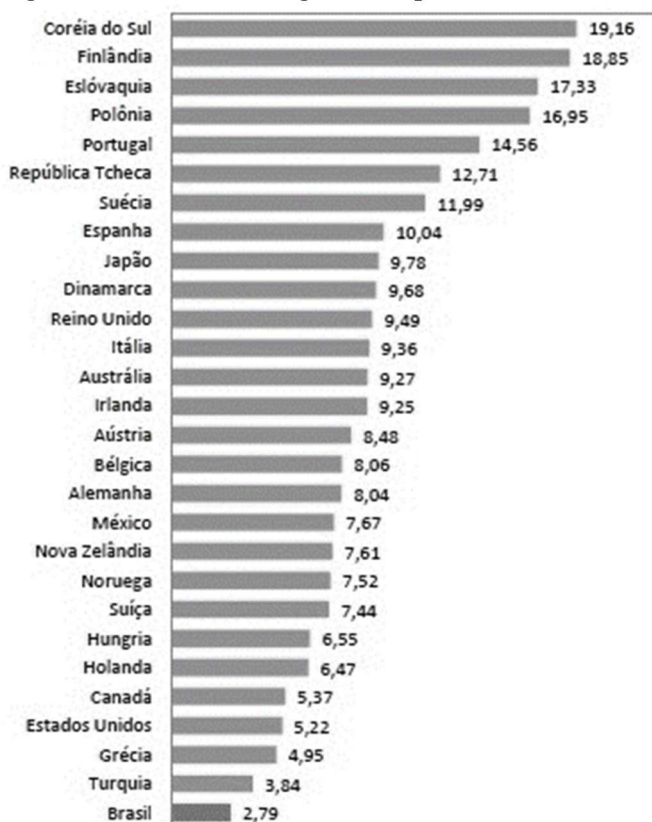
De acordo com Rydlewski (2014) atualmente, a maior parte destas vagas estão alocadas em instituições consideradas fracas (com notas no Enade de 1 a 3), apenas 30% das vagas são ocupadas em instituições que oferecem um ensino de alto padrão (notas 4 e 5). Isto contribui para a deterioração do mercado de trabalho do engenheiro e de sua imagem frente à sociedade. Devido a estas percepções surgem naturalmente os questionamentos a respeito da eficiência dos sistemas de ensino empregados na capacitação dos nossos engenheiros.

Soma-se ainda a este fato, o dado de que a maioria do conhecimento científico brasileiro é concebido dentro das universidades públicas, que ofertam a minoria das vagas. As instituições particulares, quase que em sua totalidade, buscam formar apenas mão de obra qualificada para o mercado de trabalho, negligenciando a produção de ciência. (OLIVEIRA, 2018)

Através do conteúdo apresentado nos últimos parágrafos torna-se evidente que o engenheiro é fundamental para a transformação da sociedade e que tais transformações não ocorrem sem a presença ativa deste profissional. A modernização e criação de novas tecnologias sem dúvida são norteadas por julgamentos de diversas variedades de profissionais de engenharia. Conforme De Oliveira et. al. (2013), a figura do engenheiro está rigorosamente ligada ao desenvolvimento industrial, social, econômico e tecnológico de um país. É natural

identificar no gráfico exposto na figura 10 que a presença de engenheiros na população é mais forte nos países desenvolvidos, e que o Brasil ainda sofre com a defasagem deste índice.

Figura 10 – Número de engenheiros para cada 10mil habitantes no Brasil e em outros países.



Fonte: Salerno; et. al (2014)

Um sinal aparente desta letargia de nosso país em relação ao resto do mundo foi afirmado por Gusso e Nascimento (2011) apud Rydlewski (2014) na análise da porcentagem do total de formandos de todos os cursos de graduação do país. Mesmo contando com várias vertentes de atuação, a engenharia é responsável apenas por 5% dos universitários formados, enquanto que na China essa taxa chega aos 40%.

Ademais, estes profissionais não devem exercer sua profissão da mesma maneira que seus colegas de profissão do passado, também carecem de ser modificados para traçar os futuros rumos das civilizações, já que o engenheiro deve ser um profissional que caminha em constante aprendizado. Ainda que pareça desnecessário destacar a importância deste enunciado, a realidade brasileira é cercada de contradições. Segundo o professor da Escola Politécnica da

USP Alex Kenya Abiko, o número de engenheiros que buscam aperfeiçoamento ainda é pequeno:

“A medicina, por exemplo, tem constantes avanços tecnológicos, e seus profissionais estão sempre se atualizando. A engenharia também se renova com velocidade alta, mas ainda é mínimo o número de engenheiros que procuram se aprimorar e atualizar sua formação técnica” (ABIKO, Alex Kenya. ABIKO; NETO; ESTEFAN; et. al. 2016)

É de suma importância compreender que esta transformação necessita vir não somente na pessoa do engenheiro, mas também nas instituições que os preparam para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo. Ambos precisam se situar e atualizar frente às modernas conjunturas da sociedade e do mercado.

Este esforço em busca da capacitação contínua vem crescendo para se equiparar ao ritmo em que as novas exigências surgem e as relações públicas mudam. Diversas instituições mundo afora modernizaram ou estão modernizando as estruturas de seus cursos de engenharia por haver um consenso entre a academia e a sociedade, que os engenheiros formados sob o padrão tradicional não atendem ou atendem pouco as demandas que estão os sendo entregue.

Muitas destas falhas estão ligadas às novas atribuições que lhes são conferidas (que não são contempladas nos cursos ou são apenas superficialmente consideradas), especialmente ao ocuparem setores que eram majoritariamente preenchidos por outra classe profissional. Os conhecimentos sólidos em ciências exatas que fazem parte da formação dos engenheiros vêm sendo cada vez mais solicitados em áreas de gerência e tomadas de decisões, e nestas situações também se torna imprescindível que o engenheiro se torne um gestor, que combine ao saber técnico alguns tópicos oriundos de outras áreas do conhecimento, em especial das ciências humanas, tal como a administração, a economia e a psicologia (DA SILVEIRA, 2005).

Diante deste contexto, busca-se identificar e compreender os fatores que desencadeiam dificuldades no processo de formação de um novo engenheiro e por que a forma tradicional de ensino não se mostra mais adequada para este objetivo. A procura por estas lacunas através desta pesquisa parte desde o aluno, passando pelo docente e pela instituição de ensino até chegar no mercado e na sociedade.

5 DIFICULDADES RELACIONADAS AO DISCENTE DE ENGENHARIA

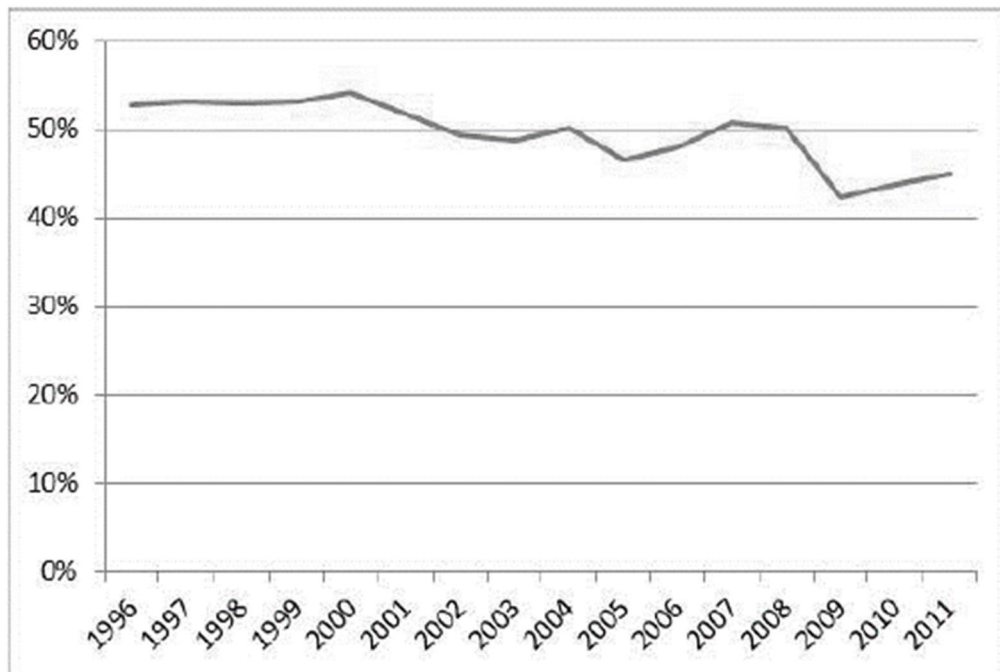
5.1 A alta taxa de evasão encontrada nos cursos de engenharia e suas principais causas

Tigrinho (2008) aponta a evasão como um problema caracterizado pela interrupção no ciclo de estudo e que causa grandes perdas para o aluno, para a instituição de ensino e para a sociedade. Apenas se matricular no ensino superior não é garantia de sucesso educacional para o estudante, pois ele vivenciará uma fase totalmente diferente das enfrentadas até então no ambiente escolar. A criação de novos hábitos, especialmente com relação às rotinas de estudo, é fundamental para um bom rendimento e conseqüentemente a permanência no curso escolhido.

Através de dados coletados no portal do INEP, os pesquisadores do Observatório da Educação em Engenharia da UFJF correlacionaram dados sobre o número de ingressantes em escolas de engenharia num certo ano, e o de concluintes seis anos depois (um ano a mais do que o previsto para a formação regular). Ainda que o tempo de curso utilizado para a comparação favoreça a situação dos alunos pelo prazo acrescido de um ano, os números obtidos mostram que há uma evasão média de cerca de 50% dos discentes de engenharia, os possíveis fatores que contribuem para este índice tão alto são inúmeros que se tornaram objetos de estudos de diversos grupos de pesquisas. (DE OLIVEIRA, et. al. 2016)

Esta alta taxa de evasão mostrada pela figura 11 é tida como um dos grandes desafios que pairam sobre as questões relativas ao progresso do ensino de engenharia, pois é observada unanimemente em todos os cursos do país.

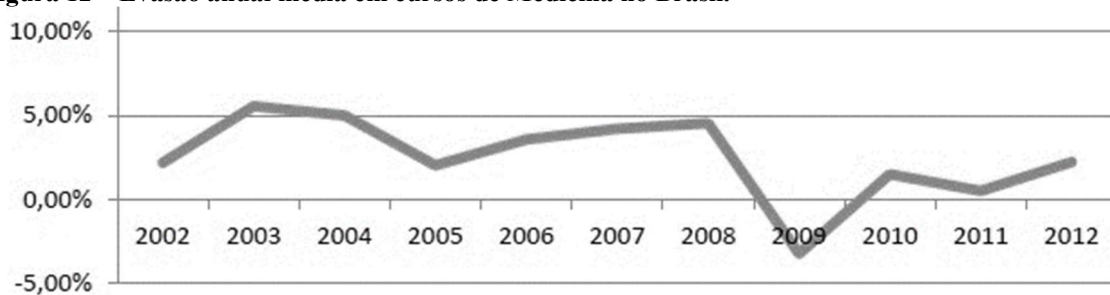
Figura 11 – Índice de evasão média nos cursos brasileiros de engenharia no período de 1996 a 2011.



Fonte: De Oliveira; et. al. (2016)

A título de comparação, as taxas de evasão média no período de 2002-2012 encontradas nos cursos de medicina do Brasil são quase nulas ou até negativas, como podem ser observadas no gráfico apresentado na figura 12 – representando estudantes que voltaram a estudar após um período fora da faculdade.

Figura 12 – Evasão anual média em cursos de Medicina no Brasil.



Fonte: Salerno; et. al (2014)

Em sua dissertação de mestrado, Fregoneis (2002) esmiuçou o desempenho acadêmico dos alunos ingressantes nos cursos de graduação em Ciências Exatas e Engenharias da Universidade Estadual de Maringá, tendo também obtido números semelhantes no tangente à evasão dos alunos. Parte de sua pesquisa se deu em encontrar alguns fragmentos sobre os motivos desta evasão. As respostas expuseram que uma parcela significativa se ligava aos alunos que apresentaram dificuldade de aprovação nas disciplinas consideradas difíceis nos primeiros anos de faculdade (cálculo, física, geometria analítica e álgebra linear). A repetência nestas matérias também é fonte de desconfianças sobre a capacidade do aluno de acompanhar o desenvolvimento das futuras ementas que se assentam sobre estas primeiras, e se somam a outros fatores na decisão de prosseguir ou abandonar o curso.

Outra razão frequentemente encontrada na literatura no tocante à fuga dos alunos é a falta de reconhecimento entre o estudante e o curso escolhido. A falta de informação sobre a profissão desejada cria expectativas infundadas no estudante que termina por descobrir esta frustração durante o curso, culminando em seu afastamento (TIGRINHO, 2008).

Ávila, Bicalho et. al. (2016) desenvolveram na UNIFEI Campus de Itabira uma pesquisa para investigar quantidade de alunos desistentes dos cursos de engenharia. Os dados foram contabilizados após o fim do primeiro semestre letivo de 2016 e mostram que, em alguns cursos, mais de 25% dos alunos desistiram com apenas um período da faculdade cursado.

Figura 13 – Número absoluto de alunos evadidos após o primeiro semestre letivo nas engenharias da UNIFEI – Itabira.

Ingresso 2016			
Curso	Matriculados	Desistentes em 2016	Total
EAM	56	9	16,07 %
EMO	60	10	16,66 %
ECO	54	4	7,4 %
ECA	57	10	17,54 %
EMT	60	16	26,66 %
EPR	57	8	14,03 %
ESS	57	11	19,3 %
EEL	56	9	16,07 %
EME	54	5	9,26 %
Total	511	82	16,05 %

Legenda: Engenharia Ambiental (EAM), Engenharia de Mobilidade (EMO), Engenharia da Computação (ECO), Engenharia de Controle e Automação (ECA), Engenharia de Materiais (EMT), Engenharia de Produção (EPR), Engenharia de Saúde e Segurança (ESS), Engenharia Elétrica (EEL) e Engenharia Mecânica (EME).

Fonte: Ávila, Bicalho, et. al. (2016)

Não se pode obliterar o fato de que estes dados foram colhidos em uma fase extremamente prematura do curso e se mostram alarmantes, pois este período representa somente 1/10 da duração total média da formação, ademais, os números tendem a ser mais duros ao passar do tempo.

Ainda no estudo de Ávila, Bicalho, et. al. (2016), é mostrada uma pesquisa realizada pelo psicólogo da UNIFEI – Itabira, Diogo Ferreira do Nascimento e por Márcia das Dores Evangelista, assistente social da mesma instituição. Em 2015, eles realizaram um estudo exploratório com 209 alunos que desejaram trancar ou cancelar suas matrículas, com a finalidade de conhecer os possíveis porquês da decisão. Os dados quantificados estão expostos no quadro mostrado pela figura 14:

Figura 14 – Principais motivos para desistência do curso de engenharia encontrados na UNIFEI – Itabira.

Motivo	Número de alunos	Porcentagem
Saúde pessoal	15	7%
Saúde familiar	13	6%
Condições financeiras	21	10%
Falta de interesse/Motivação para o curso	25	12%
Falta de interesse/Motivação pela Universidade	17	8%
Baixo rendimento acadêmico	19	9%
Mudança para outra Universidade	49	23%
Falta de tempo	13	6%
Problemas de relacionamento	3	1%
Distância da família	20	10%
Outro	14	7%
Total	209	100%

Fonte: Ávila, Bicalho, et. al. (2016)

Podemos destacar como principal motivo para o abandono da universidade um paradoxo: a mudança para outra universidade, algumas vezes causada pelo Sistema de Seleção unificada – SISU que permite a realocação do aluno em listas de esperas em outros cursos, e posteriormente, com a divulgação destes editais o aluno acaba sendo chamado e opta pela transferência. Paredes (2002) apud Tigrinho (2008) coloca que 64% dos estudantes que abandonaram seus cursos, obtiveram a titulação em outra instituição. Mesmo que na visão do aluno isto não seja entendido como uma adversidade, em macro escala para o sistema educacional como um todo de fato é. A vaga dificilmente será preenchida por outro aluno, e os recursos que foram direcionados para sua manutenção são perdidos, encarecendo o custo per capita do curso. Desta forma, percebe-se nitidamente que esforços devem ser feitos para a manutenção do aluno em sua formação até mesmo como forma de melhor utilização dos recursos financeiros captados pela IES.

Ainda sobre esta pesquisa, notou-se que quase 25% dos alunos entrevistados assumem não terem se identificado com o curso escolhido, o que os colocam como alunos em potencial de abandono, um índice grave, pois evidencia que grande quantidade dos ingressantes sequer demonstram real interesse em participar ativamente do curso, criando situações de fragilidade na sua permanência.

Tigrinho (2008) ainda expôs outros fatores que estão correlacionados com a evasão do ensino superior como por exemplo: problemas financeiros, falta de perspectiva de emprego,

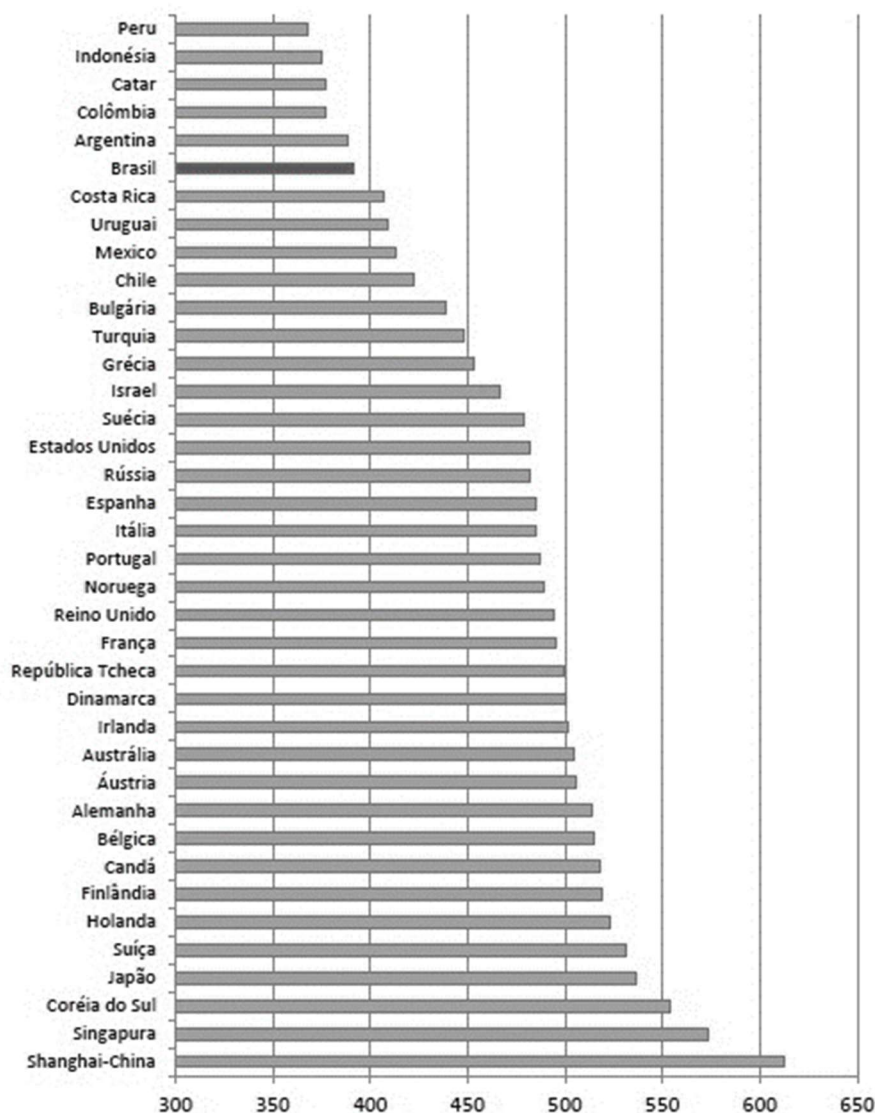
necessidade de conciliar uma jornada de trabalho em conjunto com os estudos, dentre outros tópicos. Devido à alta complexidade de se obter dados relacionados a estes assuntos, este trabalho se limitou apenas em compreender os fenômenos mais simples e melhores explorados.

