UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
Departamento de Engenharia de Produção

CARMEN SILVIA GONÇALVES LOPES

Aprendizagem ativa na formação do engenheiro: a influência do uso de estratégias de aprendizagem para aquisição de competências baseada em uma visão sistêmica

São Carlos
2016

CARMEN SILVIA GONÇALVES LOPES

Aprendizagem ativa na formação do engenheiro: a influência do uso de estratégias de aprendizagem para aquisição de competências baseada em uma visão sistêmica

Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo para obtenção de título de Doutor em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Economia, Organizações e Gestão do Conhecimento.

Orientador: Prof. Dr. Edson Walmir Cazarini.

São Carlos

2016

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Lopes, Carmen Silvia Gonçalves
L864a Aprendizagem ativa na formação do engenheiro: a influência do uso de estratégias de aprendizagem para aquisição de competências baseada em uma visão sistêmica / Carmen Silvia Gonçalves Lopes; orientadora Edson Walmir Cazarini. São Carlos, 2016.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Área de Concentração em Economia, Organizações e Gestão Conhecimento -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2016.

1. Gestão do Conhecimento. 2. Aprendizagem ativa. 3. Competências. 4. Educação em Engenharia. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Química **CARMEN SILVIA GONÇALVES LOPES.**

Título da tese: "Aprendizagem ativa na formação do engenheiro: a influência do uso de estratégias de aprendizagem para aquisição de competências baseada em uma visão sistêmica".

Data da defesa: 26/08/2016.

Comissão Julgadora:	Resultado:
Prof. Dr. **Edson Walmir Cazarini (Orientador)** (Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)	Aprovada
Profa. Dra. **Amali de Angelis Mussi** (Universidade Estadual de Feira de Santana/UEFS)	Aprovada
Prof. Dr. **Edilson Carlos Caritá** (Universidade de Ribeirão Preto/UNAERP)	APROVADA
Profa. Dra. **Noeli Prestes Padilha Rivas** (Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/FFCLRP-USP)	Aprovada
Prof. Dr. **Eugenio José Silva Bitti** (Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto/FEARP-USP)	Aprovada

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
Profa. Associada **Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:
Prof. Associado **Luis Fernando Costa Alberto**

Dedicatória

A meu pai Jesus que do céu me protege,
à minha mãe Noêmia pelo seu amor
incondicional, a meus filhos Caroline
e Caio cujo entusiasmo pela vida é para mim a
inspiração de cada dia, e especialmente
a você Carlinhos, meu amor de todas
as existências, pelas noites de luz acesa e por
sua paciência e companheirismo

.

Agradecimentos

A Deus nosso Pai que tudo possibilita e a mim concede a vida a cada amanhecer.

Ao meu mestre, Prof. Dr. Edson Walmir Cazarini, pela oportunidade que me deu, por sua sábia orientação, por me mostrar o caminho, e principalmente, por sua infinita bondade e paciência para no momento mais crítico nada questionar e simplesmente dizer “tudo vai dar certo”. Lhe serei eternamente grata, Professor.

A toda minha família, especialmente meu esposo Carlinhos meu maior incentivador, meus filhos Caroline e Caio, meus irmãos Carla, Cláudia e José Maria e á minha mãe que são as pessoas mais importantes da minha existência. À família Lopes que ganhei de presente e por quem tenho profundo carinho e admiração. À Luciana Machado, minha filha do coração.

Aos meus sobrinhos Natália, Gabriela, Gabriel, Lucas, Mariane e Renan, porque os amo.

À minha filha Caroline Gonçalves Lopes pela correção do Abstract e pelas horas e madrugadas de companheirismo na leitura de artigos da bibliografia internacional usados como referencial para esta tese. Ao meu filho Caio por seu amor.

Aos Amigos de todas as horas, Carla e José Maria, Valéria e Carlos Alberto Simões, Ana Lúcia e José Mauro Moraes, Patrícia Alencar e Joe Perdona, Cristina e Celso Paschoalato, Iete e Juninho. Vocês e todos os seus filhos, meus sobrinhos do coração, têm participação especial na minha vida.

Ao querido amigo Dyjalma Bassoli por seu incentivo, por seus preciosos conselhos, pelo auxílio na realização da pesquisa objeto desta tese e pelo companheirismo e amizade.

À querida amiga Profª. Drª. Neide Aparecida de Souza Lehfeld pela leitura do trabalho no exame de qualificação de doutorado e pelas importantes contribuições e apoio de sempre.

Às amigas que cursaram comigo as disciplinas da pós-graduação na USP em São Carlos, companheiras de viagem e de boas e produtivas conversas: Vanessa França Bonini Panico, Alessandra Fracaroli Peres e Clarisse Ferrão.

A todos os meus amigos por me apoiarem e jamais questionarem a minha ausência.

Às amigas e companheiras de trabalho na Unaerp Cristina Paschoalato, Gislaine Brugnoli da Cunha, Márcia Afonso, Paula Bruzardelli e Érika Carrion pelo apoio diário.

À minha eterna professora Vera Lucia Soares e ao meu querido professor João Alvares da Costa (*in memorian*) porque vocês me deram inúmeras oportunidades.

À Talita Boldrin Dias de forma especial, pelo auxílio nas atividades de pesquisa bibliográfica e formatação deste trabalho.

À Profª. Sonia Camargo, por seu apoio à frente da Coordenação de Graduação da Universidade de Ribeirão Preto

Ao Professor Manoel Henrique Cintra Gabarra pelo auxílio no uso das ferramentas estatísticas e na validação do instrumento de pesquisa.

Ao Yuri Millioti pela importante contribuição no tratamento dos dados da pesquisa com os estudantes.

Aos Professores Doutores Milton Faria Junior e Wilson Coelho pelas orientações e contribuições sobre os rumos dessa pesquisa.

Aos Professores Doutores Edilson Caritá e Amali de Angelis Mussi pelas importantes contribuições no exame de qualificação de doutorado e pela brilhante participação na banca de defesa deste doutorado.

Aos Professores Doutores Noeli Prestes Padilha Rivas e Eugênio Bitti pela participação na banca de doutorado e suas importantes contribuições.

Ao grupo de 30 estudantes de engenharia que gentilmente concordaram em participar da pesquisa, sem os quais este trabalho não seria possível.

À Elena Lucia Palloni Gonçalves, funcionária da biblioteca da EESC USP, pela revisão deste trabalho para adequação às normas constantes das diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP.

A todos os Professores Doutores titulares componentes da banca de avaliação deste trabalho.

À Profª. Elmara Lucia de Oliveira Bonini e à Universidade de Ribeirão Preto, meu segundo lar, que estimulou minha participação neste projeto e flexibilizou minha jornada semanal de trabalho, contribuindo para sua efetivação.

À Universidade de São Paulo que me possibilitou o Mestrado e o Doutorado.

A todos que participaram desse processo proximamente ou a distância.

Epígrafe

"O Senhor não olha tanto a grandeza das nossas obras, olha mais o amor com que são feitas"

Santo Agostinho

"Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes".

Marthin Luther King

RESUMO

LOPES, C. S. G. **Aprendizagem ativa na formação do engenheiro:** a influência do uso de estratégias de aprendizagem para aquisição de competências baseada em uma visão sistêmica. 2016. 185 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

A necessidade de ampliar a formação de estudantes de Engenharia visando desenvolver novas competências tem sido anunciada de forma enfática por diversos segmentos da sociedade, inclusive pelos próprios alunos egressos desses cursos quando se deparam com o mercado de trabalho. Assim, esta Tese de doutorado se insere no âmbito da linha de pesquisa Economia, Organizações e Gestão do Conhecimento que investiga os processos de geração, modelagem, transferência e mensuração do conhecimento, e estuda o atual cenário dos cursos de Engenharia, pesquisando o desenvolvimento de competências e a influência das metodologias ativas na formação de engenheiros. A formação de profissionais em qualquer área pressupõe capacitação permanente amparada por ações que sejam embasadas na gestão do conhecimento. O desenvolvimento de competências, habilidades e atitudes deve trazer benefícios para as organizações, que incluem o aumento de produtividade, preservação de conhecimento, melhoria na qualidade de tomada de decisões, subsídios à capacitação organizacional e a valorização do trabalho. Considerando que o modelo tradicional predominante no ensino de engenharia tem se mostrado inadequado e insuficiente para a formação do profissional com o perfil esperado, o objetivo dessa tese foi identificar as possíveis contribuições do uso de metodologias ativas para o desenvolvimento de competências na formação do engenheiro, na perspectiva de uma visão sistêmica. Pretendeu-se identificar as competências que melhor se desenvolvem com o uso de metodologias ativas no ensino de engenharia, com o pressuposto de que o uso dessas ferramentas de ensino e aprendizagem favorece o desenvolvimento de habilidades e competências. A metodologia utilizada para a execução do projeto consistiu na utilização de pesquisas bibliográfica e de campo. O enquadramento metodológico foi o de pesquisa exploratória, com a abordagem quantitativa complementando o estudo qualitativo através de mensurações feitas pelo instrumento de coleta de dados construído para levantamento das competências desenvolvidas durante o processo de formação de estudantes de engenharia, buscando que o resultado da pesquisa seja aplicado. Os resultados da pesquisa sugerem que a aplicação de conhecimentos fundamentais da engenharia, a curiosidade e aprendizagem contínua, assim como a necessidade de manter-se atualizado no mundo da engenharia, o trabalho em equipe e a capacidade de comunicação oral e escrita são habilidades e competências que melhor se desenvolvem durante o processo de formação, mediante a utilização de metodologias ativas de aprendizagem. A principal contribuição desta pesquisa está no desenvolvimento de um instrumento que integra competências, habilidades e estratégias ativas de aprendizagem que colocam o estudante em contato direto com a realidade profissional e o desenvolvimento de projetos e solução de problemas de engenharia. O instrumento desenvolvido para essa propositura encontra-se disponível e o registro das experiências vivenciadas podem gerar um material para professores interessados em trabalhar com o desenvolvimento de competências, com vistas a proporcionar melhorias à qualidade do ensino e ao processo de aprendizagem em engenharia.

Palavras-chave: Formação de engenheiros; Metodologias ativas de aprendizagem; Habilidades e competências; Gestão do Conhecimento.

ABSTRACT

LOPES, C. S. G. **Active learning in training engineer:** the influence of the use of learning strategies for skills based on a systemic view .2016. 185 f. Thesis (PhD) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

The need to expand the training of engineering students in order to develop new skills has been announced emphatically by several segments of society, as well as by the former students of these courses when they encounter the labor market. Thus, this PhD project falls within the scope of the Economics, Organizations and Knowledge Management research which investigates the processes of generation, modeling and measurement of knowledge transfer, and also studies the current scenario of engineering courses in Brazil, considering its various forms, researching the development of skills during the training process and the influence of active methodologies in the training of engineers. Professional training in any field requires ongoing training supported by actions that are based in knowledge management. The development of competencies, skills and attitudes should bring benefits to organizations, including increased productivity, knowledge preservation, improvement in the quality of decision-making, subsidies for organizational capacity and appreciation of the work. Whereas the predominant model in traditional engineering education has proved inadequate and insufficient for the professional's training with the expected profile, the purpose of this thesis was to identify the possible contributions of the use of active methodologies for the development of skills in engineer's training, from the perspective of a systemic view. The methodology used for the execution of the project was the use of literature and field research. The methodological framework was that of exploratory research with quantitative approach complementing the qualitative study using measurements made by the data collection tool built to survey the skills developed during the process of training engineering students, to ensure that the search result is applied. The research results suggest that application of fundamental knowledge in engineering, curiosity and ongoing learning, as well as the need to keep up to date on the world of engineering, teamwork and oral and written communication skills are abilities and competences that better develop during the formation process through the use of active learning methodologies. The main contribution of this study is on developing an instrument that integrates competencies, skills and active learning strategies that put students directly in contact with the professional reality and project development and solving engineering problems. The instrument designed for this filing is available and the registration of life experiences can generate a material for teachers concerned in working with the development of skills, in order to provide improvements to the quality of teaching and learning process in engineering.

Keywords: Engineer training; Active methodologies; Skills and competencies; Knowledge management.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de cursos de graduação presenciais em Engenharias no Brasil, por Organização Acadêmica e Categoria Administrativa – 2010-2014 48
Tabela 2 - Número de cursos de graduação presenciais segundo os grupos gerais e os grupos detalhados de engenharia no Brasil entre os anos de 2010 a 2014 segundo a classificação do Ministério da Educação para o ENADE 2011 e 2014..... 52
Tabela 3 - Resumo do número de cursos de engenharia no Brasil, por grupo, entre 2010 e 2014 54
Tabela 4 - Percentual de egressos em cursos de nível superior em Engenharia em relação ao total de egressos - países selecionados, 2007 56
Tabela 5 - Relação entre o número total de concluintes do ensino superior e dos concluintes em engenharia, e população – 2008-2013 57
Tabela 6 - Resolução nº 218 de 29 de junho 1973 com a discriminação das atividades nas diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia para fins da fiscalização de seu exercício profissional..... 67
Tabela 7 - Resultados do Coeficiente α de Cronbach..... 97
Tabela 8 - Habilidades e competências desejáveis e importantes para um profissional de engenharia..... 109
Tabela 9 - Sobre conhecimento e raciocínio técnico na execução do trabalho proposto .. 117
Tabela 10 - Sobre o raciocínio e solução de problemas de engenharia na execução do trabalho proposto. 119
Tabela 11 - Sobre experimentação e descoberta de conhecimento na execução do trabalho proposto 120
Tabela 12 - Sobre o pensamento sistêmico na execução do trabalho proposto..... 121
Tabela 13 - Sobre as habilidades pessoais e atitudes na execução do trabalho proposto.. 123
Tabela 14 - Sobre as habilidades e atitudes profissionais na execução do trabalho proposto 126
Tabela 15 – Resumo da comparação entre as cinco etapas da segunda dimensão da proposta adaptada do “CDIO Syllabus” 127
Tabela 16 - Sobre o trabalho em equipe na execução do projeto proposto 128
Tabela 17 - Sobre a comunicação na execução do trabalho proposto 130

Tabela 18 - Sobre a comunicação em línguas estrangeiras na execução do trabalho proposto 132
Tabela 19 - Resumno da comparação entre as três etapas da terceira dimensão da proposta adaptada do “CDIO Syllabus” 133
Tabela 20 - Sobre o contexto externo e social na execução do trabalho proposto 134
Tabela 21 - Sobre a concepção e sistemas de engenharia na execução do trabalho proposto 136
Tabela 22 - Sobre as empresas e o contexto de negócios na execução do trabalho proposto 138
Tabela 23 – Sobre o projeto na execução do trabalho proposto 139
Tabela 24 - Sobre a implementação na execução do trabalho proposto 140
Tabela 25 - Sobre a operação do projeto na execução do trabalho proposto 141
Tabela 26 - Resumno da comparação entre as seis etapas da quarta dimensão da proposta adaptada do “CDIO Syllabus” 142
Tabela 27 – Resumo da comparação entre as quatro dimensões gerais da proposta adaptada do “CDIO Syllabus” 143
Tabela 28 - Respostas ao seguinte bloco de perguntas considerando a metodologia utilizada na disciplina Higiene e Segurança Industrial 144
Tabela 29 - Resultado geral da pesquisa 149

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação gráfica da estrutura do trabalho 40
Figura 2 - Crescimento do número de cursos de engenharia de IES públicas e privadas de 1950 a 2015 47
Figura 3 - Crescimento percentual anual do número de cursos e vagas na Engenharia, da população e do PIB nacional de 2002 a 2011 47
Figura 4 - Comparação entre a evolução do número de matriculados e concluintes em cursos de Engenharia no Brasil de 2001 a 2013 49
Figura 5 - Resumo da inter-relação entre as engenharias 51
Figura 6 - Processo de avaliação em perspectiva com a educação em engenharia global (CRAWLEY et al., 2007) 64
Figura 7 - Modelo vivencial de aprendizagem 85
Figura 8 - Estilos de aprendizagem de Kolb 86
Figura 9 - Classificação da pesquisa científica 90
Figura 10 - Idade (em anos) dos estudantes pesquisados 105
Figura 11 - Semestre corrente do curso dos estudantes pesquisados 106
Figura 12 – Tempo de atuação dos estudantes no mercado de trabalho 106
Figura 13 - Carga horária semanal de trabalho dos estudantes pesquisados 107
Figura 14 – Habilidade e/ou competência ‘raciocínio e solução de problemas em engenharia’ 110
Figura 15 – Habilidade e/ou competência ‘conhecimento e raciocínio técnico’ 110
Figura 16 - Habilidade e/ou competência ‘ética profissional, integridade, responsabilidade e prestação de contas’ 111
Figura 17 - Habilidade e/ou competência ‘ponderação, julgamento e equilíbrio na resolução de problemas’ 112
Figura 18 - Habilidade e/ou competência ‘autoconsciência do próprio conhecimento, habilidades e atitudes’ 112
Figura 19 - Habilidade e/ou competência ‘comportamento profissional’ 112
Figura 20 - Habilidade e/ou competência ‘atualização com o mundo da engenharia 112
Figura 21 - Habilidade e/ou competência ‘trabalho em equipe’ 112
Figura 22 - Habilidade e/ou competência ‘gerenciamento de projetos’ 112
Figura 23 - Habilidade e/ou competência ‘iniciativa e disposição para assumir riscos’ ... 113

Figura 24 - Habilidade e/ou competência ‘planejamento proativo da carreira’ 113
Figura 25 - Habilidade e/ou competência ‘curiosidade e aprendizagem ao longo da carreira’ 113
Figura 26 - Habilidade e/ou competência ‘conhecimento e comunicação em línguas estrangeiras’ 113
Figura 27 - Habilidade e/ou competência ‘comunicação oral e escrita’ 113
Figura 28 - Habilidade e/ou competência ‘priorização e foco’ 113
Figura 29 - Habilidade e/ou competência ‘pensamento crítico’ 114
Figura 30 - Habilidade e/ou competência ‘pensamento criativo’ 115
Figura 31 - Habilidade e/ou competência ‘experimentação e descoberta de conhecimento 115
Figura 32 - Habilidade e/ou competência ‘perseverança e flexibilidade’ 115
Figura 33 - Habilidade e/ou competência ‘liderança’ 115
Figura 34 - Habilidade e/ou competência ‘gestão do tempo e de recursos’ 115
Figura 35 - Habilidade e/ou competência ‘caráter empreendedor’ 115
Figura 36 - Habilidade e/ou competência ‘pensamento sistêmico 116
Figura 37 - Habilidade e/ou competência ‘pensamento holístico’ 116
Figura 38 - Habilidade e/ou competência de aplicar conhecimentos fundamentais da engenharia em relação ao conhecimento e raciocínio técnico 118
Figura 39 - Habilidade e/ou competência de utilizar conhecimento das ciências básicas em relação ao conhecimento e raciocínio técnico 118
Figura 40 - Habilidade e/ou competência de aplicar conhecimentos da engenharia avançada em relação ao conhecimento e raciocínio técnico 118
Figura 41 - Habilidade e/ou competência de identificar e formular problemas em relação ao raciocínio e solução de problemas em engenharia 119
Figura 42 - Habilidade e/ou competência de atuar na solução de problemas e fazer recomendações em relação ao raciocínio e solução de problemas em engenharia 119
Figura 43 - Habilidade e/ou competência de formular hipóteses em relação à experimentação e descoberta de conhecimento 120
Figura 44 - Habilidade e/ou competência de fazer levantamento de literatura impressa e eletrônica em relação à experimentação e descoberta de conhecimento 120
Figura 45 - Habilidade e/ou competência de desenvolver pesquisa experimental em relação à experimentação e descoberta de conhecimento 121

Figura 46 - Habilidade e/ou competência de ter ponderação, julgamento e equilíbrio na resolução dos problemas 122
Figura 47 - Habilidade e/ou competência de saber priorizar e focar 122
Figura 48 - Habilidade e/ou competência de conseguir reconhecer processos que emergiram durante o trabalho e interagir com rapidez nas soluções dos problemas encontrados 122
Figura 49 - Habilidade e/ou competência de visualizar o sistema e os processos de forma holística 122
Figura 50 - Habilidade e/ou competência de percepção que o processo em que esteve envolvido favoreceu o desenvolvimento da curiosidade e a necessidade de aprendizagem ao longo da vida 124
Figura 51 - Habilidade e/ou competência de adquirir autoconsciência do próprio conhecimento, habilidades e atitudes 124
Figura 52 - Habilidade e/ou competência de desenvolver o pensamento crítico 124
Figura 53 - Habilidade e/ou competência de desenvolver o pensamento criativo 124
Figura 54 - Habilidade e/ou competência de ser perseverante e flexível 125
Figura 55 - Habilidade e/oucompetência de tornar-se capaz de gerir o tempo e os recursos para a solução dos problemas 125
Figura 56 - Habilidade e/ou competência para tomar iniciativa e disposição para assumir riscos 125
Figura 57 - Habilidade e/ou competência de compreender a necessidade de planejar proativamente a carreira 126
Figura 58 - Habilidade e/ou competência de agir com profissionalismo 126
Figura 59 - Habilidade e/ou competência de compreender a necessidade de se manter atualizado no mundo da engenharia 126
Figura 60 - Habilidade e/ou competência de agir com ética, integridade, responsabilidade e realizar a prestação de contas 126
Figura 61 - Habilidade e/ou competência de participar no crescimento e evolução da equipe 129
Figura 62 - Habilidade e/ou competência de participar nas operações da equipe 129
Figura 63 - Habilidade e/ou competência de percepção que o trabalho realizado em equipe propiciou o desenvolvimento de liderança 129
Figura 64 - Habilidade e/ou competência de formar equipes eficazes 129

Figura 65 - Habilidade e/ou competência de realizar trabalho técnico dentro da equipe.. 129
Figura 66 - Habilidade e/ou competência de o trabalho interferir positivamente na capacidade de comunicação escrita 131
Figura 67 - Habilidade e/ou competência de o trabalho interferir positivamente na capacidade de comunicação oral e interpessoal 131
Figura 68 - Habilidade e/ou competência de percepção que a comunicação foi eficiente 131
Figura 69 - Habilidade e/ou competência de o trabalho interferir positivamente na capacidade de comunicação eletrônica/multimídia 131
Figura 70 - Habilidade e/ou competência de o trabalho interferir positivamente na capacidade de comunicação gráfica 131
Figura 71 - Habilidade e/ou competência de desenvolver uma estratégia de comunicação para o trabalho 131
Figura 72 - Habilidade e/ou competência de percepção que a comunicação em língua inglesa foi necessária para atuar nesse projeto 132
Figura 73 - Habilidade e/ou competência de percepção que a comunicação em outras línguas foi necessária para atuar nesse projeto 132
Figura 74 - Habilidade e/ou competência de percepção que o trabalho realizado estimulou o desenvolvimento de funções e responsabilidades do profissional de engenharia 135
Figura 75 - Habilidade e/ou competência de percepção que o trabalho realizado gerou impacto da engenharia sobre a sociedade 135
Figura 76 - Habilidade e/ou competência de percepção que o trabalho realizado interferiu no contexto histórico e cultural do local onde foi implantado 135
Figura 77 - Habilidade e/ou competência de percepção que o trabalho realizado abrangeu questões e valores contemporâneos 135
Figura 78 - Habilidade e/ou competência de percepção que o projeto executado se desenvolveu em uma perspectiva global 136
Figura 79 - Habilidade e/ou competência de percepção que foi possível identificar os objetivos e requisitos para a execução dos trabalhos 137
Figura 80 - Habilidade e/ou competência de percepção que o modelo utilizado garantiu o alcance dos objetivos 137
Figura 81 - Habilidade e/ou competência de percepção que o modelo utilizado favoreceu o aprendizado sobre gerenciamento do desenvolvimento do projeto 137

Figura 82 - Habilidade e/ou competência de percepção que o trabalho realizado foi bem sucedido 138
Figura 83 - Habilidade e/ou competência de percepção que o trabalho exigiu uma postura empreendedora tecnicamente 138
Figura 84 - Habilidade e/ou competência de percepção que o trabalho exigiu o uso de estratégias empresarias, metas e planejamento 138
Figura 85 - Habilidade e/ou competência de percepção que o trabalho possibilitou a apreciação de diferentes culturas empresarias 138
Figura 86 - Habilidade e/ou competência de haver disciplina no desenvolvimento do projeto 139
Figura 87 - Habilidade e/ou competência de percepção que o modelo utilizado abordou o processo de projeto 139
Figura 88 - Habilidade e/ou competência de percepção que se tratou de um projeto multi-objetivos 139
Figura 89 - Habilidade e/ou competência de percepção que foi necessária a utilização de conhecimento de projeto 139
Figura 90 - Habilidade e/ou competência de percepção que se tratou de um projeto multidisciplinar 140
Figura 91 - Habilidade e/ou competência de percepção que o projeto de implementação foi realizado satisfatoriamente 140
Figura 92 - Habilidade e/ou competência de percepção que houve gestão do grupo na implementação do projeto 140
Figura 93 - Habilidade e/ou competência de percepção que o projeto executado permitiu a otimização das operações 141
Figura 94 - Habilidade e/ou competência de percepção que todas as operações envolvidas contaram com a gestão do grupo 141
Figura 95 - Habilidade e/ou competência de percepção que o projeto contribuiu para a melhoria e evolução do sistema 141
Figura 96 - Habilidade e/ou competência de percepção que foram utilizadas etapas de treinamento 141
Figura 97 - Habilidade e/ou competência de percepção que as etapas previstas na metodologia para o desenvolvimento do projeto foram cumpridas 144

Figura 98 - Habilidade e/ou competência de percepção que adquiri conhecimento sobre a metodologia empregada no desenvolvimento do projeto 144
Figura 99 - Habilidade e/ou competência de percepção que houve gestão satisfatória da implementação do projeto 144

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Organização das competências segundo o Programa CDIO e UNESCO 63
Quadro 2 - Campos da Taxonomia de Bloom 75
Quadro 3 - Categorias do domínio cognitivo da Taxonomia de Bloom..... 75
Quadro 4 - Principais diferenças entre a aprendizagem ativa, a aprendizagem colaborativa e a aprendizagem cooperativa 79
Quadro 5 - Estratégias Pedagógicas utilizadas como metodologias ativas e suas definições 81
Quadro 6 - Estratégias de aprendizagem com suas respectivas conceituações 83
Quadro 7 - Competências apontadas em documentos oficiais brasileiros e referências internacionais..... 98
Quadro 8 - Relato dos estudantes durante o desenvolvimento do projeto..... 146
Quadro 9 - Entrevista com líderes dos grupos de trabalho..... 148

LISTA DE SIGLAS

ABENGE	Associação Brasileira de Educação em Engenharia
ASTE	Association for Career and Technical Education
ABET	Accreditation Board of Engineering and Technology
ASTE	Association for Career and Technical Education
CDIO	Conceive - Design - Implement - Operate
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CES	Censo da Educação Superior
CHA	Conhecimentos, Habilidades e Atitudes
CNE	Conselho Nacional de Educação
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CONEP	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
CSE	Câmara de Educação Superior
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
DISC	Dominance - Inducement - Submission - Compliance
ENADE	Exame Nacional de Desempenho de Estudantes
EUA	Estados Unidos da América
FEANI	Féderation Européenne d'Associations Nationales d'Ingénieurs
FNE	Federação Nacional de Engenharia
IBC	Instituto Brasileiro de Coaching
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IEDI	Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers

IEL	Instituto Euvaldo Lodi
IES	Instituição de Ensino Superior
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
ISIS	Integrated Set of Information Systems
ISSO	International Organization for Standardization
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NAE	National Academy of Engineering
NR	Norma Regulamentadora
NSF	National Science Foundation
NSPE	National Society of Professional Engineers
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PBL	Problem-based Learning
PETRA	ProjEct and TRAnsference
PIB	Produto Interno Bruto
POL	Project-oriented Learning
PRODENGE	Programa de Desenvolvimento da Engenharia
ProUni	Programa Universidade para todos
REENGE	Reengenharia da Engenharia
ReUni	Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais
SciELO	Scientific Electronic Library Online
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 Introdução 29
1.1 Definição do problema 32
1.2 Objetivo 33
1.3 Justificativa 33
1.3.1 Identificação das habilidades e competências do futuro 36
1.3.2 Contribuições esperadas para a construção do conhecimento e sua utilização na educação em engenharia 37
1.4 Hipótese da pesquisa 38
1.4.1 Estrutura do trabalho 38
2 O cenário da educação em Engenharia 41
2.1 Os cursos de engenharia no Brasil e no mundo 42
2.1.1 Os números da educação em engenharia no Brasil 45
2.2 Demanda mundial de engenheiros 55
2.3 Formação técnica e gerencial 57
3 Os conceitos de competências 59
3.1 Evolução dos conceitos de competências e as diferentes abordagens 59
3.2 Os blocos de competências de Crawley 61
3.3 Novas atribuições e competências e a legislação brasileira 65
3.4 Atribuições definidas pela Resolução 218 CONFEA 66
3.5 Habilidades e competências definidas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais 68
3.6 Habilidades e competências definidas pelas diretrizes do ENADE 2014 69
4 Aprendizagem ativa na educação em Engenharia 71
4.1 Teorias que sustentam a aprendizagem ativa 73
4.1.1 Taxonomia dos objetivos dos processos de aprendizagem – a Taxonomia de Bloom 74
4.1.2 Evidências da Aprendizagem Ativa 76
4.2 Estratégias pedagógicas de Aprendizagem Ativa 80
4.3 Metodologias ativas e o desenvolvimento de competências 84
5 Metodologia da pesquisa 88
5.1 Caracterização da pesquisa 88
5.2 Pergunta da pesquisa 93
5.3 Determinação dos participantes da pesquisa 93

5.4 O modelo intervencionista 94
5.5 Método e instrumento de coleta de dados 95
5.6 Validação do instrumento de pesquisa e análise dos dados 96
5.7 Identificação de variáveis relevantes para a pesquisa 97
6 Apresentação e discussão dos resultados 102
6.1 Perfil dos estudantes pesquisados 104
6.2 Habilidades e competências desejáveis e importantes para um profissional de engenharia 107
6.3 Sobre conhecimento e raciocínio técnico 117
6.4 Sobre competências pessoais, profissionais e atributos 118
6.4.1 Raciocínio e solução de problemas em engenharia 119
6.4.2 Experimentação e descoberta de conhecimento 120
6.4.3 Pensamento sistêmico 121
6.4.4 Habilidades pessoais e atitudes 123
6.4.5 Habilidades e atitudes profissionais 125
6.4.6 Comparação entre as cinco etapas da segunda dimensão da proposta adaptada do "CDIO Syllabus" 127
6.5 Sobre habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação 127
6.5.1 Sobre o trabalho em equipe 128
6.5.2 Sobre a comunicação 130
6.5.3 Sobre a comunicação em línguas estrangeiras 131
6.5.4 Comparação entre as três etapas da terceira dimensão da proposta adaptada do "CDIO Syllabus" 132
6.6 Sobre conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social 133
6.6.1 sobre o contexto externo e social 134
6.6.2 Sobre a concepção e os sistemas de engenharia 136
6.6.3 Sobre as empresas e o contexto de negócios 137
6.6.4 Sobre o projeto 138
6.6.5 Sobre a implementação 140
6.6.6 Sobre a operação 141
6.6.7 Comparação entre as seis etapas da quarta dimensão da proposta adaptada do "CDIO Syllabus" 142

6.7 Comparação entre as quatro dimensões da proposta adaptada do “CDIO Syllabus”.. 142
6.8 Sobre a metodologia utilizada na disciplina Higiene e Segurança Industrial..... 143
6.9 Análise qualitativa da visão dos pesquisados e das características da aprendizagem dos estudantes: facilidades, dificuldades e como aprendeu com a metodologia desenvolvida na disciplina..... 145
7 Conclusões 156
7.1 Conclusões..... 156
7.2 Verificação dos Objetivos 159
7.3 Limitações da Pesquisa..... 160
7.4 Recomendações e trabalhos futuros 161
7.5 Considerações finais 161
Referências 163
Anexo I 176
Anexo II..... 178
Apêndice I..... 179
Apêndice II 190

1 Introdução

Considerando o atual estágio de desenvolvimento científico e tecnológico, torna-se cada vez mais relevante discutir o perfil desejável dos profissionais de engenharia capazes de dar resposta aos constantes desafios impostos. Consequentemente, deve-se discutir também os processos de formação desses futuros engenheiros, discussão essa cada vez mais presente nas publicações nacionais e internacionais.

Nesse mesmo contexto é conhecida a necessidade de estimular a formação de mais engenheiros para garantir o desenvolvimento sustentável do País. Pesquisadores na área de educação sustentam a necessidade de intensificar o processo de formação de engenheiros para atender às demandas e para inserir o Brasil no atual contexto de competitividade internacional, diante da constatação de insuficiência de profissionais no mercado. Para Cardoso (2008), no Brasil, não existe plano nacional de desenvolvimento viável por falta de recursos humanos qualificados na área tecnológica. Ainda segundo o mesmo autor, a falta de jovens com interesse na tecnologia é uma preocupação mundial, e vários países investem um volume sensível de recursos financeiros para alterar esse cenário.

Segundo Borges e Almeida (2013), as transformações que vêm ocorrendo mundialmente, nas esferas: social, política, econômica, tecnológica, científica, ética e em tantas outras, juntas, refletem nas diversas áreas da vida social, como na organização do trabalho, nas formas de produção e na formação profissional. Acompanhar tais transformações tem tornado necessária uma adaptação contínua por parte dos indivíduos. O ensino universitário deve oferecer condições para que os estudantes passem a ser sujeitos de sua própria história, sobretudo por meio da participação e do compromisso com a sociedade e assim a universidade, além de formar para o mundo do trabalho, faz com que vivenciem intensamente todas as suas possibilidades e dimensões com vistas a uma formação integral.

Nesse âmbito, considera-se que mudanças nas formas de ensinar e aprender ficam mais evidentes, sobretudo nas instituições de educação superior e sabe-se que os profissionais de engenharia têm atualmente maiores exigências com relação ao preparo, capacidade de tomar decisões, de resolver problemas, trabalhar em equipe, comunicar-se eficientemente, ter autonomia no aprendizado e flexibilidade frente a novas situações sociais e profissionais.

A educação em engenharia, área do conhecimento que está em permanente evolução, requer cada vez mais a implantação e a gestão de processos educativos adequados a esse

contexto de constantes transformações. A formação de indivíduos criativos e empreendedores depende de intervenções pedagógicas que renovem as formas de ensinar e de aprender.

No caso dos profissionais de engenharia, o perfil desejável aponta competências, habilidades e atitudes que incluem a conduta criativa, questionadora e científica. Segundo Freire Junior et al. (2013), essas qualidades, quando se trata de conhecimentos básicos necessários à profissão, demandam o desenvolvimento de capacidades como observar, identificar variáveis intervenientes, analisar dados e informações, e propor metodologias de investigação. Esses autores apontam ainda que o processo educacional contemporâneo deve visar a formação de u profissional pronto para aprender sempre, buscando e gerenciando informações, derivando delas o conhecimento necessário para interagir no seu meio em condições de compreender e propor soluções para cada nova situação.

Bourn e Neal (2008), afirmam em sua publicação - The Global Engineer - que a educação superior de engenharia precisa constantemente esforçar-se para acompanhar o ritmo dos avanços mundiais e em particular a contribuição da engenharia para esses desafios. O ensino superior precisa preparar engenheiros do futuro com as habilidades e conhecimentos necessários, pois terão de gerir as rápidas mudanças, a incerteza e a complexidade. A chave aqui é a capacidade de adaptar as soluções que a engenharia proporciona, para o contexto local, social, econômico, político, cultural e ambiental e compreender o impacto das ações locais sobre o resto do mundo. Embora não haja uma dimensão global dentro de todas as disciplinas dos cursos, a engenharia e a tecnologia têm importância única para enfrentar os desafios, fornecendo a sustentabilidade ambiental, a redução da pobreza internacional e o crescimento econômico. Essa publicação analisa ainda, porque a dimensão global é fundamental para a engenharia, o que isso significa para a educação e como pode ser implementado.

O impacto da tecnologia na profissão do engenheiro afeta diretamente os cursos de engenharia que, para atender às demandas atuais de formação desses profissionais, devem estar em constante atualização curricular, metodológica, de infraestrutura de laboratórios e dos ambientes de aprendizagem, tanto para o ensino presencial e a distância quanto para o desenvolvimento da iniciativa de aprendizagem autônoma. (FREIRE JUNIOR et al., 2013).

Como agentes principais da formação em engenharia, os professores têm se beneficiado do uso de tecnologias como: projetores, lousas eletrônicas, simuladores, máquinas de calcular e internet, como recursos tecnológicos que, aos poucos, vêm sendo

integrados às práticas pedagógicas. No entanto, essa atualização tecnológica nem sempre é acompanhada de uma atualização pedagógica para a integração da tecnologia como mediadora de processos mais dinâmicos e eficientes no desenvolvimento da aprendizagem. Segundo Canto et al. (2013), o que se observa na prática é que, na maioria das situações e experiências, utilizam-se novas ferramentas tecnológicas sem a preocupação com os processos de aprendizagem adequados à formação do engenheiro, com o desenvolvimento de habilidades e competências requeridas atualmente.

Já não é mais possível formar profissionais de engenharia sem se preocupar com sua colocação no mundo do trabalho. A reformulação da formação do perfil profissional do engenheiro impõe demandas por novas metodologias, postura pedagógica diferenciada e visão da relação ensino-aprendizagem mais consistentes. Nessa situação, a expressão "aprendizagem ativa" ou "métodos ativos de aprendizagem", vêm recebendo atenção crescente dos educadores no mundo todo, por constituir uma das respostas possíveis às novas demandas educacionais.