5.2 Influência do ensino médio no desempenho inicial do aluno de engenharia e sua relação com a evasão

No trabalho de Ávila, Bicalho, et. al. (2016) foi destacado que outro problema enfrentado pelo calouro de uma faculdade de engenharia é a adaptação com os estilos e ritmos de aulas, bem como a densidade de informação que é passada em relação ao tempo da aula. Muitos desses alunos ingressam na graduação com um certo despreparo, começam faculdades de engenharias com dificuldades em disciplinas essenciais que servem de base para o curso, tal como física e matemática. Num texto escrito para sua coluna semanal no jornal Folha de São Paulo, Marcelo Viana, matemático e pesquisador mundialmente reconhecido em sua área – além de ser o atual diretor do IMPA – traz à tona uma conversa entre dois professores da Unicamp, Marcelo Knobel e Fernando Paixão, em que estes questionavam a necessidade de abertura de mais cursos de engenharia frente ao resultado obtido pelo Brasil no teste PISA. O resultado assusta, nem 4% dos estudantes brasileiros avaliados estariam aptos à estudar em cursos de ciências exatas/tecnologias. Observa-se a seguir a fala de Viana (2018) sobre o teste:

“Os resultados do Pisa são classificados em seis níveis. Na matemática, o nível dois é considerado necessário para o exercício da cidadania, e o nível quatro é o mínimo requerido para carreiras nas áreas tecnológicas. Os resultados, infelizmente, são eloquentes: menos de 4% dos nossos jovens alcançam o nível quatro ou mais na prova. Na Austrália são 38%, no Canadá, 43%, na Coreia do Sul, 52%.” (VIANA, 2018)

Figura 15 – Média da nota em matemática de estudantes de diversos países no Pisa 2012.

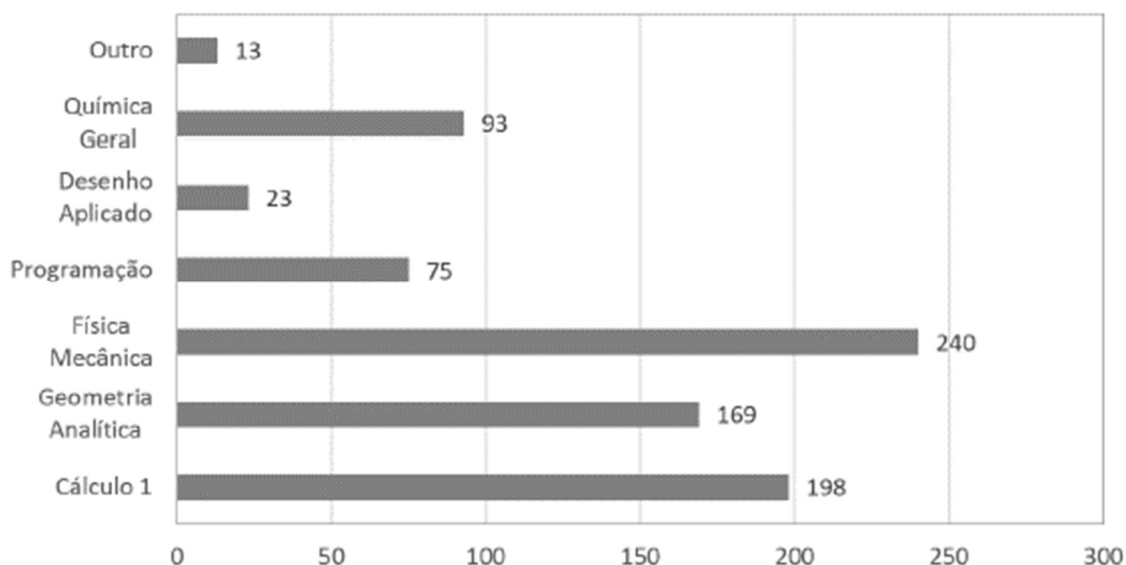


Fonte: Salerno; et. al. (2013).

A figura 15 demonstra o ranking dos países no teste do PISA e evidencia a deficiência no ensino de matemática sofrida pelos alunos brasileiros. Tal deficiência é observada especialmente entre os alunos que frequentaram a escola pública, onde há carência de bons professores, falta de estrutura física e bibliotecária, projetos pedagógicos fracos, orçamento extremamente restrito e outros fatores que implicam em pesadas consequências no aprendizado dos alunos tanto na fase do ensino básico quanto no desempenhar das futuras escolhas acadêmicas.

Viana (2018) ainda evidencia outro dado grave: os 1500 cursos de engenharia que existem no país hoje oferecem cerca de 150mil vagas por ano, entretanto, formam apenas 30mil. Isto significa que penosamente formam-se de forma regular 20% dos alunos que ingressam num curso de engenharia. Seguramente, como será visto adiante, a dificuldade com matemática é uma das principais razões para este número. Ainda sobre a investigação empreendida por Ávila, Bicalho et. al. (2016), foram apuradas as disciplinas consideradas mais difíceis pelos alunos do primeiro período dos cursos de engenharia da UNIFEI – Itabira, os resultados são pertinentes em relação aos que foram discutidos por Viana (2018). Mais uma vez, os grandes obstáculos do jovem engenheiro, são por acaso, suas principais ferramentas: a matemática e a física. Tal convergência entre as fontes permite que os dados sejam excedidos à realidade da totalidade dos cursos de engenharia do Brasil. Nesta pesquisa, cujo gráfico da figura 16 foi obtido, foram consultados ao total 811 alunos.

Figura 16 – Disciplinas consideradas mais difíceis pelos estudantes do primeiro período de engenharia da UNIFEI – Itajubá.



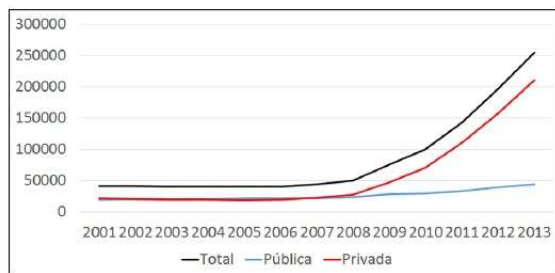
Fonte: Ávila; Bicalho; et. al. (2016)

Ainda sobre o baixo aproveitamento dos estudantes, quando os dados são confrontados com base no tempo regular de formação, o índice de evasão se torna mais alarmante e coincide com os números apresentados por Viana (2018). Utilizaremos os gráficos apresentados a seguir nas figuras 17, 18, e 19, originalmente criados por De Oliveira, et. al. (2013) para estabelecer

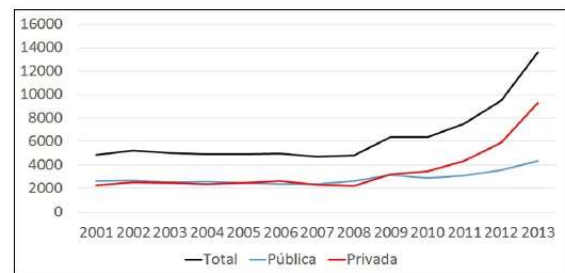
esta relação com três cursos de engenharia: civil, elétrica e mecânica, no período de 2008 a 2013, de forma a tornar os valores mais atuais e contemplar um período de grande expansão econômica sentido pelo país, fato que aqueceu a indústria e fomentou a inserção de mais engenheiros no mercado.

Figura 17 – Número de ingressantes e número de concluintes do curso de engenharia civil em todo o Brasil no período de 2001 a 2013.

ENGENHARIA CIVIL



Expansão do número de matriculados

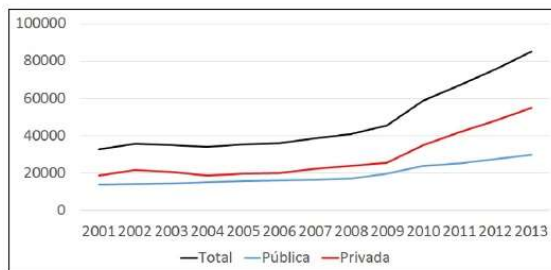


Expansão do número de concluintes

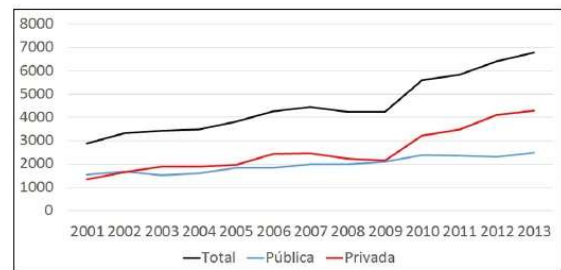
Fonte: De Oliveira; et. al. (2013) – Adaptado pelo autor

Figura 18 – Número de ingressantes e número de concluintes do curso de engenharia elétrica em todo o Brasil no período de 2001 a 2013.

ENGENHARIA ELÉTRICA



Expansão do número de matriculados

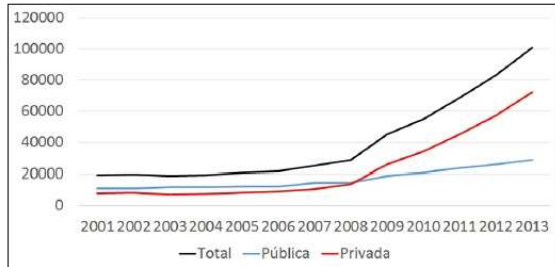


Expansão do número de concluintes

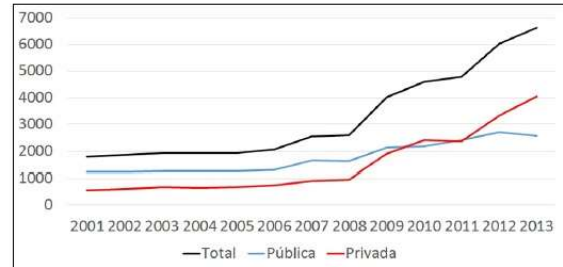
Fonte: De Oliveira; et. al. (2013) – Adaptado pelo autor

Figura 19 – Número de ingressantes e número de concluintes do curso de engenharia mecânica em todo o Brasil no período de 2001 a 2013.

ENGENHARIA MECÂNICA



Expansão do número de matriculados



Expansão do número de concluintes

Fonte: De Oliveira; et. al. (2013) – Adaptado pelo autor

Podemos estimar o número de ingressantes no curso de engenharia civil apresentado pela figura 17 como sendo cerca de 50mil para o total, e 25mil para ambas as instituições públicas e privadas. Projetando estes valores para o ano da formação destes estudantes, obtemos (aproximadamente): total 14mil, públicas 4,3mil e privadas 9,7mil. Extrapolando a análise aos outros gráficos, arranjamos o seguinte quadro 1:

Quadro 1 – Número de ingressantes, concluintes e percentual de formandos regulares dos estudantes de engenharia civil, elétrica e mecânica do Brasil.

Curso	Ingressantes Publicas (2008)	Ingressantes Privadas (2008)	Concluintes Publicas (2013)	Concluintes Privadas (2013)	% Concluintes/Ingressantes Publicas	% Concluintes Privadas
Eng. Civil	25000	25000	4300	9700	17,2%	38,8%
Eng. Eletrica	18000	23000	2500	4250	12,77%	18,47%
Eng. Mec.	14000	14000	2600	4000	18,57%	28,57%

Fonte: Autoria própria com base nos dados apresentados por De Oliveira; et. al. (2015)

Por meio dos dados se torna visível que os esforços direcionados ao combate à evasão e à lentidão da formação dos futuros engenheiros são pertinentes e merecem ser expandidos. Os números não são animadores e reafirmam que as dificuldades no ensino e aprendizado de engenharia começam antes do acesso à universidade, como uma bola de neve que termina por colapsar durante o ensino superior, verdade esta que torna o assunto ainda mais complexo por englobar diversas instituições sociais. Além da escola estão diretamente envolvidas também, a família e a sociedade.

5.3 Influência de curso técnico profissionalizante no aprendizado do graduando

Por outro lado, deve-se destacar que dentre os alunos ingressantes nas faculdades, uma parte frequentou algum curso técnico relacionado à área desejada antes de iniciar a graduação, feito que frequentemente os colocam como favoritos a obter sucesso durante a graduação. (PADILHA, A.; et. al. 2016)

Nestes cursos, o conteúdo apresentado é semelhante ao que é ofertado no bacharelado, porém com níveis menores de exigências cognitivas do aluno, além da ênfase na formação tecnicista direcionada para a parte prática, diretamente voltada ao mercado de trabalho de

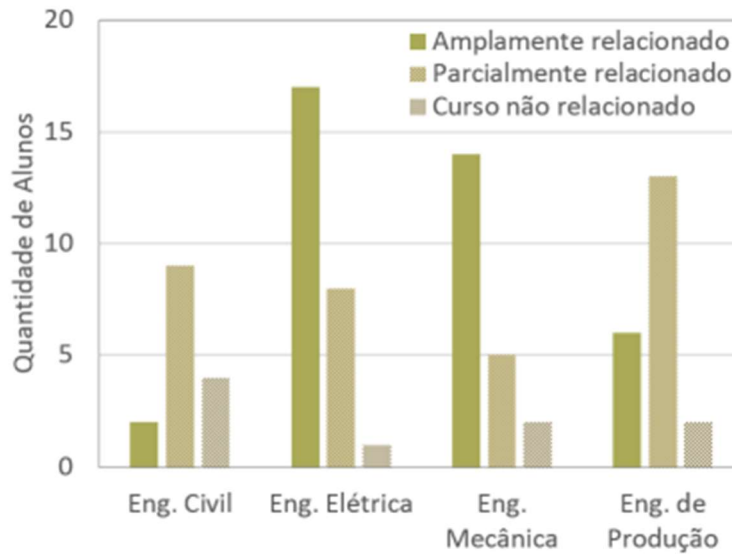
setores que demandam um grande número de profissionais com mão de obra especializada como as indústrias automotivas, o setor da construção civil, setor elétrico e afins. Contrastando com o ensino técnico, na graduação a base científica dos conhecimentos práticos apresentados terá maior relevância, pois deve-se preparar os alunos não somente para atuarem na indústria, mas também para se tornarem futuros pesquisadores que contribuirão com os avanços tecnológicos da sociedade e posteriormente, com a formação de novos engenheiros.

O conflito entre as vertentes de formações contempladas, as expectativas dos alunos e as primeiras impressões experimentadas nos cursos refletem diretamente na identificação do estudante para com a profissão e sua formação. Neste aspecto, discentes que já participaram de algum evento que tenha providenciado um contato prévio com a área desejada, como os cursos profissionalizantes por exemplo, apresentam vantagens adaptativas sobre os que adentraram sem nenhum conhecimento da área.

Em um estudo realizado por professores da Faculdade Educacional de Araucária – FACEAR, foram comparados os níveis de desempenho acadêmico dos alunos de quatro cursos de engenharia (Civil, Mecânica, Elétrica e Produção) que frequentaram cursos técnicos na área em que escolheram se graduar, em relação aos alunos que entraram na faculdade após cursarem o ensino médio tradicional. Padilha et. al. (2016) analisaram números de aprovações, reprovações, exames realizados e outros indicadores da performance destes estudantes. Os dados foram obtidos através de um questionário apresentados aos discentes.

Uma das primeiras perguntas da enquete buscava relacionar entre os alunos que frequentaram curso técnico, se este curso influenciou na decisão da engenharia escolhida, era: *“ Como julga a relação da sua formação anterior com o Curso atual de Engenharia? ”* As respostas podem ser analisadas segundo o gráfico mostrado na figura 20:

Figura 20 – Opinião pessoal dos alunos sobre a influência exercida pelo curso técnico frequentado previamente na escolha da faculdade de engenharia da FACEAR.



Fonte: Padilha; et. al. (2016)

As perguntas feitas em seguida tiveram como intuito constatar se o curso técnico foi determinante na escolha do curso de engenharia desejado e, se os conhecimentos adquiridos previamente com o ensino profissionalizante impactaram no rendimento acadêmico durante suas graduações. Os quadros apresentados abaixo pela figura 21 informam as respostas dadas às duas perguntas, respectivamente:

Figura 21 – Número de alunos da FACEAR que afirmaram terem menos dificuldades por terem passado pelo ensino técnico antes da graduação.

Curso	Sim	Não
Engenharia Civil	4	11
Engenharia Elétrica	24	2
Engenharia Mecânica	18	3
Engenharia de Produção	15	6
Total	61	22

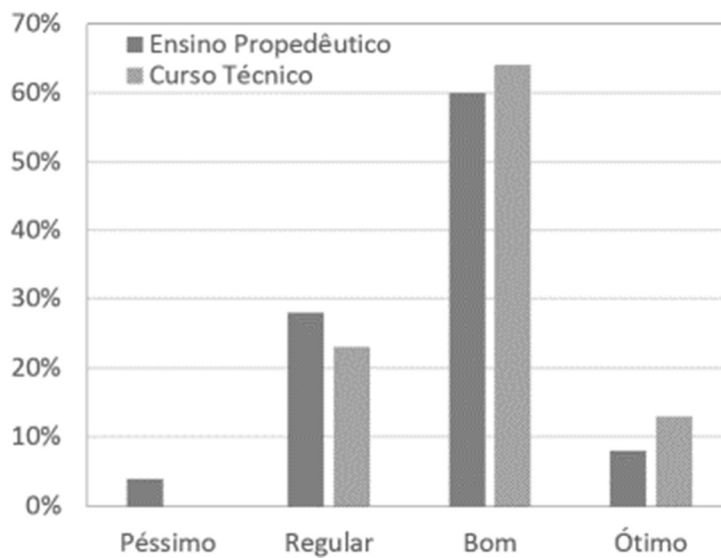
Curso	Sim	Não
Engenharia Civil	6	9
Engenharia Elétrica	25	1
Engenharia Mecânica	19	2
Engenharia de Produção	15	6
Total	65	18

Fonte: Padilha; et. al. (2016) – Adaptado pelo autor

Também foi proposto aos alunos que se auto avaliassem criticamente a respeito de seus respectivos desempenhos acadêmicos. O resultado, apresentado pela figura 22, mostra que há uma autoconfiança ligeiramente maior entre os alunos que frequentaram o curso técnico

previamente. Entretanto, não se pode estabelecer uma correlação direta entre esta variável e o desempenho acadêmico.

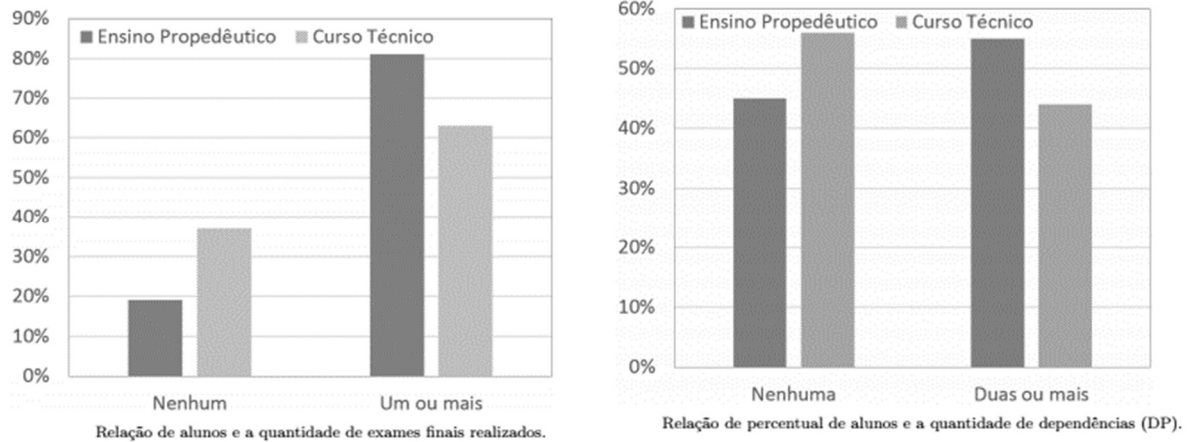
Figura 22 – Auto avaliação dos alunos de engenharia da FACEAR oriundos do ensino médio tradicional e técnico frente a seus respectivos desempenhos nos cursos.



Fonte: Padilha; et. al. (2016)

Como forma de refinar a análise sobre o desempenho dos dois grupos, também foi investigado o número de exames finais realizados pelos alunos e o número de reprovações. Desta vez, como pode ser observado nos gráficos da figura 23, percebe-se que os alunos com formação prévia obtiveram melhores resultados que o grupo que não havia recebido o ensino profissionalizante.

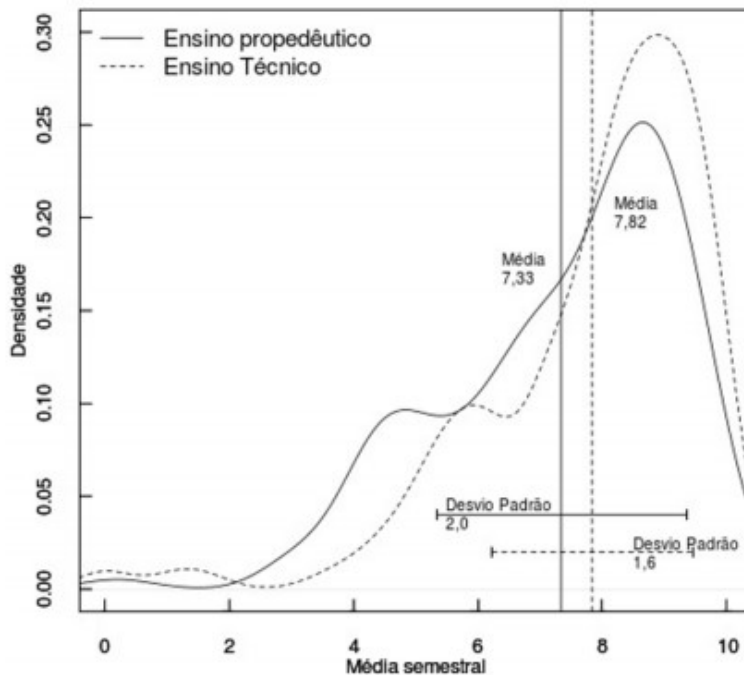
Figura 23 – Relação entre exames finais e disciplinas reprovadas entre os alunos da FACEAR que cursaram o ensino técnico e o ensino propedêutico.



Fonte: Padilha; et. al. (2016) – Adaptado pelo autor

No mesmo estudo, ainda foram recolhidas informações sobre o histórico escolar do primeiro ano de curso de cada aluno que compôs o experimento, desejando relacionar as médias finais obtidas nas disciplinas para cada um dos grupos de estudantes avaliados. Como mostra o gráfico apresentado na figura 24, novamente os alunos provenientes do ensino técnico obtiveram vantagem com uma diferença média de 0.5 pontos, além de formarem uma amostra mais homogênea, apresentando um desvio padrão menor que os alunos do ensino médio tradicional.

Figura 24 – Gráfico de densidade das médias finais entre os alunos dos dois grupos de estudantes analisados: oriundos do ensino médio propedêutico e do ensino médio técnico.



Fonte: Padilha; et. al. (2016) – Adaptado pelo autor

De modo que se pode notar, os dados afirmaram que os alunos que ingressaram na universidade após terem um contato prévio com a área que escolheram se especializar tiveram significativamente menos dificuldades que os alunos oriundos do ensino médio propedêutico. Isto sem dúvidas reafirma a importância de uma boa base de estudos durante o ensino básico para suportar um bom desempenho durante o ensino superior. Por outro lado, a escolha em cursar engenharia é feita, acima de tudo, de acordo com o interesse e as características individuais de cada candidato, e os alunos que puderam ter os primeiros contatos com o mundo de sua futura profissão através do ensino médio com cursos técnicos integrados se sentem mais familiarizados ao conhecimento exposto na graduação, conseqüentemente, tendem a ter uma adaptação melhor ao ambiente universitário, muitas vezes acompanhada de um bom desempenho. (PADILHA, A.; et. al. 2016)

5.4 A integração dos calouros ao ambiente universitário

Além da importância das bases educacionais recebidas durante o ensino médio, fatores ambientais e pessoais também pesam no desempenho dos ingressantes durante os primeiros períodos. A grande maioria dos cursos de engenharia oferecidos no Brasil se concentram nas regiões Sul e Sudeste, o que é razoável tendo em mente que a maioria da atividade industrial que demanda profissionais de engenharia está também inserida nestas regiões. A figura 25 expõe dois quadros que apresentam números que revelam esta ocorrência:

Figura 25 – Oferta de vagas de cursos de engenharia por região do Brasil e PIB.

	Norte			Nordeste			Centro - Oeste		
	Total	Público	Privado	Total	Público	Privado	Total	Público	Privado
Cursos	143	90	53	339	193	146	157	77	80
Vagas	12720	5294	7426	34130	11970	22160	19097	4413	14684
PIB (milhões de reais)	154.705.000			397.503.000			279.015.000		
População	15.864.454			53.081.950			14.058.094		

	Sudeste			Sul			Brasil		
	Total	Público	Privado	Total	Público	Privado	Total	Público	Privado
Cursos	1443	348	1097	488	207	279	2588	913	1655
Vagas	205214	22881	182333	41355	13817	27538	312516	58375	254141
PIB (milhões de reais)	1.698.590.000			502.052.000			3.031.865.000		
População	80.364.410			27.388.891			190.755.799		

Fonte: De Oliveira; Pereira; et. al. (2011) – Adaptado pelo autor

Tal acontecimento comprova que uma grande parte dos interessados em estudar engenharia precisam ou ser naturais das regiões privilegiadas ou estar dispostos a migrar para onde há mais oferta – e também demanda – de oportunidades. Este processo de mudança drástica de localidade – muitas vezes para lugares distantes – cria um vazio no círculo de relacionamentos do aluno ao deixar para trás a família e os amigos em sua cidade natal em busca do estudo. Os fatores emocionais influem na motivação dos aprendizes e o sentimento de integração ao ambiente acadêmico incentivam o aluno a perseverar na faculdade. (TIGRINHO, 2008)

Nas palavras de Mendes (2002) citado por Tigrinho (2008) este efeito é percebido:

“Quanto mais alta a percepção pelo aluno tem de sua integração acadêmica, menor a possibilidade de evasão. ” (MENDES 2002, apud TIGRINHO,2008).

É importante que a instituição de ensino desenvolva programas de integração entre os alunos com o objetivo de os mais novos criarem novos círculos sociais e fomentarem o sentimento de coletividade com os que já fazem parte do ambiente universitário. Acontecimentos como a “Calourada” realizada na UTFPR – Campus Campo Mourão, aliados a políticas sociais dentro da faculdade como o atendimento psicopedagógico aos estudantes, tendem a ser eficazes em estabelecer uma acomodação dos novos vinculados, e por consequência, proporcioná-los maior estabilidade para se desenvolverem academicamente.

6 ADVERSIDADES IDENTIFICADAS NA DOCÊNCIA EM ENGENHARIA

Outras variáveis que regem a eficácia do ensino de engenharia são encontradas quando a ótica se volta para o professor. Em sua grande maioria, os professores dos cursos de engenharia não possuem formação para a docência, apenas poucas disciplinas de pós-graduação são voltadas para esta área. Normalmente as escolas de engenharia deixam este assunto em segundo plano, e pouco se avança nas pesquisas em educação em engenharia quando comparado à outras áreas mais fomentadas.

É consensual entre os docentes dos cursos de engenharia o fato de que existem discentes realmente mal preparados para enfrentar os desafios impostos pela formação nesta área. Todavia, esta falha não está presente somente em um lado da moeda, e se estende também ao professor de engenharia, cujo aspecto pode ser tomado como um dos fatores determinantes nas buscas pelas falhas nos sistemas de ensino, pois evidencia que nem quem foi designado para ensinar foi efetivamente preparado para tal (COELHO, GRIMONI, 2014).

6.1 A formação do engenheiro professor

Da Silveira (2005) cita em seu livro que, as competências exigidas do engenheiro brasileiro em sua atuação até 1930 estavam apenas relacionadas ao domínio de uma linguagem técnica (mas não de sua aplicação) e da capacidade de adaptação à empresa em que trabalhava. Neste período, a política nacional encontrava-se na época da república velha, período inicial da democracia brasileira que lidava ainda com resquícios da monarquia, e que mantinha o poder em oligopólios. Como é característico de governos autoritários, algumas funções eram concedidas a certos profissionais pelas suas proximidades pessoais com os governantes, não importando seu grau de capacitação técnica, necessitando apenas por fins legais, de um diploma reconhecido pela instituição regente da profissão. Não era diferente com os engenheiros, e este profissional empregado por apadrinhamento, durante os intervalos de seu emprego principal, ministrava aulas em cursos de engenharia.

Percebemos através destas palavras que era comum que o professor das escolas de engenharia de antigamente fosse apenas um engenheiro com diploma e que por acaso tivesse tempo livre em sua agenda para assumir uma renda extra como “ensinador” – o termo errôneo é proposital para não confundir a com a profissão de professor, que exige uma formação adequada – e tal prática se mostrou extremamente nociva ao progresso do ensino de engenharia no Brasil.

O costume de empregar engenheiros com turnos disponíveis no ensino de engenharia ainda é uma prática comum até os dias de hoje. Em sua dissertação de mestrado, Santana (2008) afirma que era comum durante sua graduação em Engenharia Civil que os engenheiros bem-sucedidos no mercado de trabalho buscassem pela docência como uma forma de alcançar prestígio, não por real interesse na prática do ensino.

Atualmente as instituições de ensino dificilmente aceitariam um candidato apenas graduado em seu quadro de docentes, exigindo títulos maiores como pelo menos alguma especialização. Apesar deste fato sinalizar um avanço frente ao que era encontrado décadas atrás, ainda há uma condição muito preocupante: a grande maioria dos professores de engenharia não são capacitados para serem professores! Os cursos de graduação e pós-graduação em engenharia não contemplam a docência como uma atividade-fim de seus estudantes – mesmo constando como uma das atribuições do engenheiro estabelecidas pelo CONFEA/CREA – e negligenciam capacitação profissional para esta ocupação (SANTANA, 2008).

Santana (2008) pesquisou os currículos dos professores de três departamentos de engenharia da UFMT: Civil, Elétrica e Sanitária e Ambiental, para buscar quantificar a porcentagem de professores que possuíam alguma formação voltada para a profissionalização da docência. Respectivamente, os departamentos contam com os seguintes números de professores efetivos: 20, 23 e 17. Os dados obtidos pela pesquisadora são apresentados no quadro a seguir através da figura 26:

Figura 26 – Número de professores de três departamentos de engenharia da UFMT com algum contato com a área de educação.

Departamento	Especialistas na área de educação	Mestres em educação	Com aperfeiçoamento na área de educação	Participaram de eventos científicos da área de educação
Engenharia Civil	4	0	4	5
Engenharia Elétrica	2	1	0	0
Engenharia Sanitária e Ambiental	0	0	0	4
Total	6 (10%)	1 (2%)	4 (7%)	9 (15%)

Fonte: Santana (2008)

Na tabela acima podemos observar que o interesse pela formação em educação por parte dos engenheiros professores ainda é baixo. Ainda de acordo com Santana (2008), não há na tabela uma coluna relacionada ao doutorado em educação pois na população analisada não havia nenhum doutor da área.

Santana (2008) ainda aponta que os cursos de mestrado e doutorado visam criar pesquisas relacionadas às áreas pretendidas, o baixo interesse em investigar problemas na educação para a engenharia pode ser um indício de que não é relevante ao engenheiro-professor conceber pesquisas na área de educação. É interessante notar que durante todo o ensino de engenharia desde o primeiro semestre de graduação, há um professor que é engenheiro, porém como não são formados para a docência, a maioria destes professores apenas replicam as técnicas de ensino que receberam durante o período em que eram estudantes. Em sua dissertação de mestrado, a professora Lilian Santana do departamento de Engenharia Civil da UFMT afirma ter sido adepta desta mesma prática no início de sua carreira docente:

“...percebo que, na falta de formação e qualquer orientação sobre como exercer esta atividade, seguia o modelo dos professores que eu considerava como bons professores quando era aluna” (SANTANA, Lilian. Quando engenheiros se tornam professores. 2008, p.99)

Uma pergunta que cabe nesta conjuntura é a seguinte: como estes professores adquirem os conhecimentos necessários à docência? É possível pressupor que os aparatos indispensáveis para o ensino foram conquistados através da prática, mas o que garante que tais conhecimentos são realmente válidos, e que não contribuem para impedir o avanço do sistema de ensino praticado – caracterizado por Luiz Bevilacqua apud Guerra (2015) como ultrapassado – criando ainda mais dificuldades para que seus alunos assimilem o conteúdo apresentado?

Almejando investigar o tema, Santana (2008) escutou e biografou alguns professores de diferentes cursos de engenharia da UFMT para compreender em que momento estas pessoas deixaram de ser engenheiros para se tornarem professores, tanto profissionalmente quanto pessoalmente pois, segundo Pimenta, Anastasiou e Cavallet (2003), a auto identificação com a profissão de mestre é importante para construção da identidade docente, fundamental para o amplo exercício da docência.

Primeiramente, é trivial captar que o professor de engenharia é engenheiro antes de ser professor devido ao fato de cursar uma faculdade de engenharia, e só então desejar exercer o magistério. Também é razoável admitir que os alunos do ensino médio que escolhem graduar-se em engenharia não o fazem pelo desejo de se tornarem professores da área, mas por se idealizarem como profissionais do ramo da engenharia, em muito graças ao senso comum de que ser engenheiro atribui ao indivíduo prestígio social e bons salários (TIGRINHO, 2008). Porém, alguns alunos identificam-se com a carreira de docente ao decorrer dos estudos, sejam por quais forem seus motivos, como por exemplo: exercício da atividade de monitoria, desenvolvimento de pesquisas científicas, identificação com professores considerados como exemplares, dentre outros.

Normalmente, estes alunos têm interesse em cursar um mestrado e um doutorado em uma área específica para adquirir os conhecimentos mais aprofundados sobre tal assunto, e construir as bagagens técnicas necessárias para dar aulas, entretanto, a maioria acredita que apenas os conhecimentos específicos e a “afinidade inata por explicar” são suficientes para bem atuar como mestres, e que apesar de acreditarem que os desempenhos iniciais do exercício da profissão serão baixos, a prática e o tempo oferecerão o treinamento oportuno. (SANTANA, 2008)

A professora Lilian apoiou teoricamente seu trabalho sobre um tema discutido pelo filósofo alemão Friedrich Wilhelm Nietzsche denominado por “*vivências*”. Para o pensador, em resumo, as vivências são o que tornam as pessoas aquilo que são, ou seja, somos quem somos num certo momento devido aos fatos que vivenciamos (e como os vivenciamos) anteriormente, a forma com que construímos nossa individualidade – a palavra individualidade aqui refere-se ao termo formação do indivíduo. As vivências estão impregnadas em nosso ser, deixam marcas em nossos corpos, e as tendências que temos para fazer escolhas não são inatas, mas sim fruto de nossas vivências, que se relacionam e modelam nossas perspectivas. (SANTANA, 2008 apud Nietzsche)

Após fixado o conceito de vivência, a pesquisadora se baseia em outro princípio, desta vez fornecido com base nos estudos de Jacques Derrida, filósofo francês, que originou a *otobiografia*, um processo sistemático de escuta das vivências. Através deste método, foram ouvidas as vivências de alguns professores de engenharia da UFMT em busca de compreender por que motivo, como se tornaram e como se identificaram como professores, e também como acreditam que adquiriram os atributos necessários para a prática docente. Segundo a própria Lilian, a escuta das vivências desses professores lança luz sobre as dúvidas de como os engenheiros se tornam professores. Tarefa esta, aliás, que não acontece de uma hora para a outra, mas sim de acordo com todas as experiências vividas por eles.

Santana (2008) ressalta que os cursos de formação de professores promovem os saberes necessários para a docência, em contramão da popularmente aceita ideia de que o professor nasce com esta vocação, como um sacerdócio, e segue desde o início de sua vida encaminhado nesta jornada. Nietzsche também enfatiza este conceito apontando que as vontades do indivíduo foram construídas através de sua própria vivência e da experiência que tirou delas. Existem pessoas que exercem a profissão de professor com tamanha maestria que se pode supor que tenha nascido para tal, entretanto, existem ainda pessoas que apenas vislumbraram na profissão uma oportunidade, seja de um emprego estável, um complemento no salário, etc. Como os cursos de engenharia não oferecem e nem exigem formação para esta atividade, é comum que pessoas que percebam a docência apenas como mais uma tarefa rentável se apossam dos cargos, mesmo despreparados para a tarefa. Em contrapartida, o sistema de ensino da maneira que é executado forma bons profissionais, porém, este dado não é suficiente para limitar a pesquisa e o avanço em técnicas melhores de se lecionar.

Pimenta e Anastasiou (2005) apud Santana (2008) dizem que:

“...há um certo consenso de que a docência no ensino superior não requer formação no campo de ensinar. Para ela seria suficiente o domínio de conhecimentos específicos, pois o que a identifica é a pesquisa e/ou o exercício profissional no campo.” (PIMENTA E ANASTASIOU apud SANTANA, Lilian; Quando engenheiros se tornam professores, 2008, p.28)

E continuam dizendo que sob esta ótica:

“...o professor é aquele que ensina, isto é, dispõe os conhecimentos aos alunos. Se estes aprendem ou não, não é problema do professor, especialmente do universitário, que muitas vezes está ali como uma concessão, como um favor, como uma forma de complementar salário, como um abnegado que vê no ensino uma forma de ajudar os outros, como um bico, etc.” (PIMENTA E ANASTASIOU apud SANTANA, Lilian; Quando engenheiros se tornam professor, 2008, p.28)

Estas falas reforçam a ideia comum de que o professor do ensino superior não consegue perceber a necessidade de aprender como ensinar seus alunos, nem assume as responsabilidades pelo mau desempenho deles. Também é habitual que os professores engenheiros tentem encontrar fórmulas para os avaliar, esta tendência deve-se principalmente à formação da profissão sob a ideologia positivista, que em sua definição acredita que o conhecimento científico é a única forma de chegar à verdade. Isto demonstra que os problemas criados pela falta da formação para a docência também acometem assuntos ligados à forma de avaliação do aprendizado dos estudantes.