A aprendizagem ativa pode ser considerada um conjunto de ações ou eventos, planejados de forma que os participantes se sintam motivados a processar, aplicar, interagir e compartilhar suas experiências, como parte do processo educacional (INSTRUCTION, 2010). É centralizada no estudante que é o principal construtor de seu conhecimento. Nela, o estudante é levado a descobrir um fenômeno e a compreender conceitos por si mesmo, e em seguida, é conduzido a relacionar suas descobertas com seu conhecimento prévio do mundo ao seu redor (FELDER; BRENT, 2009).

Dessa forma, espera-se que o conhecimento construído tenha mais significado do que quando uma informação é transmitida ao estudante de forma passiva.

Segundo breve mapeamento feito por Yonamine (2012), há evidências da complexidade envolvida na definição do tipo de formação de engenheiros no mundo todo. Os responsáveis pela formatação do projeto pedagógico e da proposta curricular enfrentam alguns dilemas inevitáveis, muitos dos quais relacionados ao tema deste projeto: as metodologias de ensino *versus* o desenvolvimento de habilidades e competências.

Silva e Cecílio (2007) afirmam que a formação dos engenheiros se modela conforme o estabelecimento dos perfis das transformações sociais e econômicas, seja para a formação de quadros da indústria, seja para os de gestão de empresas, em consonância com as mudanças na economia, desde a Revolução Industrial do século XIX, até a Terceira Revolução Industrial. Segundo esses autores, o eixo das atividades do engenheiro passou a

ser determinado a partir da articulação das dimensões técnicas, econômicas e sócio administrativas e a relação da atividade profissional do engenheiro com a sua formação é uma pauta que ainda não foi devidamente acompanhada pelas escolas de engenharia do Brasil e também do mundo.

Partindo de demandas expressas nos referenciais bibliográficos apresentados neste projeto e entendendo que o desenvolvimento das habilidades e competências profissionais do engenheiro pode ser favorecido por meio de um processo formativo que ocorra com o uso de recursos educacionais mais participativos, tratamos aqui de discutir e intervir nesses processos.

O trabalho docente, com projetos interdisciplinares e o uso de metodologias ativas de aprendizagem, apresenta-se como um dos princípios pedagógico-científicos, esse entendido como estratégia de ensinar e de aprender, mais adequados aos novos desafios do campo de atuação do engenheiro.

Dessa forma, não se pode desconsiderar a necessidade de capacitação pedagógica para o docente, onde o professor pode construir novos referenciais e saberes docentes, de modo a conduzir adequada e conscientemente suas atividades relacionadas com o ensino-aprendizagem e se preparar para os problemas e necessidades resultantes das mudanças decorrentes da sociedade.

Não se trata mais de discutir sobre a inclusão ou não, de recursos tecnológicos e novas metodologias de ensino nos cursos de engenharia, mas sim de aproveitar o potencial da tecnologia, para criar ambientes de aprendizagem onde seja possível promover a participação ativa do estudante e consequentemente a formação de engenheiros empreendedores e com autonomia para aprender continuamente. Todos esses esforços possuem em comum o fato de tentarem re-equacionar os procedimentos de educação e formação universitária de forma a gerar perfis profissionais adequados às demandas da sociedade, considerando que antigos conhecimentos, competências e valores praticados, não se revelam mais adequados ou são insuficientes.

1.1 Definição do problema

O reconhecimento de uma demanda por um novo perfil de engenheiros que atenda às questões aqui mencionadas está expresso na visão de autores como Crawley (2002, 2011), Costa e Martins (2011) e Yonamine (2012) e em outras tantas referências aqui apresentadas.

Assim, a partir dessas e de outras demandas contidas nos referenciais bibliográficos e entendendo que o uso de metodologias ativas de aprendizagem está diretamente ligado ao desenvolvimento das competências necessárias aos engenheiros, esta tese aborda a seguinte pergunta de pesquisa:

"A partir de uma visão sistêmica para a formação de engenheiros, que contribuições podem ser identificadas no desenvolvimento de competências com o uso de metodologias ativas?"

1.2 Objetivo

Considerando a preocupação com a formação de profissionais mais preparados no campo da Engenharia e as principais metas para a educação em engenharia no século XXI, o objetivo geral desta pesquisa é:

Identificar as possíveis contribuições do uso de metodologias ativas para o desenvolvimento de competências na formação do engenheiro, na perspectiva de uma visão sistêmica.

Esse objetivo geral se desdobra, no âmbito deste trabalho, nos seguintes objetivos específicos:

- ✓ Identificar na literatura, pontos que possam servir de conexão entre as teorias pesquisadas.
- ✓ Construir um instrumento para verificar o desenvolvimento de competências, para que, de forma coerente, possa favorecer a pesquisa sobre a aquisição de competências através da metodologia proposta para o processo de aprendizagem.
- ✓ Verificar a percepção do estudante com relação ao desenvolvimento de competências por meio do uso de metodologias ativas.

Espera-se, também, que a pesquisa possa trazer contribuições ao atual ensino acadêmico de Engenharia, em seus processos de formação, e melhor sintonia com a evolução do mundo do trabalho para os quais se encaminham os processos formativos.

1.3 Justificativa

O atual cenário político e econômico do Brasil, juntamente com a necessidade de infraestrutura e investimentos para captação de recursos hídricos e de energia, tem levado à

necessidade urgente de realização de obras de infraestrutura em várias áreas como comunicações, energia, transportes, entre outras, gerando uma demanda grande por serviços de engenharia para a execução desses projetos.

Segundo Colenci et al. (2011), o que poderia parecer um ótimo cenário com condições favoráveis e grande oportunidade de emprego para os brasileiros, está se tornando um problema para o país. A escassez de engenheiros qualificados está figurando como o empecilho que pode emperrar ainda mais o crescimento. Na área do petróleo, setor que necessita de urgente recuperação, são necessários no mínimo 200 mil novos postos de trabalho para engenheiros (dados da Federação Nacional de Engenharia – FNE), sendo que no ano de 2012 o Brasil teve formação de aproximadamente 54 mil engenheiros (dados do Ministério da Educação – MEC), o que gera um déficit anual da ordem de 30 mil profissionais. Ainda segundo estudos da Confederação Nacional da Indústria (CNI), esse déficit chegou em 2012 a um total de 150 mil vagas não preenchidas por engenheiros qualificados.

Anteriormente, no trabalho Taylorista/Fordista, as relações produtivas no mundo do trabalho posicionavam os profissionais com tarefas e funções bem definidas e em postos fixos. Com a implementação da flexibilidade ocupacional e horizontalidade organizativa e de gestão, investiga-se uma nova relação interativa do engenheiro com a suas necessidades de formação, e a atuação e qualificação desses profissionais. Enfim, o desafio convoca ao diálogo: o currículo, as diretrizes de formação do profissional da engenharia e sua articulação com a realidade do mundo do trabalho.

A National Society of Professional Engineers (NSPE) considera que o conhecimento, habilidades e atitudes são importantes na educação e formação de profissionais de engenharia, focando aqueles que atualmente não fazem parte do processo educacional de formação da maioria dos engenheiros.

Educadores da engenharia almejam a formação de engenheiros inovadores, autônomos e empreendedores e entende-se que esse perfil profissional contemporâneo só pode ser alcançado por meio de intervenções pedagógicas adequadas. Nos Estados Unidos e na Europa existem diversas iniciativas com o objetivo de melhor preparar o estudante de engenharia para o mercado de trabalho (CRAWLEY, 2002; KELLEY 1999; KUMAR et al., 2007; MOHAN et al., 2010; NAE, 2004, 2005). Na literatura acadêmica brasileira, no entanto, são registradas iniciativas ainda incipientes e insuficientes. Considera-se que as razões mais prováveis para essa carência no Brasil são:

1. Os objetivos e processos de aprendizagem requeridos para atender a esse propósito ainda estão distantes nas escolas de engenharia no Brasil.
2. A estrutura curricular ainda segue os modelos tradicionais e mais antigos.
3. O corpo docente ainda utiliza predominantemente os métodos tradicionais de ensino, desconsiderando, muitas vezes, a importância da aprendizagem e do desenvolvimento de habilidades e competências durante o processo de formação.

Dessa forma, justifica-se esta pesquisa pela necessidade de investigar se a transição satisfatória da graduação para o mundo profissional e a formação de profissionais qualificados estão diretamente atreladas à utilização de metodologias ativas e ao desenvolvimento de habilidades e competências que interferem na empregabilidade dos egressos dos cursos de engenharia. Nos programas das associações de classe nos Estados Unidos (ASTE[1], 2007; NAE[2], 2005) e na Europa (FEANI[3], 2005) a questão da empregabilidade dos engenheiros tem recebido ênfase por ter impacto direto na competitividade tecnológica e econômica e também no bem estar social. Ainda segundo a European Federation of National Engineering Associations (FEANI 2013), a demanda por engenheiros que são capazes de trabalhar em equipes e em qualquer lugar do mundo atuando em projetos globais e na solução de problemas mundiais, está aumentando cada vez mais.

Inúmeras são as questões que surgem. Uma delas é o fato de que a educação é considerada o instrumento de preparação do futuro profissional para o mundo do trabalho, oferecendo informações armazenadas pela cultura, pela sociedade e ajudando no processo de construção de conhecimentos técnicos para que se possa ter êxito profissional, principalmente na área das engenharias e tecnologias. Na atualidade, já não se trabalha apenas com livros, textos e teorias escritas em papel, mas também com modelos computacionais que vêm se aperfeiçoando cada vez mais. A pergunta que se faz aqui é se os engenheiros do presente e do futuro estão ou estarão preparados para utilizar as novas tecnologias, considerando que os profissionais responsáveis pela sua formação muitas vezes ainda relutam em utilizá-las.

---

[1] ASTE – Association for Career and Technical Education. Career Clusters & Pathways. 2007. Disponível em: http://www.careertech.org/career-clusters/clusters-occupations.html. Acesso em março de 2012.

[2] NAE – National Academy of Engineering. The National Academies Press.

[3] FEANI – Féderation Européenne d'Associations Nationales d'Ingénieurs. The European Engineers Publication, 2013. Disponivel em: http://www.feani.org/site/index.php?id=tx. Acesso em janeiro de 2014.

É necessário rever as práticas pedagógicas e ao mesmo tempo, utilizar os recursos tecnológicos disponíveis, no sentido de provocar uma revolução em favor de uma base mais ampla de conhecimento científico e tecnológico. Nesse sentido a literatura atual aponta diversas iniciativas de educadores e pesquisadores, procurando conciliar os princípios que fundamentam a engenharia. Berggren Et al. (2003), Berry, Di Piazza e Sauer (2003), Casale (2012), Cazarini, Casale e Castilho (2010); Crawley (2002), Crawley Et al. (2011), Escrivão Filho e Ribeiro, (2009); Litchfield, Javernick-Will e Maul (2016), Prince (2004), Silva, Kuri e Casale (2012), têm realizado pesquisas, buscando implementar alternativas pedagógicas ao ensino-aprendizagem na educação em engenharia. Essas alternativas visam tornar mais apropriado o perfil dos futuros engenheiros, às necessidades e situações inesperadas da sociedade atual, através do desenvolvimento de novas habilidades e competências.

1.3.1 Identificação das habilidades e competências do futuro

Berry, Di Piazza e Sauer (2003)[4] apontam algumas demandas na formação de engenheiros nos Estados Unidos e segundo os autores, um dos papéis das escolas de Engenharia é capacitar os alunos para o mundo do trabalho profissional, além de capacitá-los nas chamadas *soft skills*, que são as competências profissionais: gestão de equipes, habilidade de comunicação oral e escrita, criatividade, liderança, pensamento crítico e ética. Crawley, (2002, p. 9)[5] propõe a formação de engenheiros que atendam às demandas contemporâneas com uma proposta que divide as competências em quatro blocos, sendo:

> (I) Raciocínio e conhecimento técnico; (II) habilidades pessoais e profissionais, (III) habilidades interpessoais e (IV) conjugação das competências de forma contextualizada em relação aos diversos segmentos da sociedade.

Se hoje o engenheiro ainda enfrenta restrições que o colocam dentro de um plano de carreira mais técnico, as demandas do mercado para a contratação de engenheiros e alterações sugeridas na educação em engenharia indicam uma valorização cada vez maior do profissional que traga na bagagem experiência relacionada à administração, finanças, habilidade no tratamento dos recursos humanos e gerenciamento de projetos. Ao mesmo

---

[4] Edição de novembro de 2003 do periódico IEEE Transactions on Education. Nessa edição, os autores publicaram o artigo "The Future of Electrical and Computer Engineering Education", apontando demandas na formação de engenheiros eletricistas e engenheiros da computação nos Estados Unidos.

[5] Crawley é professor do MIT – Massachusetts Institute of Technology – e propôs um programa para a formação de engenheiros denominado CDIO SYLLABUS. Esse autor vem pesquisando várias propostas pedagógicas para o desenvolvimento de competências.

tempo em que querem conhecimento aprofundado na área de atuação, processos e produtos específicos da empresa, as organizações procuram também um profissional de visão mais ampla e sistêmica, dinâmico, com pensamento crítico e que consiga relacionar-se com outras áreas da empresa.

Litchfield, Javernick-Will e Maul (2016) afirmam que nas últimas duas décadas, o ensino de engenharia tem tentado estreitar a divisão entre o social e o técnico. Mais notadamente, a ABET, conselho de acreditação para programas de engenharia, reconheceu a importância de formar engenheiros mais flexíveis e com uma ampla variedade de habilidades e competências e desenvolveu programas com novos resultados de aprendizagem.

Verifica-se assim, a necessidade de um profissional capaz de atuar na gestão do conhecimento organizacional, compreendida também como gestão para o conhecimento, capacitação para o conhecimento ou promoção do conhecimento, atuando para que a organização possa sempre se utilizar da melhor informação e do melhor conhecimento disponíveis. Além disso, destaca-se que as grandes, profundas e rápidas transformações tecnológicas, econômicas, sociais e culturais em curso no mundo contemporâneo provocaram mudanças nos afazeres e responsabilidades dos engenheiros, tanto no que diz respeito a novas ocupações quanto no perfil necessário ao desempenho desses novos afazeres e responsabilidades. Apoia-se aqui a proposta do uso de uma metodologia ativa para alcançar esse intento.

1.3.2 Contribuições esperadas para a construção do conhecimento e sua utilização na educação em engenharia

Com o desenvolvimento deste trabalho, espera-se gerar as seguintes contribuições:

- ✓ Colaborar com o cenário educacional, buscando a formação do engenheiro inovador, minimizando o tradicionalismo das práticas educativas e estimulando uma postura menos passiva dos estudantes, com resultados na melhor formação profissional.
- ✓ Gerar, a partir desta pesquisa, subsídios para a continuidade da experiência vivenciada, em outras instituições e em outras disciplinas.

- ✓ Possível inserção da metodologia ativa nos projetos pedagógicos dos cursos de engenharia, aplicada tanto à disciplina objeto deste estudo quanto à outras disciplinas e conteúdos necessários à formação do engenheiro.

1.4 Hipótese da pesquisa

Considerando a necessidade de formação de profissionais de engenharia com as competências necessárias e a utilização de metodologias ativas para que se atinjam essas competências, a hipótese deste trabalho está relacionada ao seguinte contexto:

O uso de metodologias ativas na formação de engenheiros, em uma visão sistêmica e diante das expectativas atuais e futuras, pode contribuir significativamente para a aquisição de competências e melhorar o perfil profissional esperado.

1.4.1 Estrutura do trabalho

Esta tese é desenvolvida em oito capítulos, como esquematizado na Figura 1.

INTRODUÇÃO. Envolve os elementos que direcionaram a pesquisa e a estrutura desta Tese. Na introdução são abordadas também a justificativa da pesquisa e os objetivos do trabalho, assim como o problema de pesquisa e a metodologia deste trabalho.

O CENÁRIO DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. Neste capítulo, são abordados os aspectos da educação em engenharia no Brasil e no mundo. Faz-se um histórico dos modelos de educação adotados e dos números da educação em engenharia. Destaca-se também esses números em termos das modalidades de engenharia existentes e apresenta-se os aspectos da formação técnica e gerencial e também da demanda mundial por engenheiros.

OS CONCEITOS DE COMPETÊNCIAS. Aqui são abordados os principais conceitos de competências, suas diferentes abordagens e os principais autores que fundamentam o estado da arte. Neste capítulo pretende-se também apresentar aspectos da legislação que dizem respeito ao acréscimo das atribuições e também sobre as habilidades e competências que agora estão sendo exigidas do engenheiro, tendo como base a mais recente legislação nacional sobre o assunto. O presente trabalho utiliza como referência um modelo

de desenvolvimento de competências utilizado por Crawley (2002) e seus colaboradores e esse capítulo também aborda o modelo apresentado pelo referido autor.

APRENDIZAGEM ATIVA NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. Esse capítulo desenvolve e descreve a utilização das metodologias ativas de aprendizagem na educação em engenharia apresentando as metodologias apontadas e discutidas pelos principais autores na área. Uma pesquisa realizada sobre as novas pautas em educação, o novo perfil do engenheiro que está sendo requerido e a necessidade de apresentar inovações na forma de ensinar e aprender apresenta a fundamentação teórica do capítulo.

MÉTODO DE PESQUISA. Partindo do conhecimento do referencial bibliográfico desta tese, esse capítulo tem como objetivo apresentar e fundamentar o método de pesquisa adotado e discutir a caracterização científica do trabalho através do detalhamento das fases executadas. São apresentados também os participantes da pesquisa e suas contribuições no processo de elaboração do instrumento utilizado, assim como o método usado na sua validação.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS. A partir do referencial teórico e da pesquisa realizada procurou-se nesse capítulo, apresentar e discutir os resultados combinando os referenciais teóricos estudados, de modo a permitir uma ampla discussão sobre o assunto desta tese e de seus principais resultados e contribuições para a educação em engenharia.

CONCLUSÃO. São descritas nessa etapa, as últimas contribuições deste trabalho e suas contribuições e sugestões para futuras pesquisas.

REFERÊNCIAS. Apresenta o referencial teórico bibliográfico utilizado na pesquisa, destacando-se a presença de obras fundamentais e extemporâneas para os assuntos abordados nesta tese. Conseguiu-se reunir aqui, obras de autores expressivos no âmbito nacional e internacional considerando o tema central “educação em engenharia”.

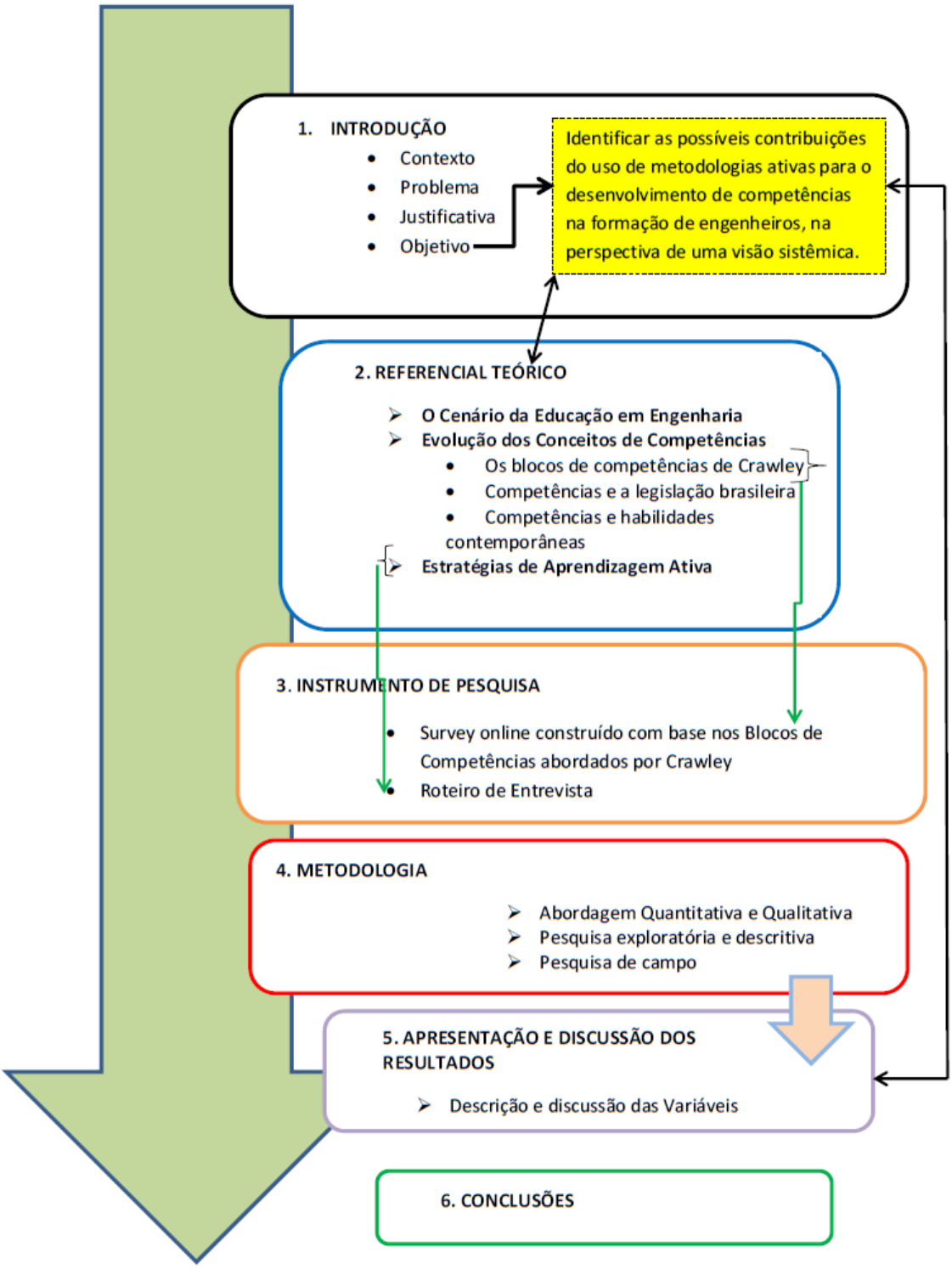


Figura 1 - Representação gráfica da estrutura do trabalho
Fonte: Elaborado pela autora.

2 O cenário da educação em Engenharia

As grandes, profundas e rápidas transformações tecnológicas, econômicas, sociais e culturais que estão acontecendo no mundo contemporâneo provocaram mudanças nos papéis dos engenheiros, tanto em termos de novas ocupações quanto no perfil necessário ao desempenho desses novos papéis. Essas transformações têm sido estudadas por pesquisadores de diversas áreas do conhecimento, com destaque para Castells (2001), Crawley (2002), Dreifuss (1996), Drucker (1999), Friedman (2005), Lash (2000), Litchfield, Javernick-Will e Maul (2016), Malvezzi (1999), Silveira (2005), Tapscott e Caston (1995), Woollacott (2007) e Zuffo (2003),

Essas mudanças e a necessidade de ampliação dos papéis dos engenheiros vêm impactando na demanda por diferentes perfis. Tais demandas, segundo Silveira (2005, p. 59) são amplas, mas podem ser agrupadas de acordo com as cinco principais instâncias sociais das quais se originam: mercado de trabalho, organizações governamentais, organizações não governamentais, meio acadêmico e alunos, e possíveis candidatos a cursos de engenharia.

De acordo com Yonamine (2012), todas essas demandas têm impacto no perfil do profissional desejado pelo mercado, no perfil do profissional a ser formado pelas Instituições de Educação Superior e nas escolhas dos alunos antes, durante e após o curso. Segundo esse mesmo autor, apesar de a maioria dos alunos concluir o curso com excelente formação técnica, muitos têm dificuldade para desenvolver uma carreira satisfatória e realizadora.

Considera-se também que o mundo profissional com suas demandas, requer diversas competências além das técnicas. Kofman (2002) aponta que é fundamental sair do paradigma pedagógico/educacional de apenas “aprender a conhecer” e desenvolver o “aprender a fazer”, “aprender a conviver” e “aprender a ser”.

O atual ambiente econômico, caracterizado por crescentes pressões do mercado, as organizações mais enxutas e rápidas mudanças, tem forçado as organizações que trabalham para que se tornem mais flexíveis, a fim de se manterem competitivas e isso tem implicações para o atual desenvolvimento da carreira dos indivíduos (LAZAROVA; TAYLOR, 2009).

De acordo com De Vos, De Haum e Van Der Heijden (2011), Fugate e Kinicki (2008), Fugate, Kinicki e Ashforth (2004), a empregabilidade dos trabalhadores é obtida através da aquisição de conhecimentos, aptidões, habilidades e outras características que são valorizadas pelos empregadores atuais e potenciais e, portanto, engloba o potencial de carreira de um indivíduo.

Todos esses autores contribuem com o presente projeto, abordando o sucesso na carreira a partir da perspectiva do desenvolvimento de competências. Considera-se, segundo eles, a importância da participação em iniciativas que auxiliem no seu desenvolvimento, estimulando positivamente os esforços reais em apoiar a construção da carreira ao longo da vida.

Martin et al. (2005) realizaram um estudo com o objetivo de investigar se os egressos de um curso de Engenharia Química participantes de um curso de graduação com o desenvolvimento curricular baseado em resultados, eram de fato profissionais que melhor atendiam às necessidades da indústria. Os resultados do estudo apontaram para a identificação de lacunas de competências mostrando que existe uma diferença entre o nível de desempenho esperado de um engenheiro por seus empregadores e o que o engenheiro realmente oferece.

2.1 Os cursos de engenharia no Brasil e no mundo

Silveira (2005)[6] relata que existem três modelos de formação de engenheiros no mundo: o modelo francês, o modelo anglo-saxão que inclui o modelo norte americano e o modelo alemão:

- ✓ Modelo francês – os primeiros engenheiros eram politécnicos, generalistas, sem grande base científica e formados pelas Grandes Écoles. Os engenheiros formados atendiam primeiro ao Estado e ascendiam rapidamente a cargos de gerência. Posteriormente, durante o governo de Napoleão, o perfil do engenheiro tornou-se mais científico e devido à necessidade evocada pelo desenvolvimento industrial, esses engenheiros passaram a ter uma formação mais gerencial. (YONAMINE, 2012). Com o aumento da demanda, foram criadas as écoles que formavam engenheiros mais especialistas e técnicos. Atualmente, existem no modelo francês, mais de oito tipos de cursos de engenharia, havendo também a formação de técnicos chamados “engenheiros operacionais” que não têm o título de engenheiros e são formados para atuar em chão de fábrica.

[6] Silveira (2005) apresenta uma análise sobre o cenário de formação de engenheiros no Brasil e no mundo, através de um estudo meticuloso com visão histórica e geográfica do processo de formação de engenheiros.

- ✓ Modelo alemão – os alemães fizeram desde o início, uma ligação do ensino de engenharia com a indústria, facilitando o oferecimento de estágios. Nesse modelo existem dois tipos de habilitação: o engenheiro tecnicista que é formado mais rapidamente (normalmente três anos de curso) e o "engenheiro especializado de base científica", formado em cursos de cinco anos de duração. O primeiro é um profissional muito especialista e de pouca base científica, enquanto o segundo tem mais prestígio e mais facilidade para ocupar cargos gerenciais e também para ingressar na pós-graduação.
- ✓ Modelo anglo saxão – esse modelo tem mais liberdade curricular e formação diversificada, existindo também dois perfis de engenheiros: os de formação humanística e base científica e os engenheiros tecnólogos de formação curta, que a exemplo dos alemães, são profissionais mais técnicos e de pouca ou nenhuma base científica.

Segundo Cardoso (2011), na década de 90 os cursos de engenharia tinham como objetivo formar profissionais mais críticos e o final do século XX foi marcado pela coexistência de duas abordagens curriculares dentro dos cursos de engenharia: a do saber técnico-instrumental e a do saber emancipatório. Portanto, era responsabilidade do professor utilizar a sua liberdade em sala de aula para atuar de forma transformadora. Consequentemente, as duas abordagens curriculares compunham uma trajetória única e cooperativa no desenvolvimento do currículo dos cursos de engenharia.

Após a promulgação da LDB, diretrizes específicas para cada curso foram disponibilizadas, de modo que, em 2002, a Resolução CNE/CES 11, "Instituiu Diretrizes Curriculares Nacionais para Graduação em Engenharia". A sua leitura atenta mostra que, como documento orientador que é, a Resolução 11/2002, internalizou magistralmente os princípios da LDB, notadamente em seu Art. 3º e Art. 5º, parágrafos 1º e 2º, que tratam respectivamente do perfil do egresso, dos trabalhos de síntese e integração de conhecimentos adquiridos ao longo do curso e do estímulo às atividades complementares, além de revelar, ao tratar de competências e habilidades gerais do egresso em seu Art. 4º, coincidências com as competências e habilidades demandadas pelo mercado de trabalho.

No entanto, os currículos ainda são organizados sequencialmente, com um grande número de disciplinas inseridas de forma linear e compartimentada (RIBEIRO, 2008). E como consequência, o acadêmico de engenharia desconhece a maior parte das demandas e exigências do mercado, já que, inserido em um universo que vive à parte dessa realidade (a

universidade), forma-se para um mercado de trabalho cujas necessidades e expectativas sobre ele mesmo, são significativamente desconhecidas. Visto isso, esse trabalho propõe a inserção da discussão desses temas ao longo da graduação, se não de forma transdisciplinar, ao menos em uma disciplina, criando o espaço para abordagem, reflexão e análise, por parte dos alunos, de tal realidade. O que se propõe, é a utilização de uma metodologia ativa, para verificar o desenvolvimento de habilidades e competências nos estudantes de engenharia, com vistas à formação de profissionais mais preparados e com pensamento crítico.

O final do século XX também foi marcado por transformações intensas no processo de desenvolvimento exigindo mudanças no âmbito empresarial, nas relações intergovernamentais e nas políticas educacionais. A constante evolução da tecnologia e da inovação demonstra que um novo mundo se coloca para a engenharia do século XXI. O processo de formação do profissional da área envolve o governo – na elaboração de políticas educacionais e públicas – as universidades com seus processos de formação e as empresas que são responsáveis pela produção de bens e serviços.

Assim, a tríplice hélice (governo, universidade e indústria) possui intersecções em que muitas iniciativas devem ser comuns. Além disso, no centro dessas iniciativas, encontra-se a sociedade com suas demandas e necessidades. A educação em engenharia tem assim, papel fundamental nesse processo, no sentido de responder de forma adequada às necessidades prementes da sociedade, através de ações de profissionais formados com competências, habilidades e atitudes adquiridas em todo o processo educacional, no qual o intercâmbio universidade-empresa desempenha papel fundamental (SILVEIRA, 2005).

Crescimento econômico depende essencialmente de educação de qualidade e de um ambiente de geração e disseminação de conhecimentos em grande escala, fundado no amplo acesso às tecnologias de informação, no desenvolvimento de competências profissionais e humanas adequadas às necessidades dos vários setores da economia e no fomento ao empreendedorismo e à criatividade (INOVA ENGENHARIA, 2006). É nessa ótica que pode ser repensada a educação em engenharia no Brasil. Os engenheiros devem ser capacitados não só em conhecimentos e habilidades técnicas, como para perceber, definir e analisar problemas – de empresas, regiões, setores ou da nação – e formular soluções, como também para trabalhar em equipe, para se reciclar continuamente ao longo de toda a vida profissional, para fazer uso das tecnologias de informação e para incrementá-las, tanto ampliando suas aplicações, como contribuindo para democratizá-las, aumentando o acesso da sociedade a esses recursos.

O desenvolvimento das engenharias seguiu o curso do processo de industrialização. Num primeiro estágio, a competência exigida do engenheiro era eminentemente técnica. À medida que a indústria se diversificava e sofisticava, passou a ser requerida a qualificação científica. Na terceira etapa, adicionaram-se as competências gerenciais. A direção seguida no processo foi a da especialização crescente. Avançou-se, então, para um quarto estágio, a que se chegou optando pela direção inversa – indo-se da especialização para a formação holística (PALETTA et al., 2012). Segundo esse mesmo autor, os conhecimentos tornam-se obsoletos cada vez mais rapidamente. No caso da engenharia, vanguarda em relação a muitos campos de atuação científico-tecnológicos, estima-se que metade do que se aprende na universidade estará superado após cinco anos e é preciso pensar em uma qualificação holística, valorizando as habilidades de gestão, comunicação, liderança, cultural, multidisciplinares, e sistêmicas, todas destacadas na economia do conhecimento.

A formação holística é uma exigência da mobilidade, entendida em suas várias dimensões: profissional, social, cultural, tecnológica, metodológica e multidisciplinar. Em última instância, mobilidade está relacionada à flexibilidade mental e, portanto, à inovação. A relação entre o conhecimento holístico, mercados globalizados, economia do conhecimento e desenvolvimento sustentável é intrínseca. A gestão do conhecimento é, portanto, a contribuição para a compreensão da natureza mutável do complexo ambiente baseado no conhecimento no qual vivemos e trabalhamos.

Para um engenheiro, ter formação holística significa agregar às competências técnicas básicas, novos conhecimentos e habilidades. Esse profissional deverá conviver em comunidades e culturas diversificadas, que vivem e resolvem questões e problemas do cotidiano a partir de um olhar peculiar e característico.

2.1.1 Os números da educação em engenharia no Brasil

A educação em engenharia no Brasil cresceu paralelamente ao desenvolvimento econômico do país. Desde o surgimento do primeiro curso em 1792, no Rio de Janeiro, o número de escolas de engenharia não parou mais de aumentar. Acompanhando o desenvolvimento que ocorria em Minas Gerais, devido ao ciclo da mineração, as principais escolas de engenharia daquele período instalaram-se neste estado.

No entanto, a profissão só foi regulamentada em 1933 e no ano de 1966 com uma nova regulamentação da profissão, foram estabelecidas as seguintes modalidades:

engenheiro aeronáutico, agrimensor, agrônomo, cartógrafo, civil, eletricista, eletrônico, de comunicação, florestal, geólogo, mecânico, metalurgista, de minas, naval, de petróleo, químico, industrial, sanitarista, têxtil e de operação.

A partir de então, o crescimento do número de cursos foi tão impressionante que entre 1997 e 2005, a média de novos cursos chegou a 78 por ano e em 2005 atingiram o incrível total de 1251 cursos em 50 modalidades. Esse crescimento ocorreu principalmente na iniciativa privada, onde o número de cursos ofertados teve um aumento de 240% nos últimos dez anos em oposição a 77% nas instituições públicas. Chega-se a conclusão que nos dias atuais o número de cursos oferecidos pela iniciativa privada é praticamente o dobro dos cursos em instituições públicas (INOVA ENGENHARIA, 2006). Oliveira et al. (2015) publicaram um artigo com o objetivo de apresentar um estudo sobre a expansão da formação em Engenharia no Brasil, em termos da evolução do número de cursos, de vagas disponibilizadas, de inscritos nos processos seletivos, de ingressantes, matriculados e concluintes, destacando as principais modalidades de Engenharia e considerando as categorias administrativas de pertinência. Considerando esses autores, na Figura 2 fica evidenciado o crescimento do número de cursos de engenharia de IES públicas e privadas de 1950 a 2015.

Esse crescimento de matrículas nos cursos de engenharia no setor privado vem aumentando com o tempo. Entre os anos de 1995 e 2002 essas escolas foram responsáveis por 66% das matrículas e entre 2002 e 2008 o percentual foi de 73%. Já nas escolas federais o percentual caiu de 43 para 21% no mesmo período citado anteriormente (IEDI, 2010). Na Tabela 1 está apresentada a quantidade de cursos de graduação em Engenharias no Brasil, por Organização Acadêmica e Categoria Administrativa nos últimos 5 anos.

Há de se registrar também o crescimento significativo no número de instituições e de cursos superiores, em relação ao PIB, conforme dados apresentados por Oliveira et al. (2013) na Figura 3.

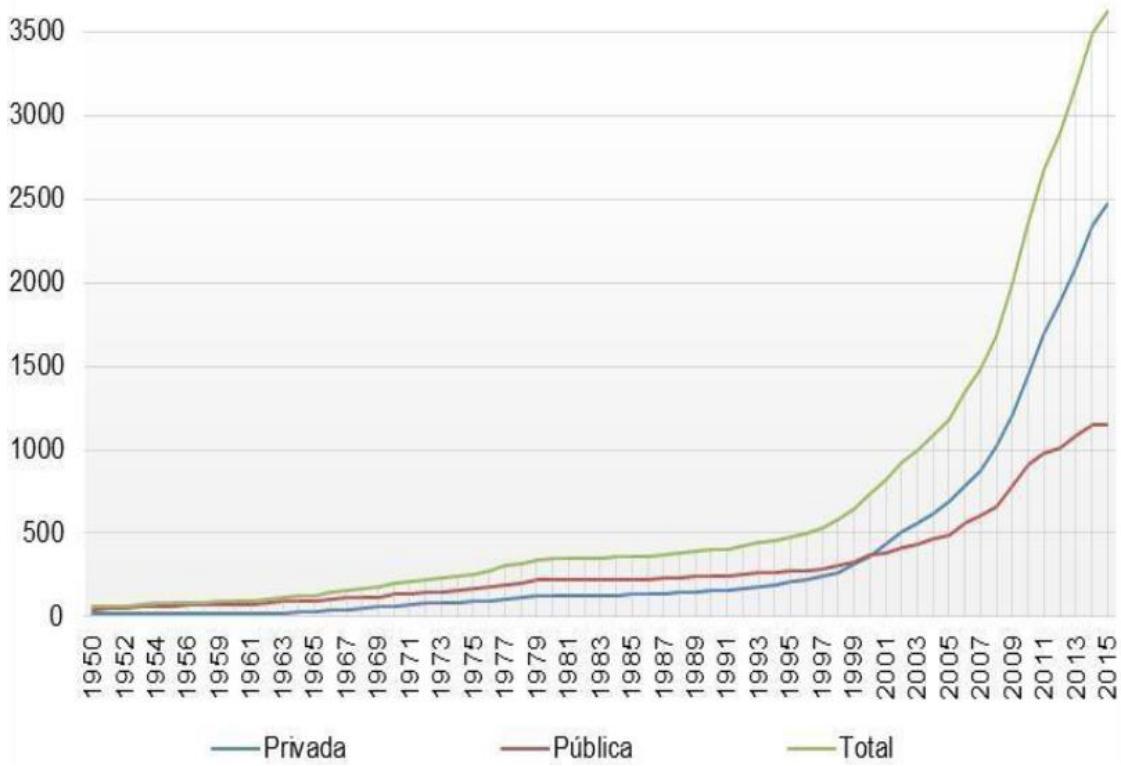


Figura 2 - Crescimento do número de cursos de engenharia de IES públicas e privadas de 1950 a 2015
Fonte: Oliveira et al. (2015)

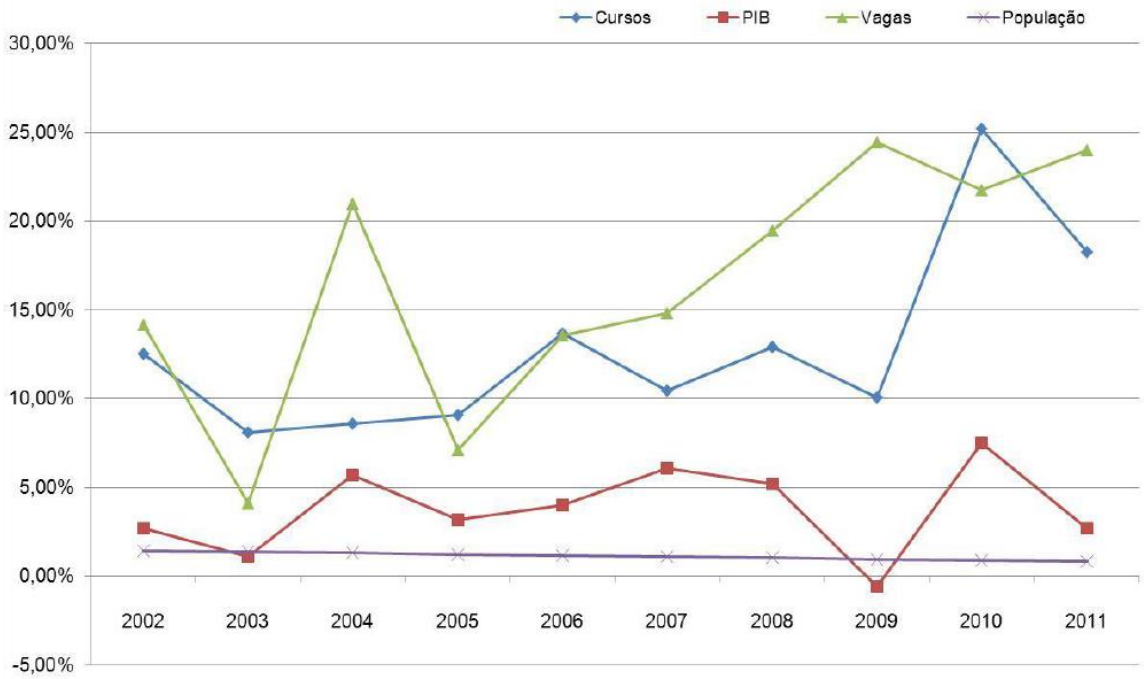


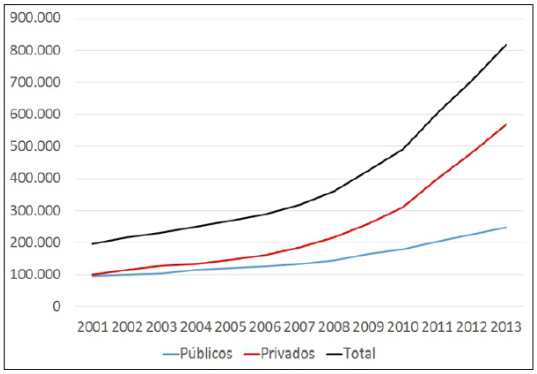
Figura 3 - Crescimento percentual anual do número de cursos e vagas na Engenharia, da população e do PIB nacional de 2002 a 2011
Fonte: Oliveira et al. (2013)

Tabela 1 - Quantidade de cursos de graduação presenciais em Engenharias no Brasil, por Organização Acadêmica e Categoria Administrativa – 2010-2014

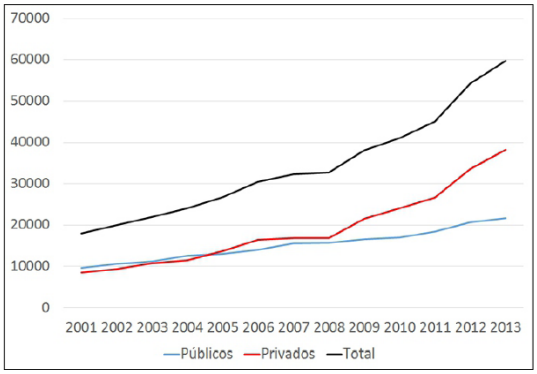
Organização Acadêmica	**Categoria Administrativa**		**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
Universidades	*Pública*	Federal	538	571	604	623	679
		Estadual	195	208	218	223	252
		Municipal	22	34	68	74	73
	Privada	Particular Comum/Confes./Filant.	596	659	691	711	759
	Total		1351	1472	1581	1631	1763
Centros Universitários	*Pública*	Federal	-	-	-	-	-
		Estadual	1	1	1	1	1
		Municipal	12	12	23	28	33
	Privada	Particular Comum/Confes./Filant.	312	358	394	460	525
	Total		325	371	418	489	559
Faculdades	*Pública*	Federal	15	16	16	16	16
		Estadual	1	1	1	1	0
		Municipal	12	12	13	14	16
	Privada	Particular Comum/Confes./Filant.	456	584	685	791	973
	Total		484	613	715	822	1005
IF e Cefet	*Pública*	Federal	71	84	99	120	143
		Estadual	-	-	-	-	-
		Municipal	-	-	-	-	-
	Privada	Particular Comum/Confes./Filant.	-	-	-	-	-
	Total		71	84	99	120	143
Total Geral	*Pública*	Federal	624	671	719	759	838
		Estadual	197	210	220	225	253
		Municipal	46	58	104	116	122
	Privada	Particular Comum/Confes./Filant.	1364	1601	1770	1962	2257
	Total		2231	2540	2813	3062	3470

Fonte: Sinopse Estatística do Censo da Educação Superior 2010-2014.

Na Figura 4 é possível observar a evolução do número de alunos matriculados e concluintes nos cursos de Engenharia, notando-se um crescimento significativo até o ano de 2013.



Expansão do número de matriculados



Expansão do número de concluintes

Figura 4 - Comparação entre a evolução do número de matriculados e concluintes em cursos de Engenharia no Brasil de 2001 a 2013
Fonte: Oliveira et al. (2013)

Um dos fatores a considerar sobre esse crescimento é o desenvolvimento da tecnologia e da indústria, além das condições da economia do país e suas relações internacionais. Oliveira et al. (2013) apontam também que a maioria dos cursos foram criados inicialmente nas capitais, enquanto nos últimos anos tem havido um crescimento mais descentralizado na criação de novos cursos na direção das cidades interioranas em todos os estados do país.

De acordo com Moricon e Nascimento (2012), as avaliações do Exame Nacional de Desempenho Estudantil (ENADE) nas edições de 2005, 2008 e 2011 para os cursos de engenharia foram divididas em oito grupos, totalizando 49 modalidades, sendo que cada um desses grupos realizou uma prova distinta. Segundo as diretrizes do ENADE 2014, foi acrescentado no Grupo IV o curso de Engenharia Biomédica, totalizando 50 modalidades de cursos, a saber:

Grupo I: Engenharia Cartográfica, Engenharia Civil, Engenharia de Agrimensura, Engenharia de Recursos Hídricos e Engenharia Sanitária, Engenharia Geológica;

Grupo II: Engenharia da Computação, Engenharia de Comunicações, Engenharia de Controle e Automação, Engenharia de Redes de Comunicação, Engenharia de Telecomunicações, Engenharia Elétrica, Engenharia Eletrônica, Engenharia Eletrotécnica, Engenharia Industrial Elétrica e Engenharia Mecatrônica;

Grupo III: Engenharia Aeroespacial, Engenharia Aeronáutica, Engenharia Automotiva, Engenharia Industrial Mecânica, Engenharia Mecânica e Engenharia Naval;

Grupo IV: Engenharia Bioquímica, Engenharia Biomédica, Engenharia de Alimentos, Engenharia de Biotecnologia, Engenharia Industrial Química, Engenharia Química, Engenharia Têxtil e Engenharia Industrial Têxtil;

Grupo V: Engenharia de Materiais, Engenharia Física, Engenharia Metalúrgica, Engenharia de Materiais – Madeira, Engenharia de Materiais – Plástico;

Grupo VI: Engenharia de Produção e suas ênfases (Produção Mecânica, Produção Elétrica, Produção Química, Produção Têxtil, Produção de Materiais e Produção Civil;

Grupo VII: Engenharia, Engenharia Ambiental, Engenharia de Minas, Engenharia de Petróleo e Engenharia Industrial Madeireira;

Grupo VIII: Engenharia Agrícola, Engenharia Florestal e Engenharia de Pesca.

Todavia, existem 3 cursos de engenharia que não estão classificados dentro de nenhum grupo e que neste trabalho foram computadas como um grupo extra, sendo:

Grupo Extra: Engenharia Ambiental e Sanitária, Engenharia Nuclear e Engenharia Marítima.

Além disso, conforme Oliveira e Fernandes (2014), as modalidades continuam divididas em oito grupos, porém, para o ENADE 2014, foram consideradas onze áreas específicas do conhecimento em engenharia para a formulação e aplicação das avaliações. Para ser considerada uma área específica, a modalidade necessita apresentar mais de 100 cursos em atividade, com exceção apenas para o curso de Engenharia Florestal, que possui sua própria diretriz curricular e no final de 2013 apresentava 77 cursos em atividade e um grande potencial de expansão. As demais modalidades realizaram uma prova única que contemplou os conteúdos, competências e habilidades básicas pertencentes a todos os cursos de Engenharia, segundo a resolução CNE/CES número 11 de 11 de março de 2002 (BRASIL, 2002). As 11 áreas definidas para o ENADE 2014 foram:

1. Engenharia Civil (Grupo I)
2. Engenharia Elétrica (Grupo II)
3. Engenharia de Computação (Grupo II)
4. Engenharia de Controle e Automação (Grupo II)
5. Engenharia Mecânica (Grupo III)
6. Engenharia Química (Grupo IV)
7. Engenharia de Alimentos (Grupo IV)
8. Engenharia de Produção (Grupo VI)

9. Engenharia Ambiental (Grupo VII)

10. Engenharia Florestal (Grupo VIII)

11. Engenharia (todas as demais modalidades).

Dentre os diversos cursos de engenharia existentes no Brasil, é possível verificar que em meio às várias modalidades ainda há a predominância do ensino das engenharias mais clássicas, fato observado no desenvolvimento e aplicação da avaliação do ENADE em 2014. Observa-se também que todas as modalidades apresentam uma inter-relação entre si. Com base nesse crescimento das modalidades de cursos de engenharia, na Figura 5 está apresentado um resumo da atual inter-relação entre elas e na Tabela 2 os números de cursos existentes no país nos últimos 5 anos. Para facilitar a visualização, é apresentada a Tabela 3, que é um resumo da Tabela 2.

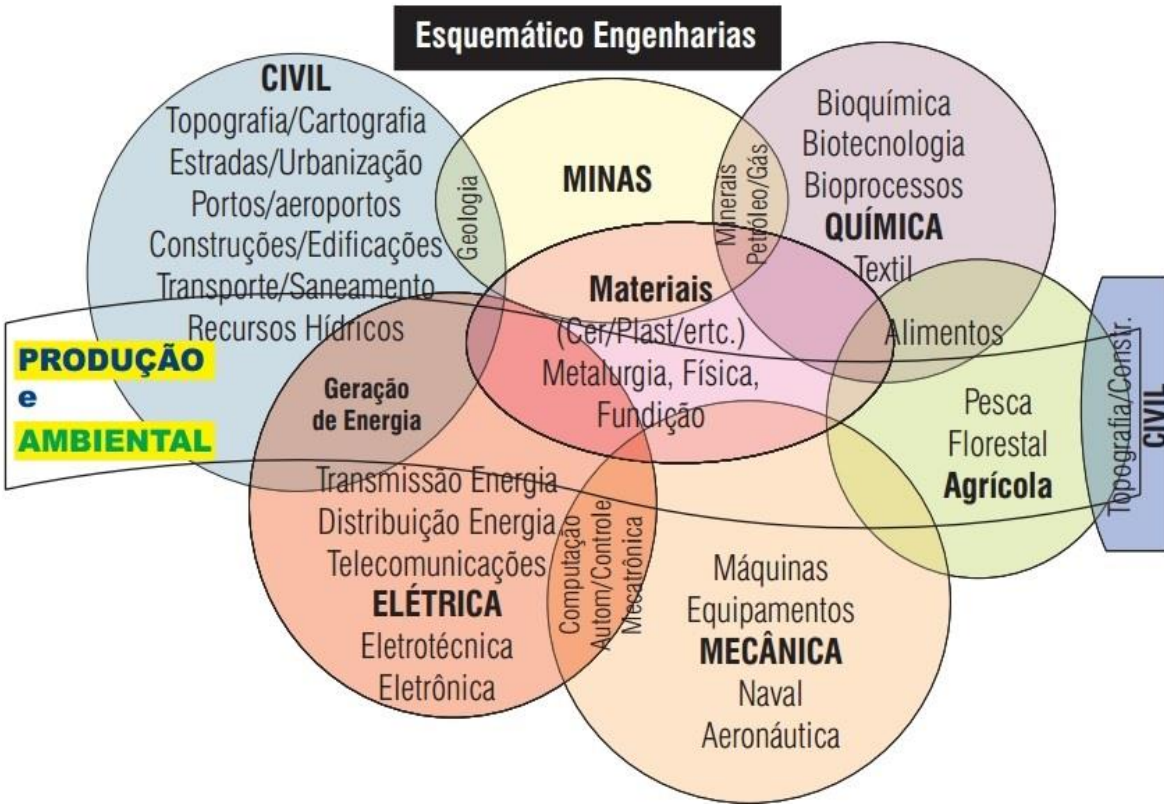


Figura 5 - Resumo da inter-relação entre as engenharias
Fonte: Oliveira et al., 2010, p.44.

Tabela 2 - Número de cursos de graduação presenciais segundo os grupos gerais e os grupos detalhados de engenharia no Brasil entre os anos de 2010 a 2014 segundo a classificação do Ministério da Educação para o ENADE 2011 e 2014

	Áreas	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
Engenharia Grupo I	Engenharia Geológica	2	2	2	2	2
	Engenharia de Agrimensura	9	9	11	10	14
	Engenharia Cartográfica	9	12	12	13	14
	Engenharia Civil	292	386	451	528	648
	Engenharia de Recursos Hídricos	2	2	4	4	4
	Engenharia Sanitária	2	3	6	6	8
	Engenharia Grupo I - Total	**316**	**414**	**486**	**563**	**690**
Engenharia Grupo II	Engenharia Elétrica	272	298	332	352	393
	Engenharia Industrial Elétrica	4	7	7	7	7
	Engenharia Eletrotécnica	1	1	1	1	1
	Engenharia de Computação	134	146	160	170	197
	Engenharia de Comunicações	0	0	0	0	0
	Engenharia de Redes de Comunicação	2	1	1	1	2
	Engenharia Eletrônica	40	43	44	47	51
	Engenharia Mecatrônica	22	23	26	28	29
	Engenharia de Controle e Automação	103	125	142	155	170
	Engenharia de Telecomunicações	31	33	37	40	38
	Engenharia Grupo II - Total	**609**	**677**	**750**	**801**	**888**
Engenharia Grupo III	Engenharia Industrial Mecânica	9	13	12	11	11
	Engenharia Mecânica	193	238	269	294	336
	Engenharia Aeroespacial	3	4	4	6	6
	Engenharia Aeronáutica	6	6	6	7	8
	Engenharia Automotiva	2	3	4	6	7
	Engenharia Naval	4	4	5	6	7
	Engenharia Grupo III - Total	**217**	**268**	**300**	**330**	**375**
Engenharia Grupo IV	Engenharia Bioquímica	16	17	19	23	28
	Engenharia de Biotecnologia	0	0	0	0	0
	Engenharia Biomédica	5	9	10	12	13
	Engenharia Industrial Química	1	2	2	2	2
	Engenharia Química	94	104	121	134	160
	Engenharia de Alimentos	73	80	84	86	89
	Engenharia Industrial Têxtil	0	0	0	0	0
	Engenharia Têxtil	5	5	4	4	5
	Engenharia Grupo IV - Total	**194**	**217**	**240**	**261**	**297**

Continua

Tabela 2 - Número de cursos de graduação presenciais segundo os grupos gerais e os grupos detalhados de engenharia no Brasil entre os anos de 2010 a 2014 segundo a classificação do Ministério da Educação para o ENADE 2011 e 2014 (Continuação)

Engenharia Grupo V	Engenharia de Materiais	42	41	42	43	45
	Engenharia Física	1	3	4	5	7
	Engenharia Metalúrgica	16	17	17	19	19
	Engenharia de Materiais (Madeira)	0	0	0	0	0
	Engenharia de Materiais (Plástico)	0	0	0	0	0
	Engenharia Grupo V - Total	**59**	**61**	**63**	**67**	**71**
Engenharia Grupo VI	Engenharia de Produção	383	443	491	542	629
	Engenharia de Produção Mecânica	0	0	0	0	0
	Engenharia de Produção Elétrica	0	0	0	0	0
	Engenharia de Produção Química	0	0	0	0	0
	Engenharia de Produção Têxtil	0	0	0	0	0
	Engenharia de Produção de Materiais	1	1	1	1	1
	Engenharia de Produção Civil	0	0	0	0	0
	Engenharia Grupo VI - Total	**384**	**444**	**492**	**543**	**630**
Engenharia Grupo VII	Engenharia	72	53	49	34	29
	Engenharia Ambiental	185	12	114	129	140
	Engenharia Industrial	10	9	8	8	7
	Engenharia de Minas	16	17	20	22	24
	Engenharia de Petróleo	41	42	45	53	55
	Engenharia Grupo VII - Total	**324**	**133**	**236**	**246**	**255**
Engenharia Grupo VIII	Engenharia Agrícola	31	21	21	20	22
	Engenharia Florestal	58	62	64	66	69
	Engenharia de Pesca	18	17	19	20	21
	Engenharia Grupo VIII - Total	**107**	**100**	**104**	**106**	**112**
Engenharia Grupo Extra	Engenharia Ambiental e Sanitária	20	225	141	144	150
	Engenharia Nuclear	1	1	1	1	1
	Engenharia de Marítima	0	0	0	0	1
	Engenharia Grupo VIII - Total	**21**	**226**	**142**	**145**	**152**
	Total geral por ano	**2231**	**2540**	**2813**	**3062**	**3470**

Fonte: Sinopse Estatística do Censo da Educação Superior 2010-2014

Esse aumento substancial de novos cursos em diferentes modalidades ocorreu com ajuda de uma legislação bastante flexível e deve-se observar também que na trajetória dos cursos de Engenharia, está havendo uma ampliação do espectro de atuação dos profissionais dessa área. Entretanto, a preocupação de criar novos cursos, deve ser estendida à preocupação com a qualidade dos mesmos. Outro ponto a ressaltar é que o perfil dos engenheiros formados também mudou. Mesmo com o aumento de vagas em cursos tradicionais de engenharias, como civil, elétrica, mecânica e química, o recorde de criação

foi para áreas totalmente novas, como a engenharia de produção, sendo que 20% dos 706 cursos surgidos de 1996 a 2005 são desta categoria. Isso demonstra que atualmente, com a presença dos complexos desafios na área de gestão, há a demanda de que o novo formando tenha uma visão mais completa e abrangente na resolução de problemas deste tipo (INOVA ENGENHARIA, 2006)[7].

Tabela 3 - Resumo do número de cursos de engenharia no Brasil, por grupo, entre 2010 e 2014

Grupos	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
Engenharia Grupo I	316	414	486	563	690
Engenharia Grupo II	609	677	750	801	888
Engenharia Grupo III	217	268	300	330	375
Engenharia Grupo IV	194	217	240	261	297
Engenharia Grupo V	59	61	63	67	71
Engenharia Grupo VI	384	444	492	543	630
Engenharia Grupo VII	324	133	236	246	255
Engenharia Grupo VIII	107	100	104	106	112
Engenharia Grupo Extra	21	226	142	145	152
Total geral	**2205**	**2305**	**2661**	**3062**	**3470**

Fonte: Sinopse Estatística do Censo da Educação Superior 2010-2014

Para que haja uma melhoria no ensino de engenharia no Brasil, muitas empresas estão fazendo parcerias com escolas. Essas parcerias são capazes de motivar o aluno a aprender, ainda no período da graduação, práticas essenciais requeridas por muitas empresas. Os três principais objetivos dos treinamentos oferecidos pelas empresas parceiras são: adaptação a processos e produtos específicas da empresa, certificação de qualidade (ISO) e complementação em áreas não relacionadas à engenharia (administração, finanças, relacionamento humano, liderança, vendas e uso de softwares) (INOVA ENGENHARIA, 2008).

No futuro, espera-se intensificar as parcerias entre empresas e universidades através dos cursos de engenharia para que esses treinamentos sejam incorporados ao processo de formação, contribuindo, inclusive para a utilização de metodologias e estratégias de aprendizagem que envolvam projetos e atividades realizadas fora da sala de aula e diretamente relacionadas às atividades e necessidades dessas empresas.

[7] INOVA ENGENHARIA é um documento que avalia a situação dos cursos de Engenharia em instituições de educação superior públicas e privadas do país e propõe políticas e ações para promover a modernização da educação em engenharia. IEL - Instituto Euvaldo Lodi – SENAI – CNI

2.2 Demanda mundial de engenheiros

A partir dos anos 90, o governo brasileiro vem fomentando a questão sobre a extrema necessidade de melhorar a qualidade da mão de obra de sua população, investindo para isso, em políticas de universalização do ensino fundamental e médio e criando programas que facilitam o acesso ao ensino superior, como o Reuni (Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais) e o ProUni (Programa Universidade para todos). É visivelmente notável o aumento do número de pessoas com formação superior no país a partir deste período de renovação na educação nacional, porém, ao realizar-se uma comparação internacional, percebe-se que o déficit brasileiro, principalmente na área tecnológica, ainda é muito elevado (SILVA et al., 2011).

Segundo o Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial - IEDI (2010)[8], para se avaliar o nível de desenvolvimento tecnológico e de inovação do país, utiliza-se o critério de medição dos percentuais de egressos nas áreas de engenharias e ciências exatas em relação à população total ou a avaliação dos perfis desses alunos. Quanto maior o nível de profissionais nesta área, conclui-se que o país seja mais desenvolvido. Esse fato é bem exemplificado pela existência de um altíssimo índice de desenvolvimento nos países orientais, os conhecidos como *Tigres Asiáticos* (Hong Kong, Coréia do Sul, Singapura e Taiwan) a China e a Índia, devido ao alto percentual de engenheiros, embora a quantidade e a qualidade dos engenheiros formados sejam bastante polêmicas (GEREFFI et al., 2008). Todavia, entre os países ocidentais, especificamente os países emergentes ou em desenvolvimento, há um grande déficit de engenheiros em relação à demanda.

Fazendo-se uma comparação entre o quadro brasileiro com os países desenvolvidos ou mesmo em desenvolvimento, a nossa situação é desfavorável. Segundo dados da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2011)[9], os formados em engenharia no Brasil correspondem a apenas 5% dos formados totais, a menor participação entre os países avaliados. Na Coréia do Sul, esse índice atinge 25% sendo que o ápice pertence à China, com 29% dos formados em engenharias, fato que demonstra a

[8] IEDI – Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial é uma organização não governamental fundada em 1989 pelo empresário Abraham Kasinski. O documento com o título: "A Formação de Engenheiros no Brasil: Desafio ao Crescimento e à Inovação" aborda as questões acerca da formação de profissionais de engenharia e os desafios mundiais relacionados à qualificação profissional.

[9] OCDE – Organisation de Coopération et de Développement Économiques é uma organização internacional de 34 países sendo a maioria desses, países com elevado PIB per capita e Índice de Desenvolvimento Humano – IDH.

ambição chinesa de ser a maior potência do século XXI. Na Tabela 4 está apresentado o percentual dos concluintes nos cursos de Engenharia em relação ao total do ensino superior, nos 35 países selecionados, no ano de 2007.

Mesmo realizando-se uma comparação com os Estados Unidos, onde o governo americano enfrenta problemas no incentivo dos alunos do ensino médio a optarem para as áreas de engenharias e tecnologias, o Brasil segue em desvantagem (YONAMINE, 2012). Segundo Gereffi Et al. (2008), no ano de 2004 os Estados Unidos apresentaram aproximadamente 70.000 novos engenheiros, enquanto a Índia 350.000 e a China 600.000. No Brasil, segundo o INEP, os concluintes de 2004 atingiram 33.148. Em índices internacionais, esse é o pior desempenho brasileiro relacionado à ciência, tecnologia e inovação (IEDI, 2010). De acordo com os dados apresentados na Tabela 5, nota-se que houve um crescimento o número de engenheiros formados no Brasil, chegando a 59.798 em 2013.

Tabela 4 - Percentual de egressos em cursos de nível superior em Engenharia em relação ao total de egressos - países selecionados, 2007

País	%	País	%
Brasil	**5,0**	Alemanha	12,4
Nova Zelândia	5,4	Bélgica	12,8
Estados Unidos	6,1	Suíça	13,3
Islândia	6,2	França	13,3
Irlanda	6,3	Itália	14,0
Austrália	7,2	México	14,2
Hungria	7,4	Chile	14,3
Noruega	7,4	Espanha	14,5
Holanda	7,7	Rep. Eslovaca	14,9
Canadá	8,7	Áustria	15,8
Polônia	8,8	Rep. Tcheca	17,0
Reino Unido	8,8	Suécia	17,1
Turquia	9,1	Japão	19,4
Israel	10,3	Portugal	19,7
Estônia	10,4	Finlândia	20,0
Grécia	10,5	Coréia do Sul	25,5
Eslovênia	11,1	**China**	**35,6**
Dinamarca	11,9		

Fonte: OCDE[10] (2010 apud IEDI, 2010)

No entanto, no Brasil, devido ao fato de poucos jovens frequentarem o ensino superior e do próprio perfil da educação superior brasileira ser bastante diferente de outros

[10] OCDE – Organisation de Coopération et de Développement Économiques é uma organização internacional de 34 países sendo a maioria desses, países com elevado PIB per capita e Índice de Desenvolvimento Humano – IDH.

países, temos ainda poucos egressos nas áreas de engenharia e tecnologia. Além de nosso ensino superior concentrar-se nas áreas de educação, ciências sociais, direito, economia e administração, o percentual dos egressos em engenharia é insuficiente e não apresenta considerável crescimento (IEDI, 2010). Na Tabela 5 está apresentada relação entre o número total de concluintes do ensino superior, os concluintes em engenharia, e a população entre os anos de 2008 a 2013.

Tabela 5 - Relação entre o número total de concluintes do ensino superior e dos concluintes em engenharia, e população – 2008-2013

Ano	Concluintes		População	Concluintes por 10.000 habitantes	
	Total	Engenharias		Total	Engenharias
2008	800.318	32.143	186.110.095	43,00	1,73
2009	826.928	37.518	188.392.937	43,89	1,99
2010	829.286	41.105	190.732.694	43,47	2,15
2011	865.161	45.040	192.379.287	44,97	2,31
2012	876.091	54.194	193.946.886	45,17	2,79
2013	991.010	59.798	201.032.714	43,58	2,97

Fonte: Baseado em Censo da Educação Superior, Inep, IBGE e Relatório Engenharia Data 2013 e 2015.

Nos últimos anos, as matrículas e o número de egressos em termos gerais cresceram, assim como houve também o crescimento da participação do setor privado e diminuição do setor público na educação superior. Essa expansão do setor privado pode explicar parte do decréscimo da criação de cursos tradicionais de engenharias, que exigem grandes investimentos em infraestrutura, e, sobretudo a mudança do perfil desses cursos, principalmente com o surgimento do curso de Engenharia de Produção e suas ênfases.

A atitude de identificar os pontos frágeis e fortes e também onde eles se encontram na educação em engenharia bem como no mercado de trabalho, é fator essencial para o melhor desenvolvimento e constante aprimoramento desta área, já que é o índice de profissionais neste campo que determina o quão desenvolvido é o país.

2.3 Formação técnica e gerencial

Segundo o documento EC 2000 do Accreditation Board of Engineering and Technology (ABET) e os programas da National Science Foundation (NSF) nos EUA, o SEFI na Europa e o Programa de Desenvolvimento da Engenharia / Reengenharia da Engenharia (PRODENGE/ REENGE) no Brasil, há uma convergência mundial para que o

engenheiro adquira responsabilidades gerenciais (SILVEIRA, 2005). Isso significa que para o engenheiro nos dias atuais não basta ter exclusivamente o embasamento teórico, mas necessita adquirir habilidades e competências gerenciais e seja capaz de, além de projetar, gerir os projetos que desenvolveu, resolvendo os problemas que se apresentarem. Estes profissionais são conhecidos como gerentes com visão tecnológica e quanto mais habilidades gerenciais possuírem, como capacidade de inovação e empreendedorismo, mais serão valorizados. Os autores Laudades e Ribeiro[11] (2000 apud YONAMINE, 2012; p. 27) sintetizam como essa mudança entre engenheiro exclusivamente técnico passou para engenheiro técnico e gerencial:

> Até recentemente, o engenheiro exercia atividades predominantemente técnicas, sendo responsável pela realização de pareceres técnicos, cálculos de projetos, desenho de peças e componentes, pela logística de processo. Atualmente, com as mudanças na organização da empresa que eliminaram muitos níveis hierárquicos intermediários e com o aumento da terceirização e redução de trabalhadores, inclusive engenheiros, suas atribuições foram ampliadas e tornaram-se mais diversificadas, incluindo conhecimentos administrativos, de *marketing*, de técnicas gerenciais participativas, de liderança e de estrutura de custos [...]. O taylorismo-fordismo dá lugar à acumulação flexível, seja no político-econômico, no qual emerge um novo sistema internacional do mercado financeiro e econômico das relações capitalistas, com a criação da fábrica global e das empresas multinacionais [...]. Surge a economia de escala, e a tecnologia, não mais de base eletromecânica, transforma-se com velocidade vertiginosa, com nova base técnica da eletrônica e da informática [...]. A racionalidade técnica cede lugar a novas formas de flexibilidade para uma aproximação entre objetividade e subjetividade, o trabalho do engenheiro exige dele competências diferenciadas do período industrial anterior. A produção, com uso intensivo da microeletrônica e da informática, demanda exigências qualificacionais no trabalho, provocando interação contínua dentro e fora das empresas, com a instalação da prestação de serviços e a terceirização. É o engenheiro o profissional de ligação entre a matriz e suas filiais e as empresas fornecedoras [...]. Conhecimentos na área de informática e de administração são cada vez mais necessários, assim como o saber vinculado à gestão de custos, de tempo e de recursos humanos. Somam-se a esses conhecimentos os aspectos comportamentais e atitudinais, especialmente capacidade de comunicação, de adaptar-se a situações novas que envolvem responsabilidades crescentes, capacidade de crítica e de autocrítica, de suportar trabalho sob tensão, capacidade de negociação, de convencimento e de raciocínio analítico. Tais habilidades tornam-se necessárias para integrar uma multiplicidade de aspectos decorrentes de outras áreas de atuação que não a meramente técnica.

Conclui-se que ainda existirá a demanda por engenheiros com forte perfil técnico, entretanto, para aqueles que almejam se sobressair no mercado de trabalho e auferir maior

[11] LAUDARES, J. B.; RIBEIRO, S. Trabalho e formação do engenheiro. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 81, n. 199, p. 491-500, set./dez. 2000.

remuneração, é imprescindível que possuam um perfil gerencial e sejam um destaque aos demais (ABET, 2000; DODRIGE, 2003; LAUDARES; RIBEIRO, 2000; SILVEIRA, 2005).

3 Os conceitos de competências

A noção de competência não é um termo novo, por isso é comum encontrar-se inúmeras definições, conceitos, implicações e até mesmo noções distintas, abordados por diversos autores em diferentes segmentos de atuações.

Este capítulo tem a intenção de apresentar alguns desses conceitos e suas diferentes abordagens e reflexões no tocante à formação do engenheiro, entretanto é importante salientar que, como apresenta Le Boterf (1999), este é um termo em constante construção.

A formação do engenheiro permeia as definições relacionadas a esse termo, embora estejam estruturados em eixos que vão desde as bases científicas relacionadas à ciências, pesquisa e educação até o desenvolvimento de características pessoais, dentre elas competências e consequentemente empregabilidade. Se por um lado temos que formar para uma atuação efetiva no mercado de trabalho, também temos que estimulá-los no tocante a desenvolver características que permitam sua adaptação num ambiente dinâmico (REMAUD, 2013).

Neste contexto tão diverso, a tendência na formação dos profissionais de engenharia é manter o olhar num nível global – econômico, social, tecnológico, científico e de responsabilidade (política e ambiental) considerando, inclusive, a diversidade cultural, uma vez que distância e limites geográficos são situações que há tempos, devido à tecnologia, não “existem” mais.

Para que esta formação científica e global possa acontecer, há que se manter o foco no desenvolvimento de competências.

Dessa forma, a noção de competência pode ser uma forma de repensar as interações entre as pessoas e seus saberes e capacidades, e as organizações e suas necessidades.

3.1 Evolução dos conceitos de competências e as diferentes abordagens

O conceito de competência possui respaldo internacional e é abordado na literatura por vários autores.

Segundo Remaud (2013), competência representa uma combinação dinâmica entre conhecimento, entendimento, capacidade e habilidade.

Conhecimento é a informação necessária para realizar uma tarefa com sucesso. Habilidades são características adquiridas para realizar com sucesso uma tarefa com específico resultado. Capacidade é o potencial físico ou cognitivo demonstrado para uma tarefa (MARRELLI, 1998).

Para Viitala (2005), é a soma de conhecimentos, habilidades, papel-social, valores e atitudes que uma pessoa adquiriu pela vida. Nesta concepção, deve-se formar o profissional com a capacidade de aplicar essas características num contexto particular, a fim de agregar valor tanto para a empresa onde atua, quanto para seu perfil profissional, denominado de empregabilidade.

Competência e empregabilidade são conceitos conexos. Segundo A. De Vos et al. (2011), empregabilidade é o continuo aprendizado e desenvolvimento de competências necessária para a atuação específica de uma atividade e pode ser analisada tanto pela perspectiva organizacional quanto pessoal. Pela perspectiva organizacional, os departamentos responsáveis pelo Capital Humano da empresa seria o elo do desenvolvimento enquanto no sentido pessoal e individual, o aprendizado contínuo e aprimoramento de comportamentos específicos podem culminar num processo contínuo e dinâmico de formação de competências.

Para Marrelli (1998), competências são mensuráveis para demandas de trabalho, relacionadas à área de formação do estudante, que produzem resultados desejados pela organização.

Como se pode perceber, competência e empregabilidade se relacionam como saber agir responsável e reconhecido, que implica mobilizar, integrar, transferir conhecimentos, recursos e habilidades, que agreguem valor econômico à instituição e valor social ao indivíduo (FLEURY; FLEURY, 2001).

Essa junção trata a competência como um termo amplo, composto por aspectos intelectuais, emocionais e morais, sendo todos importantes para o desempenho adequado das funções nas quais o profissional é dito competente.

Segundo Dutra (2004), é comum compreender o conceito de competência como um conjunto de Conhecimentos, Habilidades e Atitudes (CHA), entretanto esse enfoque é pouco instrumental, pois o fato de algumas pessoas possuírem o CHA não garante que haverá

agregação de valor à organização e nem à sua empregabilidade atual, caso seja um profissional, ou futura, se for estudante.

A competência está relacionada a iniciativas, ao desenvolvimento de ações adequadas que tragam valor e significado. Segundo Segalás, Ferrer-Balas e Mulder (2009), a sociedade necessita de profissionais que sejam engajados no seu processo de desenvolvimento (CHA) constante, assim como nas questões sociais e de sustentabilidade, sem esquecer, contudo, o contexto tecnológico em que irá atuar, contexto este dinâmico e incerto, no tocante à inovações e recursos.

Desde o início do ano 2000, o foco de formação de engenheiros tem sido discutido no tocante a agregar, à sua formação técnico-científica, competências nos níveis sociais (noções de sustentabilidade, equipe, responsabilidade, etc.) e de inovação pessoal constante. Alguns autores ainda afirmam que, inovar-se como profissional, sempre que necessário, é uma competência fundamental para garantir sua empregabilidade.

Segundo Jeou-Shyana et al. (2011), no tocante à estruturação e estímulo à aquisição de competencias, inúmeras instituições assim como docentes e cursos, podem se beneficiar através do planejamento de treinamentos, capacitação e avaliação relacionados à estratégias de aprendizagem para que aquelas competências objetivadas durante a formação do profissional sejam desenvolvidas.

Longe de esgotar a variedade de definições, conclui-se que as competências estão relacionadas às habilidades e conhecimentos do indivíduo que vão trazer algum valor para a organização. Esta, por sua vez, deve propor meios de desenvolver novos conhecimentos e habilidades.