Pimenta e Anastasiou (2005) apud Santana (2008) ainda expõem que a teoria pedagógica é importante ao professor do ensino superior por permiti-lo rever e conduzir suas práticas sob a luz da teoria:

“...partindo de necessidades coletivamente detectadas, buscam deixar os professores em condições de reelaborar seus saberes, adquiridos em sua experiência de professor e de aluno e por eles considerados inicialmente como verdades, em confronto com as práticas cotidianas. Assim realizam a pesquisa da própria prática, analisando-a à luz dos quadros teóricos [...] Nesse sentido, os saberes da experiência são tomados como ponto de partida e, intermediados pela teoria, se voltam para a prática. Esse processo é fundamental na construção identitária da docência no ensino superior (PIMENTA E ANASTASIOU apud SANTANA, Lilian; Quando engenheiros se tornam professores, 2008. p.29)

Outro problema relacionado à este déficit, é que ele causa falta de autonomia do professor em sala de aula. A autonomia é definida por Pimenta, Anastasiou e Cavallet (2003) apud Santana (2008) como “a capacidade profissional de conceber e implementar novas alternativas diante da crise e dos problemas da sociedade”. A menor autonomia sentida pelos engenheiros-professores se torna evidente não somente quando percebem uma dificuldade de criação de maneiras distintas de expor o conteúdo em sala, mas também como a pouca criatividade de métodos para a avaliação do aprendizado dos alunos, recorrendo majoritariamente a fórmulas e coeficientes ponderadores de provas e trabalhos.

6.1.1 A construção da profissão de professor pelo engenheiro e sua identidade docente

De acordo com Santana (2008), a docência deve ser considerada uma profissão, isto é, tal atividade não pode ser resumida apenas a uma ocupação, mas sim, considerada como uma ação que depende de um conjunto de técnicas necessárias para bem executá-la.

Pimenta, Anastasiou e Cavallet (2005) definem que para de fato ser um docente é necessário se criar uma identidade docente, e continuamente expandi-la pelo exercício de reflexão das vivências de maneira sistemática segundo a teoria pedagógica, para que o jovem professor deixe de se identificar como aluno – e também como engenheiro em nosso caso – e comece a vivenciar a experiência da docência com novos olhares. As autoras ainda determinam que os saberes necessários para o bom exercício da docência são:

- Saberes da experiência;
- Saberes das áreas do conhecimento;
- Saberes pedagógicos, e por fim;
- Saberes didáticos.

Os *saberes da experiência* são os que foram construídos com a experiência ao longo de suas vidas, observando os professores que tiveram. Também são oriundos das interpretações

sociais do que é ser professor obtidas pelas pessoas de seu cotidiano, pela mídia, etc. Além de serem os saberes formados pela prática pessoal no ensino e pela sua reflexão.

Os *saberes das áreas do conhecimento* são os saberes específicos da área profissional ou científica, no caso abordado por este trabalho, são os conhecimentos técnicos de engenharia. São essenciais pois ninguém ensina aquilo que não domina, e estes são os mais valorizados no meio tecnológico e científico.

Os *saberes pedagógicos* são apresentados por Santana (2008) como sendo meios de organização dos processos educativos, abrangendo temas sobre o relacionamento professor-aluno, importância do incentivo no processo de aprendizagem do aluno, técnicas de ensinar e outros. Devem ser construídos durante o processo de estudo sistemático dos hábitos do professor à luz da teoria pedagógica, não apenas com a prática do ensino. Professores que não dominam teoricamente o assunto não são capazes de criar saberes pedagógicos.

Já os *saberes didáticos* segundo as palavras de Pimenta e Anastasiou (2005) apud Santana (2008) pg. 31, são descritos como “os que tratam da articulação da teoria da educação e da teoria de ensino para ensinar nas situações contextualizadas”. Estes saberes se comunicam com as práticas docentes e reorientados por elas, se expandem. Ainda segundo as autoras, especialmente no início da carreira de docente, os professores sem formação pedagógica tendem a pensar como aluno, misturando as experiências que tiveram em sua jornada até então, uma vez que ainda enxergam o ambiente acadêmico como alunos. A quebra desta perspectiva liberta o ex-aluno e agora professor para fazer as transformações que julgar necessárias, e permite a concepção da identidade docente. Entretanto, como os engenheiros professores não tiveram acesso ao campo da educação, a idealização de suas identidades docentes é prejudicada por não saberem analisar suas práticas, sobretudo se tratando do ensino universitário, que possui características multifacetadas e complexas.

A reflexão que o professor precisa praticar, sugerida por Pimenta e Anastasiou (2005) tem como referencial teórico o conceito de *profissional reflexivo* de Donald A. Schon, que quando aplicado especificamente à docência, torna-se o *professor reflexivo*. Este conceito busca conceber a experiência como fonte de um conhecimento sólido através da reflexão sistemática, e esta deve ser aplicada diretamente na ação em que o indivíduo atua, enquanto ele atua. Em outras palavras, o professor deve dar sua aula refletindo. Reflete-se durante a ação para continuamente transformá-la. Contudo, como os engenheiros-professores não possuem os conhecimentos teóricos destes mecanismos, ficam prejudicados para executar tal reflexão

sistemática em suas ações, e acabam recaindo sobre os vícios tradicionais da educação em engenharia.

O saber docente não surge unicamente da prática, o recurso teórico contribui para criar perguntas que antes do contato com ele não eram feitas. Abre novas perspectivas de análise, enriquece a investigação e contribui para uma reconfiguração das concepções do docente.

6.2 O sistema tradicional de ensino na engenharia

Numa reportagem de Guerra (2015), o professor emérito da Coppe-UFRJ Luiz Bevilacqua critica o sistema vigente de ensino de engenharia, classificando-o como “ultrapassado”. Tal sistema de ensino, conhecido apenas por “sistema de ensino tradicional” refere-se ao tipo de aula praticada desde as primeiras academias, e que é praticado até os dias atuais. Linsingen et al (1999) apud Flemming e Luz (2000), questiona a formação do engenheiro sob tal sistema quanto à sua capacidade de “aprender a aprender”. É ressaltado que o aluno ainda é condicionado a armazenar conhecimento ao invés de desenvolver a própria maneira de pensar, e recorrer à pesquisa para continuar este aprendizado.

O professor neste cenário, por sua vez, ocupa a posição de detentor único do conhecimento em sala de aula, delegando ao aluno apenas a condição de ouvinte. (SILVA E CECÍLIO, 2007). Este modelo é caracterizado por aulas massivamente expositivas, sem muita ou nenhuma interação entre professor e aluno, e pouco espaço para dúvidas, em que o professor concentra-se apenas em transmitir seu saber de forma clara e objetiva. Considerando que o aluno durante este momento está atento ao que lhe é apresentado, ambos, professor e aluno se sentem satisfeitos. Todavia, a dúvida, objeto chave na construção do aprendizado logo desabrocha, e o aluno nem sempre se sente livre para expô-la e acaba por perder sua linha de raciocínio. (ASSIS, 2004)

Souza (2000) apud Assis (2004) coloca que as seguintes etapas constituem o modelo tradicional de educação: Preparação, apresentação, assimilação e generalização/aplicação do tema proposto. Neste conjunto, há pouco espaço para a dúvida, pois esta acaba atrapalhando o desenvolvimento do raciocínio do professor (VASCONCELLOS, 1992).

Walter Antonio Bazzo, professor do departamento de engenharia mecânica da UFSC apud Santana (2008) coloca sua visão a respeito das expectativas do aluno e do professor em uma sala de aula com o sistema de ensino tradicional:

“Na mesma linha de raciocínio, o professor espera que o aluno assuma uma atitude atenta, bem comportada, que faça as perguntas certas nas horas certas, enfim, que siga os padrões sociais esperados para a comunidade dos engenheiros, na qual ele próprio foi formado.” (BAZZO, Walter (1998) apud SANTANA, Lilian (2008), Quando engenheiros se tornam professores. p. 46)

E continua ao comentar sobre o que se espera da aula:

“Aulas expositivas, silenciosas, bem organizadas, que permitam a atuação neutra dos indivíduos dela participantes, por exemplo, afiguram-se como mais proveitosas, porque permitem transmitir mais e melhor o conteúdo. As possíveis ‘perturbações’ que poderiam quebrar a sequência da transmissão do conteúdo ficam assim afastadas, garantindo um fluir lógico da reprodução dos conhecimentos já estabelecidos.” (BAZZO (1998) apud SANTANA (2008), Quando engenheiros se tornam professores. p. 46)

Estas palavras reiteram que a dúvida, agente fundamental para o aprendizado, nem sempre é bem-vinda durante as aulas por “quebrar” o andamento da apresentação do conteúdo abordado. Vasconcellos (1992) alega que isto mantém o aluno como um ser inerte, que não é solicitado durante a aula, e que apenas deve receber as informações vindas do professor. Tal conduta, não o permite deixar sua zona de conforto, não o estimula a ligar o que está aprendendo ao conhecimento que já detém, e o que lhe foi apresentado acaba por ficar disperso e sem sentido.

Em contraponto ao exposto por Bazzo, Loder (2005) apud Silva e Cecílio (2007) expõe uma das práticas do bom professor:

“O bom professor problematiza o conteúdo e desafia intelectualmente seus alunos. O bom professor não se limita a apresentar um conteúdo, a mostrar seu conhecimento, seu objetivo primeiro é o aprendizado do aluno. Nesse contexto, uma das estratégias eficazes consiste em trabalhar o conteúdo problematizando situações e solicitando dos alunos soluções. Dessa forma, o professor convida o aluno a participar dos rumos da aula e um verdadeiro processo de ensino aprendizagem se estabelece” (LODER (2005), p.9 apud SILVA e CECILIO, (2007) p.64).

O resultado do processo dito por Bazzo (1998) apud Santana (2008) se reflete no momento em que o aluno precisa desvendar algo por si só e se encontra incapaz de fazê-lo. Tal fato decorre porque o aluno não recebeu as instruções de como aprender, pois não foi emancipado de seu professor. O estudante ainda acredita que é o professor que deve lhe oferecer todas as informações disponíveis sobre os assuntos tratados, e o modo como elas se relacionam. Desta maneira, o aluno está apenas aprendendo a mecanizar o conhecimento, imitando seu mestre, e ao enfrentar desafios que se afastam dos casos conhecidos, se percebe inapto a encará-los.

Porém ao tentar modificar esta narrativa, o engenheiro professor esbarra novamente na falta dos saberes docentes para reinventar sua aula, e em alguns casos até desiste de tentar implantar uma nova metodologia de ensino ou avaliação. Em certas circunstâncias, incomodado por esta deficiência, ele busca por suporte na bibliografia para começar a criar seus saberes docentes e renovar sua prática sob a tutela da teoria pedagógica.

7 PROBLEMAS RELACIONADOS ÀS INSTITUIÇÕES DE ENSINO

Além das responsabilidades cabíveis ao aluno e ao professor, a própria instituição de ensino, com as medidas que são por ela decididas, influencia diretamente na formação de seus alunos. É a instituição que estabelece padrões para a atuação dos professores por ela contratados, cria vínculos com a comunidade vizinha à universidade e com o mercado da região, determina o posicionamento acadêmico frente à sociedade que a envolve. Crivelari (2000) apud Laurades e Ribeiro (2007) aponta que a relação educativa dos países está estreitamente ligada com o regime de produção vigente. Como foi mostrado por Da Silveira (2005), o engenheiro é um profissional de caráter social, que deve estar em sintonia com a comunidade em que se desenvolve, para poder observá-la, entender suas necessidades e com base em seus conhecimentos, transformá-la. Portanto, quanto mais ativa for a postura da direção da instituição de ensino de engenharia com a sua comunidade, mais preparado sairá o seu aluno, e mais integrado à realidade da sua região.

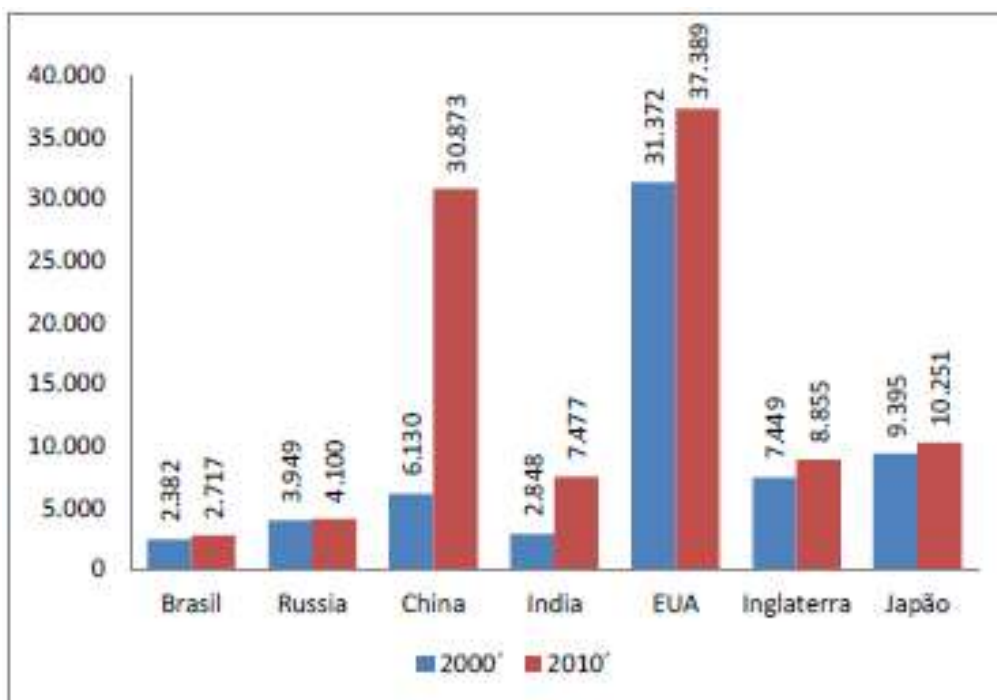
É também dever da instituição se atualizar e perceber as mudanças que o tempo imprime nas relações sociais, bem como nas necessidades do mercado para com seus alunos. É de sua responsabilidade buscar constantemente maneiras de aprimorar o modo com que formam os novos engenheiros, com visão de futuro e preparados para os próximos cenários econômicos. Laurades e Ribeiro (2007) revelam que os cursos universitários que outrora foram baseados numa lógica puramente tecnicista vêm discutindo com urgência a criação de um novo modelo de formação do engenheiro que contemple um leque maior, incluindo questões de dimensão humana e social, econômica e política. E ainda, atentam para a formação continuada deste profissional, que deverá acompanhar o dinamismo do mundo moderno.

Entretanto, é sabido que as universidades enfrentam diversos problemas que prejudicam o seu papel social, especialmente as públicas, que dependem exclusivamente de verbas liberadas pelo Estado, e sofrem diretamente com a oscilação das prioridades políticas dos governantes. A limitação de recursos financeiros é uma grande responsável pelos problemas de natureza institucional tanto no ensino básico quanto no ensino superior, especialmente na formação do engenheiro, uma profissão que tem como base o contato direto com tecnologias recentes, e por consequência, caras. Há também uma dificuldade sentida pelas instituições em conseguirem professores de engenharias para determinadas áreas. É comum encontrar cursos

com quadros de docentes escassos, com professores que se desdobram para conseguir cobrir todas as disciplinas requeridas pela grade. Nas situações em que faltam professores de determinadas áreas, devido a esta ausência outro professor, nem sempre especialista no assunto, assume a disciplina, comprometendo a qualidade da aula. (DE OLIVEIRA; ALMEIDA; DO CARMO,2012).

As consequências criadas por este cenário acabam por prejudicar a pesquisa em tecnologia desenvolvida aqui no Brasil. Comparando os índices brasileiros com os de países do BRICS e da OCDE através da figura 27, percebemos uma enorme defasagem de produção acadêmica brasileira na área de tecnologia em relação a estes países:

Figura 27 – Número de artigos publicados na área de engenharia entre 2000/2001 e 2010/2011



Fonte: De Oliveira; Almeida; Do Carmo (2012)

Estes números em muito se devem ao fato evidenciado por Oliveira (2018) de que a imensa maioria de produção científica brasileira se dá no ambiente acadêmico público, que depende exclusivamente de verbas públicas para avançar, visto que por complicações burocráticas o capital privado dificilmente chega aos laboratórios destas instituições. E com cortes históricos neste montante destinado às universidades públicas, a tendência é que o Brasil tenha ainda muitos obstáculos rumo à consolidação do status de potência tecnológica.

7.1 Os currículos e os perfis de formação dos cursos de engenharia

“Em uma conhecida boutade, um aluno pergunta a seu professor como pode ser mudado o currículo do curso de engenharia. Este responde que há duas formas, a normal e a milagrosa. O aluno pergunta pela forma normal. O professor lhe responde que é aquela em que um anjo desce ao Conselho Universitário e entrega um currículo novo. Naturalmente espantado, o aluno pergunta qual é, então, a forma milagrosa. Resposta: o Conselho Universitário encomendar pesquisas, discutir com os professores os seus resultados, os objetivos da universidade, os meios e as possibilidades, e então organizar e promulgar o novo currículo. Adiantando uma das críticas a esta boutade, cabe lembrar que mudanças em currículos não são realizadas de forma completa em um instante determinado. São realizadas ao longo de todo um demorado processo, começando pela escolha de uma visão de futuro, de um perfil de formação, passando pela elaboração, experimentação e avaliação de novos currículos, novas estratégias e novas metodologias, até a implantação incremental (e sempre experimental, isto é, sujeita a revisões) dos novos objetivos e métodos assim delineados.” (DA SILVEIRA, 2005, p. 2)

As palavras de Da Silveira (2005) relatam outro grande impasse que acomete a formação do engenheiro que é a definição do seu perfil de formação e a construção deste projeto pedagógico. Os cursos de engenharia não são – e não devem ser – iguais. O mesmo curso ofertado pela mesma instituição mas em câmpus diferentes não forma – e nem deve formar – o mesmo profissional. Cada colegiado, com as características dos professores que o compõe, além dos fatores socioeconômicos da região, vão decidir quais disciplinas serão ofertadas, quais terão mais enfoque e que área será mais privilegiada por aquele curso naquela instituição, ou seja, como será o curso ofertado, sua estruturação e como deverá ser o perfil do profissional egresso.

Sacristan (1998) apud De Castro (2010) considera que o que se entende por currículo é o processo que envolve uma multiplicidade de relações, abertas ou tácitas, em diversos âmbitos, que vão da prescrição à ação, das decisões administrativas às práticas pedagógicas.

É trivial compreender a importância destas decisões, afinal, serão a partir delas que os moldes para o andamento do curso se definirão, darão aos professores algumas diretrizes para aplicarem em suas aulas, nortearão o aluno em sua jornada, e afirmarão a função social do engenheiro formado por esta escola.

O currículo proposto deve ser explicitado ao aluno ingressante, para que este reflita e se identifique nas características do curso desejado (DE CASTRO, 2010). Se este processo fosse amplamente difundido, seguramente teríamos menos alunos decepcionados com o curso e por consequência, menores índices de evasão. Infelizmente, a maioria das coordenações não apresentam esta proposta aos candidatos às vagas de seus cursos, e algumas nem a decidem. O resultado desta equação muitas vezes é um aluno perdido, sem enfoque em uma área desejada

da sua profissão ou até mesmo frustrado com a decisão da escolha do curso, além de recursos gastos de maneira ineficiente, pois a falta de identificação com a formação escolhida pode gerar desânimo e letargia na formação, e até o abandono da cadeira.