3.2 Os blocos de competências de Crawley

Nos últimos anos, com o desenvolvimento científico e tecnológico, docentes e alunos de Engenharia enfrentam o desafio da formação técnico científica da área, assim como o desenvolvimento de competências transversais agregadas ao estímulo de um perfil de aprendizagem contínua/autoaprendizagem.

O acesso à informação em qualquer lugar, a qualquer momento, propicia, de uma forma mais ágil, o acesso e a oportunidade de uma formação contínua. Entretanto, para isso, competências específicas devem ser desenvolvidas e nesse aspecto vive-se um grande paradoxo – se por um lado temos tanto acesso à informação, o que nos possibilita formar

profissionais cada vez melhores, como focar seu processo de formação a fim de que adquiram competências específicas para que consigam atingir esse nível de desenvolvimento sugerido?

Segundo Hattum et al. (2013), o desenvolvimento de competências nos cursos de engenharia é preocupação constante nos dias atuais. É comum encontrar professores catedráticos e pesquisadores na área de educação em engenharia, discutindo exaustivamente o assunto no meio científico. Neste contexto, neste trabalho, a partir do estudo de inúmeros referenciais escolheu-se os pressupostos de Edward F. Crawley que concebeu um Programa com o objetivo de pesquisar e desenvolver competências em estudantes de engenharia.

Crawley (2002) descreve e discute uma significativa proposta pedagógica para o desenvolvimento de competências. Trata-se do Programa CDIO SYLLABUS que é utilizado pelo Massachussetts Institute of Technology – MIT, desde o a no de 2001.

Segundo Crawley et al. (2011), o Programa CDIO foi comparado aos Quatro Pilares Educacionais da Unesco e atualizado, dando origem ao CDIO Syllabus *version 2.0.* Para ele, na sociedade moderna, engenheiros são constantemente solicitados a oscilar, em sua vida profissional, dentre outras atribuições, entre a posição de lidearança e empreendedorismo e esse programa visa auxiliar nesse processo de desenvolvimento e para tanto, o trajeto de formação sugerido pelo *framework* CDIO (*Conceive — Design — Implement — Operate* ou, cuja tradução seria Conceber – Projetar – Implementar – Operar) seria um das opções de estudo, uma vez que apresenta os percursos de carreira possíveis para um engenheiro, baseados na associação de habilidades gerais e específicas que ele desenvolverá ao longo de sua formação técnica-profissional-pessoal.

Nesse programa que em algumas publicações foi denominado de *framework*, as competências são detalhadas em cinco níveis sendo que o primeiro aborda as quatro competências mais gerais: i) raciocínio e conhecimento técnico, ii) habilidades e atributos pessoais e profissionais, iii) habilidades interpessoais, incluindo trabalho em equipe e comunicação e iv) conjugação de CDIO em contextos empresariais e sociais. Crawley elaborou uma taxonomia com 432 competências.

O objetivo geral do CDIO *Syllabus* é definir, formalmente, a interseção de um conjunto de conhecimento, habilidade e atitudes que alunos, organizações e instituições de ensino necessitam de forma que trabalhem juntos para satisfazer todas essas instancias na formação de futuros engenheiros (CRAWLEY et al., 2011).

Com ampla aplicabilidade, uma das contribuições que pode ser elencada no programa de desenvolvimento de competências CDIO, é que este pode ser generalizado para servir como um modelo a partir do qual os curriculos de engenharia de qualquer Instituição de Ensino podem tomar como base para desenvolver ações que objetivam resultados de aprendizagem específicos.

A ampla adoção do CDIO *Syllabus* facilita a partilha das melhores abordagens curriculares e pedagógicas, e promove o desenvolvimento de instrumentos de avaliação que, quando necessários, podem ser padronizados, assim como auxilia na definição de resultados esperados em termos de objetivos de aprendizagem pessoais, interpessoais e tecnico científicos para a atuação na área de engenharia.

O CDIO *Syllabus* constitui essencialmente um documento com requisitos para o ensino de graduação em engenharia considerando que hoje tanto há a necessidade do enfoque da ciência da engenharia como da prática da engenharia, por isso pode-se dizer que ele é um possível modelo a seguir, com um processo associado.

A organização de competências CDIO pode ser descrita como uma adaptação do quadro UNESCO[12] para o contexto do ensino de engenharia. No primeiro nível, o CDIO é dividido em quatro categorias conforme o Quadro 1.

CDIO	UNESCO
Aquisição de conhecimentos técnicos para desenvolvimento de habilidades matemáticas, científicas e técnicas.	Aprender a conhecer
Habilidades pessoais e profissionais como a capacidade de pensar criticamente, criativamente e sistemicamente. Inclui a ética profissional.	Aprender a ser
Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação	Aprender a viver juntos
Concepção e execução de sistemas operacionais e contexto social e ambiental, operação de produtos e processos.	Aprender a fazer

Quadro 1 - Organização das competências segundo o Programa CDIO e UNESCO
Fonte: Baseado em Crawley et al. (2011)

O objetivo específico das competências definidas pelo framework CDIO é criar um conjunto generalizado de metas para a educação em engenharia, com o detalhamento suficiente para que possa ser compreendido e implementado pelos cursos de engenharia no

[12] A taxonomia educacional universal desenvolvida pela UNESCO propoe que toda a educação deve ser organizada acerca de quatro tipos fundamentais de aprendizagem:
• Aprender a conhecer, isto é, adquirir os instrumentos da compreensão
• Aprender a Fazer, de modo a ser capaz de agir de forma criativa em seu ambiente
• Aprender a Viver Juntos, de modo a cooperar com outras pessoas
• Aprender a ser, uma progressão essencial que procede das três anteriores

mundo todo. Mais de 10 anos depois da sua primeira discussão, hoje este modelo ainda pode ser comprovado a partir de pesquisas e relatórios que são constantemente avaliados e publicados (MEJTOFT; BERGLUND, 2015).

Segundo Crawley (2002), as habilidades requeridas na engenharia são melhor definidas através do ensino mais prático e participativo. Na verdade, isso vem acontecendo desde a sua concepção como uma profissão até o meio do século 20. Infelizmente, o ensino de engenharia também começou a se dissociar da prática, havendo maior necessidade de programas que auxiliam na utilização de um processo de ensino aprendizagem mais prático e centrado do estudante.

Para Crawley et al. (2011), o objetivo maior era criar uma taxonomia de aprendizagem de engenharia, mais abrangente do que as existentes antes do ano de 2000, sempre com o foco no processo do ensino superior e formação do engenheiro e nas competências para atuar num mercado dinâmico, globalizado, tecnológico, em rede e culturalmente mutável.

Assim, a avaliação de qualquer projeto para desenvolvimento de competências é também um aspecto importante. Na maioria dos cursos de engenharia, a avaliação da aprendizagem se concentra no conteúdo disciplinar. No entanto, ênfase igual necessita ser dada sobre a avaliação das competências pessoais e interpessoais e habilidades de concepção / construção que estão integradas ao currículo dos cursos. Na Figura 6 está ilustrado um processo de avaliação da aprendizagem que pode ser implementado em qualquer programa de educação.

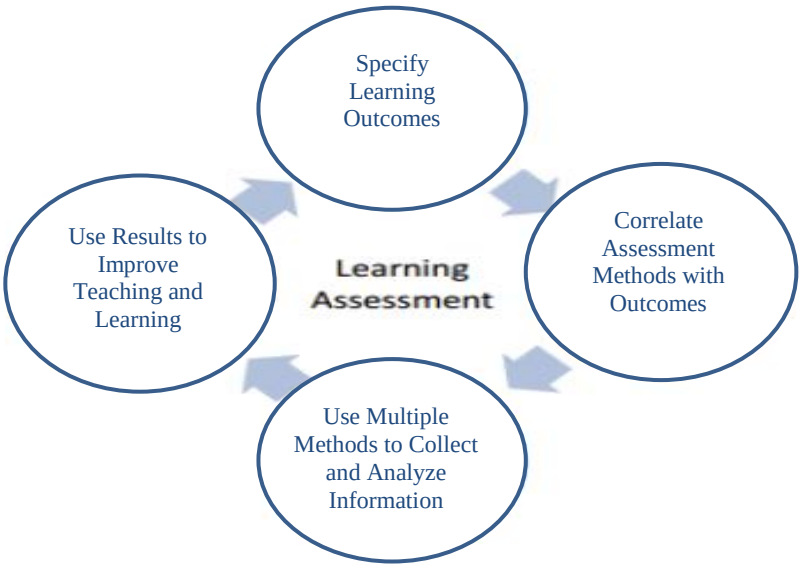


Figura 6 - Processo de avaliação em perspectiva com a educação em engenharia global (CRAWLEY et al., 2007) p. 155.

A avaliação da aprendizagem começa com a especificação dos resultados que os alunos irão alcançar após a instrução e experiências de aprendizagem que vivenciaram e, em alguns casos, usar um método de avaliação único, não será suficiente para reunir provas do amplo leque de resultados de aprendizagem obtidos (CRAWLEY et al. 2010).

3.3 Novas atribuições e competências e a legislação brasileira

Não é difícil deparar-se com contextos nos quais são definidos, segundo Inova Engenharia (2006), em maior ou menor detalhe, que as competências e habilidades requeridas de um engenheiro permeiam:

- ✓ Aplicação de conhecimentos de Matemática, Ciência e da própria Engenharia;
- ✓ Concepção e realização de experimentos;
- ✓ Projeto de sistemas, componentes e processos para atender a necessidades específicas;
- ✓ Atuação em equipes multidisciplinares;
- ✓ Identificação, formulação e solução de problemas de engenharia;
- ✓ Senso de responsabilidade ética e profissional;
- ✓ Compreensão do impacto das soluções de engenharia num contexto global e social;
- ✓ Reconhecimento da necessidade de treinamento continuado;
- ✓ Conhecimento de temas da atualidade;
- ✓ Utilização de técnicas e ferramentas modernas da prática de engenharia.

Além disso, sugere-se necessário incentivar e propiciar ao futuro engenheiro a construção de uma visão sistêmica. O engenheiro deve ter a capacidade de juntar meios de naturezas diversas (humanos, materiais, entre outros), organizá-los e empregá-los eficientemente para criar e produzir resultados. Deve ser treinado para ter iniciativa, para ser quem “faz acontecer”. Para tanto, deve desenvolver liderança e familiaridade com o trabalho em equipe.

Hoje se sabe que a formação do engenheiro deve ser sustentada pelo eixo técnico científico e de competências específicas como trabalho em equipe (reais e virtuais), capacidade de liderança e de gerenciamento de pessoas, projetos, produtos e serviços.

Diversos autores, entre eles, Nonaka e Takeuchi (2011) e Drucker (2004), acreditam que mais do que uma característica pessoal, é possível formar lideres a partir de estímulos de aspectos específicos como conhecimento, gestão do conhecimento, aprendizagem e mudança de posturas, entretanto para que isso seja possível é necessária a conscientização e

a capacidade de aprender a aprender não apenas por meio dos aspectos técnicos da atuação, mas também pelas experiências de outros.

Com base nas colocações de Laudares e Ribeiro (2000, apud Yonamine, 2012) vistas na seção 2.3 que dizem respeito ao acréscimo das atribuições e sobre as habilidades e competências que agora estão sendo exigidas do engenheiro, nos subitens desta seção são apresentadas as atribuições exigidas nacionalmente segundo o CONFEA, as Diretrizes Curriculares Nacionais e as diretrizes do ENADE 2014.

3.4 Atribuições definidas pela Resolução 218 CONFEA

A princípio, este documento nacional discrimina as atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia em nível superior e em nível médio, para fins da fiscalização de seu exercício profissional, e atendendo ao disposto na alínea "b" do artigo 6º e parágrafo único do artigo 84 da Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966. As atividades que compõem esta Resolução totalizam 18 e referem-se às atribuições e competências profissionais (Art. 1º):

Atividade 01	Supervisão, coordenação e orientação técnica.
Atividade 02	Estudo, planejamento, projeto e especificação.
Atividade 03	Estudo de viabilidade técnico-econômica.
Atividade 04	Assistência, assessoria e consultoria.
Atividade 05	Direção de obra e serviço técnico.
Atividade 06	Vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico.
Atividade 07	Desempenho de cargo e função técnica.
Atividade 08	Ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio e divulgação técnica e extensão.
Atividade 09	Elaboração de orçamento.
Atividade 10	Padronização, mensuração e controle de qualidade.
Atividade 11	Execução de obra e serviço técnico.
Atividade 12	Fiscalização de obra e serviço técnico.
Atividade 13	Produção técnica e especializada.
Atividade 14	Condução de trabalho técnico.

Atividade 15	Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção.
Atividade 16	Execução de instalação, montagem e reparo.
Atividade 17	Operação e manutenção de equipamento e instalação.
Atividade 18	Execução de desenho técnico.

É notável nas Atividades 1, 5 e 15, que estão sublinhadas, o reconhecimento da legislação nacional de que o profissional exercite competências gerenciais. Segundo Yonamine (2012), todas as 18 atividades, umas em maior porcentagem e outras em menor, estão de alguma forma relacionadas à gestão de pessoas. O mesmo autor relata que essa competência é de grande relevância para o profissional atual, pois em todos os departamentos, a qualidade final dos produtos depende da atuação de pessoas, e para isto, essas pessoas precisam ser bem lideradas para que alcancem o nível de excelência almejado.

Os artigos de números 2 ao 24 da mesma Resolução são responsáveis por especificar quais dentre as 18 atividades competem a cada profissional das áreas de Engenharia, Arquitetura e Agronomia bem como os Tecnólogos e Técnicos de grau médio, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Resolução nº 218 de 29 de junho 1973 com a discriminação das atividades nas diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia para fins da fiscalização de seu exercício profissional

	Modalidade de Engenharia, Tecnólogos ou Técnicos	**N° das atividades**
01	Arquiteto ou Engenheiro Arquiteto	01 a 18
02	Engenheiro Aeronáutico	01 a 18
03	Engenheiro Agrimensor	01 a 12 e 14 a 18* 06 a 12 e 14 a 18**
04	Engenheiro Agrônomo	01 a 18
05	Engenheiro Cartógrafo ou ao Engenheiro de Geodésia e Topografia ou ao Engenheiro Geógrafo	01 a 12 e 14 a 18
06	Engenheiro Civil, ou ao Engenheiro de Fortificação e Construção	01 a 18
07	Engenheiro Eletricista ou ao Engenheiro Eletricista, modalidade Eletrotécnica	01 a 18
08	Engenheiro Eletrônico ou ao Engenheiro Eletricista, modalidade Eletrônica ou ao Engenheiro de Comunicação	01 a 18
09	Engenheiro Florestal	01 a 18
10	Engenheiro Geólogo ou Geólogo	Lei nº 4.076, 23/06/1962

Continua

Tabela 6 - Resolução nº 218 de 29 de junho 1973 com a discriminação das atividades nas diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia para fins da fiscalização de seu exercício profissional (Continuação)

	Modalidade de Engenharia, Tecnólogos ou Técnicos	**N° das atividades**
11	Engenheiro Mecânico ou ao Engenheiro Mecânico e de Automóveis ou ao Eng. Mecânico e de Armamento ou ao Engenheiro de Automóveis ou ao Engenheiro Industrial, modalidade Mecânica	01 a 18
12	Engenheiro Metalurgista ou ao Engenheiro Industrial e de Metalurgia ou Engenheiro Industrial, modalidade Metalurgia	01 a 18
13	Engenheiro de Minas	01 a 18
14	Engenheiro Naval	01 a 18
15	Engenheiro de Petróleo	01 a 18
16	Engenheiro Químico ou ao Engenheiro Industrial, modalidade Química	01 a 18
17	Engenheiro Sanitarista	01 a 18
18	Engenheiro Tecnólogo de Alimentos	01 a 18
19	Engenheiro Têxtil	01 a 18
20	Urbanista	01 a 12 e 14 a 18
21	Engenheiro de Operação	09 a 18*** 06 a 08****
22	Técnico de Nível Superior ou Tecnólogo	09 a 18*** 06 a 08****
23	Técnico de Grau Médio	14 a 18*** 07 a 12****

* Levantamentos topográficos, batimétricos, geodésicos e aerofotogramétricos. ** Arruamentos, estradas e obras hidráulicas. *** Circunscritas ao âmbito das respectivas modalidades profissionais. **** Desde que enquadradas no desempenho das atividades referidas no item anterior.
Fonte: CONFEA (1973)

O Artigo 25 dessa Resolução adverte que “nenhum profissional poderá desempenhar atividades além daquelas que lhe competem, pelas características de seu currículo escolar, consideradas em cada caso, apenas, as disciplinas que contribuem para a graduação profissional, salvo outras que lhe sejam acrescidas em curso de pós-graduação, na mesma modalidade”.

3.5 Habilidades e competências definidas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais

A Resolução Nº 11 de 11 de março de 2002 do Conselho Nacional de Educação da Câmara de Educação Superior Nacional institui as Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de graduação em engenharia. Essa mesma resolução, no artigo 4º apresenta as competências e habilidades gerais que o engenheiro egresso deve apresentar:

I - Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
II - Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
III - Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
IV - Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
V - Identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
VI - Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
VII - Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
VIII - Avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
IX - Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
X - Atuar em equipes multidisciplinares;
XI - Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;
XII - Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
XIII - Avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
XIV - Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Pode-se observar que as competências e habilidades sublinhadas estão intimamente relacionadas com as qualidades interpessoais do indivíduo. Contudo, a formação do caráter pessoal, a gestão e a liderança não são suficientemente ensinadas nos cursos de engenharia. A interpretação da Resolução 11/2002 leva à conclusão de que os atuais cursos de engenharia necessitam de uma reformulação em suas matrizes curriculares e seus projetos políticos pedagógicos a fim de apresentarem um sistema holístico, onde todas as qualidades que os compõem sejam executadas para que um maior nível de esmero profissional seja atingido.

3.6 Habilidades e competências definidas pelas diretrizes do ENADE 2014

As diretrizes do ENADE de 2014 foram definidas pela Portaria Normativa nº 8, publicada no *Diário Oficial* da União de 17 de março de 2014. As Portarias do Inep de números 233 a 266, com as normas para as áreas do exame desse ano foram publicadas no *Diário Oficial* da União no Artigo 6º. A prova do ENADE de 2014, no componente específico da área de Engenharia Química, avaliou se o estudante desenvolveu, no processo de formação, as seguintes habilidades e competências:

I - Habilidades:

a) Iniciativa, atitude proativa e capacidade de raciocínio lógico e abstrato;

b) capacidade de obtenção, análise e síntese de informação com visão integradora;

c) capacidade de fazer analogias a partir de fundamentação básica;

d) capacidade de atuar em equipes multidisciplinares;

e) capacidade de gestão de pessoas, empreendimentos e serviços.

II - Competências:

a) aplicar conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais à Engenharia;

b) comunicar-se nas formas oral, escrita e gráfica de modo claro e eficiente;

c) ter visão multidisciplinar e integrada do conhecimento adquirido;

d) compreender e valorizar a aplicação da ética;

e) planejar e conduzir experimentos e interpretar resultados;

f) identificar, formular e resolver problemas de engenharia;

g) conceber, projetar, analisar, conduzir a operação e otimizar produtos, processos e sistemas;

h) planejar, elaborar, coordenar e supervisionar projetos e serviços de engenharia;

i) desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;

j) avaliar o impacto das atividades de engenharia no contexto social e ambiental;

k) avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia com ênfase na sustentabilidade;

l) utilizar recursos computacionais na resolução de problemas de engenharia;

m) empregar racionalmente os recursos energéticos disponíveis;

n) analisar a viabilidade de processos alternativos utilizando matérias-primas de fontes renováveis;

o) identificar demandas da sociedade e propor soluções;

p) buscar permanentemente a atualização profissional.

Assim, este trabalho tem como foco principal, através do uso de metodologias ativas, avaliar o desenvolvimento de habilidades e competências, incluindo as definidas pelas diretrizes do ENADE 2014.

4 Aprendizagem ativa na educação em Engenharia

Conquanto no mundo todo existam definições universalmente aceitas para o termo aprendizagem ativa, diferentes autores nesse campo têm feito interpretações de forma distinta. Entretanto, é possível proporcionar algumas definições geralmente aceitas e evidenciar distinções a respeito do quanto é comum na educação em engenharia a utilização desses termos.

Aprendizagem ativa é geralmente definida como qualquer método instrucional que compromete e envolve os estudantes no processo de aprendizagem. Em suma, aprendizagem ativa requer dos estudantes, atividades de aprendizagem significativa e os faz pensar no que estão fazendo. Enquanto essa definição poderia incluir atividades tradicionais que são realizadas muitas vezes, fora da sala de aula e sem acompanhamento, na prática, aprendizagem ativa se refere a atividades que são realizadas dentro do ambiente da sala de aula. Os elementos centrais da aprendizagem ativa são a atividade estudantil e o compromisso com o processo de aprendizagem. Essas definições e conceitos contrastam com o formato tradicional de aula onde os estudantes recebem informações passivamente por parte do docente.

As iniciativas que vêm sendo tomadas no âmbito educacional, apontam para a necessidade de introdução de mudanças substanciais no cotidiano de docentes e discentes. Para atender às expectativas educacionais expressas nos atuais documentos norteadores e normativos sobre o assunto, atitudes impactantes necessitam ser agregadas, buscando a inserção de novas formas de convivência, comunicação e organização do fazer tanto docente, quanto discente. Muda assim o foco da missão de ensinar, até então entendida por muitos como transferir conhecimentos, para: criar possibilidades para a produção ou construção do conhecimento.

Essa nova concepção pressupõe alterações no relacionamento professor/estudante e confere ao professor flexibilidade para induzir a participação ativa do estudante, ficando o docente como estimulador, coordenador e facilitador do processo. Isso demanda uma mudança de comportamento de ambas as partes e deve-se estabelecer uma parceria, com a finalidade de formar profissionais competentes do ponto de vista técnico científico, mas principalmente profissionais críticos, reflexivos e éticos, capazes de promover as transformações necessárias no mundo profissional. Enquanto ciência humana, a educação se caracteriza pela subjetividade, pelo pensamento crítico e suas reflexões, e pela discussão e

compreensão dos fatos, em busca da interpretação da realidade (CECY, OLIVEIRA e COSTA, 2010).

Segundo Mazzioni (2013), a atividade docente é caracterizada pelo desafio permanente dos profissionais da educação em estabelecer relações interpessoais com os educandos, de modo que o processo de ensino aprendizagem seja articulado e que os métodos utilizados cumpram os objetivos a que se propõem. O docente é, nesse processo, parte fundamental onde deve atuar como mediador e orientador. O professor planeja, propõe e coordena estratégias que requerem dos próprios estudantes um processo de apropriação ativa dos conhecimentos.

O autor afirma ainda que no processo de ensino aprendizagem, vários são os fatores que interferem nos resultados esperados: as condições estruturais da IES, as condições de trabalho dos docentes, as condições sociais dos alunos, e os recursos disponíveis de ensino aprendizagem.

De acordo com Masetto (2007) e Cecy, Oliveira e Costa (2010), novas técnicas desenvolvem a curiosidade dos alunos e os instigam a buscar, por iniciativa própria, as informações que precisam para resolver problemas ou explicar fenômenos que fazem parte da sua vida profissional. Para atender às novas exigências, as instituições de educação superior estão gerando algumas tendências curriculares mais modernas como:

- ✓ Ampliar os conhecimentos das ciências sociais e humanas, fundamentais na formação profissional e pessoal;
- ✓ Buscar a formação de competências, habilidades, atitudes e valores;
- ✓ Desenvolver a capacidade de aprendizagem independente e contínua;
- ✓ Formar profissionais com habilidade de comunicação, trabalho em equipe, respeito às opiniões, ética, responsabilidade social e ambiental;
- ✓ Utilizar metodologias ativas de aprendizagem;
- ✓ Fortalecer as ações de interdisciplinaridade dentro dos currículos de Engenharia.

Na educação em engenharia, o conhecimento mais aprofundado de cada metodologia ativa pode favorecer possíveis intervenções nos currículos dos cursos, possibilitando que a comunidade acadêmica possa refletir o processo de ensino-aprendizagem.

Para Masetto (2007), a eficácia do uso de técnicas diferenciadas em um curso de Engenharia, tem que se pautar em três pontos: sua vinculação aos objetivos de aprendizagem, a postura do professor na sua aplicação e o processo de avaliação coerente com seu uso. Cecy, Oliveira e Costa (2010 p.15) afirmam que um ponto orientador para as atividades

pedagógicas baseadas em métodos ativos é atender aos domínios da aprendizagem definidos pela Taxonomia de Bloom.

> Eles direcionam as atividades que deverão ser planejadas e desenvolvidas ao longo do curso para contemplar a formação pessoal, profissional e social do egresso e são divididos em:
> - Cognitivo: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese, avali-ação.
> - Psicomotor: reflexos, habilidades perceptivas, habilidades físicas, movimentos de habilidade, comunicação não discursiva.
> - Afetivos: receptividade, resposta, valorização, organização, caracterização por valores.

Pode-se considerar que esses domínios constituem um ponto de partida para o planejamento do processo de avaliação da aprendizagem quando se utiliza uma metodologia ativa. Diferentemente da aprendizagem passiva, a aprendizagem ativa não possui técnicas e sim estratégias, termo utilizado para denominar a arte de dirigir operações na condução de conflitos baseado em um conjunto de regras que asseguram uma decisão adequada a cada momento. Em uma estratégia, os indivíduos envolvidos devem compreender o que e o porquê de estarem desenvolvendo tal atividade. Uma estratégia envolve um conjunto de técnicas que podem ser executadas sem que os envolvidos tenham plena consciência do que estão executando.

Anastasiou e Alves (2007, p. 69) tratam o uso de metodologias ativas como “estratégias de ensinagem” e afirmam que:

> [...] o docente deve propor ações que desafiem ou possibilitem o desenvolvimento das operações mentais; para isso organiza os processos de apreensão de tal maneira que as operações de pensamento sejam despertadas, exercitadas, construídas, flexibilizadas pelas necessárias rupturas, através da mobilização, da construção e das sínteses, a serem vistas e revistas, possibilitando ao estudante sensações ou estados de espírito carregados de vivência pessoal e de renovação. Nisso, o professor deverá ser um verdadeiro estrategista, o que justifica a adoção do termo *estratégia*, no sentido de estudar, selecionar, organizar e propor as melhores ferramentas facilitadoras para que os estudantes e apropriem do conhecimento.

Na aprendizagem ativa, através de atividades baseadas em projetos, colaborativas e centradas em soluções de problemas, os estudantes desempenham um papel vital na criação de novos conhecimentos que podem ser aplicados a outras áreas acadêmicas e profissionais.

4.1 Teorias que sustentam a aprendizagem ativa

Nos subitens subsequentes serão discutidos os objetivos dos processos de aprendizagem de Benjamim Bloom e as evidências de Michael Prince e, sendo ambas as

teorias que fundamentam a aprendizagem ativa, juntamente com as teorias de Lea das Graças Camargos Anastasiou.

4.1.1 Taxonomia dos objetivos dos processos de aprendizagem – a Taxonomia de Bloom

Segundo Ferraz e Belhot (2010), os objetivos de aprendizagem devem ser definidos de forma a estruturar o processo educacional, permitindo mudanças de pensamentos e condutas, resultantes de um processo de planejamento que está diretamente relacionado à escolha do conteúdo, procedimentos, atividades, recursos, métodos de avaliação e principalmente da metodologia a ser adotada.

Pode-se dizer assim que a definição do uso de determinada estratégia de ensino-aprendizagem considera os objetivos que o docente estabelece para o desenvolvimento de competências e habilidades específicas para o processo de formação do estudante e as teorias de aprendizagem estabelecem uma relação direta entre as estratégias utilizadas e os objetivos anteriormente estabelecidos.

Considerando a definição dos objetivos educacionais, deve-se partir de uma questão epistemológica, uma vez que é importante considerar a forma como as pessoas aprendem, podendo-se assim escolher as melhores estratégias para de fato estimular o aprendizado. A ferramenta em questão é conhecida como Taxonomia[13] e teve em Bloom et al. (1956) o pioneirismo que revolucionou a área educacional. A ideia central da taxonomia é a de que os objetivos educacionais podem ser arranjados numa hierarquia do mais simples (conhecimento) para o mais complexo (avaliação), sendo o trabalho de Benjamim Bloom dividido em três campos: o cognitivo, o afetivo e o psicomotor. No Quadro 2 está apresentado um resumo desses três campos.

No domínio cognitivo, a Taxonomia de Bloom foi estruturada nas seis categorias apontadas no Quadro 3, originalmente definidas por Bloom com maior complexidade através da definição de subcategorias.

Em 2002, o pesquisador David R. Krathwohl fez uma atualização da Taxonomia de Bloom, propondo uma estrutura bidimensional entre conhecimento e cognição no primeiro domínio. Krathwohl (2002) fez uma alteração nas categorias do domínio cognitivo, retirando o termo “sintetizar” e inserindo o termo “criar”. Para melhor compreensão, define-se cada

[13] Taxonomia é um termo utilizado em diferentes áreas e pode ser definido como a ciência da classificação, denominação e organização de um sistema pré-determinado.

categoria através do Quadro 3 que contêm as respectivas definições. Considera-se neste trabalho a abordagem do domínio cognitivo e suas seis categorias com os respectivos objetivos e suas atualizações (BLOOM, 1972; KRATHWOL, 2002).

Domínios da Taxonomia de Bloom	Significado	Categorias
Cognitivo	Ligado ao saber. Envolve conhecimento, desenvolvimento intelectual de habilidade e aptidão. Inclui reconhecimento de fatos específicos e conceitos que estimulam o desenvolvimento cognitivo constante.	Conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação.
Afetivo	Ligado a sentimentos e posturas. Nesse campo, foram classificadas cinco categorias relacionadas a comportamento, atitude, responsabilidade, respeito, emoção e valores.	Receptividade, resposta, valorização, organização e caracterização.
Psicomotor	Ligado a ações físicas, relacionadas a habilidades físicas específicas[14].	Reflexos, movimentos básicos, habilidade de percepção, habilidades físicas, movimentos aperfeiçoados e comunicação não verbal.

Quadro 2 - Campos da Taxonomia de Bloom
Fonte: Baseado em Ferraz e Belhot (2010)

	Descrição	Objetivos de Aprendizagem
Reconhecer	Habilidade de lembrar informações e conteúdos previamente abordados, como fatos, datas, teorias, métodos, lugares, regras, critérios, procedimentos e outros. O objetivo principal deste nível é trazer à consciência esses conhecimentos.	Definir termos, descrever fatos específicos, distinguir métodos e procedimentos, relembrar conceitos básicos e princípios.
Compreender	Habilidade de compreender e dar significado ao conteúdo. Pode ser demonstrada através da tradução do conteúdo compreendido para uma forma ou contexto. Nesse nível encontram-se as capacidades de entender a informação ou fato, captar seu significado e utilizá-la em contextos diferentes.	Entender fatos e princípios, interpretar verbalmente uma informação escrita ou diagramada, resolver um problema matemático, interpretar um texto, ilustrar um conceito adquirido.
Aplicar	Habilidade de usar informações, métodos e conteúdos aprendidos em novas situações concretas. Pode incluir aplicações de regras e modelos.	Aplicar conceitos e princípios a novas situações, demonstrar leis e teorias em situações práticas, produzir um texto, resolver problemas matemáticos e construir gráficos e empregar um método ou procedimento.

Quadro 3 - Categorias do domínio cognitivo da Taxonomia de Bloom
Continua

[14] Bloom e sua equipe não chegaram a definir uma taxonomia para a área psicomotora, mas outros profissionais o fizeram chegando às seis categorias desse domínio mencionadas no quadro 1.

	Descrição	Objetivos de Aprendizagem
Analisar	Habilidade de subdividir o conteúdo em partes menores, com a finalidade de entender a estrutura final. Pode incluir a identificação das partes, a análise do relacionamento entre as partes e o reconhecimento dos princípios organizacionais envolvidos. Aqui, é necessário ter compreendido não apenas o conteúdo, mas também a estrutura do objeto de estudo.	Distinguir fatos e inferências, determinar os fatores implicados em um problema matemático, testar uma determinada formula, analisar a estrutura e organização de um trabalho específico.
Avaliar	Habilidade de julgar o valor do material ou projeto, baseando-se em critérios bem definidos que podem ser externos ou internos e podem ser fornecidos ou conjuntamente identificados. Julgar o valor do conhecimento.	Julgar a consistência de um material escrito, julgar a adequação com que uma conclusão é suportada pela base teórica exposta, avaliar um trabalho pelo uso de critérios internos, externos ou padrões de excelência.
Criar	Habilidade de reunir conceitos, conhecimentos, informações e fazer algo novo.	Gerar, planejar e produzir algo novo, gerar hipóteses, construir, elaborar.

Quadro 3 - Categorias do domínio cognitivo da Taxonomia de Bloom
Fonte: Adaptado de Krathwohl, 2002

4.1.2 Evidências da Aprendizagem Ativa

Os estudos sobre aprendizagem ativa têm se mostrado de grande valia para melhorar a qualidade do processo educacional, principalmente na educação superior, em que a aprendizagem em diferentes níveis de conhecimento possui extrema importância. Prince (2004)[15] apresenta em seu artigo de revisão as pesquisas de Bonwel e Eison (1991) que resumem a literatura sobre aprendizagem ativa e concluem que ela contribui para as atitudes comportamentais dos estudantes e melhorias significativas em sua capacidade de comunicação escrita e no pensamento crítico. Os autores defendem um modelo que utiliza discussões programadas dentro de sala de aula, entre os estudantes e seus pares, sobre os conteúdos ministrados e problemas levantados sobre esses mesmos conteúdos. Essa técnica motiva os estudantes para estudos futuros e desenvolve a capacidade de pensamento. Felder et al. (2004) incluem aprendizagem ativa em suas recomendações para métodos de ensino eficazes para estudantes e professores de engenharia.

O pesquisador americano na área de educação em engenharia, Michael Prince (2004) definiu os elementos principais de aprendizagem ativa para introduzir atividades que exigem

[15] Michael Prince é professor no Departamento de Engenharia Química na Bucknell University desde 1989 quando recebeu seu título de Ph.D. Pesquisador na área de educação em engenharia e desenvolveu vários trabalhos na área de aprendizagem ativa.

a participação direta dos alunos dentro das aulas conhecidas como tradicionais, promovendo maior envolvimento por parte dos estudantes. Uma estratégia usada por Prince é uma pausa durante a aula para fazer com que os estudantes discutam suas próprias anotações com um colega. Essa estratégia é executada de duas a três vezes durante a aula e Prince (2004) defende que proporciona maior absorção dos conteúdos por parte dos estudantes. O autor aborda a eficácia da aprendizagem ativa nos cursos de engenharia, define as formas comuns de aprendizagem ativa mais relevantes para as universidades e seus cursos de engenharia e criticamente examina os elementos centrais de cada método. Verifica-se que existe um amplo suporte para os elementos centrais da aprendizagem ativa e colaborativa. Esses elementos buscam promover o envolvimento dos alunos.

Em seu trabalho, Prince (2004) primeiro analisa a aprendizagem ativa e trata do elemento "Introduzindo o estudante em uma atividade em aula tradicional". No nível mais simples, a aprendizagem ativa é a introdução de uma atividade para o estudante em uma aula expositiva. Um exemplo disso é o professor fazer uma pausa periodicamente e estudantes esclarecerem suas dúvidas e anotações da aula com um parceiro. Isso pode ser feito duas ou três vezes durante uma aula de uma hora de duração. Como esse procedimento de pausa é simples, fornece uma linha de base para o estudo, e essas atividades curtas e mais informais podem melhorar a eficácia das aulas, ainda que tradicionais. Em seu trabalho, Prince mostra alguns resultados significativos desse procedimento de pausa. Um deles foi um estudo com 72 estudantes onde os pesquisadores examinaram essa metodologia com o trabalho feito em duplas para discutir suas anotações. Paralelamente a essa abordagem, os pesquisadores ensinaram a um grupo separado usando uma aula tradicional, e depois avaliaram os estudantes dos dois grupos, obtendo resultados mais favoráveis com o que utilizou a aprendizagem ativa.

Muitos proponentes de aprendizagem ativa sugerem que a efetividade dessa abordagem possui relação com a atenção de curta duração de um estudante durante uma aula. Wankat (2002) cita numerosos estudos que sugerem que o tempo de atenção de um estudante durante uma aula é de aproximadamente 15 minutos. Os pesquisadores afirmam que transcorridos 15 minutos de aula expositiva, o número de estudantes prestando atenção começa a cair drasticamente com uma significante perda da retenção do conteúdo da aula. Os mesmos autores descobriram que imediatamente depois da aula, os estudantes se lembravam de 70% da informação apresentada nos primeiros 10 minutos da aula e 20% da informação apresentada nos últimos 10 minutos. Prince (2004) defende assim que a ação de

quebrar uma aula para promover discussões entre os estudantes, pode funcionar porque essas atividades os mantêm mais engajados e em estado de atenção.

Simplesmente introduzir atividades na sala de aula não tem efeito sobre a o sucesso do uso da aprendizagem ativa. O tipo de atividade por exemplo, influencia na assimilação do conteúdo. Os autores enfatizam que boas atividades desenvolvem compreensão profunda das ideias mais importantes a serem aprendidas. Para isso, as atividades devem ser designadas em torno de importantes resultados de aprendizagem e promover comprometimento significativo da parte do estudante.

Segundo Prince (2004), tais atividades encorajam os estudantes a pensar sobre o que estão aprendendo. Adotar práticas instrucionais que engajam o aluno no processo de aprendizagem é o ponto principal da aprendizagem ativa.

A importância do engajamento do estudante é evidente e garante a efetividade desse comprometimento em abrangentes resultados de aprendizagem. Em suma, há um apoio considerável aos principais elementos da aprendizagem ativa, e introduzir atividades em aula, pode melhorar significativamente a aquisição de informações e conhecimentos, enquanto evidências garantem os benefícios do comprometimento do estudante.

As metodologias ativas têm o potencial de despertar a curiosidade, à medida que os estudantes se inserem na teorização e trazem elementos novos, até mesmo aqueles que não foram considerados em aula, ou até mesmo não considerados pelo professor. Segundo Berbel (2011), quando as contribuições desses estudantes são consideradas e analisadas atribuindo valor a elas, são estimulados os sentimentos de engajamento, percepção de competência e de pertencimento, além da persistência nos estudos.

Ainda segundo essa mesma autora, o engajamento do aluno em relação a novas aprendizagens, pela compreensão, pela escolha e pelo interesse, é condição essencial para ampliar suas possibilidades de exercitar a liberdade e a autonomia na tomada de decisões, preparando-o ainda mais para o exercício profissional futuro e para isso, deverá contar com uma postura pedagógica diferenciada e distante das características de controle comuns nas metodologias de ensino tradicionais (BERBEL, 2011).

Após a exposição das diversas estratégias e metodologias de aprendizagem, é importante ressaltar como já mencionado, que qualquer estratégia ou metodologia só será eficaz quando usada para objetivos que lhe são próprios e previamente definidos, estando, necessariamente, a estratégia ou metodologia vinculada a esses objetivos.

Prince (2004) também define a Aprendizagem Colaborativa e a Aprendizagem Cooperativa. A primeira se refere a qualquer método instrucional no qual os estudantes trabalhem juntos em pequenos grupos rumo a objetivos comuns. Por isso, segundo esse mesmo autor, a aprendizagem colaborativa pode ser vista como algo que abrange todos os métodos instrucionais de trabalho em grupo, incluindo a aprendizagem cooperativa. Em contraste, alguns autores distinguem a aprendizagem colaborativa da cooperativa como tendo desenvolvimentos históricos distintos e diferentes raízes filosóficas.

Em cada interpretação, o elemento principal da aprendizagem colaborativa é a ênfase na interação dos estudantes, mais do que na aprendizagem como uma atividade isolada. Já a aprendizagem cooperativa pode ser definida como uma forma estruturada de trabalho em grupo onde os estudantes perseguem metas comuns enquanto são avaliados individualmente. No Quadro 4 estão sintetizadas as definições e as principais diferenças entre a Aprendizagem Ativa, a Aprendizagem Colaborativa e a Aprendizagem Cooperativa.

	Aprendizagem Ativa	**Aprendizagem Colaborativa**	**Aprendizagem Cooperativa**
Característica principal	Através de atividades baseadas em projetos e centradas em soluções de problemas, desempenha um papel vital na criação de novos conhecimentos que podem ser aplicados a outras áreas acadêmicas e profissionais.	Surge da necessidade de inserir metodologias interativas entre o aluno e o professor para que estabeleçam buscas, compreensão e interpretação da informação de determinados assuntos.	Forma estruturada de trabalho em grupo onde os estudantes perseguem metas comuns enquanto são avaliados individualmente.
Trabalho em equipe	Utiliza estratégias de trabalho individual ou em grupo.	Ocorre necessariamente através do trabalho em grupo.	Forma estruturada de trabalho em grupo.

Quadro 4 - Principais diferenças entre a aprendizagem ativa, a aprendizagem colaborativa e a aprendizagem cooperativa
Fonte: Elaborado pela autora

Aprendizagem colaborativa: O elemento central da aprendizagem colaborativa é o trabalho individual versus o trabalho colaborativo, e a análise, portanto, foca em como a colaboração influencia nos resultados de aprendizagem. Os resultados de meta-estudos existentes nessa questão são consistentes. Uma questão de interesse prático é se os benefícios do trabalho em equipe melhoram com a frequência. Springer et al. (1999) olhou especificamente para o efeito da incorporação de trabalho em equipe ás metodologias educacionais e constatou que quanto maior o tempo gasto nos trabalhos em grupo, maior o efeito em promover atitudes positivas dos estudantes. Nota-se também, que os resultados

atitudinais foram baseados em um número de estudos relativamente pequeno. Em suma, sustenta-se a premissa de que a colaboração funciona para promover uma ampla variedade de resultados de aprendizagem. Em particular, a colaboração melhora os objetivos acadêmicos atingidos, bem como atitudes dos estudantes e retenção dos mesmos. A magnitude, consistência e relevância desses resultados, sugere que os cursos de engenharia devem promover colaboração estudantil.

Aprendizagem cooperativa: Em seu núcleo, a aprendizagem cooperativa é baseada na premissa de que a cooperação é mais efetiva do que a competição entre os estudantes para produzir resultados positivos de aprendizagem.

Outro assunto de interesse para a educação em engenharia é que aprendizagem cooperativa promove o ambiente natural no qual se desenvolvem habilidades interpessoais e trabalho de grupo efetivo. Empregadores frequentemente identificam habilidades de trabalho em equipe como uma lacuna crítica para a formação de engenheiros.

Sendo a prática a pré-condição para que se desenvolva qualquer habilidade, torna-se difícil argumentar que o trabalho individual em aulas tradicionais possa trazer qualquer contribuição para desenvolver habilidades de trabalho em grupo.

Em suma, há um amplo apoio empírico para a premissa central da aprendizagem cooperativa. Entende-se que a cooperação é mais efetiva do que competição para promover resultados significativos de aprendizagem. Ademais, a aprendizagem cooperativa promove um ambiente natural no qual melhora-se as capacidades interpessoais.

4.2 Estratégias pedagógicas de Aprendizagem Ativa

Muitos autores, entre eles (DU et al., 2009; FALAND; FRENAY, 2006; PASCUAL, 2010) têm anunciado estratégias pedagógicas de aprendizagem ativa, tais como a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (do inglês *Problem-based Learning* – PBL), e a Aprendizagem baseada em Projetos (do inglês *Project-oriented Learning* POL *ou Project based Learning* – PBL), como metodologias naturais para a educação em engenharia, uma vez que essas metodologias têm uma forte vinculação com a prática. Além dessas, outras estratégias de aprendizagem ativa têm sido muito utilizadas em disciplinas dos cursos de engenharia, tais como: *Minute Paper* (ANGELO; CROSS, 1993), *Peer Instruction* (CROUCH, 1998; CROUCH; MAZUR, 2001; MAZUR, 1997), *In-Class Exercise Teams* (FELDER, 1994; 1997), *Cooperative Note-Taking Pairs* (JOHNSON; JOHNSON; SMITH,

1998), *Guided Reciprocal Peer Questioning* (KING, 1993), *Thinking-Aloud Pair Problem Solving* (LOCHHEAD; WHIMBLEY, 1987), *Think-Pair-Share* (LYMAN, 1981), e *Just-inTime Teaching* (NOVAK et al., 1999; SIMKINS; MAIER, 2010). Está apresentado no Quadro 5 um resumo dessas estratégias para uma visão mais ampla da aplicabilidade de cada uma.

Metodologia Ativa	**Definição**
1. Problem-based Learning – PBL (Aprendizagem Baseada em Problemas)	Trabalhando em equipes, os estudantes buscam a solução de um problema real, complexo e multifacetado, identificando o que já sabem, o que precisam saber e como acessar as novas informações que podem levar à resolução do problema. O papel do professor é o de facilitador da aprendizagem que fornece a estrutura adequada desse processo, fazendo perguntas de sondagem, fornecendo os recursos apropriados, e conduzindo as discussões em classe, bem como planejando as avaliações dos estudantes.
2. Project oriented Learning – POL (Aprendizagem orientada por projetos)	Grupos de estudantes estão ativamente envolvidos em abordar ou resolver problemas e/ou situações reais da vida profissional. Aprendem a interagir uns com os outros e com a comunidade em torno deles, desenvolvem habilidades, adquirem conhecimentos, desenvolvem atitudes e comportamentos que lhes permitem lidar melhor em um cenário de trabalho.
3. Peer Instruction (Aprendizagem entre pares)	Criada por Eric Mazur, essa estratégia torna as aulas mais interativas em classes com grandes números de estudantes, fazendo com que fiquem intelectualmente mais envolvidos com o que está acontecendo em sala de aula. O professor apresenta uma questão (normalmente de múltipla escolha) qualitativa, que é cuidadosamente construída para envolver as dificuldades dos estudantes com os conceitos fundamentais. Todos votam em uma resposta individualmente, em seguida discutem a questão entre si rapidamente para convencer os pares da sua resposta e todos votam novamente. Por fim o professor aborda a questão e suas diferentes respostas, abrindo espaço para novas discussões.
4. Think-pair-share (Pense-par-compartilhe)	O professor faz uma pergunta para a classe e os estudantes devem pensar em uma resposta e anotá-la. Em seguida, os estudantes formam pares e discutem suas respostas. Aleatoriamente, o professor convida alguns estudantes a compartilhar suas respostas.
5. In-class Exercise Teams (Grupos resolvendo exercícios em sala de aula)	O professor solicita aos estudantes que formem grupos de 2 a 4 membros e que indiquem um membro para fazer os registros. Dependendo da complexidade da tarefa, o professor dará alguns minutos para tarefas como: relembrar o assunto abordado na aula, responder ou gerar uma pergunta, iniciar a solução de um problema, pensar em um exemplo de aplicação, compreender resultados errados, gerar uma tempestade de ideias e resumir o que foi tratado em aula. Os registros gerados pelos grupos são recolhidos no final da aula. Essa estratégia funciona para todos os tamanhos de classes.
6. Cooperative Note-Taking Pairs (Tomando Notas Cooperativamente em pares)	Os estudantes formam pares para trabalhar durante o período da aula. Depois de um curto segmento da aula, um colega resume suas anotações para o outro. O outro estudante adiciona informações ou corrige. O objetivo é a melhoria das anotações.

Quadro 5 - Estratégias Pedagógicas utilizadas como metodologias ativas e suas definições

Continua

Metodologia Ativa	Definição
7. Guided Reciprocal Peer Questioning (Questionamento guiado entre pares)	O professor faz uma breve exposição sobre o assunto a ser trabalhado em aula e em seguida dá aos estudantes uma lista de pontos essenciais sobre o assunto apresentado. Os estudantes trabalham individualmente preparando questões sobre esses pontos, não sendo necessário que saibam responder às questões por eles formuladas. Em seguida, o professor separa todos em pequenos grupos para que possam discutir as questões uns com os outros. O professor auxilia os grupos levantando as questões mais significativas e amplia a discussão com toda a turma.
8. Thinking-Aloud Pair Problem Solving (Resolução em voz alta de problemas em pares)	O professor propõe uma questão ou um problema e solicita aos estudantes que se agrupem em pares, onde um será o explicador (ou solucionador do problema) e o outro será o questionador. O explicador lê o problema, apresenta a solução passo a passo em voz alta. O questionador acompanha todas as etapas da resolução do problema questionando, sugerindo e anotando erros que ele venha a detectar. As perguntas que forem feitas não devem guiar o explicador para uma solução nem destacar um erro específico, mas o explicador pode comentar que um erro foi cometido. O professor faz algumas perguntas aos grupos para saber em que estágio de resolução está o problema. Os estudantes trocam de papel e resolvem mais problemas.
9. Minute paper (Anotação do último minuto)	O professor para a aula de dois a cinco minutos antes de termina-la e pede aos estudantes que, anonimamente e individualmente, escrevam: os pontos principais da aula, os pontos menos claros da aula. Na saída dos estudantes, o professor recolhe as anotações e analisa as anotações para verificar o entendimento dos mesmos sobre os assuntos tratados em aula. No encontro seguinte, o professor começa a aula, abordando questões comuns que foram anotadas pelos estudantes. A identificação das anotações pode ser feita opcionalmente para que o professor possa tratar do assunto individualmente.
10. Just-in-time (Jitt) (Ensino na hora certa)	Promove engajamento ativo dos estudantes e maior nível de aprendizagem através de uma ligação intencional entre atividades realizadas fora da sala de aula e atividades realizadas em sala de aula. Fora da sala de aula, os estudantes respondem a um pequeno conjunto de questões, que são disponibilizadas em um Ambiente Virtual de Aprendizagem sobre o material que será tratado na aula, que está por vir e apresentando as suas respostas *on line* poucas horas antes do início da aula. O professor estabelece um horário de corte para a apresentação das respostas, pois consultará as mesmas para preparar atividades, exercícios e problemas para a classe, visando preencher as lacunas de aprendizagem identificadas nas respostas Jitt – *"just in time"*.

Quadro 5 - Estratégias Pedagógicas utilizadas como metodologias ativas e suas definições
Fonte: Elaborado pela autora com base em Bazzo et al. (2012)

Anastasiou e Alves (2007) também apresentam um quadro resumindo as diversas estratégias de aprendizagem com suas respectivas conceituações e descrição da dinâmica da atividade, retomando alguns elementos relativos à metodologia dialética de ensinagem. Esses elementos estão apresentados no Quadro 6.

Estratégia	Consiste
Aula expositiva dialogada	Exposição de conteúdo, com a participação ativa dos estudantes, cujo conhecimento prévio deve ser considerado e pode ser tomado como ponto de partida. O professor leva os estudantes a questionarem, interpretarem e discutirem o objeto de estudo, a partir do reconhecimento e do confronto com a realidade deve favorecer análise crítica, resultando na produção de novos conhecimentos. Propõe a superação da passividade e imobilidade intelectual dos estudantes. O forte dessa estratégia é o diálogo, como espaço para questionamentos, críticas e solução de dúvidas.
Estudo de texto	Exploração de ideias do autor a partir do estudo crítico de um texto e/ou na busca de informações e exploração de ideias dos autores estudados. Momentos: contexto do texto, análise textual, análise temática: compreensão da mensagem do autor, análise interpretativa/extrapolação ao texto; problematização – interpretação da mensagem do autor e síntese.
Tempestade cerebral	Numa possibilidade de estimular geração de novas ideias de forma espontânea e natural, deixando funcionar a imaginação. Não há certo ou errado. Tudo o que for levantado será considerado, solicitando-se se necessário, uma explicação posterior do estudante. Os estudantes, ao serem perguntados sobre uma problemática, devem expressar suas ideias através de palavras ou frases curtas, evitando atitude crítica. As ideias são registradas e organizadas e é feita uma seleção conforme critério a ser combinado.
Portfólio	Identificação e construção de registro e análise das produções mais significativas, ou identificação dos maiores desafios/dificuldades em relação ao objeto de estudo, assim como das formas encontradas pra superação.
Mapa conceitual	Construção de um diagrama que indica a relação de conceitos em uma perspectiva bidimensional, procurando mostrar as relações hierárquicas entre os conceitos pertinentes a estrutura do conteúdo. O professor poderá selecionar um conjunto de textos, ou de dados, objetos, informações sobre um tema ou unidade de ensino e aplicar a estratégia do mapa conceitual.
Estudo dirigido	Ato de estudar sob a orientação e diretividade do professor, visando sanar dificuldades específicas. É preciso ter claro: o que, para quê, e do como é preparada a sessão. Prevê atividades individualizadas, grupais, podendo ser socializadas.
Lista de discussão por meios informatizados	Oportunidade de um grupo de pessoas debater, à distância, um tema sore o qual sejam especialistas ou tenham realizado um estudo prévio, ou queiram aprofundá-lo por meio eletrônico. Deve-se organizar um grupo para discutir um tema, ou vários subgrupos com tópicos da temática para realizar uma reflexão contínua, debate fundamentado, com intervenções do professor que como membro do grupo, traz suas contribuições. É importante o estabelecimento de tempo limite para o desenvolvimento da temática.
Solução de problemas	Enfrentamento de uma situação nova exigindo pensamento reflexivo, crítico e criativo a partir dos dados descritos no problema. Exige a aplicação de princípios, leis que podem ou não ser expressos em fórmulas matemáticas. O problema é apresentado ao estudante mobilizando-o para a busca da solução, orientando-o no levantamento de hipóteses e na análise de dados.
Phillips 66	Atividade grupal, onde são feitas uma análise e discussão sobre temas/problemas do contexto dos estudantes. Pode ser útil para a obtenção de informação rápida sobre interesses, problemas, sugestões e perguntas. Os estudantes devem ser divididos em grupos de 6 membros que durante 6 minutos podem discutir um assunto, tema, problema, na busca de uma solução ou síntese final ou provisória. A síntese pode ser explicitada durante mais 6 minutos.

Quadro 6 - Estratégias de aprendizagem com suas respectivas conceituações

Continua

Estratégia	Consiste
Grupo de verbalização e de observação	Análise de tema/problemas sob a coordenação do professor, que divide os estudantes em dois grupos: um de verbalização (GV) e outro de observação (GO). É uma estratégia aplicada com sucesso ao longo do processo de construção do conhecimento, e nesse caso, requerendo leituras, estudos preliminares, enfim, um contato inicial com o tema.
Dramatização	Representação teatral, a partir de um foco problema, tema, etc. Pode conter explicitação de ideias, conceitos, argumentos, e ser também um jeito particular de estudo de casos, já que a teatralização de um problema ou situação frente aos estudantes equivale a apresentar-lhes um caso de relações humanas. Pode ser planejada ou espontânea.
Seminário	Espaço onde as ideias devem germinar ou serem semeadas. Portanto, espaço onde um grupo discuta ou debata temas ou problemas que são colocados em discussão. Possui 3 momentos: preparação onde o papel do professor é fundamental; desenvolvimento e relatório.
Estudo de caso	Análise minuciosa e objetiva de uma situação real que necessita ser investigada, relacionando-se os dados com os elementos da teoria estudada, sendo altamente desafiadora para os envolvidos. Oportuniza a elaboração de um forte potencial de argumentação junto aos estudantes e refere-se tanto ao momento de construção do conhecimento como da síntese.
Painel	Discussão informal de um grupo de estudantes, indicados pelo professor (que já estudaram o conteúdo em análise, interessados ou afetados pelo problema em questão), para apresentarem pontos de vista antagônicos na presença de outros. Podem ser convidados estudantes de outras fases, cursos, ou mesmo especialistas na área.
Oficina, laboratório ou workshop	Reunião de um pequeno número de pessoas com interesses comuns, a fim de estudar e trabalhar para o conhecimento ou aprofundamento de um tema, sob orientação de um especialista. Possibilita o aprender a fazer melhor algo, mediante a aplicação de conceitos e conhecimentos previamente adquiridos.
Estudo do meio	Estudo direto do contexto natural e social no qual o estudante se insere, visando uma determinada problemática de forma interdisciplinar. Cria condições para o contato com a realidade, propicia a aquisição de conhecimentos de forma direta, por meio da experiência vivida. Possibilita aos envolvidos uma revisão, um refletir sobre os dados da teoria que fundamentam o objeto de estudo e a vinculação do estudante à realidade.

Quadro 6 - Estratégias de aprendizagem com suas respectivas conceituações
Fonte: Adaptada de Anastasiou e Alves (2007)

4.3 Metodologias ativas e o desenvolvimento de competências

Há mais de um século, o educador John Dewey proclamava que a aprendizagem deveria ser baseada na redescoberta, guiada por um mentor, ao invés de se basear na transmissão da informação. As universidades deveriam estruturar dessa forma o ensino de graduação. Segundo Giorgetti (2006), existe um fator de reciprocidade na aprendizagem baseada no questionamento: professores aprendem com os estudantes, assim como estudantes aprendem com professores.

De acordo com Le Boterf (2003) e Nonaka e Takeuchi (1997), certos tipos de conhecimento só são apreendidos em contato com a realidade, com diversos graus de

conversão, sendo que isso pode se dar fora dos bancos da academia, como é o caso do saber empírico. Le Boterf (2003) também classifica os saberes em: teóricos (relativo à compreensão dos fatos, fenômenos e coisas); do ambiente (relativo ao meio, contexto e cultura organizacional no qual o indivíduo está imerso e atua); e, os saberes procedimentais (relativo ao modo e aos regulamentos que prescrevem uma ação). Essas afirmações vão de encontro à aprendizagem vivencial de Kolb (1997), cujo modelo é concebido como quadrifásico, conforme mostrado na Figura 7.

Recorre-se também ao fato de que para o efetivo aprendizado, os aprendizes necessitam de quatro diferentes habilidades: Experiência Concreta (EC); Observação Reflexiva (OR); Conceituação Abstrata (CA); e, Experimentação Ativa (EA).

Segundo o mesmo autor, a experiência concreta imediata é a base da observação e da reflexão. Tais observações são assimiladas na forma de uma teoria a partir da qual pode-se deduzir novas implicações para a ação e tais implicações servem de guias para criar novas experiências. Esses conceitos apoiam o presente trabalho no sentido da vivência que os estudantes tiveram durante o uso da metodologia ativa utilizada e são ilustrados na Figura 8.

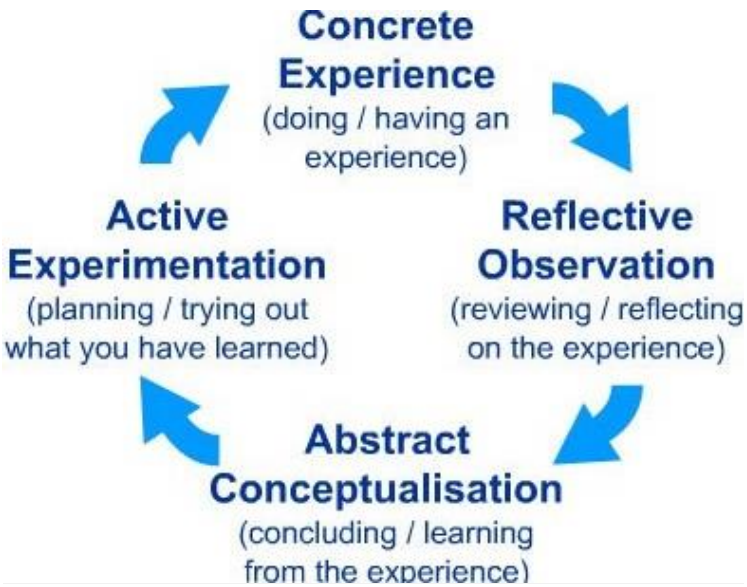


Figura 7 - Modelo vivencial de aprendizagem
Fonte: Kolb (1997)

Kolb explica que pessoas diferentes preferem certo estilo singular no modo de aprender e que vários fatores influenciam o estilo preferido, chamando a isso de “aprendizagem experiencial”. Definiu assim, três estágios de desenvolvimento e sugere que há uma propensão a reconciliar e integrar os quatro diferentes estilos de aprendizagem, que

melhora assim que o indivíduo amadurece, através dos estágios de desenvolvimento de cada um. Esses estágios de desenvolvimento são:

- ✓ Aquisição – do nascimento à adolescência – desenvolvimento de habilidades básicas e estruturas cognitivas.
- ✓ Especialização – escolarização, primeiros trabalhos e experiências da idade adulta – o desenvolvimento de um estilo particular "de aprendizagem especializada" adquirida por fatores sociais, educacionais e socialização organizacional.
- ✓ Integração – ao longo da meia idade até o fim da vida – expressão de estilo de aprendizagem não dominante no trabalho e na vida pessoal.

Dessa forma, a escolha do estilo de aprendizagem é o produto de dois pares de variáveis, que Kolb apresentou como linhas de eixo descritas na Figura 8, cada qual com modos "conflitantes" ao final de cada uma.

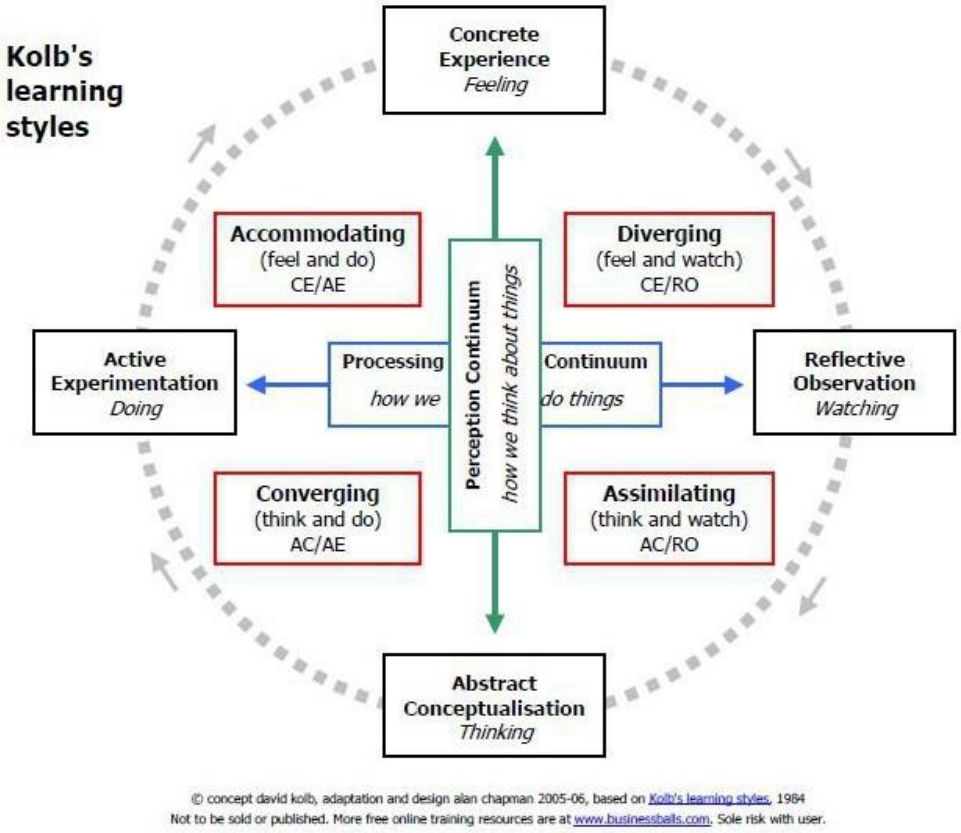


Figura 8 - Estilos de aprendizagem de Kolb
Fonte: Kolb (1997)

Uma apresentação típica dos dois contínuos de Kolb é que o eixo leste oeste é chamado de Contínuo de Processamento ou, "como abordamos uma tarefa" (fazer ou

observar) e o eixo norte sul é chamado Contínuo de Percepção (sentir ou pensar), nossa resposta emocional àquela situação de aprendizagem ou vivência.

A teoria de Kolb enfatiza o aprendizado como ciclos de experiências e reflexão, uma ênfase que influencia este estudo de duas maneiras importantes. Em primeiro lugar, sob o ponto de vista da aprendizagem que ocorre além de ambientes formais (Paterson; Fuchs, 2008) e, portanto, sugere que a aprendizagem pode ter lugar em atividades de engenharia que ocorrem fora da sala de aula. Segundo, porque tem vistas para a aprendizagem experiencial e contínua, não limitada pela educação formal, possibilitando estudar engenheiros em ambas as configurações, na universidade e no local de trabalho para se ter uma idéia mais abrangente do aprendizado que ocorre através da experiência com atividades de engenharia .

Nessa direção, espera-se que o uso da metodologia ativa proposta neste trabalho e que também é uma metodologia de problematização, onde a realidade é o ponto de partida e de chegada, contribua para o desenvolvimento de competências nos engenheiros em formação. Espera-se também, que a aprendizagem ocorra por meio da solução de problemas e situações reais que o futuro profissional poderá enfrentar.

5 Metodologia da pesquisa

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos utilizados neste trabalho a fim de responder à pergunta de pesquisa e alcançar os objetivos do estudo. Foi estruturado a partir de referenciais científicos da metodologia de pesquisa e atende aos critérios de consistência, coerência e originalidade. Esse trabalho tem como pontos de partida a pesquisa, a leitura e a análise de material bibliográfico publicado e que reúne principalmente artigos de periódicos disponíveis em bases de dados nacionais e internacionais, com reconhecido valor científico.

A pesquisa bibliográfica contempla autores nacionais e internacionais que sejam de expressão no presente estudo, para composição de um referencial teórico que sustente a discussão dos resultados encontrados e que sirva como instrumento de recuperação do conhecimento científico acumulado sobre o problema. Esta pesquisa abrange as seguintes etapas de estruturação do estado da arte:

- ✓ **1ª Etapa:** A partir do tema proposto, pesquisar no EndNotes referências através de palavras-chaves pré-identificadas.
- ✓ **2ª Etapa:** Utilizando o ISIS – Integrated Set of Information Systems - exportar as referências para o Excel e fazer a avaliação longitudinal para identificar as principais publicações.
- ✓ **3ª Etapa:** Concluída a etapa anterior, buscar na base JCR – Journal Citations Reports - a pontuação (fator de impacto) de cada publicação e organizar os dados. As bases de dados: SciELO (Scientific Electronic Library Online), Web of knowledge, Medline, base de periódicos da Capes e Google Acadêmico foram utilizadas.

Foram utilizadas algumas referências bibliográficas datadas de há mais de dez anos; entretanto, foi opção da autora e do orientador, buscar dados e informações que pudessem sustentar os referenciais desta pesquisa. Outra opção foi priorizar a pesquisa diretamente nas fontes originais das informações, evitando o uso de releituras ou adaptações das teorias, sempre que isso se mostrou adequado.

5.1 Caracterização da pesquisa

A atividade científica tem como finalidade obter a verdade, comprovando hipó-teses, observando a realidade e os contextos científicos através de um conjunto de ações sistemáticas e racionais que permitem alcançar um objetivo (GIL, 2002).

Segundo Miguel et al. (2012, p.16):

> A interação do pesquisador com o objeto de estudo determina as possibilidades de coleta de dados. Caso o pesquisador possa manipular e controlar o objeto de estudo, ele provavelmente o provocará e este reagirá emitindo sinais para o pesquisador. Esse é o caso da experimentação que é muito comum nas ciências naturais. Já na situação em que o pesquisador não pode manipular o objeto de estudo e apenas observa ou interage com ele, o experimento não pode ser realizado. Nessa situação, a saída é a observação e a interação por meio de entrevistas. Isso é muito comum nas ciências humanas. O fato de a Engenharia de Produção se situar entre essas duas áreas das ciências tem uma implicação para a pesquisa na área. Dependendo da proximidade com as ciências naturais ou as humanas, o pesquisador deve lançar mão de formas diferentes de coleta de evidências. Essa é uma peculiaridade da engenharia de produção perante as demais grandes áreas da engenharia. O pesquisador da área precisa, dessa forma, conhecer os diferentes métodos e técnicas de pesquisa. A metodologia de pesquisa ganha muita importância.

Marconi e Lakatos (2004) definem parâmetros que classificam uma pesquisa científica e que auxiliam a classificar a pesquisa desenvolvida neste trabalho:

- ✓ Um fato novo pode dar início a uma nova teoria pela falta de explicação do fenômeno pelas teorias existentes.
- ✓ Com base na racionalidade descrita por esses autores, este trabalho é constituído por conceitos e raciocínios que permitem que o seu conteúdo contemple ideias combinadas de forma lógica.
- ✓ Os conhecimentos significativos e científicos foram selecionados de forma acumulativa, contribuindo para o desenvolvimento desta pesquisa.
- ✓ Os fatos podem redefinir e esclarecer uma teoria previamente estabelecida afirmando de forma pormenorizada o que a teoria afirmava em termos mais gerais.
- ✓ O trabalho científico é falível, portanto o presente trabalho não é definitivo e segundo esses mesmos autores, “a própria racionalidade da ciência permite que, além da acumulação gradual de resultados, o progresso científico também se efetue por revoluções” (MARCONI; LAKATOS, 2004, p. 38).

Os princípios e a racionalidade das abordagens de uma pesquisa são definidos e apresentados por diversos autores e este trabalho relata a abordagens quantitativa e qualitativa para que se possam justificar os métodos adotados. Segundo Miguel (2012), a abordagem é um marco importante no desenvolvimento de uma pesquisa científica e autores como Marconi e Lakatos (2004) e Miguel (2012), relatam que uma pesquisa pode ser classificada como apresentado na Figura 9.

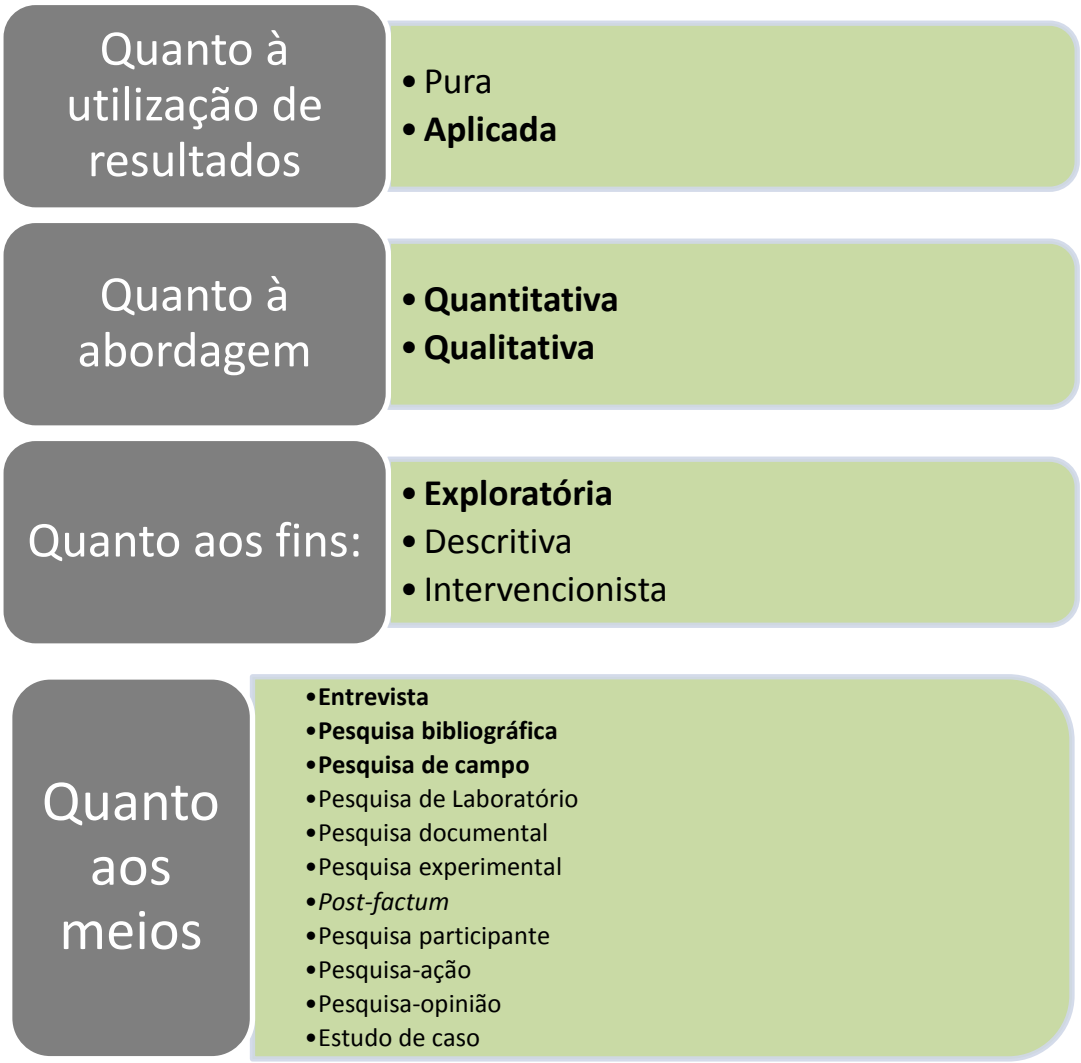


Figura 9 - Classificação da pesquisa científica
Fonte: Elaborado pela autora

Considerando essa descrição, esta pesquisa pode ser classificada como **aplicada**, por possuir ênfase prática e aplicar teorias na descoberta de soluções. Busca-se aqui relacionar o objetivo da pesquisa à descrição de um problema por meio de teorias e modelos, para construir uma possível solução.

A abordagem de pesquisa adotada é a **quantitativa** porque a pesquisadora captura as evidências da pesquisa por meio da mensuração das variáveis e **qualitativa** por visar também a compreensão do problema, além de levantar dados. A combinação de abordagens pode se justificar pela complementaridade das concepções metodológicas de pesquisa científica e possibilita um entendimento melhor do problema de pesquisa.

Cabe aqui esclarecer alguns pontos importantes das duas abordagens. A característica mais marcante da **abordagem quantitativa** é o ato de mensurar variáveis de pesquisa, sendo essa uma forma de justificar a adoção dessa abordagem. Essa é uma das principais preocupações, por exercer um papel central no processo de realização da pesquisa. De acordo com Bryman[16] apud Miguel (2012, p. 49), os pontos principais da abordagem quantitativa são a mensuralidade, a causalidade, a generalização e a replicação. A habilidade em estabelecer relações causais reais é um dos maiores desafios para a pesquisa. Já a replicação tem uma ligação íntima com a preocupação da generalização. A replicação de uma pesquisa permite verificar a existência de viés ou predileção dos pesquisadores na coleta de dados.

Na **abordagem qualitativa**, a realidade subjetiva dos indivíduos envolvidos na pesquisa é considerada relevante e contribui para o desenvolvimento da pesquisa que tende a ser menos estruturada para poder captar as perspectivas e as interpretações das pessoas pesquisadas. Ainda de acordo com Bryman apud Miguel (2012, p. 53), as características da pesquisa qualitativa são a ênfase na interpretação subjetiva dos indivíduos, o delineamento do contexto do ambiente da pesquisa, múltiplas fontes de evidências e a proximidade com o fenômeno estudado. Essa abordagem é um instrumento importante para entender a preocupação do pesquisador, o processo.

A construção da realidade objetiva da pesquisa ocorre pela perspectiva do pesquisador, fundamentada na revisão bibliográfica, e pela realidade subjetiva dos indivíduos capturada de múltiplas fontes de evidências no ambiente natural da pesquisa. Segundo Miguel (2012), as formas de capturar essa complexidade são a entrevista semiestruturada ou não estruturada, a observação participante ou não participante, e a pesquisa de documentos.