Da Silveira (2005) relaciona o currículo de engenharia proposto por uma determinada instituição com o perfil de formação proposto por ela. Não é uma tarefa fácil traçar um perfil de formação. Dentre as várias necessidades que devem ser contempladas, a melhor resposta advém da intersecção ótima de várias exigências. O autor ainda mostra que para se determinar um perfil de formação, algumas questões devem ser levantadas, em sua opinião são estas:

- Quais perfis de formação para engenheiros são mais indicados para a situação atual?
- Como escolhê-los, diante de diferentes visões de futuro encontradas na academia e na sociedade, representando os mais diversos interesses? O que pode influenciar nesta escolha, ou o que deve ser levado em consideração?
- Como considerar a situação local de cada escola e as mutações do mercado de trabalho? (DA SILVEIRA, 2005, p. 57)

E que devem ser analisados em conjunto aos quatro campos de atuação profissional do engenheiro, também definidos por Da Silveira (2005) como:

- O campo das funções exercidas – técnico especializado, técnico generalista, gerente técnico, gerente com visão de mercado e gerente corporativo;
- O campo da profundidade e tipo do conhecimento necessário – treinamento técnico, conhecimento científico aprofundado, formação social ou gerencial aprimorada;
- O campo das disciplinas de engenharia – se refere à divisão dos saberes relativo às classes de problemas que são tratados ou ao tipo de produto ou serviço, e por fim;
- O campo que define o escopo da atividade de um dado engenheiro, as quais podem ser: pesquisa e desenvolvimento, produção industrial e administração.

De maneira explicitada anteriormente, o engenheiro é uma profissão que exerce um papel social complexo, especialmente na conjuntura atual do mercado e das relações de produção e consumo, onde cada vez mais a engenharia está se disseminando em diversas atuações fora da área técnica. Esta mudança deve ser percebida e contemplada durante planejamento dos cursos. Pesquisas de campo com a comunidade e as empresas próximas a universidade buscando compreender este cenário, o que ele precisa e valoriza na formação do

engenheiro, podem auxiliar este planejamento, que além de outros benefícios, promove uma aceitação mais rápida deste novato no mercado de trabalho.

Santana (2008) expõe em sua dissertação a experiência que teve quando foi coordenadora do curso de Engenharia Civil da UFMT. Ela ressalta que antes de exercer a posição de coordenadora, preocupava-se apenas com as disciplinas que lecionava, e com o que fosse relacionado a elas. Porém, ao assumir a direção do colegiado, passou a se preocupar com o curso como um todo, e não de forma isolada como anteriormente. Ainda, mostra que durante seu mandato, as questões pedagógicas foram se tornando interessantes para ela, passou a conversar mais com os alunos e a perceber o processo de ensino-aprendizagem sob outros vieses. Também afirma que a experiência a conduziu a buscar uma formação na área da educação para engenharia, ao perceber a lacuna que a falta dos conhecimentos pedagógicos lhe proporcionou durante o mandato. Novamente, percebemos mais uma etapa em que o conhecimento da teoria pedagógica se faz necessário, a preparação e estruturação do curso.

Com o objetivo de auxiliar as instituições na empreitada do planejamento curricular, vêm surgindo orientações para os cursos superiores chamadas Diretrizes Curriculares, que para os cursos de engenharia, aprovada em 11 de março de 2002 é conhecida por Resolução CNE/CES n.11. Segundo estes comandos, os cursos de engenharia devem oferecer aos seus alunos condições para desenvolverem as seguintes habilidades e competências:

- Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
- Identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- Avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- Atuar em equipes multidisciplinares;
- Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;
- Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- Avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia e;

- Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Esta mesma DC reforça que os engenheiros devem possuir liberdade de escolha de cursar disciplinas que acreditem ser interessantes para suas formações, sejam elas da área da engenharia ou não. Isto concede um caráter idiossincrático a cada estudante, mostrando que por mais que haja um padrão de formação de uma instituição, cada um de seus engenheiros possui uma formação única, dotada de sua visão crítica de mundo, fundamentada pelas suas vivências.

Ainda, a liberdade de escolher a própria grade incentiva o estudante de engenharia a se aventurar em outras áreas, aguçando-o ao conceito de multidisciplinaridade. Sob o olhar de Da Silveira (2005):

“A universidade atual não deve se restringir às limitações impostas por sua repartição em faculdades ou departamentos relacionados às disciplinas acadêmicas. As demandas sociais e dos mercados, em especial a necessidade de desenvolver recursos humanos com uma nova visão, não podem ser alcançadas sem a presença de um forte ambiente multidisciplinar, orientado de acordo com problemas concretos colocados pelo mercado, pela indústria ou pela sociedade”. (DA SILVEIRA, 2005. p. 97)

Sob a ótica de Da Silveira (2005), um projeto de engenharia é por definição, multidisciplinar. Entretanto, esse contato entre diferentes áreas do conhecimento ainda é pouco praticado dentro da sala de aula. Além das questões burocráticas que fazem parte da gestão acadêmica para oficializar tais propostas, é necessário também estrutura física e pedagógica para que este propósito seja realmente implantado. Não depende apenas do aluno, o curso deve ser preparado para absorver esta abordagem variada de forma sistêmica, para que ela ofereça realmente bons resultados. Professores e coordenadores devem trabalhar em conjunto não só dentro da universidade, mas também fora dela, estreitando laços com a indústria local, trazendo os problemas reais para dentro do ambiente acadêmico e firmando uma cooperação plena entre teoria e prática.

7.2 Integração entre a academia e a sociedade

A universidade deve permitir que os problemas da sociedade sejam ativamente estudados por seus alunos, de maneira que eles fixem e exercitem o conhecimento adquirido

durante as aulas colaborando com a solução de problemas reais. Desta forma, introduz-se a real engenharia praticada pelo engenheiro profissional logo durante o período acadêmico, incentivando o aluno a continuar desenvolvendo seus saberes para conseguir lidar com problemas mais complexos.

Uma maneira de possibilitar essa abertura da universidade à comunidade pode vir através das empresas juniores. Estas empresas são organizações sem fins lucrativos criadas e administradas pelos estudantes dos cursos superiores, que visam proporcionar ao aluno uma vivência real do mundo dos negócios de sua área (RICHARDSON, 2017).

Os objetivos da empresa júnior definidos por Richardson (2017) são:

- Fomentar o aprendizado prático do universitário em sua área de atuação;
- Aproximar o mercado de trabalho das academias e os próprios acadêmicos;
- Gerir com autonomia em relação à direção da faculdade ou centro acadêmico;
- Elaborar projetos de consultoria na área de formação dos alunos.

Richardson (2017) ainda expõe que a atuação da empresa júnior visa beneficiar três grupos:

- Os alunos participantes;
- As empresas contratantes;
- As instituições de ensino.

No caso das engenharias, com o ambiente acadêmico fomentado por pesquisas na área tecnológica, os resultados obtidos podem ser norteadores de projetos da própria comunidade. Bem como o uso dos conhecimentos dos professores dos cursos, que orientarão os alunos participantes, e que em sua maioria são mestres e doutores dotados de um vasto conhecimento teórico que o mercado, especialmente o brasileiro, não absorve diretamente. Através da atuação da empresa júnior, a comunidade recebe mais facilmente os frutos dos investimentos na formação de profissionais altamente qualificados, e a universidade, em troca, recebe notoriedade e respeito da comunidade, fortalecendo os vínculos com as indústrias locais.

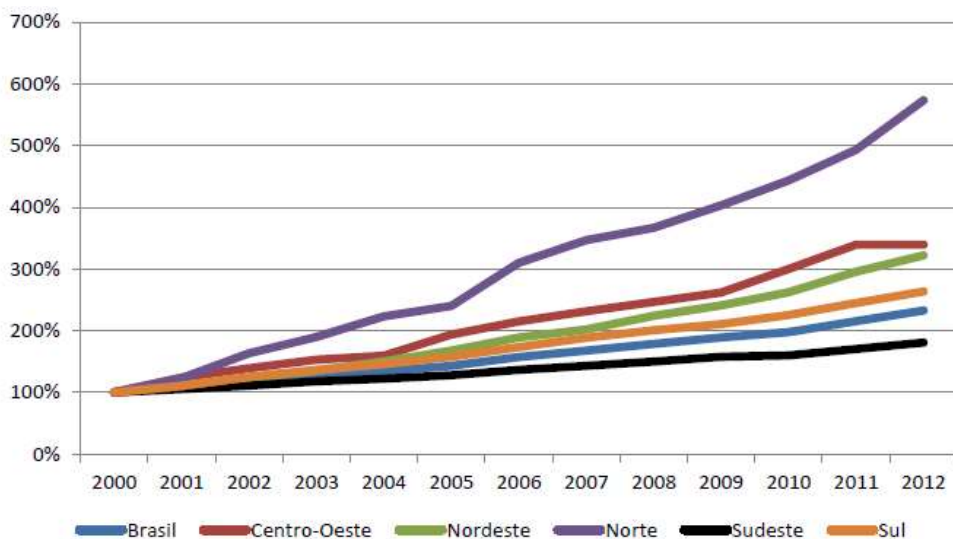
Outra maneira de provocar uma interação entre a academia e sua respectiva comunidade se dá pelo meio de pesquisas científicas como as produzidas nos cursos de pós-graduação. Usualmente, é neste período de qualificação que o pesquisador deseja aplicar um profundo

conhecimento teórico sobre problemas reais, criando soluções diretas para problemas de sua região.

Todavia, como mostrado na seção 5.4, a preponderância de oferta de cursos de graduação e pós-graduação em engenharia é encontrada na região sudeste, e portanto, a maioria dos projetos desenvolvidos são focados em dilemas desta porção do país. Nesta circunstância, a pesquisa em engenharia perde uma parcela significativa de seu caráter social por se distanciar das regiões menos desenvolvidas, permitindo que a maioria dos projetos se sobreponham em seus objetivos e em suas localizações, fazendo com que a desigualdade de desenvolvimento humano e tecnológico entre as regiões brasileiras se mantenha elevada.

A grande vantagem de se incentivar o desenvolvimento de programas de pós-graduação, não apenas de engenharia, nas regiões distantes dos atuais polos tecnológicos é o extenso potencial de expansão destes programas e de suas influências no desenvolvimento de seus respectivos locais, aliando o conhecimento gerado na universidade às necessidades daquelas regiões. Tomemos como exemplo a região norte, que em números absolutos possui poucos cursos de pós-graduação, mas que vêm crescendo acima da média nacional (SALERNO, M. S.; et. al. 2014). O gráfico mostrado na figura 28 adiante demonstra esta concepção. As linhas foram traçadas de maneira independente para cada região, tomando como referencial inicial o desenvolvimento da própria região no ano de 2000.

Figura 28 – Crescimento percentual dos cursos de pós-graduação nas regiões do Brasil tomando os números das próprias regiões no ano 2000 como referencial inicial.



Fonte: Salerno; et. al. (2014)

8 A PERCEPÇÃO DO MERCADO SOBRE O ENGENHEIRO RECÉM FORMADO

O modelo de formação alemão discutido nos capítulos iniciais ainda é reconhecido como o melhor sistema de formação de engenheiros do mundo. O principal motivo para isto é a integração profunda entre a faculdade e as empresas durante todo o período da formação dos alunos.

Os estudantes alemães são obrigados a participar de um estágio em duas fases da graduação. O primeiro, ainda durante o módulo básico da formação, de duração mais curta e chamado de *Studien Arbeit*, e o segundo, desta vez na fase final da formação e com duração de um ano (em média) necessário para a obtenção do diploma (*Diplom Arbeit*). Este último é frequentemente apontado como um fator de atraso da formação dos alunos alemães, que deveriam se formar em cinco anos – no caso do engenheiro de formação longa – mas que pela necessidade de cumprir o período de estágio acabam, frequentemente, atrasando a entrega da tese de formação (DA SILVEIRA, 2005).

Mesmo com o imprevisto do atraso, o profundo período de estágio praticado pelo aluno acaba por fornecer-lhe os conhecimentos práticos de sua profissão em um alto grau, proporcionando uma real perspectiva de sua atuação profissional, principalmente por este estágio ser realizado, majoritariamente, em uma empresa de ponta, conveniada com a universidade. E que culmina em entregar ao mercado um profissional com grande autonomia desde o início de sua carreira.

Este fato não é comum no Brasil, e a percepção geral do mercado brasileiro com seus novos engenheiros é bem diferente. O consenso diz que o jovem profissional não é maduro o suficiente para atuar sozinho, precisa de prática para obter uma boa autonomia profissional. Em entrevista concedida à revista AECweb, Mauro Piccolotto Dottori que é presidente da MPD Engenharia afirmou:

“Um engenheiro (civil, no caso) demora, pelo menos, cinco anos para poder ‘tocar’ uma obra sozinho. O ciclo de uma construção é de dois anos. O profissional precisa fazer a primeira para aprender, a segunda para começar a se desinibir, e, na terceira – se conseguir passar essas duas fases –, estará apto” (DOTTORI, Mauro apud ABIKO; NETO; ESTEVAN; et. al.)

As palavras de Mauro demonstram que o engenheiro civil recém-formado, precisará de outros cinco anos, desta vez de “formação prática”, para exercer com plenitude a profissão. Tamanha lentidão para alcançar esta maturidade reforça o discurso de que os alunos saem da faculdade com um grande desfalque, especialmente com relação aos assuntos do exercício da profissão de engenheiro.

Alguns empresários da construção civil se mostram insatisfeitos com o que é abordado no curso de engenharia civil, especialmente. De acordo com Luiz Augusto Milano, fundador e presidente da Matec, o currículo das faculdades é um problema: “15% você aproveita, 85% não é usado”. Outro empresário, Yorki Oswaldo Estefan, fundador e sócio da Conx Construtora e Incorporadora, completa: “Em muitas faculdades o que é ensinado sobre métodos construtivos é igual ao que era ensinado há 30 anos”. Os empresários valorizam uma formação multidisciplinar diz Abiko, no caso da engenharia civil, uma área pouco explorada é a de gestão e gerenciamento, bem como de contratos, que exigem conhecimentos específicos. (ABIKO; NETO; ESTEVAN; et. al.)

José Pastore, sociólogo da Faculdade de Economia e Administração da USP apud Costa (2013) reforça a voz dos empresários: “Os empresários não querem canudo. Querem capacidade de dar respostas e de aprender coisas novas, e quando testam isso nos candidatos, rejeitam a maioria”. Sua afirmação remete diretamente ao modelo de formação aplicado, que intensifica a manutenção deste cenário de profissionais replicadores. Pastore ainda conclui: “Ocorre que a explosão de escolas superiores não foi acompanhada pela melhoria da qualidade. A grande maioria das novas faculdades é ruim”. Tal fala converge com o apontado por Rydlewski (2014), apresentado na Seção 4.3.

Outro nome de peso, o professor emérito da Coppe-UFRJ Luiz Bevilacqua também entende que o ensino de engenharia está descompassado com a real necessidade do mercado, e concorda também que cada curso deve ser pensado com um propósito, tal como podemos ver em seu relato à seguir:

“O mundo está evoluindo rapidamente e não adianta ignorarmos as novas tecnologias, temos que assumir os riscos. Os alunos que se formam hoje estarão diante de desafios que eles não encontraram durante a graduação. As empresas estão tornando as universidades corporativas e temos que formar engenheiros competentes acompanhando as mudanças que são impostas. Cada problema deve ser tratado de uma forma diferente. Não podemos ter o mesmo ensino em Manaus e em Porto Alegre, são características e necessidades diferentes.” (BEVILACQUA, Luiz apud GUERRA, Rayanderson, 2015)

9 MUDANÇAS NO CENÁRIO NACIONAL E MUNDIAL

Instituições de ensino no Brasil e no mundo estão procurando soluções para lidar com os desafios expostos, que são abundantes e complexos. Algumas respostas já estão sendo dadas, e mesmo que pontuais, já demonstram que há um esforço corrente para aprimorar a formação dos engenheiros do futuro.

A adoção de técnicas diferenciadas de lecionar, aulas em formatos diferentes, ênfase em projetos reais e o aumento da multidisciplinaridade da formação são algumas das transformações em andamento que visam quebrar as barreiras existentes entre o ensino e a real prática de engenharia. Ao redor do mundo, cada vez mais percebe-se também uma conexão entre diferentes universidades, programas de intercâmbio acadêmico como o EHEA, praticado na Europa e definido durante o processo de Bologna são apostas para globalizar os alunos e os professores, além de lhes oferecer uma maior liberdade de escolha de sua própria formação. Algo semelhante acontece em território nacional, várias universidades brasileiras vêm formando acordos de intercâmbios acadêmicos em busca de ofertar a seus alunos uma oportunidade de estudar em instituições de referência mundial no ramo da tecnologia com o intuito de voltarem ao país com um conhecimento diferenciado, que possa ser propagado aos alunos que aqui ficaram e que contribua na evolução do ensino brasileiro. (EUROPEAN..., 2015)

No Brasil, com o propósito de estimular a discussão das adversidades encontradas na formação do engenheiro brasileiro, representantes destas instituições de ensino de engenharia se organizaram e fundaram em setembro de 1973 a ABENGE – Associação Brasileira de Educação em Engenharia, atualmente sediada no Distrito Federal. Os objetivos gerais da ABENGE podem ser encontrados em seu estatuto, dentre os principais destacam-se:

- Promover trocas de informações sobre as atividades e problemas de interesse comum, sobre as ideias ou planos que possam resultar em melhoramento geral da administração, do ensino, da pesquisa e da extensão;
- Promover a cooperação no planejamento do desenvolvimento do ensino de engenharia, coordenando informações e levantando dados sobre o mercado de trabalho e as necessidades imediatas e futuras do país;
- Promover o apoio na obtenção de fundos e financiamentos para o ensino, a pesquisa científica e tecnológica e a extensão, para o

melhoramento de laboratórios, bibliotecas, métodos de ensino e outros;

- Promover medidas que objetivem a especialização e aperfeiçoamento do pessoal docente, de engenheiros e de técnicos;
- Promover a melhoria das condições do estudante de engenharia, visando a sua plena formação profissional de forma crítica e reflexiva. (ABENGE)

A criação da ABENGE, e por consequência, os eventos desencadeados por ela, demonstra que há um interesse entre os engenheiros, técnicos, professores e profissionais da engenharia em discutir formas de qualificar continuamente os novos alunos, para que atuem e transformem a sociedade atual com uma visão analítica e ampla, aplicando os princípios da engenharia sobre a própria engenharia, desejando-se que seus efeitos se propaguem sobre a comunidade. (ABENGE)

Também é notável o aumento de programas que visam fomentar a formação continuada do engenheiro, especialmente dando suporte para os que praticam a docência. Especializações, mestrados e até doutorados na área de educação em engenharia vêm ganhando seus espaços dentre as linhas de pesquisas já consolidadas. Em números absolutos ainda são pequenos, entretanto, ressaltam que cada vez mais esta problemática vem recebendo atenção das instituições de ensino.

9.1 Novas abordagens de ensino para a engenharia

Sob a visão de Ruiz (1998) apud Colenci (2000), diz que segundo especialistas, o importante nos dias de hoje para obter-se sucesso no mercado de trabalho é ser um profissional capaz de ocupar diferentes cargos, não apenas os designados pela sua formação original. Entretanto, tal competência só pode ser desenvolvida se o profissional aprendeu a aprender, ou seja, se tiver bem desenvolvida a capacidade de se instruir, pesquisar, avaliar e tomar decisões. São estas as habilidades que devem ser desenvolvidas na universidade, especialmente em cursos de engenharia. Elas geram uma autonomia para o indivíduo de forma que este pode caminhar sobre diversas áreas do conhecimento. Ainda segundo a autora, a sala de aula com giz e lousa, onde o professor escreve e o aluno copia com o objetivo de estudar para uma prova na qual replicará o conhecimento, culmina por formar técnicos e não “gente que pensa”.