Essas definições contribuem para justificar o uso das abordagens combinadas.

Para Creswell e Clark[17] (apud MIGUEL, 2012, p.57), as vantagens de combinar as abordagens quantitativa e qualitativa são:

- ✓ Proporcionar vantagens que compensam os pontos fracos de ambas as abordagens;
- ✓ Prover evidências mais abrangentes para o estudo de um problema de pesquisa do que cada abordagem isoladamente;
- ✓ Ajudar a responder a questões que não podem ser respondidas por abordagem separadamente;

[16] BRYMAN, A. **Research methods and organization studies**. Londres:Unwin Hyman, 1989.
[17] CRESWELL, J. W.; CLARK, V. L. P. **Designing and conductng mixed method research**. Londres: Sage, 2006.

- ✓ Encorajar os pesquisadores a colaborarem, superando relacionamentos contraditórios entre pesquisadores quantitativos e qualitativos;
- ✓ Encorajar o uso de pontos de vista múltiplos ou concepções metodológicas mais do que uma simples associação típica das concepções dos pesquisadores quantitativos e qualitativos;
- ✓ Ser prática, no sentido de que o pesquisador é livre para usar todos os métodos possíveis para solucionar o problema de pesquisa.

Cada uma das abordagens de pesquisa tem sua própria visão de mundo ou fundamentos. Assim, esta pesquisa se baseia na epistemologia construtivista, onde há proximidade entre o pesquisador e os indivíduos sujeitos da pesquisa e apresenta os elementos descritos abaixo:

- ✓ Coleta de dados utilizando múltiplos métodos;
- ✓ Constructo de pesquisa flexível, possibilitando alterações (inclusão ou exclusão de variáveis) valendo-se do modelo inicial;
- ✓ Busca de evidências que justificam o porquê dos fatos (aprofundamento e reflexões);
- ✓ Análise de literaturas similares;
- ✓ Saturação teórica, quando possível;
- ✓ Não se busca generalizações.

Com relação à *observação*, Lüdke e André (2012) consideram que ocupa um lugar privilegiado nas abordagens de pesquisa educacional, uma vez que possibilita um contato pessoal e estreito do pesquisador com o fenômeno pesquisado.

As vantagens dessa técnica de investigação, na concepção das autoras, estão relacionadas à experiência direta que é, sem dúvida, o melhor teste de verificação da ocorrência de um determinado fenômeno, permitindo uma maior aproximação “das perspectivas dos sujeitos”. Além disso, possibilita que o observador recorra aos conhecimentos e às experiências pessoais como auxiliares no processo de compreensão e interpretação do fenômeno estudado e por ser extremamente útil para “descobrir” aspectos novos de um problema.

Nesse sentido, a observação é uma das técnicas de coleta de dados, usada nesta pesquisa para alcançar o objetivo proposto.

Pretende-se cotejar, através de quadros ilustrativos, os dados recortados e explicitar seus desdobramentos na educação em engenharia. Conforme apresentado neste capítulo, o plano desta pesquisa se desdobra nas seguintes etapas:

- ✓ Formulação da pergunta da pesquisa;
- ✓ Determinação da população estudada;

- ✓ Identificação de variáveis relevantes para a pesquisa;
- ✓ Escolha do método de coleta de dados;
- ✓ Operacionalização do trabalho de campo;
- ✓ Escolha de técnicas estatísticas de análise e
- ✓ Tratamento e análise dos dados.

5.2 Pergunta da pesquisa

Pode-se apresentar a pergunta fundamental da pesquisa da seguinte forma: *"A partir de uma visão sistêmica para a formação de engenheiros, que contribuições podem ser identificadas no desenvolvimento de competências com o uso de metodologias ativas? "*

5.3 Determinação dos participantes da pesquisa

A etapa seguinte é delimitada por pesquisa de campo junto aos alunos da disciplina Higiene e Segurança do Trabalho, cujo conteúdo é obrigatório segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para cursos de engenharia (BRASIL, 2002). O universo de sujeitos pesquisados constituiu-se por estudantes do curso de Engenharia Química de uma universidade privada, matriculados no terceiro ano e cursando a disciplina Higiene e Segurança Industrial, no segundo semestre de 2014.

A escolha dessa disciplina e curso foi intencional devido à experiência de mais de 25 anos da autora deste trabalho na educação em engenharia.

Essa disciplina estuda, por meio de normas, conceitos e técnicas, a classificação e prevenção de acidentes de trabalho, assim como o uso correto de materiais aplicados a um processo industrial. Seu principal objetivo é oferecer aos alunos os conhecimentos relativos às condições de trabalho, avaliando os principais riscos de acidentes e doenças do trabalho em especial no setor industrial para que possa atuar na prevenção e controle de acidentes e da saúde dos trabalhadores.

A carga horária da disciplina de Higiene e Segurança Industrial é de 33 horas, com dedicação de duas horas semanais. Tem duração de 20 semanas para o desenvolvimento do conteúdo e para a realização das avaliações continuada e final.

Para que sejam aceitos como voluntários nesta pesquisa, os estudantes matriculados regularmente nesta disciplina leram e concordaram com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) dando seu consentimento.

5.4 O modelo intervencionista

O modelo intervencionista proposto é aplicado em condições reais de trabalho, e visa identificar e intervir no processo habitual das atividades industriais, com vistas a caracterizar os riscos potenciais relativos à higiene e segurança do trabalho. O modelo utilizado faz parte do proposto por Moraes e Mont'Alvão (2010) que o descrevem como intervenção ergonomizadora, um método que aborda questões ergonômicas desde o levantamento do problema até a solução final adotada.

Essa intervenção, contudo, não se limita às questões ligadas exclusivamente à ergonomia, que será uma das etapas do trabalho proposto, mas compreenderá todos os demais riscos ambientais previstos na NR-15[18]. Com base nesse modelo, as etapas destas atividades serão adaptadas ao método e são descritas a seguir:

1. Apreciação: É uma fase exploratória que compreende o mapeamento dos problemas relativos à higiene e segurança do trabalho na empresa. Consiste na sistematização do sistema homem-tarefa-máquina e na delimitação dos riscos ambientais. São realizadas observações no local de trabalho e entrevistas com supervisores e trabalhadores. Também são feitos registros fotográficos e em vídeos.

2. Diagnose: Permite aprofundar os problemas priorizados e testar predições. É o momento das observações sistemáticas das atividades desenvolvidas na indústria e dos registros de comportamento em situação real de trabalho, que foram observáveis nas gravações em vídeo, nas entrevistas estruturadas, verbalizações e aplicação de questionários e demais escalas de avaliação.

3. Projetação: Busca adaptar o ambiente e os processos de trabalho, equipamentos e ferramentas às características físicas, psíquicas e cognitivas do trabalhador/operador. A organização do trabalho e a operacionalização da tarefa também são objetos de propostas de mudanças. Realizam-se registros fotográficos e/ou em vídeo e registros formais das alterações das operações processuais.

---

[18] NR -15 é uma Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego, publicada através da Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978.

4. Validação: Trata de avaliar se os argumentos, as propostas e as alternativas projetuais resultaram em eficiência esperada. Compreende avaliações através de modelos e testes e eventualmente, simulações se necessário.

5. Otimização: Compreende a revisão do projeto após sua avaliação pelo decisor e validação pelos operadores. Considera as possibilidades de reajuste conforme as opções daquele que decide, segundo as restrições de custo, as prioridades tecnológicas da empresa solicitante, a capacidade instalada do implementador e as soluções técnicas disponíveis.

5.5 Método e instrumento de coleta de dados

Para que se pudessem alcançar os objetivos desta tese, seguiu-se por um caminho que permitisse levantar os dados necessários e analisar as combinações possíveis das teorias abordadas. Assim foi necessário traçar um modelo conceitual e operacional da pesquisa, colocando em prática as abordagens metodológicas sustentadas pela pesquisa bibliográfica, que direcionou a construção do instrumento de coleta de dados e sua aplicação. A pesquisa bibliográfica foi desenvolvida principalmente por meio de artigos científicos atuais e durante esse processo, foi possível investigar fenômenos relacionados ao tema central da tese, o que permitiu uma visão mais ampla e interdisciplinar que possibilitou sustentar a proposta inovadora do trabalho.

Para operacionalizar a pesquisa, o total de estudantes matriculados na disciplina Higiene e Segurança do Trabalho em um curso de engenharia participou de um processo ativo de aprendizagem, orientado por uma adaptação da metodologia da intervenção ergonomizadora, descrita por Moraes e Mont'Alvão (2010). Os estudantes foram divididos em equipes de trabalho para aplicar, sob orientação, os processos de intervenção em indústrias do ramo químico. Todos os grupos foram submetidos à avaliação continuada que compreende as etapas do processo de intervenção.

Paralelamente foi construído o instrumento de pesquisa que seria aplicado ao total de estudantes no final do semestre letivo. Esse instrumento (Apêndice I), foi elaborado com base nas competências estudadas pela autora durante a elaboração do referencial teórico e utilizando-se de uma base teórica das referências do pesquisador Edward F. Crawley do Massachusetts Institute of Technology – MIT (Anexo I).

O questionário usou elementos que caracterizam as competências de um profissional de engenharia e seus itens foram pautados nas referências de Crawley (2002, 2008, 2010,

2011), considerado o desafio para configurar tais competências e o seu desenvolvimento durante o processo de formação desses profissionais de engenharia. Com base nessas referências e em todos os estudos realizados durante o levantamento bibliográfico, o instrumento foi inicialmente formalizado e, posteriormente, atualizado culminando na definição apresentada no Apêndice I.

Durante o levantamento dos dados quantitativos, a autora realizou a observação dos grupos de estudantes, visando a compreensão qualitativa do problema. A pesquisa qualitativa representa uma forma de entender a natureza de um fenômeno social, justificando sua aplicação.

Após a coleta dos dados quantitativos e o período de observação, foram feitas as entrevistas com os estudantes pesquisados. Esses métodos (pesquisa bibliográfica, observação dos grupos, coleta de dados e entrevistas) oferecem meios para definir e resolver o problema que aqui se apresenta.

As questões de ética desta pesquisa foram devidamente avaliadas e aprovadas pelo Comitê de Ética após submissão à Plataforma Brasil (Sistema CEP/Conep)[19].

5.6 Validação do instrumento de coleta e análise dos dados

Com a intenção de buscar a validação de todos os itens que utilizam a escala likert no questionário proposto para esta pesquisa, esse questionário foi aplicado ao grupo de 30 estudantes que participaram da pesquisa durante o primeiro semestre de 2014.

Após a coleta das informações, foi utilizado o coeficiente alfa de Cronbach, proposto por Lee J. Cronbach em 1951, para medir a confiabilidade do questionário aplicado nesta investigação. Esse coeficiente mede a correlação entre respostas de um questionário por meio da análise dos retornos dados pelos respondentes, apresentando uma correlação média entre as perguntas. O coeficiente α é calculado a partir da variância dos itens individuais e da variância da soma dos itens de cada avaliador de todos os itens de um questionário que utilizem uma mesma escala de medição.

Galetti (2006) aponta que a confiabilidade de um instrumento se refere à capacidade deste em reproduzir uma mesma medida com grau de concordância entre múltiplas medidas

[19] Sistema CEP/CONEP – De acordo com a Resolução 196/96 – item VII, “toda pesquisa envolvendo seres humanos deve ser submetida à apreciação de um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)”, que responde à CONEP – Comissão Nacional de Ética em Pesquisa.

de um mesmo objeto. Assim, uma medida é tida como confiável quando o erro da medida randômica é baixo, sendo, portanto, a variabilidade da medida explicada pela variabilidade do critério.

O resultado do coeficiente obtido foi de 0,927, indicando que 92,7% da variância observada nos *scores* do teste ocorre por se medir a variância real, enquanto o restante, 5%, é resultante de um erro de medida (variabilidade associada à medida do mesmo objeto). Algumas questões apresentaram um coeficiente individual baixo, mas a opção da autora foi não os remover para que não houvesse distanciamento entre o instrumento construído e as bases consultadas para sua elaboração. Na Tabela 7 está apresentado o resumo do processamento do caso obtido na aplicação do α de Cronbach.

Tabela 7 - Resultados do Coeficiente α de Cronbach

Resumo do processamento do caso			
		N	**%**
Casos	Válidos	30	100
	Excluídos*	0	0
	Total	30	100
Estatísticas de confiabilidade			
	Alfa de Cronbach	Nº de itens	
	0,927	86	

*Exclusão de lista com base em todas as variáveis do procedimento

Desse modo, o questionário em que se apoia esta pesquisa é adequado para essa intenção. A análise dos dados foi feita com a utilização da estatística descritiva que envolve a organização, resumo e representação dos dados. As ferramentas utilizadas para isso são as tabelas de frequência; gráficos; cálculo de medidas de tendência central como média, mediana e moda; e cálculo de medidas de variação como variância e desvio padrão.

Os procedimentos metodológicos aplicados nesta pesquisa permitem justificar, em função do problema de investigação e dos objetivos definidos, que haverá qualidade científica nos dados obtidos, pois há alto grau de controle das variáveis: localidade de realização da pesquisa, população de referência estudada, critérios de inclusão, tipo de amostra, técnicas e métodos de coleta, processamento e planejamento da análise dos dados.

5.7 Identificação de variáveis relevantes para a pesquisa

Com base nas respostas obtidas após a coleta de dados e o emprego da metodologia ativa, intencionou-se considerar se estes estudantes alcançaram as competências delineadas

nesta pesquisa e previstas nas diretrizes para o ENADE da área de Engenharia (Grupo IV), e nas bases previstas por Berry et al. (2003) e Crawley (2002). Segundo esses autores, um dos papéis das escolas de Engenharia é capacitar os alunos para o mundo profissional. Crawley (2002) propõe um programa detalhado e atualizado para a formação de engenheiros que atenda às demandas contemporâneas. A proposta do referido autor é composta por quatro blocos de competências: (I) Raciocínio e conhecimento técnico; (II) habilidades pessoais e profissionais, (III) habilidades interpessoais e (IV) conjugação das competências de forma contextualizada em relação aos diversos segmentos da sociedade.

Como uma forma de agrupar as principais competências apontadas em documentos oficiais brasileiros como as DCN para os cursos de engenharia, as diretrizes para o ENADE 2014 e também as competências indicadas pela ABET[20] e pelos dois autores de expressão na área já citados neste trabalho, foi construído o Quadro 7, onde estão apontadas a incidência de cada competência, em uma escala de 0 a 4.

Competência	**Documentos Oficiais Nacionais (ENADE/MEC)**	**Documentos Internacionais**	**Autores de Referência**		**Incidência**
		ABET	**Crawley**	**Berry**	
Executar modelagem			X		1
Realizar estimação e análise qualitativa			X		1
Realizar análise com incerteza			X		1
Solucionar e recomendar solução de problemas			X		1
Formular hipóteses			X		1
Desenvolver pesquisa experimental			X		1
Realizar teste de hipótese e defesa			X		1
Pensamento holístico			X		1
Priorização e foco			X		1
Ponderação, julgamento e equilíbrio na resolução de problemas			X		1
Iniciativa e disposição para assumir riscos			X		1
Perseverança e flexibilidade			X		1

Quadro 7 - Competências apontadas em documentos oficiais brasileiros e referências internacionais
Continua

[20] ABET – Accreditation Board of Engineering and Technology – EC-2000. Disponível em www.abet.org. Acesso em 02 dez.2015.

Competência	Documentos Oficiais Nacionais (ENADE/MEC)	Documentos Internacionais	Autores de Referência		Incidência
		ABET	Crawley	Berry	
Autoconsciência do próprio conhecimento, habilidades e atitudes			X		1
Desenvolver a curiosidade e aprendizagem ao longo da vida			X		1
Gestão de tempo e de recursos			X		1
Planejamento proativo da carreira			X		1
Operar equipes			X		1
Formar equipes eficazes			X		1
Operar equipes			X		1
Atuar e acompanhar o crescimento e evolução da equipe			X		1
Liderança			X		1
Executar trabalho técnico em equipe			X		1
Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia.	X	X	X		3
Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados.	X	X	X		3
Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos.	X	X	X		3
Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia.	X		X		2
Identificar, formular e resolver problemas de engenharia.	X	X	X		3
Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas.	X	X			2
Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas.	X				1
Avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas.	X				1
Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica.	X	X	X	X	4
Comunicar-se em línguas estrangeiras		X	X		

Quadro 7 - Competências apontadas em documentos oficiais brasileiros e referências internacionais
Continua

Competência	Documentos Oficiais Nacionais (ENADE/MEC)	Documentos Internacionais	Autores de Referência		Incidência
		ABET	Crawley	Berry	
Atuar na estratégia e na estrutura da comunicação			X		1
Realizar apresentação oral e comunicação interpessoal			X		1
Comunicar-se em línguas estrangeiras		X	X		2
Atuar em equipes multidisciplinares	X		X		2
Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais	X	X	X	X	4
Avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia	X				1
Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional	X	X	X		3
Ter visão multidisciplinar e integrada do conhecimento adquirido	X				1
Identificar demandas da sociedade e propor soluções	X				1
Gestão de Equipes	X		X	X	3
Criatividade			X	X	2
Visão Sistêmica			X	X	2
Pensamento Crítico			X	X	2
Avaliar o impacto da engenharia para a sociedade			X		1
Desenvolver uma perspectiva global			X		1
Apreciar diferentes culturas empresariais			X		1
Empreendedorismo técnico			X		1
Utilizar conhecimento em projeto			X		1
Exercer disciplina na execução de projetos			X		1
Gerenciar o desenvolvimento de projetos			X		1
Atuar em projetos multidisciplinares			X		1
Atuar em projetos multi-objetivos			X		1

Quadro 7 - Competências apontadas em documentos oficiais brasileiros e referências internacionais
Continua

Competência	Documentos Oficiais Nacionais (ENADE/MEC)	Documentos Internacionais	Autores de Referência		Incidência
		ABET	Crawley	Berry	
Executar implementação de projetos			X		1
Realizar a gestão da implementação de projetos			X		1
Testar, validar e certificar a implementação de projetos			X		1
Projetar e otimizar operações			X		1

Quadro 7 - Competências apontadas em documentos oficiais brasileiros e referências internacionais
Fonte: Elaborado pela autora

6 Apresentação e discussão dos resultados

Este estudo trata da utilização de metodologias ativas de aprendizagem na educação em engenharia e o desenvolvimento de competências, apresentando-se a seguir os resultados dos dados coletados em experimentos educacionais. Para melhor sintetizar as informações, não existirá na análise destes resultados uma compartimentação entre a teoria e a prática percebida.

O formulário proposto para este estudo pautou-se na proposta condensada do "CDIO Syllabus", de Edward F. Crawley (2002), sendo fruto de uma adaptação desta proposta com a construção do instrumento para pesquisa de competências com base nos níveis de competências estabelecidos por Crawley e seus colaboradores. Desta forma, os quatro blocos de competências pesquisados (a. Conhecimento e raciocínio técnico; b. Competências pessoais e profissionais e atributos; c. Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação, e d. Sistemas concepção-projeto-implementação e operação em empresa e contexto social) estão concebidos neste formulário de modo a possibilitar a identificação dos pontos pretendidos no projeto em questão. Pontos que não seriam relevantes para estudo, foram intencionalmente suprimidos, e outros dados de interesse do pesquisador foram adicionados.

Espera-se possibilitar uma relação dialética e bilateral, considerando como a teoria interfere na prática de um projeto de metodologias ativas de aprendizagem na engenharia, fornecendo caminhos para sua execução, bem como a interferência da prática realizada neste projeto em particular, com vistas à possibilidade de redefinições dos conceitos teóricos existentes e que possam caracterizar este cenário como particular. Espera-se com isto que a forma da futura análise dos resultados não siga um padrão rígido, mas coadune os pressupostos teóricos com os pressupostos práticos.

Nesta primeira dimensão a pesquisa tem caráter quantitativo, traduzindo em números as opiniões e informações coletadas, tratando também das suas classificações e analises, quando se torna qualitativa, e permite a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados a estes resultados obtidos na pesquisa.

Os resultados apresentados nessa pesquisa representam o objetivo de contribuir para uma formação mais ampla do engenheiro, adotando e estudando recursos pedagógicos que nos auxiliaram no processo educacional da disciplina Higiene e Segurança Industrial.

Segundo Bloom et al. (1971), o desenvolvimento de competências está relacionado à capacidade de aplicar de forma coerente e crítica um conhecimento adquirido. Para que isso seja possível, é necessário envolver os estudantes em situações nas quais deverão tomar decisões que combinem reflexão e ação. Para isso, é necessário que apliquem o conhecimento indo além de simples repetições do que foi demonstrado em exemplos, mas que utilizem a criatividade individual ou do grupo de trabalho para propor formas e soluções para os problemas apresentados, em situações reais.

Dessa forma, o desenvolvimento de competências é estimulado, sendo necessário utilizar exemplos que contemplem situações-problemas de referencial prático e contextualizado. No presente trabalho essa prática foi experimentada, indo além da apresentação de casos, mas inserindo os estudantes diretamente no campo de trabalho para que vivenciassem as situações-problemas e nela interferissem acreditando-se que as competências desejadas poderiam se desenvolver e que nesse momento o aprendiz começa a sair do estágio de aquisição da informação para assumir uma postura mais interativa e ativa perante a situação de aprendizagem.

Sabemos que muitas vezes, para os estudantes, o processo de aquisição de conhecimento é abstrato e sendo assim, não é prazeroso porque há o desconforto da sensação de passividade, da dificuldade de entendimento e interpretação de novas informações que pode ser desmotivante. No entanto, quando esse mesmo estudante percebe que pode utilizar esses conhecimentos de forma a aplica-los na solução de problemas práticos e que eles mesmos estão vivenciando, o processo de aprendizagem aflora e provoca a sensação de estar realizando algo importante. Passa-se a reconhecer a nova competência adquirida e os resultados apresentados nesta tese demonstram isso.

Entre as afirmações sobre os objetivos educacionais encontrados na literatura mundial em educação em engenharia, duas referências nos chamam a atenção: o CDIO SYLABUS (CRAWLEY, 2002) e a Taxonomia de Competências de Engenharia (WOOLLACOT, 2007; CRAWLEY et al., 2011), ambas por sua amplitude e pelo nível de detalhes que apresentam. Essas duas propostas foram formuladas de forma independente e cada uma apresenta uma perspectiva diferente sobre os objetivos da educação em engenharia.

Com relação ao gênero, a turma pesquisada tem 18 mulheres (60%) e 12 homens (40%). Sabemos que a engenharia sempre foi a profissão com formação acadêmica onde a marca da masculinidade está mais fortemente enraizada. Dizer que engenharia é profissão

para homens não é mais tão comum, tampouco são as mulheres estranhas a esse campo profissional e dados do Censo da Educação Superior têm mostrado crescimento com relação ao ingresso de mulheres nos cursos de engenharia.

Com exceção de um estudante, todos os outros ingressaram no curso no ano de 2012, estando também a grande maioria cursando o sexto semestre do curso, semestre regular em que a disciplina é oferecida. Considera-se assim, que esses estudantes já encontram-se maduros com relação ao curso escolhido e em condições de desenvolver as competências que são estudadas neste trabalho, necessárias a um estudante de engenharia.

Na matriz oficial do curso que compôs esta pesquisa, a disciplina de Higiene e Segurança Industrial, objeto deste estudo, é oferecida na sexta etapa. Da totalidade de estudantes, a maior parte, 25 pessoas (83,3%), estava cursando a etapa correspondente à oferta da disciplina no curso de Engenharia Química (o curso tem um total de 10 semestres). Duas pessoas (6,7%) eram estudantes da quinta etapa, o que aponta que são estudantes que anteciparam a disciplina em sua formação, sem prejuízo da nossa análise uma vez que a universidade estudada não aplica a matrícula de forma seriada, permitindo a matrícula por disciplina.

Ao cruzar as variáveis “em que semestre do curso está” e “você já possui alguma formação superior”, foi possível perceber que a maioria cursa seu semestre regular e que todos os estudantes pesquisados cursavam seu primeiro curso superior, mostrando uma condição de isonomia entre eles com relação à maturidade na vida universitária.

Com relação à atuação no mercado de trabalho durante a formação superior, por tratar-se de um curso noturno, é comum que os estudantes trabalhem e temos assim dois terços dos estudantes atuando no mercado de trabalho, com 43% dos estudantes atuando há mais de dois anos.

Esse dado merece atenção uma vez que a proposta deste trabalho é discutir o desenvolvimento de competências e entende-se que o estudante que tem uma experiência no mercado de trabalho durante seu processo de formação, pode desenvolver mais precocemente, essas competências.

6.1 Perfil dos estudantes pesquisados

Os estudantes pesquisados são oriundos do curso de Engenharia Química de uma universidade privada do Estado de São Paulo. Esta instituição tem 92 anos de existência e o

curso de Engenharia Química está em funcionamento desde 1986, portanto, com 30 anos de atuação ininterruptos. As últimas avaliações oficiais (INEP/MEC) pelas quais a instituição e o curso passaram permitem reconhecer que seus resultados são expressivos e que o cenário proposto é adequado às intenções deste estudo. A instituição apresenta IGC igual a 4 no último ciclo avaliativo e o curso tem CPC – Conceito Preliminar de Curso - igual a 4 (2012 e 2015).

A faixa predominante de idade dos pesquisados foi de 20 a 25 anos (93,3%), sendo que mais da metade deste universo está entre 20 e 21 anos (56,7%). Apenas dois destes estudantes (6,7%) encontra-se em faixa distinta desta, com idades de 41 e 43 anos. Na Figura 10 é possível visualizar na forma gráfica a divisão de faixa etária dos estudantes avaliados.

Figura 10 - Idade (em anos) dos estudantes pesquisados

A maior parte do universo pesquisado do sexo feminino, 18 pessoas (60%). O contingente masculino foi de 12 indivíduos (40%). Deste modo, não é possível prever que os resultados deste estudo dependerão do gênero do estudante pesquisado.

Apenas um estudante (3,3%) iniciou seu curso no ano de 2011, a quase totalidade dos pesquisados, 29 pessoas, (96,7%) realizaram seu ingresso na universidade no ano de 2012.

Na matriz oficial do curso, a disciplina de Higiene e Segurança Industrial, objeto deste estudo, é oferecida na sexta etapa. Da totalidade de estudantes, a maior parte, 25 pessoas (83,3%), estava cursando a etapa corresponde à oferta da disciplina no curso de Engenharia Química (o curso tem um total de 10 semestres). Duas pessoas (6,7%) eram estudantes da quinta etapa, o que aponta que são estudantes que anteciparam a disciplina em sua formação, uma vez que a universidade estudada não aplica a matricula de forma seriada, permitindo a matrícula por disciplina. Outros 3 estudantes (10%) apontaram estar na sétima etapa, e não foi possível avaliar se estes eram estudantes que cursavam a disciplina por

reprovação ou se apenas são estudantes que optaram por fazer a disciplina em semestre distinto de sua oferta, como visto na Figura 11.

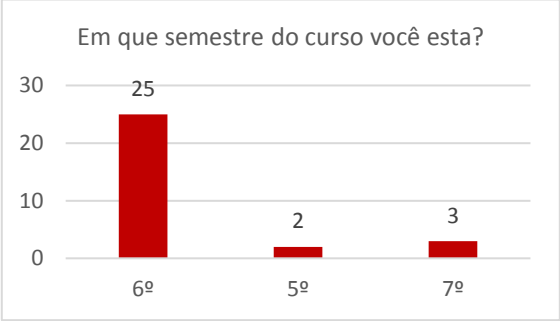


Figura 11 - Semestre corrente do curso dos estudantes pesquisados

Todos os estudantes pesquisados estavam em sua primeira graduação. Como este estudo intenciona avaliar a aprendizagem ativa na formação do engenheiro mediante proposta metodológica para aquisição de competências, foi intencionado reconhecer se os estudantes já detinham alguma experiência profissional prévia.

A maior parte dos estudantes, 20 pessoas (66,7%), apontou possuir alguma experiência profissional no mercado. Apenas 10 estudantes (33,3%) apontaram não atuar no mercado.

Entre aqueles que atuam no mercado, 11 pessoas (36,7%) representam o grupo mais expressivo e que atuam no mercado entre dois e cinco anos. O segundo universo mais expressivo é o que atua há menos de um ano, sete pessoas (23,3%), e apenas dois estudantes (6,7%) declararam atuar há mais de cinco anos, conforme visto na Figura 12.

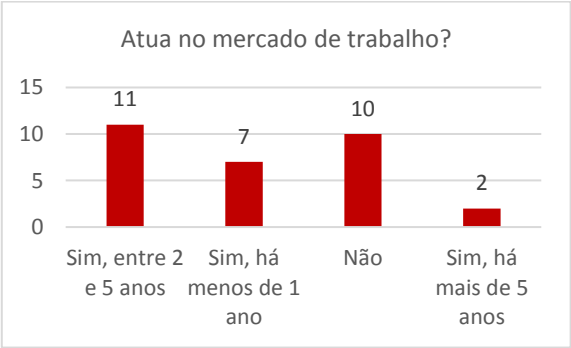


Figura 12 – Tempo de atuação dos estudantes no mercado de trabalho

Foi investigada qual a carga horária de trabalho semanal do universo de estudantes trabalhadores (20 pessoas ou 66,7%). Metade deste universo (10 pessoas) trabalha mais de

30 horas semanais, seis estudantes (30% do universo de estudantes trabalhadores) trabalham entre 11 e 20 horas semanais e quatro estudantes (20% do universo de estudantes trabalhadores) trabalham entre cinco e 10 horas semanais, conforme visto na Figura 13.

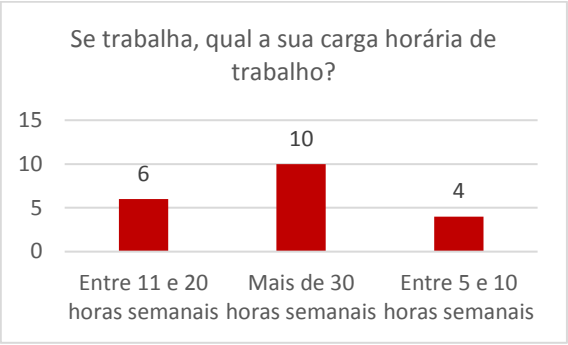


Figura 13 - Carga horária semanal de trabalho dos estudantes pesquisados

6.2 Habilidades e competências desejáveis e importantes para um profissional de engenharia

Com base nos documentos oficiais como as Diretrizes Curriculares Nacionais para Cursos de Engenharia e a Portaria Normativa Nº 8, de 15 de Abril de 2011 e 14 de março de 2014, foi investigado um rol de 24 habilidades e competências desejáveis e importantes para um profissional de engenharia para que os estudantes pesquisados apontassem o grau de importância, orientado por uma escala likert, sendo:

1 = nada importante;

2 = pouco importante;

3 = indiferente;

4 = importante; e

5 = muito importante.

De modo a facilitar a leitura dos dados, o resultado da pesquisa foi intencionalmente hierarquizado, partindo do dado mais relevante para o menos relevante na percepção dos estudantes.

O primeiro resultado observável é que apenas dois itens (Pensamento holístico e Pensamento sistêmico) pontuaram ligeiramente abaixo da escala quatro (3,90), o que indica que o item é ‘importante’ para as habilidades e competências desejáveis e importantes para um profissional de engenharia. Todos os demais pontuaram acima da escala quatro, variando entre 4,27 (Caráter empreendedor) e 4,93 (Raciocínio e solução de problemas em

engenharia). O Ranking Médio de toda a lista ficou em 4,52. A maior parte desta lista (16 itens, ou 2/3) pontuaram acima desta média, e apenas 1/3 da lista (8 itens) estiveram abaixo deste dado.

Quase a totalidade das pontuações (94,3%) esteve entre quatro (35%) e cinco (59,3%) na escala likert, o que demonstra que este estudante entende que a lista destas habilidades e competências são realmente desejáveis e importantes para que ele seja um profissional de engenharia, conforme está apresentado na Tabela 8.

O primeiro destaque, para este rol de vinte e quatro habilidades e competências, foi 'Raciocínio e solução de problemas em engenharia', comprovando que para os estudantes é primordial que o profissional com formação em engenharia tenha o raciocínio apurado e seja capaz de solucionar corretamente os problemas relacionados à sua área de formação. Na Figura 14 é possível notar que 28 estudantes (93,3%) dos pesquisados, apontaram cinco na escala likert contra apenas 2 estudantes (6,7%) que escolheram a nota quatro na mesma escala. Todavia, esse quesito foi o que obteve a maior pontuação selecionada pelos alunos.

A segunda habilidade/competência em nível de importância apontada pelos estudantes foi 'Conhecimento e raciocínio técnico', demonstrando a necessidade de o profissional de engenharia ser capaz de absorver todo o conteúdo técnico ministrado nas disciplinas específicas de sua área de formação durante a graduação e a facilidade de aplicá-lo em situações reais no dia-a-dia no mercado de trabalho, tanto na pesquisa e desenvolvimento de novos produtos, como em equipamentos ou prestação de serviços. Na Figura 15 é possível notar que 24 estudantes (80%) dos pesquisados apontaram cinco na escala likert e 6 estudantes (20%) escolheram a nota quatro na mesma escala.

A terceira habilidade/competência assinalada pelos estudantes foi 'Ética profissional, integridade, responsabilidade e prestação de contas', confirmando a extrema importância que, além de o profissional de engenharia adquirir raciocínio técnico e capacidade de resolver problemas de engenharia, também seja capaz de exercer sua profissão dentro dos preceitos da ética, integridade e responsabilidade, e que na prestação de contas de seus serviços e conhecimento oferecidos, jamais o profissional venha se auto sabotar, através da omissão ou falseamento de resultados, com a finalidade de obter alguma vantagem financeira e/ou *status* dentro de um ambiente corporativo.

Tabela 8 - Habilidades e competências desejáveis e importantes para um profissional de engenharia

Opções de Resposta	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total Resp.**	**RM**	**DP**
Raciocínio e solução de problemas em engenharia	0	0	0	2	28	30	**4,93**	**0,25**
Conhecimento e raciocínio técnico	0	0	0	6	24	30	**4,80**	**0,41**
Ética profissional, integridade, responsabilidade e prestação de contas.	0	0	1	4	25	30	**4,80**	**0,48**
Ponderação, julgamento e equilíbrio na resolução de problemas.	0	0	1	6	23	30	**4,73**	**0,52**
Autoconsciência do próprio conhecimento, habilidades e atitudes.	0	0	1	6	23	30	**4,73**	**0,52**
Comportamento profissional	0	0	0	8	22	30	**4,73**	**0,45**
Atualização com o mundo da engenharia	0	0	0	8	22	30	**4,73**	**0,45**
Trabalho em equipe	0	0	0	9	21	30	**4,70**	**0,47**
Gerenciamento de projetos	0	0	1	9	20	30	**4,63**	**0,56**
Iniciativa e disposição para assumir riscos	0	0	0	12	18	30	**4,60**	**0,50**
Planejamento proativo da carreira	0	0	0	12	18	30	**4,60**	**0,50**
Curiosidade e aprendizagem ao longo da vida	0	1	0	10	19	30	**4,57**	**0,68**
Conhecimento e comunicação em línguas estrangeiras	0	0	2	9	19	30	**4,57**	**0,63**
Comunicação oral e escrita	0	0	2	10	18	30	**4,53**	**0,63**
Priorização e foco	0	0	1	13	16	30	**4,50**	**0,57**
Pensamento crítico	0	0	2	11	17	30	**4,50**	**0,63**
Pensamento criativo	0	1	3	8	18	30	**4,43**	**0,82**
Experimentação e descoberta de conhecimento	0	1	0	16	13	30	**4,37**	**0,67**
Perseverança e flexibilidade	0	1	2	13	14	30	**4,33**	**0,76**
Liderança	0	0	4	12	14	30	**4,33**	**0,71**
Gestão do tempo e de recursos	0	0	2	17	11	30	**4,30**	**0,60**
Caráter empreendedor	0	0	3	16	11	30	**4,27**	**0,64**
Pensamento sistêmico	1	1	2	22	4	30	**3,90**	**0,80**
Pensamento holístico	1	2	5	13	9	30	**3,90**	**1,03**
Total:	**2**	**7**	**32**	**252**	**427**			

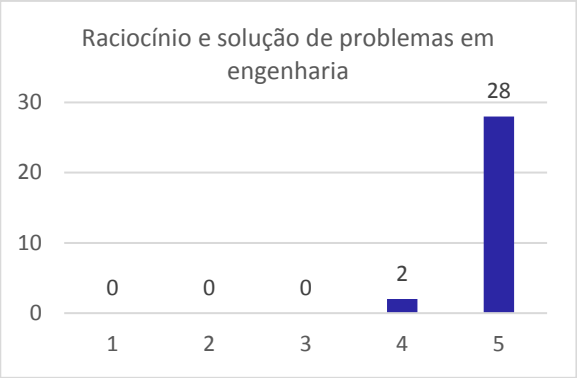


Figura 14 – Habilidade e/ou competência 'raciocínio e solução de problemas em engenharia'

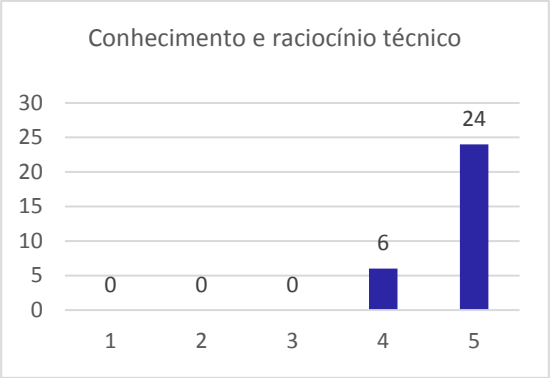


Figura 15 – Habilidade e/ou competência 'conhecimento e raciocínio técnico'

Fica evidente com os resultados obtidos, a presença do senso de responsabilidade nos estudantes do terceiro ano de um curso de engenharia de uma IES privada quando selecionaram essa habilidade/competência como sendo a terceira em ordem de importância a ser adquirida por um profissional de engenharia. Além da demonstração consciente que de nada adianta um engenheiro possuir conhecimento técnico e uma excelente capacidade de resolver problemas de engenharia, se não se pode contar com um profissional que atenda os códigos da ética na profissão que escolheu exercer. Além de atender um cliente e acatar o seu ponto de vista na execução de um projeto, o profissional de engenharia precisa, acima de tudo, defender a sua profissão com integridade, honrar o registro que possui no Conselho de Engenharia do estado em que está registrado, assegurar que o projeto é seguro do ponto de vista operacional, que obedece a legislação vigente em termos de atendimento às normas ambientais, que existem profissionais capacitados e responsáveis que sempre apresentem um resultado real e que não faltem com a verdade. Na Figura 16 é possível notar que 25 estudantes (83,33%) dos pesquisados apontaram cinco na escala likert, 4 estudantes (13,33%) escolheram a nota quatro na mesma escala e apenas 1 estudante (3,33%) optou pela nota 3, que é uma nota neutra em uma escala de 1 a 5, não contribuindo e tampouco esclarecendo se tal estudante é a favor ou contra o profissional de engenharia adquirir essa habilidade/competência durante sua graduação.

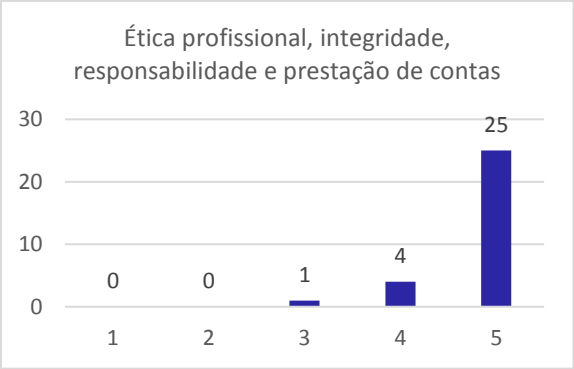


Figura 16 - Habilidade e/ou competência ‘ética profissional, integridade, responsabilidade e prestação de contas’

A quarta e quinta habilidades/competências assinaladas pelos estudantes foram, respectivamente, ‘Ponderação, julgamento e equilíbrio na resolução de problemas’ e ‘Autoconsciência do próprio conhecimento, habilidades e atitudes’, que tiveram os mesmos índices de resposta e são mostrados nas Figuras 17 e 18 respectivamente. Verifica-se que 23 estudantes (76,66%) assinalaram a resposta 5 na escala likert, 6 estudantes (20%) apontaram a resposta 4 e 1 estudante (3,33%) apontou a resposta 3, que, como já dito, indica uma tendência a indecisão.

As duas habilidades/competências seguintes foram ‘Comportamento profissional’ e ‘Atualização com o mundo da engenharia’, obtendo um RM de 4,73 como os dois itens anteriores, mas com uma pequena diferença na distribuição das respostas. Para essas duas habilidades/competências, obteve-se 73,33% (22 estudantes) de respostas 5 e 26,66% (8 estudantes) de respostas 4 e são apresentados nas Figuras 19 e 20. Infere-se que os estudantes tiveram a percepção de que essas quatro habilidades/competências estão relacionadas ao trabalho executado na disciplina e à metodologia ativa utilizada, uma vez que tiveram que identificar e solucionar problemas relativos à higiene e segurança do trabalho em uma indústria.

Na sequência, o *ranking* médio – RM aponta ‘trabalho em equipe’ na ordem de importância atribuída pelos estudantes, com 70% (21) deles assinalando 5 na escala likert e outros 30% (9) assinalando 4 na mesma escala e visto na Figura 21. É importante nesse ponto lembrar que a competência para trabalhar em equipe se torna cada vez mais importante para o desenvolvimento das atividades de um engenheiro. Prince (2004) ressalta em seu artigo a importância da aprendizagem cooperativa que é uma forma estruturada de trabalho em grupo onde os estudantes perseguem metas comuns. Para Prince, quanto maior o tempo gasto nos trabalhos em grupo, maior o efeito de promover atitudes positivas nos estudantes. O trabalho

em equipe pode significar a resolução de um problema que um indivíduo sozinho não seria capaz de resolver. Consiste ainda em mostrar a necessidade de estabelecer conexão uns com os outros. Pesquisadores na área de comportamento afirmam que a **Colaboração/Trabalho**, em grupo é a competência comportamental mais relevante em um profissional, e também a mais rara de se encontrar no mercado atualmente.

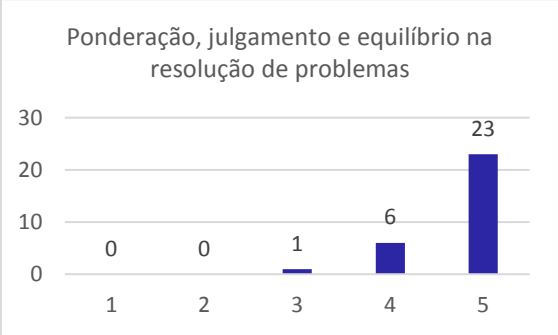


Figura 17 - Habilidade e/ou competência ‘ponderação, julgamento e equilíbrio na resolução de problemas’

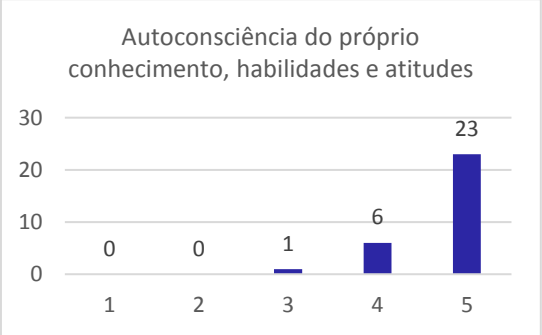


Figura 18 - Habilidade e/ou competência ‘autoconsciência do próprio conhecimento, habilidades e atitudes’

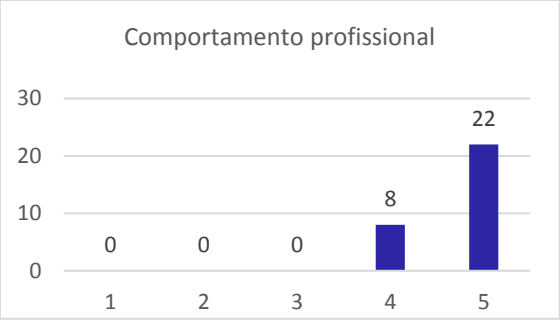


Figura 19 - Habilidade e/ou competência ‘comportamento profissional’

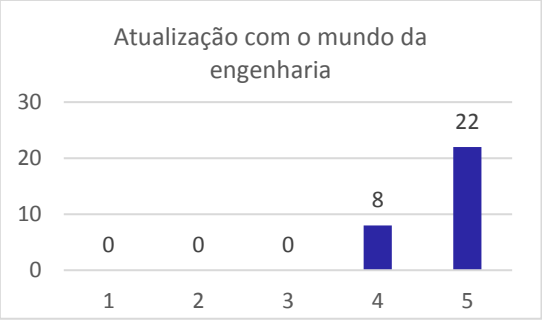


Figura 20 - Habilidade e/ou competência ‘atualização com o mundo da engenharia

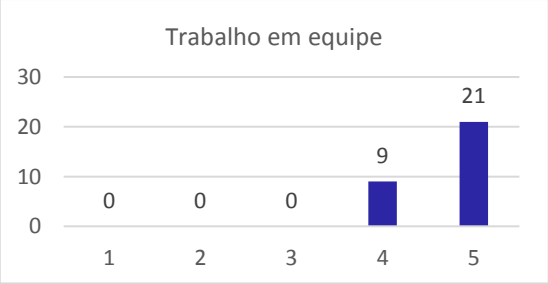


Figura 21 - Habilidade e/ou competência ‘trabalho em equipe’

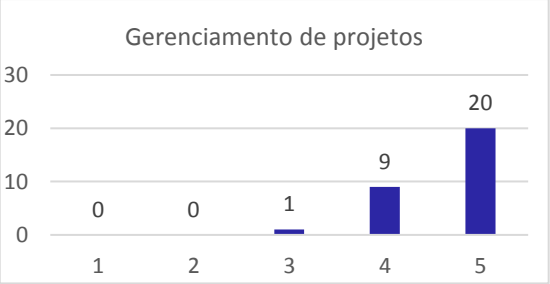


Figura 22 - Habilidade e/ou competência ‘gerenciamento de projetos’

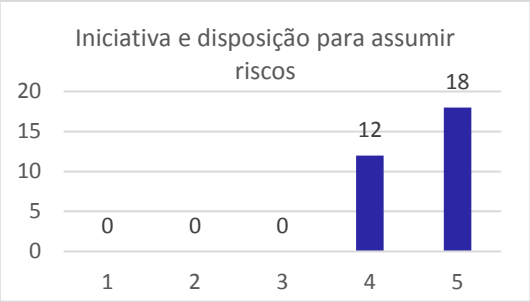


Figura 23 - Habilidade e/ou competência 'iniciativa e disposição para assumir riscos'

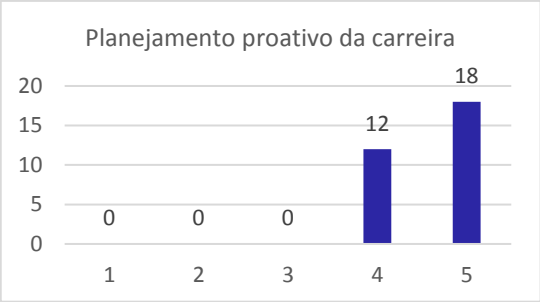


Figura 24 - Habilidade e/ou competência 'planejamento proativo da carreira'

A mesma prioridade foi dada às habilidades/competências: 'Gerenciamento de projetos' (Figura 22), 'Iniciativa e disposição para assumir riscos' (Figura 23), 'Planejamento proativo da carreira' (Figura 24), 'Curiosidade e aprendizagem ao longo da vida' (Figura 25), 'Conhecimento e comunicação em línguas estrangeiras' (Figura 26) 'Comunicação oral e escrita' (Figura 27), 'Priorização e foco' (Figura 28) e 'Pensamento crítico' (Figura 29). Todas elas apresentaram um RM superior a 4,50.

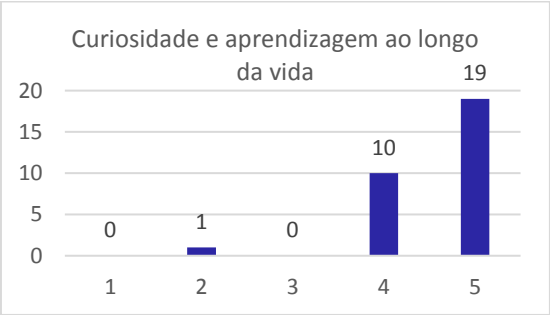


Figura 25 - Habilidade e/ou competência 'curiosidade e aprendizagem ao longo da carreira'

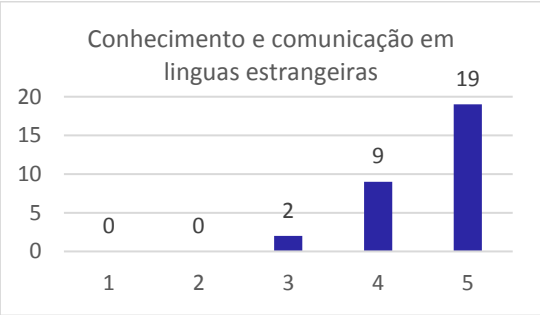


Figura 26 - Habilidade e/ou competência 'conhecimento e comunicação em línguas estrangeiras'

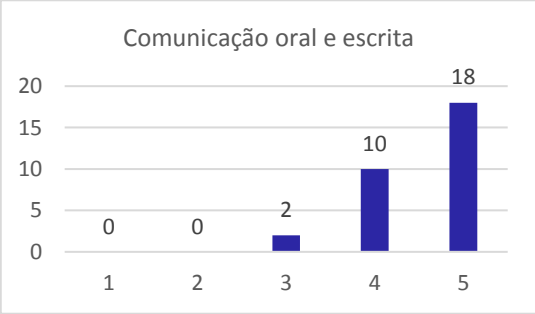


Figura 27 - Habilidade e/ou competência 'comunicação oral e escrita'

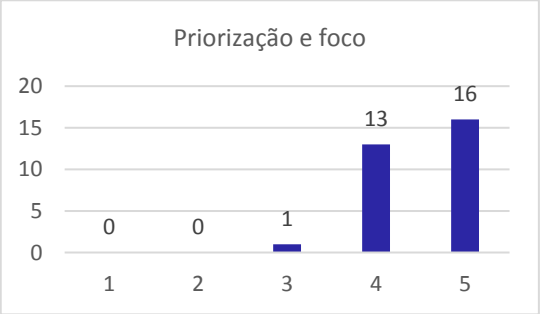


Figura 28 - Habilidade e/ou competência 'priorização e foco'

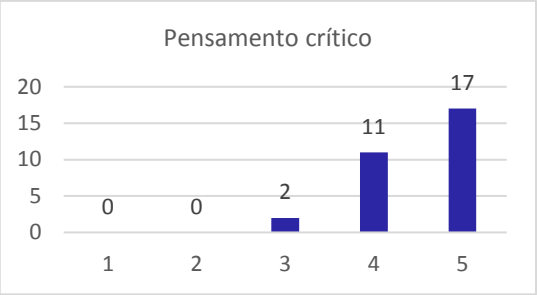


Figura 29 - Habilidade e/ou competência ‘pensamento crítico’

Tendo em vista essas constribuições, passa-se a analisar o pensamento crítico como uma competência para o profissional de engenharia. Considerando que esse é um profissional que atua na solução de problemas, buscamos em Pellegrino (1995), a ideia de que não há uma definição única de pensamento crítico e que o ponto de partida è a solução de problemas, devido ao argumento que se não existir um problema, não há necessidade de pensamento crítico. Assim, deve existir sempre um problema a ser resolvido para que um estudante de engenharia se sinta desafiado a pensar criticamente. Garrison (1992) desenvolveu uma teoria de pensamento crítico como um tipo de processo de solução de problemas. Segundo esse autor, pensar é um complexo processo interno no qual o indivíduo se separa do seu mundo externo para se concentrar em um diálogo interno na contemplação de ideias e coneitos abstratos.

Segundo Medina (2004), o pensamento crítico envolve análise de premissas, argumentos e evidências encontradas nas nossas experiências, diretamente vinculadas com o contexto e o conteúdo, e demanda compreensão de questões complexas e informações associadas com o problema.

Conclui-se, portanto, que o pensamento crítico é um processo cognitivo interno, de experiências externas através de análises das questões e informações. Tratando-se de formação de profissionais de engenharia, o pensamento crítico está associado à solução de problemas e essa última se associa ao raciocínio lógico e à inferência.

As competências ‘Pensamento Criativo’ (Figura 30), ‘Experimentação e Descoberta de Conhecimento’ (Figura 31), ‘Perseverança e Flexibilidade’ (Figura 32), ‘Liderança’ (Figura 33), ‘Gestão do Tempo e de Recursos’ (Figura 34) e ‘Caráter Empreendedor’ (Figura 35) apresentaram um RM entre 4,0 e 4,5, ficando a maioria das respostas entre 4 e 5 na escala likert. No entanto, chamou a atenção o fato de que houveram estudantes considerando como

“pouco importantes” competências como ‘Pensamento Criativo’, ‘Experimentação e Descoberta do Conhecimento’ e ‘Perseverança e Flexibilidade’.

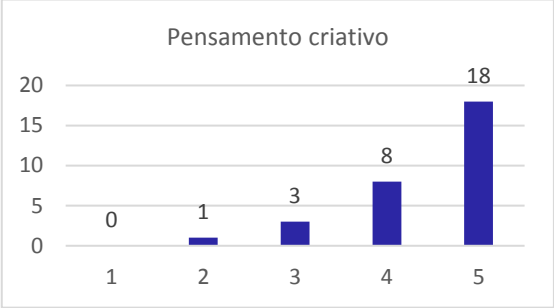


Figura 30 - Habilidade e/ou competência ‘pensamento criativo’

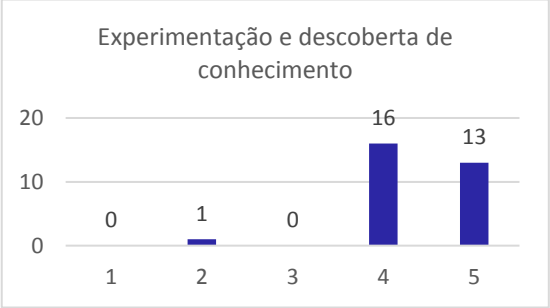


Figura 31 - Habilidade e/ou competência ‘experimentação e descoberta de conhecimento

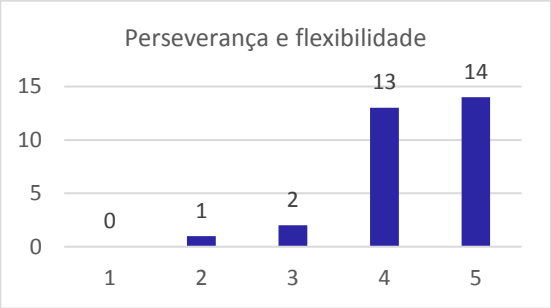


Figura 32 - Habilidade e/ou competência ‘perseverança e flexibilidade’

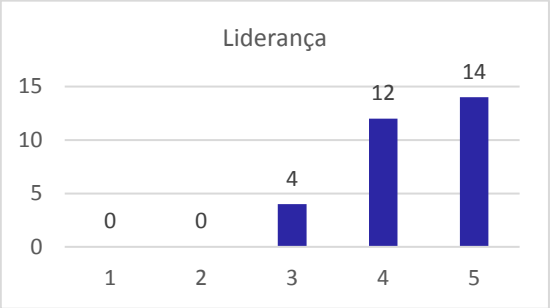


Figura 33 - Habilidade e/ou competência ‘liderança’

Na competência ‘Liderança’, 13,33% dos estudantes (4) consideraram como “indiferente”, o que também chamou a atenção uma vez que a área de gestão vem sendo cada vez mais privilegiada nos currículos dos cursos de engenharia. O mesmo ocorreu com ‘Caráter Empreendedor’.

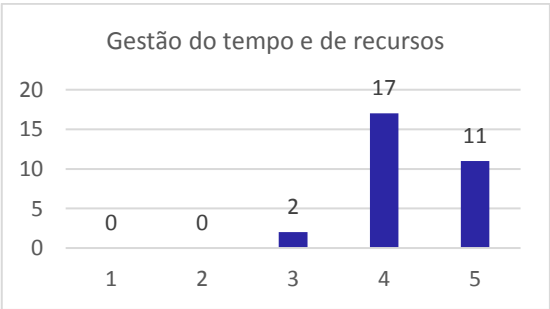


Figura 34 - Habilidade e/ou competência ‘gestão do tempo e de recursos’

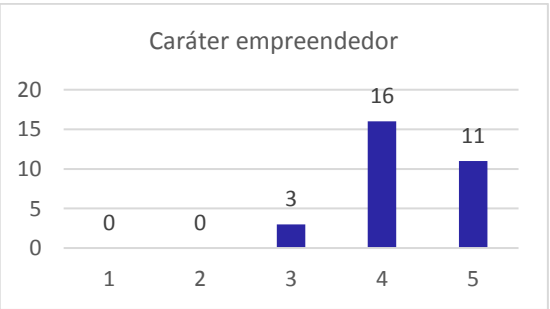


Figura 35 - Habilidade e/ou competência ‘caráter empreendedor’

As duas últimas competências apontadas pelos estudantes foram ‘Pensamento Sistêmico’ (Figura 36) e ‘Pensamento Holístico’ (Figura 37).

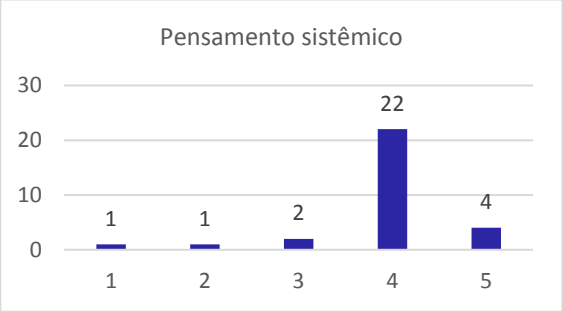


Figura 36 - Habilidade e/ou competência ‘pensamento sistêmico

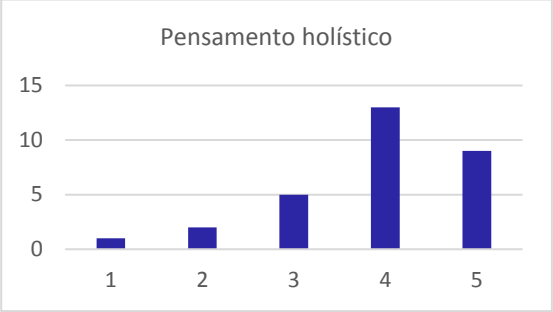


Figura 37 - Habilidade e/ou competência ‘pensamento holístico’

Cabe aqui uma discussão sobre a sociedade contemporânea que é uma sociedade de informação e de conhecimento. Para Morin (2007) é preciso substituir um pensamento que isola e separa, por um pensamento do complexo. O autor aponta as direções do exercício de um pensamento sistêmico e o desenvolvimento do pensamento crítico. Para ele, contrariamente à opinião atualmente difundida, o desenvolvimento das aptidões gerais da mente permite o melhor desenvolvimento das competências particulares ou especializadas. Também, o desenvolvimento da inteligência geral requer que seu exercício seja ligado à dúvida, fomento de toda atividade crítica.

O pensamento sistêmico é uma proposta adequada para aqueles que estejam refletindo sobre o que estão realizando e dispostos a levar mais além essas reflexões. Uma revisão de pressupostos exige coragem. Mas trata-se apenas de um convite para que se possa assumir uma nova visão de mundo e para que se constituam práticas novas, novas formas de estar e agir no mundo, que serão implicações inevitáveis de se assumir um pensamento sistêmico. O resultado aqui apresentado para essas competências, apontam para a falta de entendimento dos estudantes com relação à essas questões.

É importante considerar também que sendo uma atitude diante da vida, uma forma de compreender e de estar no mundo, o pensamento holístico permeia todos os níveis de atuação do indivíduo, admite todos os sistemas filosóficos. Mas não os mescla, não os mistura. Respeita o que cada um tem de importante e entende que a diversidade é não somente aceitável como até recomendável e essencial para a riqueza e a fertilização do pensamento.

6.3 Sobre conhecimento e raciocínio técnico

Buscando reconhecer como se deu o desenvolvimento de competências diante da exposição a que este estudante foi submetido na disciplina em questão e em seu método ativo de aprendizagem, foi intencionado investigar como foi utilizado o conhecimento e raciocínio técnico na execução do trabalho proposto. Este campo é correspondente ao primeiro bloco de questões adaptada da proposta condensada do "CDIO Syllabus" (CRAWLEY, 2002) como pode ser visto na Tabela 9.

Novamente foi solicitado para que os estudantes pesquisados apontassem o grau de concordância, orientado por uma escala likert, sendo:

1 = discordo totalmente;

2 = discordo parcialmente;

3 = não concordo nem discordo;

4 = concordo parcialmente; e

5 = concordo totalmente.

Tabela 9 - Sobre conhecimento e raciocínio técnico na execução do trabalho proposto

Opções de Resposta	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total Resp.**	**R/M**
Apliquei conhecimentos fundamentais da engenharia	2	0	1	8	19	30	**4,40**
Utilizei conhecimento das ciências básicas	0	1	1	13	15	30	**4,40**
Apliquei conhecimentos da engenharia avançada	2	3	10	12	3	30	**3,37**
Total	**4**	**4**	**12**	**33**	**37**		

Dos três itens pesquisados neste tópico o Ranking Médio geral foi de 4,06, estando dois destes itens acima desta média e apenas um deles, 'Apliquei conhecimentos da engenharia avançada' (Figura 40) apresentou um RM menor que os demais, sendo 3,37. Empatados em primeiro lugar com RM igual a 4,40, os apareceram os itens 'Apliquei conhecimentos fundamentais da engenharia' (Figura 38) e 'Utilizei conhecimento das ciências básicas' (Figura 39). Considerando a maior quantidade de pontuação (19) na escala cinco (concordo totalmente), é possível considerar que os conhecimentos fundamentais da engenharia foram, neste rol de pesquisa, os elementos mais significativos na realização do trabalho proposto.

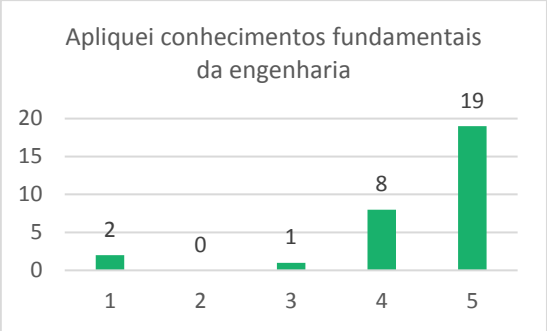


Figura 38 - Habilidade e/ou competência de aplicar conhecimentos fundamentais da engenharia em relação ao conhecimento e raciocínio técnico

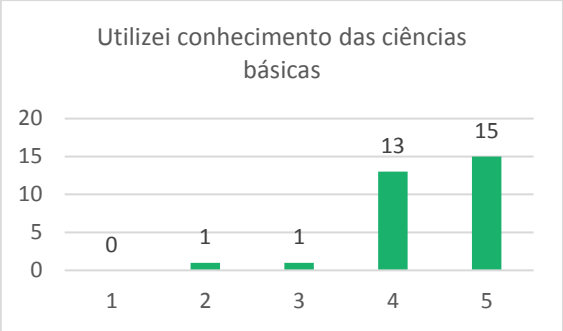


Figura 39 - Habilidade e/ou competência de utilizar conhecimento das ciências básicas em relação ao conhecimento e raciocínio técnico

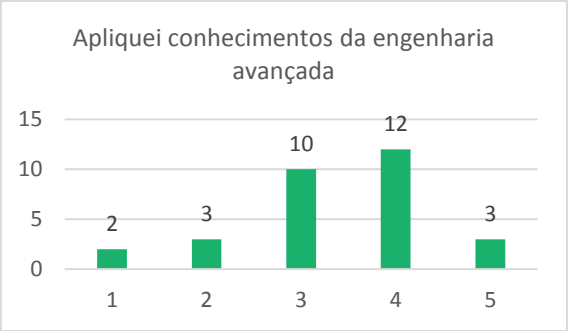


Figura 40 - Habilidade e/ou competência de aplicar conhecimentos da engenharia avançada em relação ao conhecimento e raciocínio técnico

6.4 Sobre competências pessoais, profissionais e atributos

Este campo corresponde à adaptação da segunda dimensão da proposta condensada do “CDIO Syllabus” (CRAWLEY, 2002). Esta fase da pesquisa foi dividida em cinco etapas, a saber:

1. Raciocínio e solução de problemas em engenharia
2. Experimentação e descoberta de conhecimento
3. Pensamento sistêmico
4. Habilidades pessoais e atitudes
5. Habilidades e atitudes profissionais

Cada uma destas etapas considerou questionamentos aos estudantes pesquisados e serão apresentados em seguida. Nesta oportunidade também foi solicitado para que os estudantes pesquisados apontassem o grau de concordância, orientado por escala likert, sendo:

1 = discordo totalmente;

2 = discordo parcialmente;

3 = não concordo nem discordo;

4 = concordo parcialmente; e

5 = concordo totalmente.

6.4.1 Raciocínio e solução de problemas em engenharia

Buscou-se reconhecer como o estudante avaliou o ambiente de sua atuação no projeto, com vistas à identificação e formulação de problemas encontrados, e sua intervenção neste ambiente, como pode ser visto na Tabela 10.

Este questionamento, dividido em apenas dois quesitos, mostrou respostas tecnicamente idênticas. A média do RM deste quesito foi de 4,50, e os resultados específicos de cada um dos dois elementos pesquisados estiveram ou pouco acima, como 'Identifiquei e formulei problemas (Figura 41) ou pouco abaixo da média observada, como 'Atuei na solução de problemas e fiz recomendações' (Figura 42).

Tabela 10 - Sobre o raciocínio e solução de problemas de engenharia na execução do trabalho proposto.

Opções de Resposta	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total Resp.**	**R/M**
Identifiquei e formulei problemas	1	0	2	6	21	30	**4,53**
Atuei na solução de problemas e fiz recomendações	1	0	2	8	19	30	**4,47**
Total:	**2**	**0**	**4**	**14**	**40**		

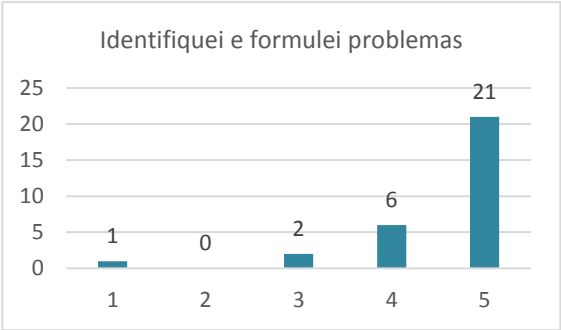


Figura 41 - Habilidade e/ou competência de identificar e formular problemas em relação ao raciocínio e solução de problemas em engenharia

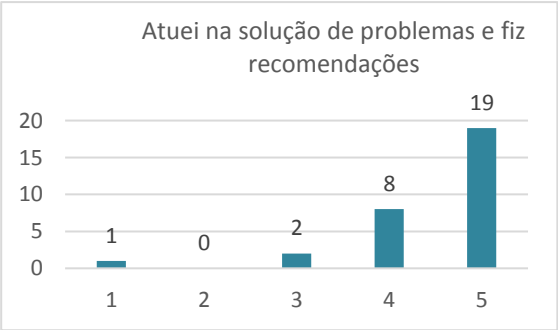


Figura 42 - Habilidade e/ou competência de atuar na solução de problemas e fazer recomendações em relação ao raciocínio e solução de problemas em engenharia

6.4.2 Experimentação e descoberta de conhecimento

O segundo momento desta etapa da pesquisa se preocupou em identificar se o estudante buscou apoio na investigação do ambiente estudado, com o levantamento de dados do ambiente e o seu respectivo apoio na teorização dos pontos encontrados, como apresentado na Tabela 11.

Foi possível observar que o estudante conseguiu formular hipóteses (RM = 4,20) como visto na Figura 43 e, com base nas observações do trabalho executado, realizou levantamento bibliográfico (RM = 4,17) para interferir no ambiente industrial (Figura 44). A média do RM neste momento da pesquisa foi de 3,96, e os dois pontos anteriormente apresentados estiveram acima deste índice. O questionamento 'Desenvolvi pesquisa experimental' esteve próximo da neutralidade (não concordo nem discordo), com RM igual a 3,50 (Figura 45).

Tabela 11 - Sobre experimentação e descoberta de conhecimento na execução do trabalho proposto

Opções de resposta	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total Resp.**	**R/M**
Formulei hipóteses	0	1	6	9	14	30	**4,20**
Fiz levantamento de literatura impressa e eletrônica	1	1	3	12	13	30	**4,17**
Desenvolvi pesquisa experimental	5	2	4	11	8	30	**3,50**
Total:	**6**	**4**	**13**	**32**	**35**		

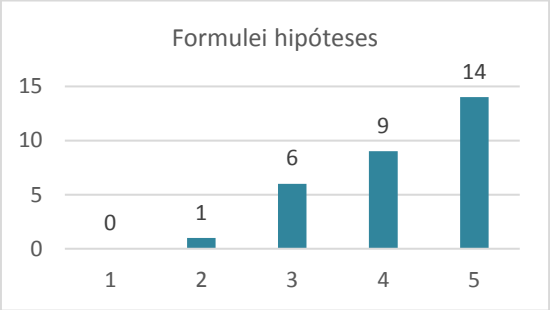


Figura 43 - Habilidade e/ou competência de formular hipóteses em relação à experimentação e descoberta de conhecimento

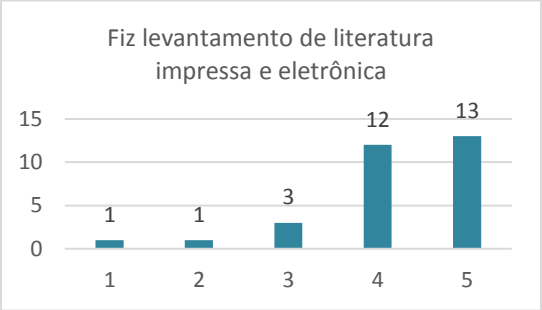


Figura 44 - Habilidade e/ou competência de fazer levantamento de literatura impressa e eletrônica em relação à experimentação e descoberta de conhecimento

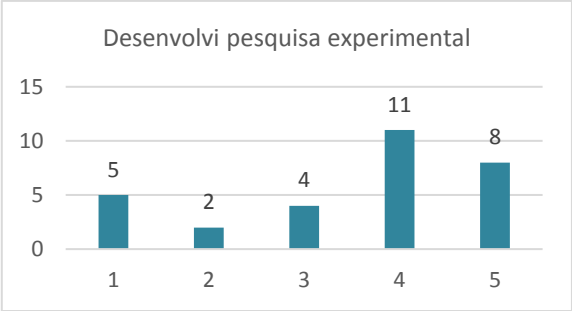


Figura 45 - Habilidade e/ou competência de desenvolver pesquisa experimental em relação à experimentação e descoberta de conhecimento

6.4.3 Pensamento sistêmico

O terceiro momento desta etapa da pesquisa buscou reconhecer o uso do pensamento sistêmico na execução do projeto, como visto na Tabela 12. O estudante foi neste momento indagado em quatro afirmações. Todos os quatro quesitos pesquisados estiveram acima da escala 4 (a média do RM esteve em 4,35), o que mostra forte concordância dos estudantes com os pontos pesquisados nesta etapa.

Quando no primeiro momento da pesquisa o estudante foi indagado sobre a importância de algumas competências, o pensamento sistêmico aparece como uma competência e apontou um RM igual a 3,90, menor do que a média desse bloco que ficou em 4,35 pontos. Acredita-se que essa diferença está relacionada ao entendimento dos estudantes quanto à definição de "pensamento sistêmico", o que não ocorre neste bloco que abordou essa competência em quatro itens que talvez tenham uma definição mais clara para os estudantes. No entanto, os resultados aqui apresentados e a observação feita do trabalho dos grupos, apontaram a presença do pensamento sistêmico durante a realização do projeto.

O destaque foi para 'Tive ponderação, julgamento e equilíbrio na resolução dos problemas' (Figura 46), com RM igual a 4,47. O segundo aspecto mais percebido pelo estudante foi 'Soube priorizar e focar' (RM = 4,40) (Figura 47), seguido proximamente por 'Consegui reconhecer processos que emergiram durante o trabalho e interagi com rapidez nas soluções dos problemas encontrados', com RM igual a 4,33 (Figura 48).

Esses resultados demonstram a sinergia dos estudantes com a metodologia ativa de aprendizagem e seu olhar sobre o projeto executado como visto na Figura 49, onde está apresentada a habilidade de 'Visualizar o sistema e os processos de forma holística'.

Tabela 12 - Sobre o pensamento sistêmico na execução do trabalho proposto

Opções de Resposta	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total Resp.**	**R/M**
Tive ponderação, julgamento e equilíbrio na resolução dos problemas	0	0	3	10	17	30	**4,47**
Soube priorizar e focar	0	0	2	14	14	30	**4,40**
Consegui reconhecer processos que emergiram durante o trabalho e interagi com rapidez nas soluções dos problemas encontrados	0	1	1	15	13	30	**4,33**
Visualizei o sistema e os processos de forma holística	0	0	3	18	9	30	**4,20**
Total:	**0**	**1**	**9**	**57**	**53**		

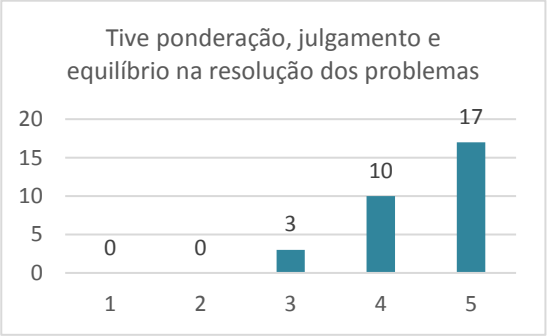


Figura 46 - Habilidade e/ou competência de ter ponderação, julgamento e equilíbrio na resolução dos problemas

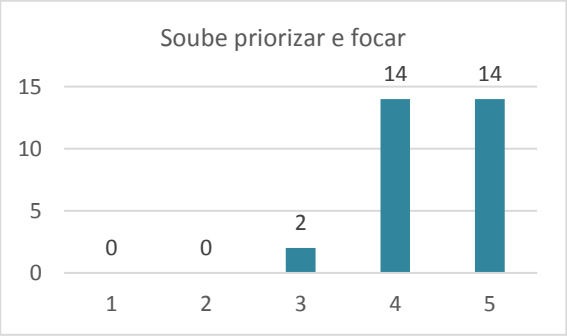


Figura 47 - Habilidade e/ou competência de saber priorizar e focar

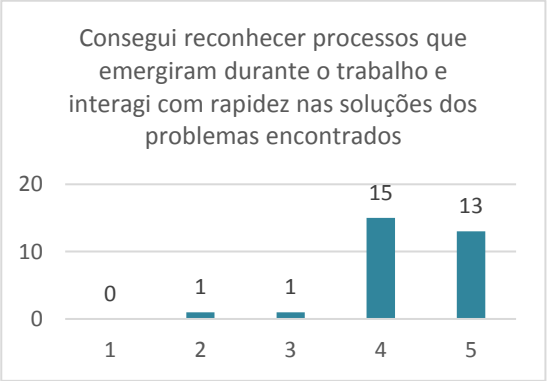


Figura 48 - Habilidade e/ou competência de conseguir reconhecer processos que emergiram durante o trabalho e interagir com rapidez nas soluções dos problemas encontrados

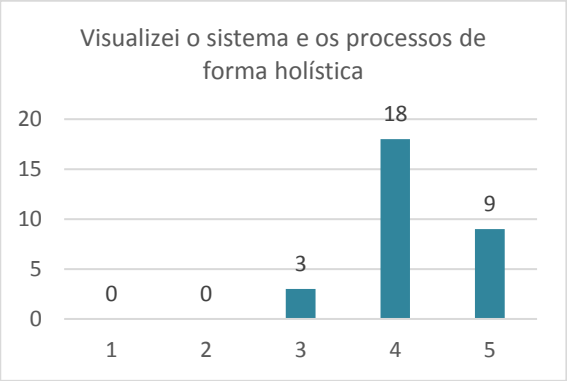


Figura 49 - Habilidade e/ou competência de visualizar o sistema e os processos de forma holística

6.4.4 Habilidades pessoais e atitudes

O quarto momento desta etapa da pesquisa intencionou reconhecer as habilidades pessoais e atitudes na execução do trabalho proposto, contando com sete itens para tanto, como visto na Tabela 13. A média do RM entre os sete itens esteve em 4,50, o que evidencia forte concordância com os pontos pesquisados.