O chamado “aprender a aprender”, enfatizado nesta conjuntura, compreende-se por uma postura adotada pelo aluno em que ele por si só é capaz de buscar o conhecimento, sintetizá-lo e anexá-lo ao que ele já possui, expandindo sua perspectiva. Esta competência é construída quando o ensino praticado se enfoca menos sobre o objeto a ser dominado e acentua-se sobre a pessoa, tornando-a capaz de criar e avaliar processos. (COLENCI, 2000)

Kuri (1990) apud Colenci (2000), mostra em seus estudos que professores de disciplinas com altos níveis de reprovação optam majoritariamente por aulas do tipo expositivas e com atividades que se iniciam após a apresentação do conteúdo, como exercícios propostos, o tal modo tradicional. Tais modos não podem ser considerados ineficazes, entretanto, negligenciam outras possibilidades de desenvolvimento do aluno.

Howard Gardner, psicólogo da Universidade de Harvard propôs que cada pessoa é dotada de oito tipos de inteligência: inteligência musical, inteligência lógico-matemática, inteligência linguística, inteligência corporal-cineástica, inteligência visual-espacial, inteligência intrapessoal, inteligência interpessoal e por último, inteligência naturalista. Cada uma destas descrevem uma maneira do indivíduo aprender e reagir ao ambiente em que se encontra inserido. Belhot (1997) aponta que, de acordo com a teoria de Gardner, o ensino ministrado sob a forma tradicional enfatiza apenas duas das oito qualidades de inteligência, são elas: a linguística e a matemática.

Frente a isto, novas metodologias de ensinar vêm sendo desenvolvidas e aplicadas. Estas visam principalmente como nos diz Colenci (2000), proporcionar ao aluno compreender a importância da pesquisa como forma de obtenção de conhecimento, a flexibilidade de aprender sobre diversos assuntos e a desenvolver-se melhor em trabalhos em grupo, contemplando diversas habilidades apontadas por Da Silveira (2005), Bevilacqua apud Guerra (2015), Abiko; Neto; Estevan, citados anteriormente. Como o engenheiro do futuro tende a se direcionar cada vez mais à multidisciplinaridade e a ocupar cargos não técnicos, é fundamental que disponha destes conhecimentos. Alguns exemplos destas novas metodologias são: a aprendizagem por jogos, a aprendizagem baseada em problemas (Problem Based Learning – PBL), a aprendizagem baseada em projetos (Projec Based Learning – PjBL) e a aprendizagem por descoberta. Já existe um grande número de escolas de engenharia que estão adotando tais metodologias, e a tendência é que este número cresça nos próximos anos.

9.1.1 Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP (Problem Based Learning – PBL)

A principal metodologia dentre as anteriormente citadas foi inicialmente criada para ser uma maneira alternativa de ensinar os alunos do curso de medicina da Universidade de McMaster no Canadá. O Problem Based Learning – PBL, em português, Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP, é uma abordagem de ensino não tradicional, que busca criar uma situação em que o aluno construa seu conhecimento a partir das ferramentas que já possui, antes de se divulgar uma solução para a situação exposta. Desta forma, o aluno desenvolve uma maneira própria de aprender e não apenas recebe o conhecimento “mastigado” pelo professor. Considerado um sucesso, o método sofreu diversas mudanças desde a primeira idealização, que lhe permitiu ser implantado em diferentes áreas do conhecimento e em diferentes países.

Belhot (1997) descreve o método ABP como um modelo instrucional caracterizado pela utilização de problemas reais com o objetivo de contextualizarem ao estudante o conhecimento que será apresentado, instigando-os.

Sob o olhar de Sesoko e Neto (2014), o PBL pode ser compreendido como uma metodologia colaborativa, construtivista e contextualizada, em que o professor utiliza-se de uma sequência de situações problemáticas que são propostas aos alunos, em grupos ou individualmente, antes que o conhecimento específico para solucioná-las seja apresentado. Contudo, não existe uma resposta única para o problema, mas um conjunto de possíveis saídas, e os problemas possuem como característica objetivos contraditórios e/ou condições de contorno complexas, que balizarão as decisões tomadas pelos alunos. O objetivo principal do PBL é colocar o aluno em cheque, com situações de tomadas de decisão e de questionamento coincidentes com situações reais.

As funções a serem executadas durante o PBL são descritas por Belhot (1997) como:

- Determinar se o problema existe;
- Fazer uma descrição exata do problema;
- Identificar as informações necessárias para entender o problema;
- Identificar os recursos necessários para coletar as informações sobre o problema;
- Gerar as possíveis soluções;
- Analisar as soluções; e por fim
- Apresentar estas soluções de forma oral ou escrita

O método se apoia em dois pontos básicos da teoria cognitivista, o primeiro é que desperta no estudante interesse, fazendo com que ele trabalhe percebendo que aquele conhecimento é relevante. O segundo, é que quando colocadas em situações que não são prontamente entendidas, as pessoas tendem a buscar mais informações sobre o assunto. (BELHOT, 1997)

De maneira simplificada, a execução do método PBL é dada por Belhot (1997) através dos seguintes passos:

1. **Fornecer o problema** – O professor apresenta aos alunos um problema mal estruturado ou uma situação em que eles não disponham de conhecimento suficiente para solucionar. Isto faz com que os estudantes busquem obter informações e conhecimentos que serão necessários para dar a saída do problema.
2. **Listar o que se conhece sobre o problema** – Os estudantes em grupo listam o que conhecem sobre a situação apresentada. Estas informações são organizadas sob o título: “O que sabemos?”.
3. **Definir o problema** – A definição deve ser feita partindo da análise do que os estudantes conhecem. Tal definição possivelmente deverá sofrer uma revisão assim que novas informações forem confirmadas. Normalmente, as definições são baseadas por incongruências, discrepâncias, anomalias ou as vontades de um cliente.
4. **Listar o que é necessário para a solução** – Os alunos deverão encontrar dados que possam contribuir para o desenrolar do problema. Cria-se então uma segunda lista, desta vez nomeada de “O que precisamos saber?”, cujos itens guiarão as novas buscas por outras informações.
5. **Listar as possíveis ações e suas restrições** – Nesta etapa, uma nova lista de “O que devemos fazer?” será criada, e ela deverá ser preenchida com as medidas que o grupo decidir tomar que auxiliarão a execução do processo. Por exemplo, consultar um especialista ou realizar um experimento.

6. **Apresentar e defender a solução definida** – Como parte final do processo, os alunos se comunicam oralmente ou de forma escrita com o professor e o restante da turma e apresentam a solução encontrada pelo grupo e os motivos que os levaram a adotá-la como saída. Deve estar incluso nas informações apresentadas dados como a definição do problema, as questões levantadas, os dados obtidos e as análises realizadas que levaram às soluções encontradas.

O objetivo de apresentar um problema mal estruturado, ou complexo aos alunos é forçá-los a perceber que as informações dadas pelo professor não são suficientes, ou até mesmo equivocadas. Tal fato os instiga em pesquisar em diversas fontes, de forma a coletar mais peças para completarem o quebra-cabeça. Como cada problema é único, assim como os encontrados durante o exercício da profissão, não existe uma receita exclusiva, várias possibilidades são plausíveis e podem ser consideradas, cabendo aos alunos angariarem fatos que suportem a posição defendida por eles.

Para realizar o projeto, os alunos também devem exercitar capacidades de trabalho em grupo, delegar tarefas e dividir o trabalho. O professor também deve incentivar que os alunos troquem informações com outros estudantes, inclusive de outras escolas, para que se norteiem em suas buscas e tenham acesso à mais opiniões. Estudantes acostumados às aulas expositivas tendem a se sentir desconfortáveis com o formato do PBL durante algum tempo, e cabe ao professor certificar-lhes de que são pesquisadores e que nem sempre a vida oferecer-lhes-á a maneira exata de solucionar um problema. Caberá também ao professor transformar sua concepção docente, pois as situações em que o PBL o levará serão diferentes das encontradas no cotidiano do ensino tradicional. Este, portanto, deve estar preparado teoricamente para tal exercício. (BELHOT, 1997)

9.2 Formação pedagógica do engenheiro professor

Atualmente no Brasil, não há exigência estrita de conhecimento pedagógico regulamentado para lecionar em uma instituição de ensino superior, basta apenas o candidato comprovar as aptidões técnicas. A segunda Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), lei nº 9.394/96, artigo 65, prevê que: “a formação docente, exceto para a Educação Superior, incluirá prática de ensino de, no mínimo, 300 horas”. Logo, pode-se interpretar diretamente que a capacitação profissional para o docente do ensino superior far-se-á através dos cursos de pós-graduação, em especial, mestrados e doutorados (SESOKO e NETO, 2014).

Conforme apresentado neste trabalho, esta complacência da lei culmina em retardar a preocupação dos docentes de áreas técnicas em buscarem obter as ferramentas necessárias para o pleno exercício do magistério. E tal incapacidade vêm sendo observada cada vez mais devido às mudanças nas relações pessoais geradas pelo amplo acesso ao conhecimento proporcionado pela internet.

Em busca de sanar as deficiências apontada por especialistas na profissão do engenheiro-professor causadas pela falta dos tais saberes docentes, as universidades estão se preocupando em oferecer cursos que compensem este déficit. Diversos programas de pós-graduação em educação para a ciência, tecnologia e engenharia estão sendo criados, de forma a preparar realmente o instrutor da área para exercer com plenitude a profissão de docente. O início desta empreitada deu-se em 1999, quando a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES instituiu aos seus alunos bolsistas a obrigação de cursarem uma disciplina de iniciação à docência durante seus respectivos cursos de pós-graduação através da Resolução 065/00, posteriormente alterada pela resolução 013/00. Entretanto, estas disciplinas exigem muito pouco dos que as cursam, normalmente é apenas um rito formal com quantidade baixíssima de horas que quase nada acrescentam ao aluno. Desta forma, alguns programas de pós-graduação em engenharia têm incentivado a criação de disciplinas mais completas ou até mesmo cursos integralmente dedicados para a capacitação dos novos docentes e para dar continuidade aos que já atuam. Como exemplo deste fato temos o Programa de Assistência à Docência (PAD) da UFRN, o Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE) da Poli-USP, o Processo de Formação Continuada no Instituto Federal do Rio Grande do Sul – IFSul Campus

Passo Fundo e o Programa de Especialização em Docência para o Ensino de Engenharia ofertado pela PUC-Minas.

O PAD oferecido na UFRN tem como objetivo propor a formação para a docência dos pós-graduandos e acompanhar as ações integradoras entre os níveis de ensino de graduação e pós-graduação por meio da docência assistida. (PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO UFRN, 2018).

Já o PAE ofertado pela Poli-USP, destinado exclusivamente para os alunos de pós-graduação dos programas de mestrado e doutorado da universidade, visa aprimorar a formação do pós-graduando para atividade didática de graduação em duas etapas: preparação pedagógica e estágio supervisionado em docência. (PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO USP, 2016).

O programa do IFSul não possui os mesmos moldes pois seu objetivo era capacitar os professores já formados, que atuavam no curso Técnico em Mecânica, desenvolvendo atividades de acompanhamento por especialistas da área pedagógica nas diversas etapas que constituem a atuação do docente. (DE OLIVEIRA. et. al., 2014)

O Curso de Especialização em Docência para o Ensino de Engenharia da PUC-Minas com duração de 432 horas/aula já é mais completo, oferece uma base mais sólida sobre os saberes docentes específicos para o ensino de engenharia. Os objetivos do programa são: oportunizar a formação continuada de professores de cursos de engenharia, promovendo atitudes crítico-reflexivas diante de sua prática docente, tendo em vista as possibilidades e os desafios do ambiente universitário no mundo contemporâneo. A figura 29 demonstra os tópicos abordados neste curso de especialização. (PUC MINAS IEC, 2018)

Figura 29 – Tópicos abordados pelo programa de especialização em Docência para o Ensino de Engenharia – PUC Minas

- Educação, Ciberespaço e Cibercultura
- Fundamentos, Metodologias e Recursos Didáticos no Ensino
- Juventude e Mundo Contemporâneo: cultura juvenil e vulnerabilidade no ambiente escolar
- Metodologia do Trabalho Científico
- Relações Pedagógicas no contexto da Educação para a Cidadania
- Ensinando Engenharia no Século XXI
- Metodologia do Ensino Superior
- Currículo para os Cursos de Engenharia
- Políticas Públicas no Ensino Superior
- Gestão Educacional: desafios do ensino superior
- A Interdisciplinaridade no Ensino de Engenharia
- Avaliação do Processo de Ensino Aprendizagem
- Psicologia da Educação

Fonte: PUC MINAS IEC (2018)

Os três exemplos apresentados são de cursos pequenos, com baixa carga horária, mas não diminuindo suas importâncias. O curso de especialização da PUC-Minas, porém, já possui um escopo maior devido sua carga horária mais elevada, e também concede um grau acadêmico. Entretanto, quando nossos olhares se voltam para fora do país, percebe-se que é comum encontrar programas de mestrado e doutorado unicamente voltados para a preparação do professor de engenharia. Este cenário demonstra que há a real necessidade de se criar projetos que contemplem de maneira sólida a preparação do docente em engenharia como os programas encontrados por Coelho, Grimoni e Nakao (2012) apud De Oliveira, et. al. (2014) ofertados por várias universidades estadunidenses, como as seguintes: Instituto Politécnico e Universidade Estadual da Virgínia – Virgínia Tech, Universidade Carnegie Mellon, Universidade Estadual do Arizona, Universidade da Califórnia – Berkley, Universidade do Estado de Ohio dentre outras. De forma resumida, os pesquisadores apresentam os cursos da Universidade Estadual do Arizona e o da Universidade Virgínia Tech:

- **Universidade Estadual do Arizona:** O curso de doutorado encoraja os alunos a criarem um foco interdisciplinar e a defenderem teses com contribuições originais em educação de engenharia com ênfase no ensino e aprendizagem, formulação de currículo escolar, entre outros. Além de que o curso prepara os alunos para conduzirem pesquisas e analisarem criticamente o ensino de engenharia, e a explorarem a arte e a ciência de ensinar engenharia na universidade. (DE OLIVEIRA; et. al., 2014)

- **Universidade Virgínia Tech:** Possui um programa de doutoramento criado principalmente para o desenvolvimento e educadores de nível superior e pesquisadores. O intuito do curso é ser inovador, promover a inclusão e a interdisciplinaridade e ser internacional. São realizadas pesquisas de ponta no emergente segmento de educação em engenharia e, simultaneamente, procura-se desenvolver e apresenta experiências significativas de ensino-aprendizagem para os futuros engenheiros e educadores. (DE OLIVEIRA; et. al. 2014)

A questão que pode se formular com tal conjectura é a seguinte: por que não existem programas nacionais similares? Tais cursos das universidades estrangeiras demonstram a preocupação que elas possuem em preparar seus docentes para colherem engenheiros preparados para enfrentarem uma sociedade em constante mudança. E o impacto gerado pela existência destes cursos fomenta o desejo de se iniciar a oferta deste modelo de capacitação aqui no Brasil.

De Oliveira (2014) demonstra em seu trabalho, publicado como parte de um livro gerado através das discussões ocorridas durante o Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia de 2014, que a Universidade de São Paulo ambiciona criar um programa de mestrado profissional em ensino de engenharia. E ainda no mesmo livro, outros autores apresentam uma proposta de currículo para um programa de mestrado profissional em ensino de engenharia. (DE OLIVEIRA et. Al. 2014)

Estes episódios evidenciam que apesar do marasmo – muitas vezes imposto por fatores externos, como a falta de orçamento – sentido pelas instituições brasileiras de ensino de engenharia, há uma percepção por parte da comunidade acadêmica que a necessidade de formação docente aos engenheiros professores é real e válida. E que a procura por soluções acontece, mesmo que não praticada na velocidade desejada pelos especialistas.

9.3 Medidas das instituições de ensino

Nesta seção serão apresentadas algumas medidas tomadas por instituições de ensino de engenharia do Brasil e do mundo que são apontadas como possíveis soluções para melhorar a formação de seus engenheiros.

9.3.1 Intercambio acadêmico

Desde sua criação, a internet vem transformando o mundo com mais intensidade a cada momento que passa. O amplo acesso à informação em tempo real ao redor de todo o globo permitiu que diversos avanços técnico-científicos fossem alcançados. Entretanto, não foram apenas as relações de produção de conhecimento que mudaram com o advento da rede mundial de computadores, a comunicação entre diferentes países de maneira instantânea mudou completamente as relações de produção e consumo de produtos e serviços, o mercado tornou-se definitivamente internacional. As importações e exportações de produtos entre países fazem parte da história da humanidade há milênios, porém, nunca sequer beiraram os valores e o volume de transações que são atingidos hoje em dia, graças à internet.

Desta forma, um profissional de qualquer área, nos dias de hoje, deve estar habituado a oferecer seu trabalho através da rede se almejar expandir seu negócio e obter altos padrões de competitividade. Tal fato não difere com a profissão de engenheiro. Contudo, como ressaltado anteriormente, o engenheiro é um profissional formado para um determinado contexto social, inerente à sua escola, ao seu perfil de formação e à sua comunidade. Com este conceito em mente, compreende-se que o engenheiro do mundo contemporâneo deve estar alinhado não mais apenas à sua comunidade próxima, mas sim com um território bem maior, tanto nacionalmente quanto internacionalmente.

A partir desta conjectura, os Ministros da Educação de 29 países europeus formalizaram em 1999 o chamado Processo de Bologna, criando o Território Europeu de Educação Superior (European Higher Education Area – EHEA) através de uma série de reuniões e tratados realizados na cidade de Bologna, Itália, cujos principais objetivos eram ampliar os níveis de competitividade internacional do sistema europeu de ensino superior por permitir uma maior mobilidade acadêmica tanto entre professores quanto entre alunos, não limitando-se apenas entre alunos e professores de cursos de engenharia, mas sim para todas as áreas do conhecimento. (EUROPEAN..., 2015).

Para a execução do programa, todos os países participantes do tratado tiveram que reformular seus respectivos sistemas de ensino buscando uma padronização dos cursos e dos graus ofertados por cada diploma, para que se tornasse possível a mobilidade entre os alunos e professores, e que facilitasse a portabilidade de um diploma emitido por determinada instituição

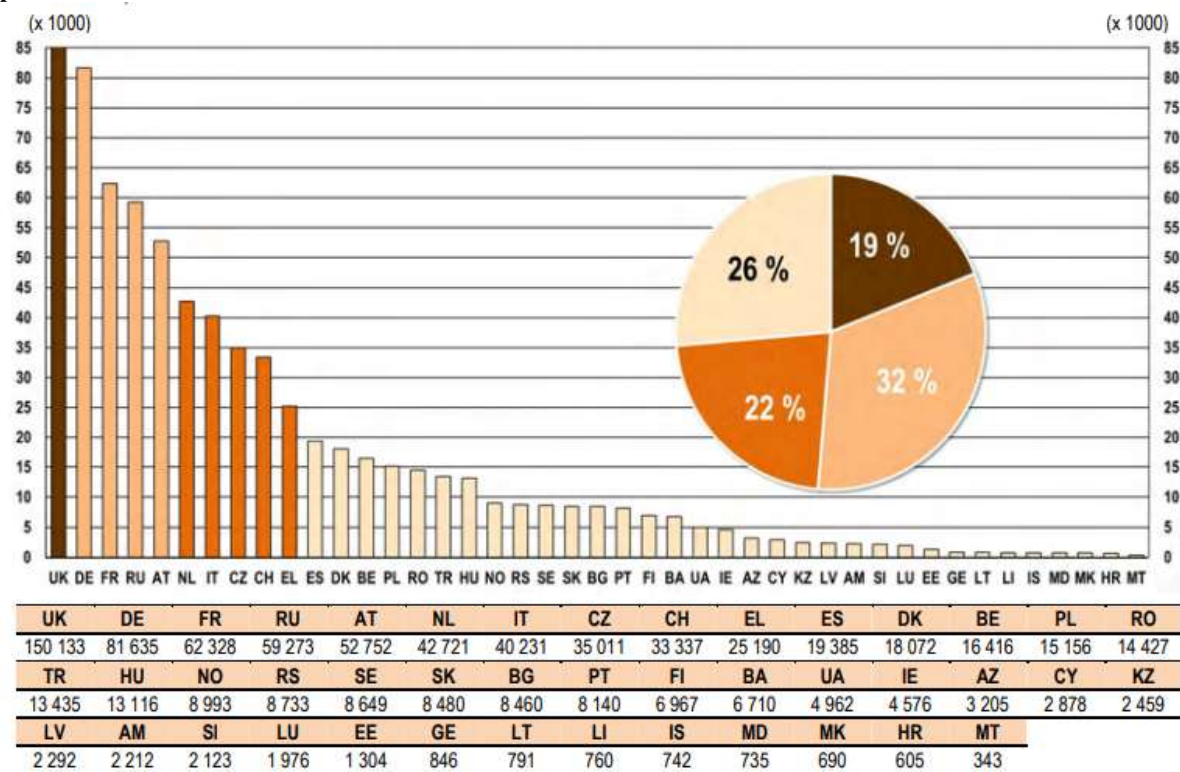
de ensino em um país quando o estudante egresso desejasse atuar em outra nação europeia, tal sistema ficou conhecido como “Bologna Three-cycle System – BA, MA and PhD.”

Na América Latina não há um programa semelhante. No Brasil apenas há o Programa de Mobilidade Estudantil formulado pela Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior – ANDIFES, cujo objetivo é permitir aos alunos assistirem aulas em outra IFES durante um período de no máximo um ano, mas não contempla a mobilidade de pessoal e professores entre as IFES.

Além da abrangência da proposta brasileira ser bem menor que a europeia, limitando-se apenas a alunos e dentro do território nacional, a oferta de vagas e a taxa de adesão ao programa são pífias quando comparadas com o tratado de Bologna. Lesme (S.D.) aponta que em 2014 o PME contemplou 744 alunos participantes de 122 cursos enquanto que o número de alunos que participaram da mobilidade europeia dentro do território do EHEA chegou a 150 mil apenas no Reino Unido no ano de 2012. (EUROPEAN..., 2015).

Os dados apresentados na figura 30 se referem ao montante de estudantes que praticaram o intercâmbio acadêmico proporcionado pelo EHEA por cada país participante. Os números mostram que 51,4% dos participantes escolheram entre Reino Unido, Alemanha, França, Rússia ou Austria como destino, onde cada um destes países recebeu mais de 50mil estudantes de outros países também participantes do EHEA. Os outros 48,6% ficaram divididos entre o restante dos países participantes. É interessante notar que apenas o Reino Unido atraiu 19% dos estudantes. (EUROPEAN..., 2015)

Figura 30 – Número de estudantes de graduação recebidos por cada país participante do EHEA entre o período de 2011/2012.



Fonte: EHEA Report (2015)

Por sua vez, um interessante programa de mobilidade praticado no Brasil é encontrado no estado de São Paulo, onde participam as universidades: USP, UNICAMP e UNESP. Os alunos destas instituições possuem a possibilidade de cursar disciplinas em qualquer uma destas universidades, sem precisar aderir ao programa de mobilidade estudantil da ANDIFES, bastando apenas preencher as documentações necessárias e ter integralizado no mínimo, 20% do curso na universidade em que está matriculado. (ESCOLA POLITÉCNICA...)

A mobilidade acadêmica oferecida pelo EHEA amplia os horizontes de formação dos alunos europeus ao lhes permitir entrar em contato com diferentes culturas, além de que os estudantes podem escolher cursar disciplinas que julgarem essenciais para a própria formação em instituições que as têm como prioridade e com professores de referência mundial. Por outro lado, a mobilidade de docentes e staffs permitem que estes se utilizem das estruturas físicas de outras universidades, e desta forma possam ampliar suas pesquisas, estreitarem laços com outros grupos de estudos, bem como lecionar à alunos em situações diferentes ou cobrir a indisponibilidade de mestres em certas áreas.

9.3.2 Flexibilização dos currículos

Sob a visão de Da Silveira (2005), a engenharia deveria ser ofertada com o intuito de formar profissionais críticos, diferenciados, autônomos. Uma de suas principais proposições para tal objetivo seria conceder ao aluno uma liberdade de estudos dentro do curso pretendido.

Ainda se tratando das universidades paulistas, a UFABC possui um sistema de ensino de engenharia muito especial. Diferencia-se das demais universidades primeiramente pelo sistema de ingresso, o candidato a um curso de engenharia deve pleitear antes uma vaga no curso chamado “Bacharelado em Ciência e Tecnologia – BC&T”, cujo acesso se dá pelo SISU. O BC&T fornecerá ao aluno o chamado “módulo básico”, contendo disciplinas de matemática, física e química, entretanto, com uma abordagem atípica. O objetivo deste bacharelado é ser interdisciplinar, para tal, sua ementa fornece também disciplinas que contemplam o aspecto humanístico e filosófico da ciência e, ainda, assume que todos os candidatos aos cursos de engenharias necessitam saber de conhecimentos gerais da área de ciência e tecnologia. Assim sendo, além das disciplinas básicas, todo estudante de engenharia da UFABC cursa disciplinas que normalmente em outras universidades são consideradas “específicas” de uma determinada área, por exemplo as disciplinas de Mecânica dos Sólidos 1 e a disciplina de Circuitos Elétricos e Fotônica. (PROJETO PEDAGÓGICO..., 2013)

Dentre os vários aspectos abordados pelo projeto pedagógico dos cursos de engenharia da UFABC mostrados em Projeto Pedagógico... (2013) destacam-se alguns que convergem ao raciocínio exposto por Da Silveira (2005):

- Escala progressiva de decisões a serem tomadas pelos alunos que ingressam na universidade, ao longo da construção de seu currículo escolar;
- Possibilidade de monitoração e atualização contínua dos conteúdos a serem oferecidos pelos cursos;
- Interdisciplinaridade não apenas com as áreas dos conhecimentos básicos, mas também entre as diversas especialidades de engenharia;

- Elevado grau de autonomia do aluno na definição do seu projeto curricular pessoal.

De acordo com o Projeto Pedagógico... (2013), após o candidato ter concluído as disciplinas obrigatórias do Bacharelado em Ciência e Tecnologia, decide qual curso seguirá e cumpre as disciplinas que são exigidas pelas Diretrizes Curriculares para as Engenharias. Esta maneira possibilita que o aluno escolha gradativamente como será a construção de seu currículo ao longo de sua formação, e a partir deste ponto o discente precisa completar 1656 horas de atividades, contabilizadas pelo sistema de créditos que associa a 1 crédito, 12 horas de atividades. No total serão necessários então 138 créditos, que poderão ser obtidos ao se cursar matérias dispostas em três conjuntos: as disciplinas obrigatórias específicas, as disciplinas de opção limitada específicas e as disciplinas de livre escolha. De maneira um pouco mais detalhada:

- **Disciplinas Obrigatórias Específicas:** São disciplinas de cunho profissionalizante, variam para cada área de engenharia.
- **Disciplinas de Opção Limitada Específicas:** São disciplinas que aprofundam os conhecimentos do estudante relacionados ao curso que ele escolheu, conferem ao aluno atribuições específicas do CREA.
- **Disciplinas de Livre Escolha:** Fazem parte deste grupo todas as disciplinas ofertadas pela UFABC e que não se encaixam nos grupos anteriores. Permite ao aluno complementar sua formação acadêmica seja reforçando os conteúdos relacionados ao seu curso, ou permitindo-lhe ampliar os horizontes de sua formação original em outras modalidades do conhecimento. Eventualmente estas disciplinas também gerarão atribuições do CREA, mas também fomentam a multidisciplinaridade do engenheiro ou fornecem uma maior forja do seu perfil humanístico e profissional. (PROJETO PEDAGÓGICO..., 2013)

Por fim, o estudante ainda deverá cursar 7 disciplinas chamadas de: “Disciplinas de Síntese e Integração de Conhecimentos”, expostas no quadro exposto na figura 31:

Figura 31 – Disciplinas de Síntese e Integração de Conhecimentos obrigatórias na UFABC.
Y** está relacionado a cada curso de engenharia ofertado pela UFABC por características intrínsecas de cada curso.

ITEM	Código	Nome	T	P	I	Créditos	Requisitos
01	EN 1002	Engenharia Unificada I	0	3	5	3	Todas as disciplinas de Opção Limitada do BC&T (Obrigatórias para todas as Engenharias)
02	EN 1004	Engenharia Unificada II	0	3	5	3	Engenharia Unificada I
03	EN 1X01	Estágio Curricular I em Y**	0	7	0	7	Ver resolução de Estágio específica para o curso
04	EN 1X02	Estágio Curricular II em Y**	0	7	0	7	Estágio Curricular I
05	EN 1X03	Trabalho de Graduação I em Y**	0	2	4	2	Ver resolução de TG específica para o curso
06	EN 1X04	Trabalho de Graduação II em Y**	0	2	4	2	Trabalho de Graduação I
07	EN 1X05	Trabalho de Graduação III em Y**	0	2	4	2	Trabalho de Graduação II
Total						26	

Fonte: PROJETO PEDAGÓGICO DAS ENGENHARIAS DA UFABC (2013)

Um fato interessante encontrado na formação do engenheiro da UFABC relacionado ao alto grau de autonomia ofertada ao aluno, é que não há requisitos para que ele curse as disciplinas que desejar enquanto ainda não tenha chegado no estágio das disciplinas de síntese e integração de conhecimentos. Há apenas uma lista de quais matérias oferecem os conhecimentos básicos necessários para o bom entendimento do que será ensinado na cadeira desejada, mas não há o bloqueio da matrícula caso o estudante não tenha cursado a disciplina requerida. Tal hierarquia aparece apenas na fase final do curso, nas disciplinas de integração. Além do mais, tais disciplinas têm como objetivo sintetizar e condensar os conhecimentos adquiridos pelo aluno até então, abrangendo todas as outras matérias que cursou. As disciplinas de Engenharia Unificada I e II são voltadas para a elaboração e desenvolvimento de projetos reais de engenharia e não são comuns em outras instituições. As de Estágio Curricular I e II e de Trabalho de Graduação I, II e III por outro lado, são comumente encontradas em outros cursos.

Como pode-se concluir, a estrutura curricular dos cursos de engenharia da UFABC não só permite como também incentiva que o aluno não foque exclusivamente em uma área do conhecimento, e dá liberdade para que ele crie sua própria concepção de engenharia segundo sua individualidade e a desenvolva. Também facilitam o desenvolvimento da cultura empreendedora do engenheiro pois, logo no ambiente universitário o aluno trilhará seu próprio caminho adquirindo os conhecimentos que julgar mais primordiais à sua vida profissional, tal como Marcelo da Silveira expôs em seu livro. Esta conduta atual, seguramente oferecerá um ambiente propício para a formação de bons profissionais, fato que é comprovado pela aceitação do mercado dos engenheiros formados na UFABC e das reputações acadêmicas dos cursos.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente, gostaria de expor que não é de interesse deste trabalho propor precisamente alterações na forma de organização dos cursos de engenharia. É preciso ressaltar que a observada complexidade do assunto demanda mais conhecimento que o montante angariado para a construção deste trabalho de graduação. Entretanto, a real intenção é chamar a atenção para a necessidade de se pensar sobre a formação oferecida pelos cursos de engenharia. No Brasil, os cursos ainda mantêm fortemente heranças dos primeiros modelos de formação. O formato da aula e a postura do professor e do aluno na sala de aula são alguns resquícios deste legado, que está contribuindo para formar majoritariamente profissionais já obsoletos, mesmo recém-formados.

Ainda que o modelo tradicional de ensino empregado nas faculdades brasileiras – que culmina por não contribuir para a formação de um profissional atento às questões de sua área, com competências necessárias para fazer a diferença nos seus diversos campos de atuação – não possa ser considerado fracassado, pois de fato ainda consegue formar bons engenheiros – sem os quais não teríamos todo o progresso tecnológico alcançado até hoje – é necessário considerar que desde o fim do século XX estamos vivenciando transformações sociais com intensidades e velocidades jamais vistas. A facilidade de troca de informações proporcionada pela era da internet e do microcomputador vem alterando as relações pessoais e estreitando as lacunas entre diversas áreas do conhecimento, e mesmo sendo responsáveis diretos por tais avanços, os cursos de engenharia têm encontrado resistências em absorver e aproveitar os benefícios gerados pelos próprios frutos.

Hoje em dia, a engenharia vem sendo requisitada em atividades que sequer existiam quando concebeu-se o primeiro engenheiro, mas o que é passado dentro da universidade não acompanhou de perto esta transformação. Cada vez mais o engenheiro está se envolvendo com questões distantes do que lhe foi ensinado no curso, e isto demonstra que os cursos precisam ser repensados, de forma a contemplarem a formação necessária para a boa prática de engenharia, nos moldes em que a sociedade moderna necessita. Não devemos esquecer que o engenheiro é uma profissão imprescindível para o desenvolvimento da sociedade, portanto, não deve se distanciar dos problemas encontrados nela, pelo contrário, precisa estar atento a eles e lhes conceber soluções.

Contudo, com base em relatos de profissionais e pesquisadores da área, o que encontramos hoje em dia é um profissional que ao sair da universidade ainda é imaturo e não possui uma autonomia profissional. Podemos concluir que os objetivos deste trabalho foram alcançados, pois foi possível explorar algumas das questões que coadjuvam para uma formação incompleta do engenheiro praticada pelas escolas de engenharia do país. Foram encontrados fatores sob as perspectivas de todos os atores participantes deste processo: o aluno, o professor, a instituição de ensino e a sociedade.

Sob a ótica do aluno, percebemos com os resultados obtidos que o conhecimento passado durante o ensino médio necessário para um bom aproveitamento do curso superior é falho, especialmente no tangente às bases científicas necessárias para a engenharia: a matemática e a física. Os números obtidos pelos brasileiros no PISA refletem a dura realidade encarada pelos alunos, principalmente os de escolas públicas. Este resultado deve servir como um alerta que expõe a ineficiência do sistema de educação básica.

Há ainda o candidato que não possui uma real dimensão do que é cursar engenharia, e é atraído pelo prestígio que a titulação proporciona. Algumas vezes, este aluno não está preparado, por diversos fatores, para enfrentar a pesada rotina de estudos e a grande quantidade de conhecimento passado durante as aulas. Desta forma, tal estudante sente um choque grande entre as realidades vividas durante a escola e a atual na faculdade, e em alguns casos, soma-se ainda problemas como dificuldades adaptativas forçadas pela mudança brusca de cidade, dificuldades financeiras, jornada dupla e outros. Este choque muitas vezes aparece na forma de reprovações, que acabam por frustrar as expectativas do aluno com o curso, culminando em um índice de evasão e atraso alarmante.

Com relação ao professor de engenharia, a pesquisa nos mostra que uma expressiva parte da população dos engenheiros-professores não possui formação voltada para a educação. Praticam a docência sem um real preparo para tal, seus conhecimentos docentes advêm unicamente da prática e das experiências que tiveram como alunos sem referenciar-se, no entanto, nos pilares fornecidos pelas teorias pedagógicas. Sob estas condições, o professor de engenharia sente dificuldade para lidar com vários aspectos que englobam a docência, são elas: as adversidades vindas da relação professor-aluno, dos processos de avaliação do aprendizado, do preparo e exposição da aula e por fim, da coordenação e estruturação do curso.

A teoria pedagógica ensina que o professor deve rever suas práticas constantemente, e sua falta pode ser percebida em situações como a de aulas que não ensinam ao aluno, são apenas um momento onde o professor replica o que aprendeu e passa o seu conhecimento técnico,

porém, sem criar um ambiente que estimule o aluno a compreender que o conhecimento que está lhe sendo oferecido é útil, e que está relacionado com seu cotidiano e com seu conhecimento prévio. O despreparo docente se mostra nítido sob estas perspectivas, especialmente quando o mercado absorve o egresso e percebe que ele não aprendeu a aprender, apenas a replicar. Também nota-se certa incapacidade do docente quando este oferece uma resistência à reformulação da maneira em que o conhecimento pode ser passado dentro da sala de aula, preferindo o ensino tradicional.

No remetente às instituições de ensino e a sociedade, podemos destacar que a academia anda descompassada em relação ao meio em que está inserida. A bibliografia nos aponta que o curso de engenharia deve ser pensado e estruturado conforme as necessidades da região em que o engenheiro será formado. Deve privilegiar fornecer os conhecimentos que se reflitam diretamente nesta sociedade, de tal forma, a engenharia alcança um de seus objetivos: a transformação social. Porém, ao contemplar a realidade, percebe-se que grande parte dos cursos formam profissionais genéricos, pouco instruídos e sem visão crítica.

A maioria das vagas brasileiras de engenharia são ofertadas em instituições de ensino de baixo rendimento, que não estão comprometidas realmente com toda a responsabilidade que envolve este processo. Estas instituições oferecem predominantemente cursos com cargas horárias que beiram os limites mínimos estabelecidos pelas Diretrizes Curriculares, além de produzirem pouco conhecimento científico, limitam-se apenas em ofertar os cursos de graduação com pouco aprofundamento técnico.

Ainda, a burocracia brasileira se mostra nociva a um outro aspecto fundamental deste processo: o contato entre a faculdade e a indústria. Como visto no modelo de formação alemão, as faculdades estavam diretamente ligadas às indústrias de ponta com vínculos que forçavam a inserção do aluno no mundo real, e que traz os problemas do mundo real para dentro do ambiente acadêmico. Infelizmente, no Brasil este relacionamento é pouco explorado, e o conhecimento gerado dentro dos laboratórios sofre para ser disseminado na sociedade.

Por fim, através de toda a informação extraída para a realização deste trabalho, conclui-se que a formação do engenheiro brasileiro deve ser repensada, tal como os países de primeiro mundo estão fazendo. O ensino médio, em especial o encontrado nas escolas públicas, deve ser profundamente transformado para que os alunos saiam da escola com conhecimentos sólidos, preparados para construir mais uma etapa de seu aprendizado durante o ensino superior. Para alcançarmos a meta de formar melhores engenheiros, um passo fundamental seria preencher esta lacuna, talvez ofertando uma maior carga horária destas disciplinas durante o ensino médio,

ou fomentando a formação continuada dos professores das escolas, até mesmo ações já dentro do ambiente universitário tais como a oferta de cursos de nivelamento, como os de Pré-Cálculo e Pré-Física disponibilizados pela UTFPR-CM.

Os engenheiros-professores também precisam se aproximar mais da real docência, e diversos esforços vêm sendo empreendidos para compensar este déficit, tal como observado pelos programas de assistência à docência praticados pela UFRN, USP e IFSul. Entretanto, deve-se incentivar que programas de mestrado e doutorado voltados para a educação em engenharia se expandam, que contem com mais vagas e linhas de pesquisa, pois são neles que se darão investigações profundas que nortearão as decisões que deverão ser tomadas para completar o engenheiro do futuro. Destaca-se também o esforço atual empreendido pela comunidade dos engenheiros-professores que buscam compreender as falhas na formação de engenharia através da ABENGE e das pesquisas desenvolvidas pelo Observatório de Educação em Engenharia da UFJF, tais esforços devem ser ampliados em busca de um desenvolvimento constante.

As instituições de ensino também devem buscar estender seus laços com a comunidade e a indústria local, procurar contribuir com o conhecimento para solucionar problemas encontrados na sua região, bem como incentivar programas que forneçam a troca de conhecimentos de professores e alunos, como o praticado no EHEA. Também devem permitir uma maior autonomia do aluno, e repensar a estrutura do curso para lhe proporcionar um ambiente de estudo multidisciplinar onde ele possa exercitar não apenas habilidades técnicas, mas também as competências requisitadas pelo mercado no atual contexto da engenharia, de maneira a criar uma base para o desenvolvimento continuado deste profissional. Desta forma, estimula-se que ele desenvolva sua visão crítica, que saiba aprender e buscar posteriormente os conhecimentos que lhe forem necessários para sua atuação, contribuindo para o desenvolvimento da engenharia e por consequência, da humanidade.

Encerrando, como sugestão de continuação dos estudos sobre os assuntos abordados neste trabalho de graduação, temos a busca por compreender melhor os fatores socioeconômicos que contribuem para o aumento da evasão dos discentes de engenharia, bem como a quantificação das taxas de aproveitamento destes alunos. Também seria útil discutir um modelo de curso de engenharia e de universidade, que contemplem a multidisciplinaridade dos processos produtivos que o mundo contemporâneo exige, além de uma integração direta com a sociedade, de forma a aproveitar ativamente o conhecimento desenvolvido na academia em benefício da comunidade.

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABENGE. **Sobre a ABENGE**. Disponível em: < <http://www.abenge.org.br/abenge.php>>. Acesso em: 02 mai. 2017

ABIKO, Alex K.; NETO, Jorge B.; ESTEFAN; et. al. **Formação de engenheiros deixa a desejar**. NET. AECweb Revista Digital. Disponível em: < https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/formacao-de-engenheiros-deixa-a-desejar_12249_0_0>. Acesso em 02 fev. 2018.

ALVES, Anabela Carvalho; MOREIRA, Francisco; SOUSA, Rui M. **O papel dos tutores na aprendizagem baseada em projectos: três anos de experiência na Escola de Engenharia da Universidade do Minho**. 2007.

ASSIS, Wayne S. **Utilização de recursos multimídia no ensino de concreto armado e protendido**. 142 pg. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Estruturas) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://www.bv.fapesp.br/pt/publicacao/6520/utilizacao-de-recursos-multimedia-no-ensino-de-concreto-arma/>>. Acesso em 28 fev. 2017

ÁVILA, Bruno R. A. de.; BICALHO, Daniela C. et. al. **Análise sobre a evasão de alunos da Universidade Federal de Itajubá Campus de Itabira: Percepção dos ingressantes em relação à universidade e adaptação ao ambiente acadêmico**. Engenharia Viva, 2016. Disponível em: < <https://www.revistas.ufg.br/revviva/article/view/44126>>. Acesso em: 04 mai. 2017.

BELHOT, Renato V. **Reflexões e propostas sobre o “ensinar engenharia” para o século XXI**. São Carlos, 1997.

BIOGRAFIA de Arquimedes. 30 mai. 2016. Disponível em <<https://www.ebiografia.com/arquimedes/>>. Acesso em 15 abr. 2017.

COELHO, Luciana G.; GRIMONI, José A. B. **Docência universitária precisa se aproximar da ciência**. São Paulo, 25 jul. 2014. Portal Porvir. Série Engenharia. Disponível em: <<http://porvir.org/docencia-universitaria-precisa-se-aproximar-da-ciencia/>>. Acesso em 15 mai. 2017.

COLENCI, Ana T. **O ensino de engenharia como uma atividade de serviços: A exigência de atuação em novos patamares de qualidade acadêmica**. 2000. 141pg. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-14052004-150657/pt-br.php>> Acesso em: 26 fev. 2018

COLISEU de Roma. NET. Portal São Francisco. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/turismo/coliseu-de-roma>>. Acesso em: 24 mai. 2017.

COSTA, Ruth. **‘Geração do diploma’ lota faculdades, mas decepciona empresários.** NET. 09 out. 2013. Portal Terra. Disponível em: <<http://economia.terra.com.br/97c303e8d8f91410VgnVCM5000009ccceb0aRCRD.html>>. Acesso em: 18 jan, 2018.

DA SILVEIRA, Marcos A. **A Formação do Engenheiro Inovador: Uma visão internacional.** Rio de Janeiro: PUC-Rio, Sistema Maxwell, 2005. 141p.

DE CASTRO, Rosângela Nunes Almeida. **Teorias do Currículo e suas Repercussões nas Diretrizes Curriculares dos Cursos de Engenharia.** Educativa, v. 13, n. 2, p. 307-322, 2010.

DE OLIVEIRA, V. F. et. al. **Desafios da educação em engenharia: Formação em engenharia, Capacitação docente, Experiências metodológicas e Proposições.** Brasília: ABENGE 2014.

DE OLIVEIRA, Vanderli F.; PEREIRA, Fernando A. A.; et al. **Formação em Engenharia no Brasil: Cursos e Vagas das Principais Modalidades versus Principais Setores e Atividades Econômicas.** XXXVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE, 2011. Disponível em: < <http://www.ufjf.br/observatorioengenharia/files/2012/03/Brasil-Eng.pdf>>. Acesso em 19 mar. 2017.

DE OLIVEIRA, Vanderli F.; ALMEIDA, Nival. N.; et. al. **Um estudo sobre a expansão da formação em Engenharia no Brasil.** Revista de Ensino de Engenharia – ABENGE. 2012. Disponível em: < <http://www.ufjf.br/observatorioengenharia/files/2012/01/ExpEng-RevAbenge.pdf>>. Acesso em 19 mar. 2017.

DE OLIVEIRA, Vanderli F. **Estudo sobre a evolução dos cursos de Engenharia.** Observatório da Educação em Engenharia – UFJF, 2011. Disponível em: < <http://198.136.59.239/~abengeorg/Arquivos/58/58.pdf>>. Acesso em 19 mar. 2017.

DE OLIVEIRA, Vanderli F.; ALMEIDA, Nival N.; DO CARMO, Luiz C.S.; **Estudo comparativo da formação em engenharia: Brasil, BRICS e principais países da OCDE.** COBENGE 2012. Belém – PA. Disponível em: < <http://www.ufjf.br/observatorioengenharia/files/2012/01/Brics-Ocde.pdf>>. Acesso em 03 jan. 2018.

DE OLIVEIRA, V. F. et. al. **Desafios da educação em engenharia: Formação em engenharia, Capacitação docente, Experiências metodológicas e Proposições.** Brasília: ABENGE 2014.

DE OLIVEIRA, Vanderli F.; PAULA, Eduardo F. A.; et al. **A expansão do número de cursos e de modalidades de engenharia**. XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE, 2016. Disponível em: < http://www.ufjf.br/observatorioengenharia/files/2012/01/Cobenge2015_versaosite.pdf>. Acesso em 19 mar. 2017.

DE OLIVEIRA, Vanderli F.; GODOY, Vitor G.; et al. **Evolução da formação em Engenharia no Brasil: Crescimento do número de cursos e modalidades**. Observatório da Educação em Engenharia – UFJF, 2012. Disponível em: < <http://www.ufjf.br/observatorioengenharia/files/2012/03/Eng-Cresce.pdf>>. Acesso em 19 mar. 2017.

DE OLIVEIRA, Vanderli Fava et al. **Trajetória e estado da arte da formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia–volume I: Engenharias**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, 2010.

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Disponível em: < <http://www.poli.usp.br/pt/ensino/graduacao/aluno/intercambio-academico-uspunespunicamp.html> >. Acesso em 16 mar. 2018.

EUROPEAN HIGHER EDUCATION AREA. REPORT OF THE 2012-2015 BFUG WORKING GROUP ON MOBILITY AND INTERNATIONALISATION. 2015. 79pg. Disponível em: < http://media.ehea.info/file/2015_Yerevan/71/7/MI_WG_Report_613717.pdf >. Acesso em: 29 dez. 2017

FIEDERER, Luke. **Clássicos da Arquitetura: Panteão Romano / Imperador Adriano**. NET. 09 jan. 2017. Disponível em: < <http://www.archdaily.com.br/br/802972/classicos-da-arquitetura-panteao-romano-imperador-adriano>>. Acesso em: 21 mai. 2017.

FLEMMING, Diva M.; LUZ, Elisa F. **A educação à distância nas engenharias: relatos de uma experiência**. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. 2000.

FREGONEIS, Jucelia Geni Pereira. **Estudo do desempenho acadêmico nos cursos de graduação dos Centros de Ciências Exatas e de Tecnologia da Universidade Estadual de Maringá: período 1995-2000**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – UFSC.

GUERRA, Rayanderson. **O ensino da Engenharia hoje e no futuro**. NET. Rio de Janeiro 02 jun. 2015. Jornal da PUC. Disponível em < <http://jornaldapuc.vrc.puc-rio.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inford=3933&sid=29> >

HISTÓRIA da engenharia: A origem e a evolução. 11 dez. 2014. NET. Disponível em < <https://cienciaetecnologias.com/historia-da-engenharia/>>. Acesso em: 15 abr. 2017.

HISTÓRIA da engenharia no Brasil. São Paulo, 23 fev. 2012. Disponível em: <http://www.poli.br/index.php?option=com_content&view=article&id=594&Itemid=270>. Acesso em: 08 mai. 2017.

IZUMI, Cláudia E. **Entenda as diferenças entre os cursos universitários nos EUA**. NET, São Paulo, fev. 2013. UOL Educação. Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/noticias/2013/02/27/entenda-as-diferencas-entre-os-cursos-universitarios-nos-eua.htm>>. Acesso em: 08 mai. 2017.

KALENA, Fernanda. **Ciência na escola aproxima alunos da engenharia**. São Paulo, 17 jul. 2014. Portal Porvir. Série Engenharia. Disponível em: <<http://porvir.org/reflexoes-sobre-historia-ensino-de-engenharia/>>. Acesso em 14 mai. 2017.

KAWAMURA, Lili K. **Engenheiro: Trabalho e Ideologia**. São Paulo, 1981. Editora Ática. 130p.

KLIX, Tatiana. **Inovando o ensino para formar engenheiros inovadores**. NET, São Paulo, 27 jun. 2014. Portal Porvir. Série Engenharia. Disponível em: <<http://porvir.org/inovando-ensino-para-formar-engenheiros-inovadores/>>. Acesso em 14 mai. 2017.

KLIX, Tatiana. **Interdisciplinaridade forma o engenheiro mais completo**. NET, São Paulo, 24 de jul. 2014. Portal Porvir. Série Engenharia. Disponível em: <<http://porvir.org/interdisciplinaridade-forma-engenheiro-mais-completo/>>. Acesso em 15 mai. 2017.

LACOURT, Anne. **Collection des instruments, maquettes et machines**. NET. 2018. Disponível em: < <https://www.enpc.fr/collection-des-instruments-maquettes-et-machines> >. Acesso em: 08 fev. 2018.

LAUDARES, João Bosco; RIBEIRO, Shirlene. **Trabalho e formação do engenheiro**. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 81, n. 199, 2007.

LESME, Adriano. **Mobilidade Acadêmica – Entenda e saiba como ingressar**. NET. Super Vestibular. Disponível em: < <https://vestibular.mundoeducacao.bol.uol.com.br/universidade-para-todos/mobilidade-academica-entenda-saiba-como-ingressar.htm> >. Acesso em: 03 mar. 2018.

LIMA, Leonardo. **Por dentro do Coliseu Romano**. NET. 28 fev. 2016. Disponível em: < <http://tolongedecasa.com/2016/02/28/por-dentro-do-coliseu-romano/>>. Acesso em: 18 mai. 2017

LOPES, Marina. **Novos laboratórios de engenharia levam à criação**. São Paulo, 15 ago. 2014. Portal Porvir. Série Engenharia. Disponível em: <<http://porvir.org/novos-laboratorios-de-engenharia-estimulam-criacao/>>. Acesso em 16 mai. 2017

LUCCHESI, Martha A. **O ensino superior brasileiro e a influência do modelo francês**. XI COLÓQUIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO UNIVERSITÁRIA NA AMÉRICA DO SUL. Dezembro 2011. Florianópolis. Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/29534/7.2.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 05 abr. 2017.

OLIVEIRA, Herrmann Vinicius de. **Universidades públicas produzem quase todo conhecimento científico do Brasil**. NET. 08 mar. 2018. Jornal Gazeta do Povo Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/educacao/universidades-publicas-produzem-quase-todo-conhecimento-cientifico-do-brasil-3tohbzjkjramid2g6l933rr5w>>. Acesso em 19 mar. 2018.

PADILHA, A. W. et. al. **Análise da influência da formação de ensino médio no desempenho acadêmico de estudantes de engenharia**. Revista Engenharia Viva, 2016. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/revviva/article/view/44378>>. Acesso em 21 mai. 2017.

PAIXÃO, Fernando; KNOBEL, Marcelo. **O verdadeiro gargalo na formação de engenheiros**. Revista Ensino Superior Unicamp, p. 40-42, 2012.

PIMENTA, S.; ANASTASIOU, Lea. **Docência no Ensino Superior Docência no Ensino Superior Docência no Ensino Superior**. 2005.

PIMENTA, Selma Garrido; ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos; CAVALLET, Valdo José. **Docência no ensino superior: construindo caminhos. Formação de educadores: desafios e perspectivas**. São Paulo: UNESP, p. 267-278, 2003.

PIQUEIRA, José R. C. **Reflexões sobre a história do ensino de engenharia**. NET. São Paulo, 27 jun. 2014. Portal Porvir. Série Engenharia. Disponível em: <<http://porvir.org/reflexoes-sobre-historia-ensino-de-engenharia/>>. Acesso em: 14 mai. 2017.

PIQUEIRAS, Víctor Yepes. **Cómo se han diseñado los arcos a lo largo de la historia?** NET. Valencia, 30 ago. 2017. Disponível em: <<http://victoryepes.blogs.upv.es/tag/leonardo-da-vinci/>>. Acesso em: 03 fev. 2018

PIQUEIRAS, Víctor Yepes. **Apuntes sobre la ingeniería en el Renacimiento**. NET. Valencia, 12 jul. 2017. Disponível em: <<http://victoryepes.blogs.upv.es/tag/leonardo-da-vinci/>>. Acesso em: 03 fev. 2018

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO UFRN. Disponível em: <http://www.ppg.ufrn.br/pagina.php?a=comissao_cp>. Acesso em: 04 mar. 2018.

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO USP. Disponível em: <<http://www.pprg.usp.br/index.php/pt-br/pae/o-que-pae>>. Acesso em: 04 mar. 2018.

PROJETO PEDAGÓGICO DAS ENGENHARIAS – UFABC. 2013. Disponível em: < <http://graduacao.ufabc.edu.br/energia/images/pdf/resolucao-148-projeto-pedagogico-das-engenharias-12-03-2013.pdf> >. Acesso em: 18 dez. 2017

PUC MINAS IEC. Disponível em: < <https://www.pucminas.br/Pos-Graduacao/IEC/Cursos/Paginas/Doc%C3%A4ncia-para-o-Ensino-de-Engenharia-pra%C3%A7a.aspx?moda=19&polo=7&area=103&curso=381&situ=2> >. Acesso em: 04 mar. 2018.

RICHARDSON, Maikon. **Empresa Júnior – o que é? E como funciona?** NET. 01 dez. 2017. Sebrae Amapá. Disponível em: < <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/ap/artigos/empresa-junior-o-que-e-e-como-funciona,e3a048ae422fe510VgnVCM1000004c00210aRCRD> >. Acesso em: 06 mar. 2018.

RYDLEWSKI, Carlos. **Brasil sofre com a qualidade de engenheiros formados no país.** NET. 04 dez. 2014. Época Negócios Disponível em: < <http://epocanegocios.globo.com/Informacao/Dilemas/noticia/2014/12/elas-precisam-de-reengenharia.html> >. Acesso em: 04 jan. 2018

SANTANA, Lilian R. A. N. G. de. **Quando engenheiros tornam-se professores.** 2008. 183 pg. Dissertação (Mestrado em Educação – Teorias e Práticas Pedagógicas da Educação Escolar) Instituto de Educação da Universidade Federal de Mato Grosso, 2008. Disponível em: <http://www.livrosgratis.com.br/download_livro_65105/quando_engenheiros_tornam-se_professores>.

SANTOS, Sara R. B.; SILVA, Maria A. da. **Os cursos de Engenharia no Brasil e as transformações nos processos produtivos: Do século XIX aos primórdios do século XXI.** 2008. Disponível em: < http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Arquivos_senept/anais/terca_tema2/TerxaTema2Artigo2.pdf >. Acesso em: 02 jun. 2017

SALERNO, Mario S. et. al. **Tendências e perspectivas da Engenharia no Brasil.** 2014. Relatório EngenhariaData 2013.

SESOKO, Veronica Mariti; NETO, Octavio Mattasoglio. **Análise de Experiências de Problem e Project Based Learning em Cursos de Engenharia Civil.** 2014 COBENGE

SHARP, Charles. J. *Saqqara pyramid of Djoser in Egypt.* 2007. Disponível em: < <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=32434567> >. Acesso em: 28 nov. 2017.

SILVA, Leandro Palis; CECÍLIO, Sálua. **A mudança no modelo de ensino e de formação na engenharia.** Revista Educação, n. 45, p. 61-80, 2007.

TEIXEIRA, Máira. **Brasil tem carência de engenheiros; confira salários médios da categoria.** NET, São Paulo, fev. 2015. Portal IG. Caderno Brasil Econômico – Carreiras.

Disponível em: <<http://economia.ig.com.br/carreiras/2015-02-24/brasil-tem-carencia-de-engenheiros-confira-salarios-medios-da-categoria.html>>. Acesso em: 03 abr. 2017.

TELLES, Pedro C. S. **História da engenharia no Brasil**. Livros técnicos e científicos editora S.A. 1984.

TIGRINHO, Luis M. V. **Evasão escolar nas instituições de ensino superior**.

Revista Gestão Universitária, 2008. Disponível em: <<http://www.gestaouniversitaria.com.br/artigos/evasao-escolar-nas-instituicoes-de-ensino-superior>>. Acesso em: 25/01/2018

VASCONCELLOS, C. S. **Metodologia dialética de construção do conhecimento em sala de aula**. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 1992. Disponível em: <<https://sapientia.pucsp.br/handle/handle/10665>>. Acesso em 28 fev. 2017

VIANA, Marcelo. **Nem 4% de nossos jovens dominam a matemática**. Folha de São Paulo, São Paulo, 07 jan. 2018. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/colunas/marceloviana/2018/01/1948546-nem-4-de-nossos-jovens-dominam-a-matematica.shtml>>. Acesso em: 07 jan. 2018.

ZAKON, Abraham. et al. **Algumas diferenças entre cientistas, engenheiros, técnicos e tecnólogos**. NET, Rio de Janeiro, jul. 2003. Caderno Opinião. Disponível em <<http://www.eq.ufrj.br/docentes/zakon/1a%20parte.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2017.