Esta etapa da pesquisa tem especial importância uma vez que investiga questões comportamentais importantes e que seguirão por toda a vida profissional do estudante. Especial destaque, com 96% de pontuação da escala likert (RM = 4,80), foi a afirmação 'O processo em que estive envolvido favoreceu o desenvolvimento da minha curiosidade e a necessidade de aprendizagem ao longo da vida' (Figura 50). Os três quesitos que seguem – 'Adquiri autoconsciência do próprio conhecimento, habilidades e atitudes' (Figura 51) com RM = 4,60; 'Desenvolvi pensamento crítico' (Figura 52) com RM = 4,57; e 'Desenvolvi pensamento criativo' (Figura 53) como RM = 4,50, auxiliam na identificação desta provável interferência positiva do projeto no fortalecimento destas habilidades. O resultado das demais atitudes investigadas – 'Fui perseverante e flexível' (RM = 4,43) visto na Figura 54; 'Tornei-me capaz de gerir o tempo e os recursos para a solução dos problemas' (RM = 4,33) visto na Figura 55; e 'Tive iniciativa e disposição para assumir riscos' (RM = 4,30) apresentado na Figura 56 fortalecem esta premissa.

Tabela 13 - Sobre as habilidades pessoais e atitudes na execução do trabalho proposto

Opções de Resposta	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total Resp.**	**R/M**
O processo em que estive envolvido favoreceu o desenvolvimento da minha curiosidade e a necessidade de aprendizagem ao longo da vida	0	0	0	6	24	30	**4,80**
Adquiri autoconsciência do próprio conhecimento, habilidades e atitudes	0	0	0	12	18	30	**4,60**
Desenvolvi pensamento crítico	0	0	2	9	19	30	**4,57**
Desenvolvi pensamento criativo	0	0	2	11	17	30	**4,50**
Fui perseverante e flexível	0	0	3	11	16	30	**4,43**
Tornei-me capaz de gerir o tempo e os recursos para a solução dos problemas	0	0	3	14	13	30	**4,33**
Tive iniciativa e disposição para assumir riscos	1	0	3	11	15	30	**4,30**
Total:	**1**	**0**	**13**	**74**	**122**		

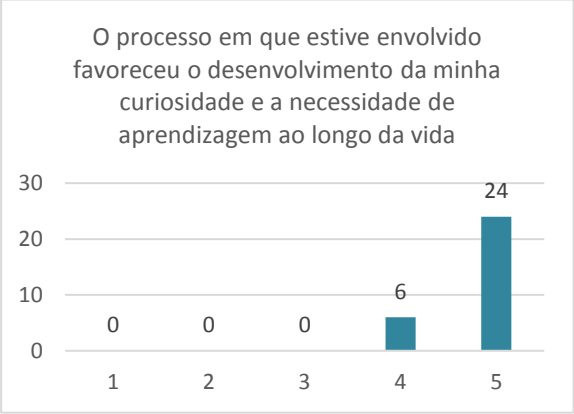


Figura 50 - Habilidade e/ou competência de percepção que o processo em que esteve envolvido favoreceu o desenvolvimento da curiosidade e a necessidade de aprendizagem ao longo da vida

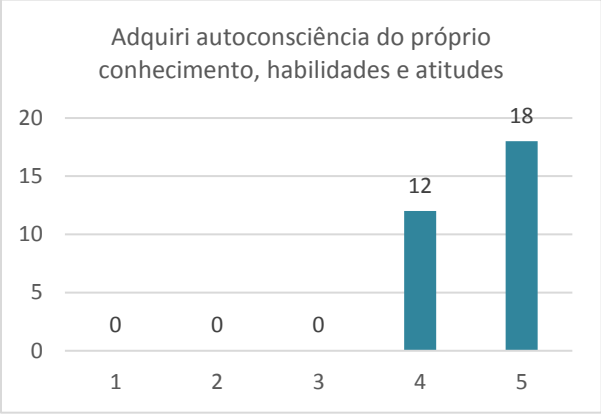


Figura 51 - Habilidade e/ou competência de adquirir autoconsciência do próprio conhecimento, habilidades e atitudes

Sobre o pensamento crítico, infere-se que o nível de interatividade dos participantes com trabalho proposto, interfere no pensamento crítico, sendo que há uma tendência de que o pensamento crítico aumente com a participação no trabalho ou projeto executado.

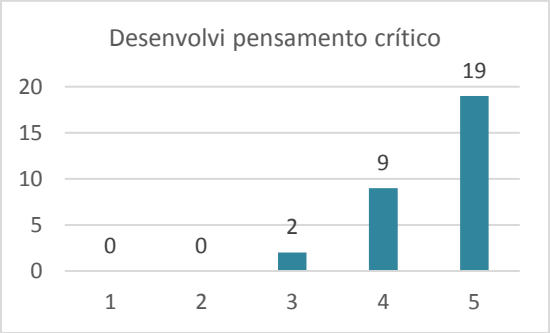


Figura 52 - Habilidade e/ou competência de desenvolver o pensamento crítico

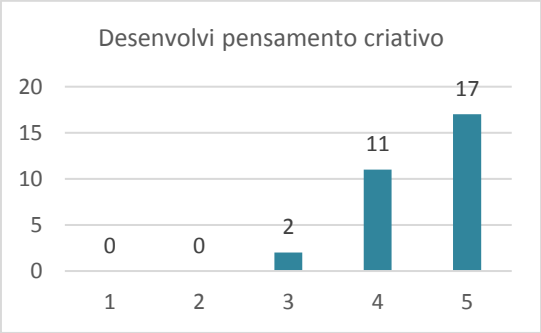


Figura 53 - Habilidade e/ou competência de desenvolver o pensamento criativo

Sobre o pensamento crítico, infere-se que o nível de interatividade dos participantes com trabalho proposto, interfere no pensamento crítico, sendo que há uma tendência de que o pensamento crítico aumente com a participação no trabalho ou projeto executado.

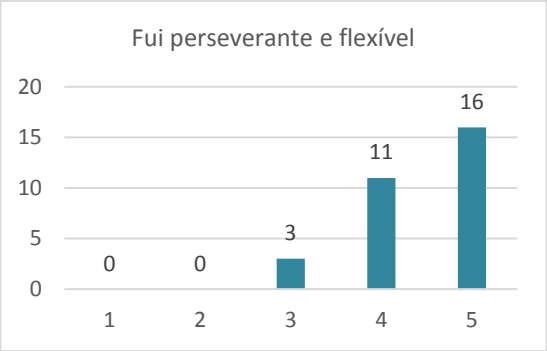


Figura 54 - Habilidade e/ou competência de ser perseverante e flexível

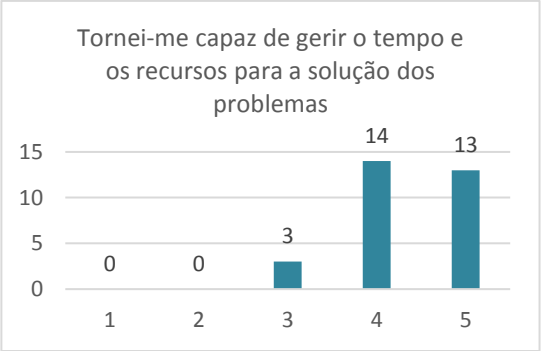


Figura 55 - Habilidade e/oucompetência de tornar-se capaz de gerir o tempo e os recursos para a solução dos problemas

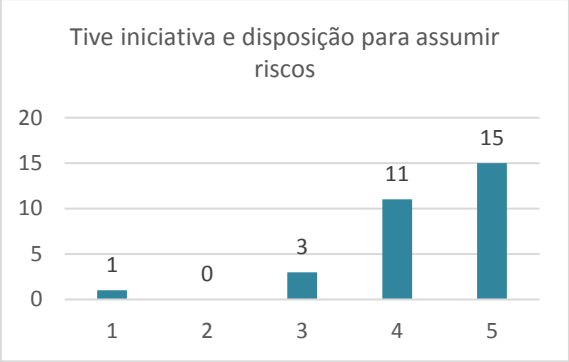


Figura 56 - Habilidade e/ou competência para tomar iniciativa e disposição para assumir riscos

6.4.5 Habilidades e atitudes profissionais

Para fechar a pesquisa adaptada da segunda dimensão da proposta condensada do "CDIO Syllabus" (CRAWLEY, 2002), o último momento desta etapa da pesquisa intencionou reconhecer as habilidades e atitudes profissionais na execução do trabalho proposto, contando com quatro itens para este intento como visto na Tabela 14. A média do RM entre os itens esteve em 4,66, o mais alto entre as cinco etapas desta dimensão.

Esta etapa complementa a anterior (habilidades e atitudes pessoais) e demonstra que o estudante conseguiu aprimorar as habilidades e competências, quer no âmbito profissional, quer no âmbito pessoal, por meio da experiência neste projeto.

Novamente um dos quesitos ('Compreendi a necessidade de me manter atualizado no mundo da engenharia' visto na Figura 57) alcançou 96% da escala likert (RM = 4,80). Com RM igual a 4,67, dois itens apresentam-se ('Agi com profissionalismo' apresentado na Figura 58 e 'Compreendi a necessidade de planejar pro ativamente a carreira' na Figura 59),

e por último, com RM igual a 4,50, aparece o item ‘Agi com ética, integridade, responsabilidade e realizei a prestação de contas’ visto na Figura 60.

Tabela 14 - Sobre as habilidades e atitudes profissionais na execução do trabalho proposto

Opções de Resposta	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total Resp.**	**R/M**
Compreendi a necessidade de me manter atualizado no mundo da engenharia	0	0	0	6	24	30	**4,80**
Agi com profissionalismo	0	0	1	8	21	30	**4,67**
Compreendi a necessidade de planejar proativamente a carreira	0	0	0	10	20	30	**4,67**
Agi com ética, integridade, responsabilidade e realizei a prestação de contas	0	0	3	9	18	30	**4,50**
Total:	**1**	**0**	**18**	**108**	**233**		

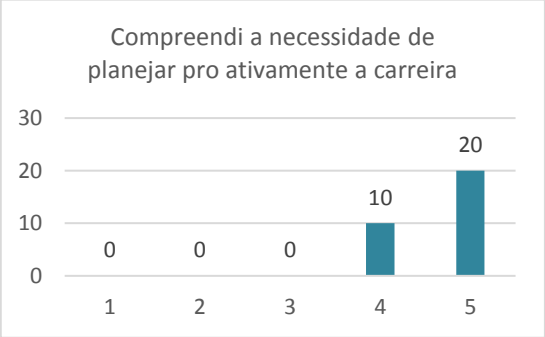


Figura 57 - Habilidade e/ou competência de compreender a necessidade de planejar proativamente a carreira

Figura 58 - Habilidade e/ou competência de agir com profissionalismo

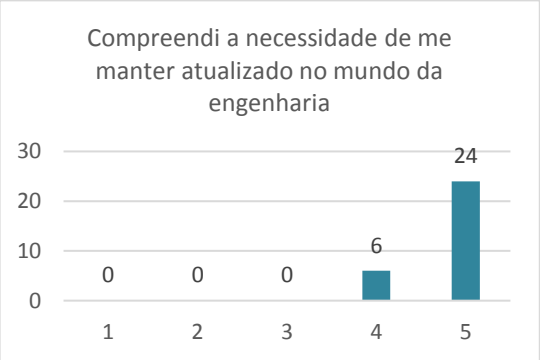


Figura 59 - Habilidade e/ou competência de compreender a necessidade de se manter atualizado no mundo da engenharia

Figura 60 - Habilidade e/ou competência de agir com ética, integridade, responsabilidade e realizar a prestação de contas

6.4.6 Comparação entre as cinco etapas da segunda dimensão da proposta adaptada do "CDIO Syllabus"

A média do RM entre as cinco etapas esteve em 4,39. Duas etapas estiveram abaixo desta média. A etapa que investigou o 'Pensamento sistêmico' (RM = 4,35) esteve praticamente na média do grupo, mas a etapa que investigou a 'Experimentação e descoberta de conhecimento' (RM = 3,96), pontuou bastante abaixo do restante do grupo, e que foi o elemento mais responsável por baixar a média observada.

As outras três etapas – 'Habilidades e atitudes profissionais' (RM = 4,66); 'Habilidades pessoais e atitudes' (RM = 4,50); e 'Raciocínio e solução de problemas em engenharia (RM = 4,50) pontuaram acima da média do grupo como apresentado na Tabela 15.

Tabela 15 – Resumo da comparação entre as cinco etapas da segunda dimensão da proposta adaptada do "CDIO Syllabus"

Etapas	**R/M**
Habilidades e atitudes profissionais (5ª etapa)	**4,66**
Habilidades e atitudes pessoais (4ª etapa)	**4,50**
Raciocínio e solução de problemas em engenharia (1ª etapa)	**4,50**
Pensamento sistêmico (3ª etapa)	**4,35**
Experimentação e descoberta de conhecimento (2ª etapa)	**3,96**

6.5 Sobre habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação

Prosseguindo na investigação da percepção dos estudantes sobre os pontos da pesquisa foi proposto reconhecer como se desenvolveu as habilidades interpessoais, o trabalho em equipe e a comunicação no projeto proposto. Este campo é correspondente ao terceiro bloco de questões que foi adaptado da proposta condensada do "CDIO Syllabus" (CRAWLEY, 2002) e esta fase da pesquisa foi dividida em três etapas, a saber:

1. Trabalho em equipe;
2. Comunicação;
3. Comunicações em línguas estrangeiras.

Cada uma destas etapas considerou questionamentos aos estudantes pesquisados e serão apresentados em seguida. Nesta oportunidade também foi solicitado para que os

estudantes pesquisados apontassem o grau de concordância, orientado por escala likert, sendo:

1 = discordo totalmente;

2 = discordo parcialmente;

3 = não concordo nem discordo;

4 = concordo parcialmente; e

5 = concordo totalmente.

6.5.1 Sobre o trabalho em equipe

O trabalho executado nesta pesquisa foi realizado em equipes. Para seguir na identificação das habilidades interpessoais, buscou-se reconhecer como o estudante executou este trabalho em equipe.

Este questionamento foi dividido em cinco quesitos, e a média do RM destes quesitos foi de 4,37. Como pode ser observado na Tabela 16, os resultados específicos de dois elementos pesquisados estiveram acima (‘Participei no crescimento e evolução da equipe’ visto na Figura 61 e ‘Participei nas operações da equipe’ visto na Figura 62) e outros três abaixo da média observada (‘O trabalho realizado em equipe propiciou o desenvolvimento de liderança’ apresentado na Figura 63; ‘Formei equipes eficazes’ visto na Figura 64; e ‘Realizei trabalho técnico dentro da equipe’ visto na Figura 65).

Tabela 16 - Sobre o trabalho em equipe na execução do projeto proposto

Opções de Resposta	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total Resp.**	**R/M**
Participei no crescimento e evolução da equipe	0	0	3	3	24	30	**4,70**
Participei nas operações da equipe	1	0	1	8	20	30	**4,53**
O trabalho realizado em equipe propiciou o desenvolvimento de liderança	0	0	8	6	16	30	**4,27**
Formei equipes eficazes	2	0	2	12	14	30	**4,20**
Realizei trabalho técnico dentro da equipe	2	0	4	9	15	30	**4,17**
Total:	**5**	**0**	**18**	**38**	**89**		

Em mais esta oportunidade foi possível observar que os estudantes avaliaram de forma fortemente positiva a realização do trabalho em equipe. Trata-se de uma habilidade/competência de extrema importância para a atuação do engenheiro nos dias

atuais. Chama-se a atenção aqui para a aprendizagem cooperativa que constitui o ambiente natural no qual promove-se habilidades interpessoais e trabalho de grupo efetivo. Empregadores frequentemente identificam habilidades de equipe como uma lacuna crítica para a formação de engenheiros.

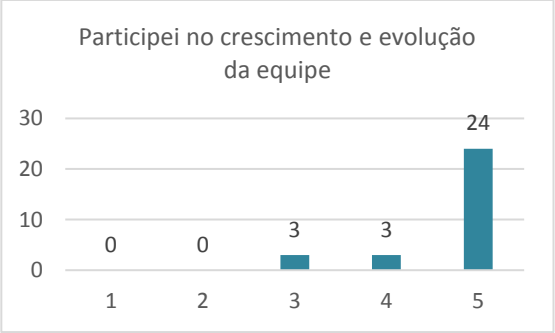


Figura 61 - Habilidade e/ou competência de participar no crescimento e evolução da equipe

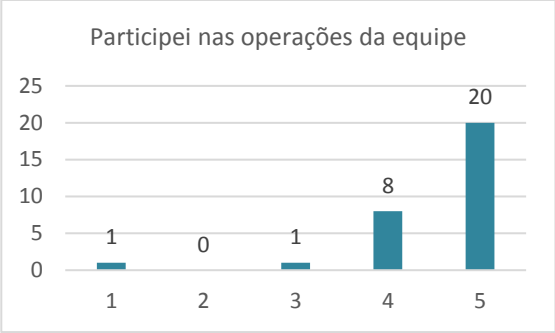


Figura 62 - Habilidade e/ou competência de participar nas operações da equipe

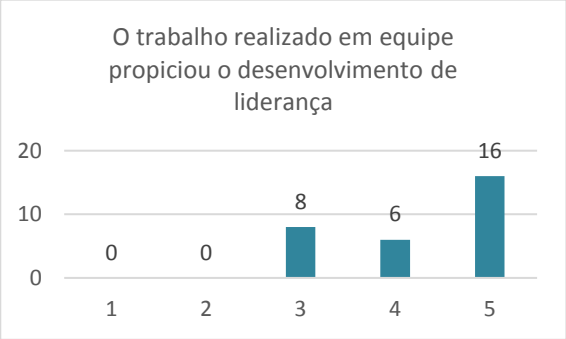


Figura 63 - Habilidade e/ou competência de percepção que o trabalho realizado em equipe propiciou o desenvolvimento de liderança

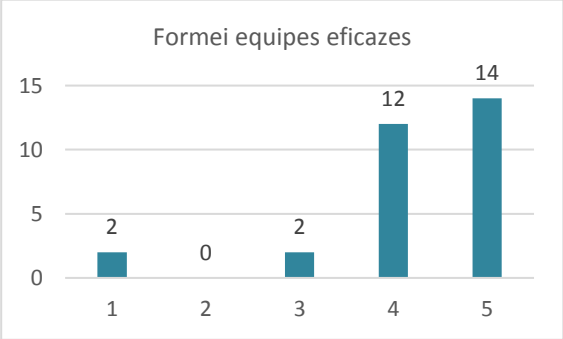


Figura 64 - Habilidade e/ou competência de formar equipes eficazes

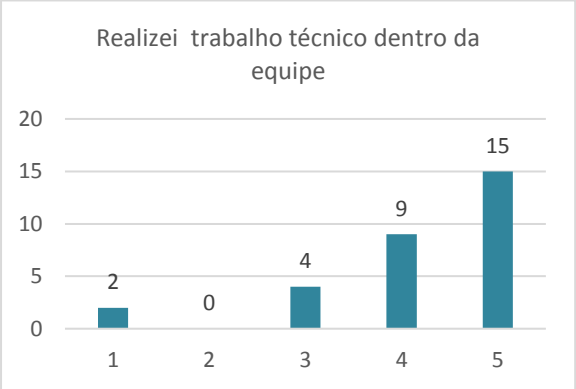


Figura 65 - Habilidade e/ou competência de realizar trabalho técnico dentro da equipe

6.5.2 Sobre a comunicação

Para avaliar como foi realizada a comunicação entre a equipe e seus membros, foram identificados seis quesitos para tanto. A média do RM entre as três etapas desta dimensão foi a mais alta, ficando em 4,43 como apresentado na Tabela 17. Em mais esta oportunidade foi possível avaliar que a proposta de trabalho desenvolvido na disciplina contribuiu para o desenvolvimento da comunicação como uma importante habilidade interpessoal.

Os estudantes pesquisados avaliaram positivamente o desenvolvimento da capacidade de comunicação oral (Figura 66), escrita e interpessoal (Figura 67), eletrônica (Figura 69) e gráfica (Figura 70) durante a realização do projeto os estudantes também tiveram uma percepção geral da efetividade de comunicação na construção do projeto (Figura 68), bem como a necessidade de se desenvolver uma estratégia de comunicação para realização do trabalho (Figura 71). Essa é uma competência pessoal importante para o profissional de engenharia que ocupa atualmente, posições de gestão e liderança nas organizações.

Tabela 17 - Sobre a comunicação na execução do trabalho proposto

Opções de Resposta	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total Resp.**	**R/M**
O trabalho realizado interferiu positivamente na minha capacidade de comunicação escrita	0	0	0	11	19	30	**4,63**
O trabalho realizado interferiu positivamente na sua capacidade de comunicação oral e interpessoal	0	0	1	11	18	30	**4,57**
A estrutura de comunicação foi eficiente	0	0	3	9	18	30	**4,50**
O trabalho realizado interferiu positivamente na minha capacidade de comunicação eletrônica/multimídia	0	0	3	13	14	30	**4,37**
O trabalho realizado interferiu positivamente na minha capacidade de comunicação gráfica	0	0	2	15	13	30	**4,37**
Desenvolvi uma estratégia de comunicação para o trabalho	1	0	5	12	12	30	**4,13**
Total:	**1**	**0**	**14**	**71**	**94**		

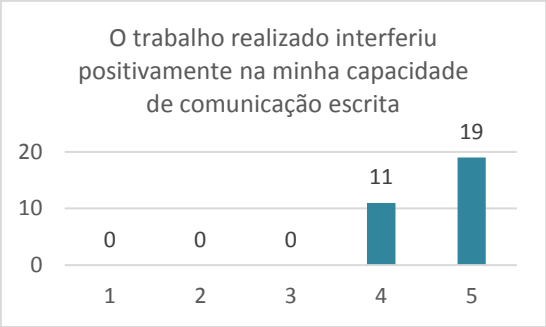


Figura 66 - Habilidade e/ou competência de o trabalho interferir positivamente na capacidade de comunicação escrita

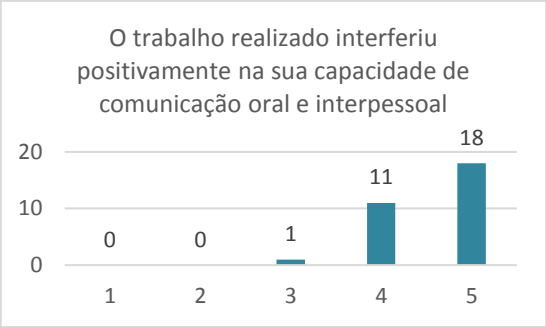


Figura 67 - Habilidade e/ou competência de o trabalho interferir positivamente na capacidade de comunicação oral e interpessoal

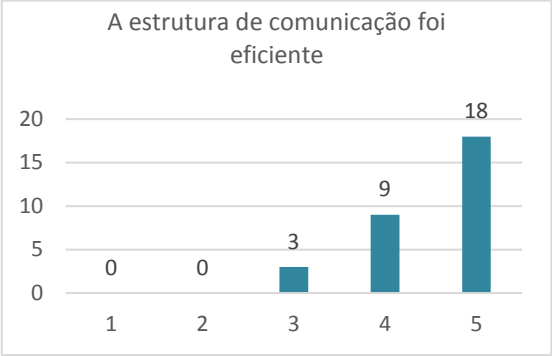


Figura 68 - Habilidade e/ou competência de percepção que a comunicação foi eficiente

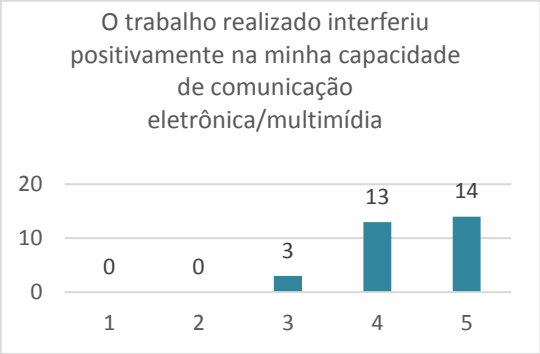


Figura 69 - Habilidade e/ou competência de o trabalho interferir positivamente na capacidade de comunicação eletrônica/multimídia

Figura 70 - Habilidade e/ou competência de o trabalho interferir positivamente na capacidade de comunicação gráfica

Figura 71 - Habilidade e/ou competência de desenvolver uma estratégia de comunicação para o trabalho

6.5.3 Sobre a comunicação em línguas estrangeiras

O último quesito avaliado nesta dimensão da pesquisa foi a comunicação em línguas estrangeiras como apresentado na Tabela 18. Como o projeto foi desenvolvido em empresas da região de atuação da universidade pesquisada, localizadas no nordeste do Estado de São

Paulo, já seria esperado que este quesito não fosse fortemente relevante para a realização do projeto. Esta percepção fica evidenciada quando se percebe que este quesito recebeu o menor RM da dimensão pesquisa (2,47). Ambos os elementos pesquisados neste quesito estiveram, abaixo da escala três. Percebe-se que os estudantes têm consciência da necessidade de comunicação em outras línguas, mas ainda têm dificuldade para dominá-las. Destaca-se também que esse item foi o que mais apresentou respostas 1 e 2 na escala likert (Figuras 72 e 73).

Tabela 18 - Sobre a comunicação em línguas estrangeiras na execução do trabalho proposto

Opções de Resposta	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total Resp.**	**R/M**
A comunicação em língua inglesa foi necessária para atuar nesse projeto	10	5	7	3	5	30	**2,60**
A comunicação em outras línguas foi necessária para atuar nesse projeto	13	3	7	5	2	30	**2,33**
Total:	**23**	**8**	**14**	**8**	**7**		

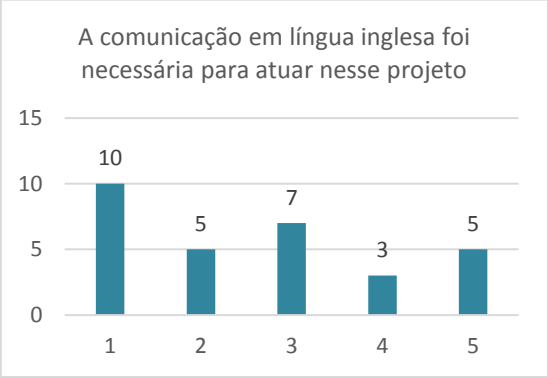


Figura 72 - Habilidade e/ou competência de percepção que a comunicação em língua inglesa foi necessária para atuar nesse projeto

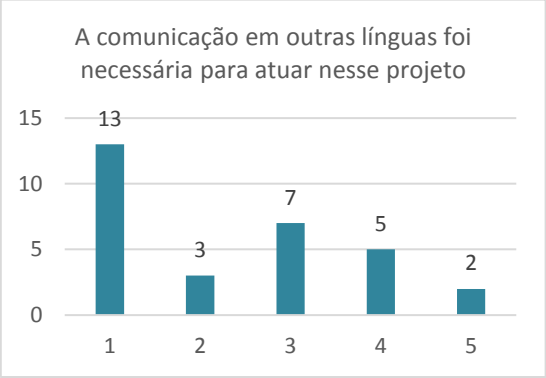


Figura 73 - Habilidade e/ou competência de percepção que a comunicação em outras línguas foi necessária para atuar nesse projeto

6.5.4 Comparação entre as três etapas da terceira dimensão da proposta adaptada do "CDIO Syllabus"

A média do RM entre as três etapas esteve em 3,75. Duas etapas estiveram bastante acima desta média ('Comunicação' e 'Trabalho em equipe'). A etapa que investigou o

‘Comunicação em línguas estrangeiras’, com RM igual a 2,47, esteve bem abaixo na média desta dimensão e foi o elemento responsável por diminuir a média observada.

Se fosse desconsiderado o elemento pior avaliado, a média desta dimensão subiria para 4,40, o que mostraria mais corretamente a sua importância nesta avaliação das habilidades interpessoais observadas no desenvolvimento do projeto proposto. O resumo da comparação entre as três etapas da terceira dimensão da proposta adaptada do “CDIO Syllabus” está apresentado na Tabela 19.

Tabela 19 - Resumno da comparação entre as três etapas da terceira dimensão da proposta adaptada do “CDIO Syllabus”

Etapas	**R/M**
Comunicação	**4,43**
Trabalho em equipe	**4,37**
Comunicação em línguas estrangeiras	**2,47**

6.6 Sobre conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social

A última dimensão corresponde ao quarto bloco de questões adaptadas à proposta condensada do “CDIO Syllabus” (CRAWLEY, 2002). Esta etapa do projeto busca avaliar como o projeto foi concebido, delineado e implementado na empresa e no contexto social, e esta fase da pesquisa foi dividida em seis etapas, a saber:

1. Contexto externo e social
2. Empresas e contexto de negócios
3. Concepção e sistemas de engenharia
4. Projeto
5. Implementação
6. Operação

Cada uma destas etapas considerou questionamentos aos estudantes pesquisados e serão apresentados em seguida. Nesta oportunidade também foi solicitado para que os estudantes pesquisados apontassem o grau de concordância, orientado por escala likert, onde:

1 = discordo totalmente;

2 = discordo parcialmente;

3 = não concordo nem discordo;

4 = concordo parcialmente; e

5 = concordo totalmente.

6.6.1 sobre o contexto externo e social

Neste quesito foi intenção investigar como o trabalho proposto interferiu no desenvolvimento das futuras responsabilidades profissionais e sobre a geração de impactos no ambiente em que foi aplicado, com vistas a observar, inclusive, se houve interferência para além dos muros da empresa pesquisada.

O quesito contou com cinco itens e a média do RM observado foi de 3,97. Dois itens estiveram acima desta média e outros três abaixo desta, conforme apresentado na Tabela 20 e nas Figuras 74 a 78.

Tabela 20 - Sobre o contexto externo e social na execução do trabalho proposto

Opções de Resposta	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total Resp.**	**R/M**
O trabalho realizado estimulou o desenvolvimento de funções e responsabilidades do profissional de engenharia	0	0	0	5	25	30	**4,83**
O trabalho realizado gerou impacto da engenharia sobre a sociedade	2	1	2	13	12	30	**4,07**
O trabalho realizado interferiu no contexto histórico e cultural do local onde foi implantado	1	0	8	12	9	30	**3,93**
O trabalho realizado abrangeu questões e valores contemporâneos	2	3	7	12	6	30	**3,57**
O projeto executado se desenvolveu em uma perspectiva global	3	4	6	11	6	30	**3,43**
Total:	**8**	**8**	**23**	**53**	**58**		

O item que aborda o estímulo ao desenvolvimento de funções e responsabilidades do profissional de engenharia foi o melhor pontuado pelos pesquisados, o que demonstra o comprometimento e responsabilidade dos estudantes com o projeto executado. Avaliaram também muito positivamente o impacto da engenharia sobre a sociedade, e esse fator pode estar relacionado à natureza da disciplina em que o trabalho foi realizado, uma vez que a

Higiene e Segurança do Trabalho tem impacto direto na qualidade de vida dos indivíduos e seus locais de trabalho.

Cabe discutir também nesse quesito que a ciência e a tecnologia se baseiam em valores do cotidiano que põem em questão as nossas convicções e o nosso conhecimento de mundo. O trabalho realizado sem dúvida, interferiu no contexto histórico e cultural do local onde foi implantado, mas talvez essa seja uma percepção a ser trabalhada e discutida com os estudantes de engenharia.

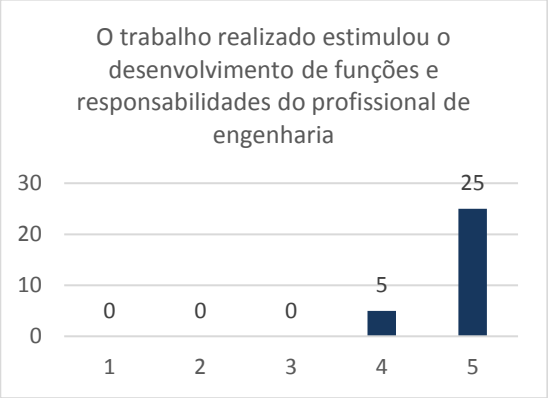


Figura 74 - Habilidade e/ou competência de percepção que o trabalho realizado estimulou o desenvolvimento de funções e responsabilidades do profissional de engenharia

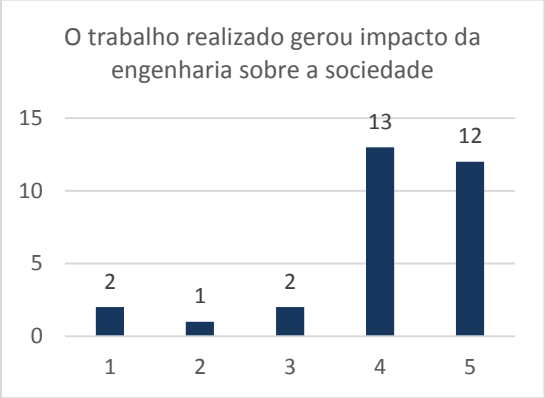


Figura 75 - Habilidade e/ou competência de percepção que o trabalho realizado gerou impacto da engenharia sobre a sociedade

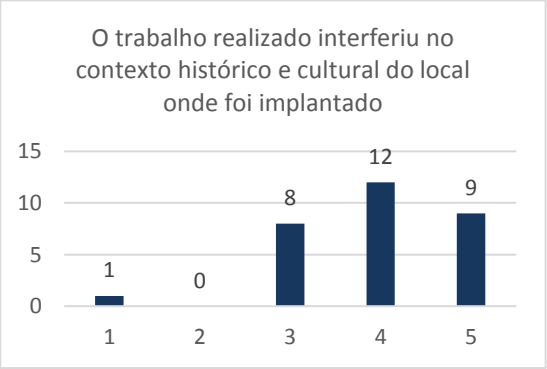


Figura 76 - Habilidade e/ou competência de percepção que o trabalho realizado interferiu no contexto histórico e cultural do local onde foi implantado

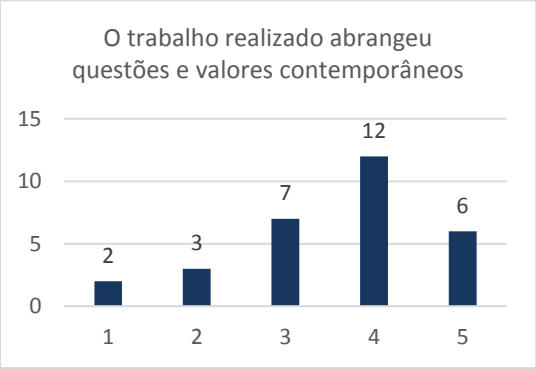


Figura 77 - Habilidade e/ou competência de percepção que o trabalho realizado abrangeu questões e valores contemporâneos

Figura 78 - Habilidade e/ou competência de percepção que o projeto executado se desenvolveu em uma perspectiva global

6.6.2 Sobre a concepção e os sistemas de engenharia

O segundo quesito desta dimensão buscou avaliar se os estudantes conseguiram identificar os objetivos do trabalho e se obtiveram êxito no seu alcance, bem como se o modelo do projeto favoreceu o aprendizado.

A média do RM neste quesito foi de 4,76, e apenas um item ficou pouco abaixo desta média, o que define que os resultados dos itens deste quesito estiveram bem equilibrados. Houve também uma boa interação entre os pesquisados e o projeto desenvolvido dentro da metodologia ativa de aprendizagem, como apresentado na Tabela 21 e nas Figuras 79 a 81. Esse quesito está relacionado diretamente a esse projeto e esses resultados demonstram isso. Essa aceitação poderá ser vista também posteriormente nos relatos dos estudantes.

Tabela 21 - Sobre a concepção e sistemas de engenharia na execução do trabalho proposto

Opções de Resposta	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total Resp.**	**R/M**
Foi possível identificar os objetivos e requisitos para a execução dos trabalhos	0	0	0	6	24	30	**4,80**
O Modelo utilizado garantiu o alcance dos objetivos	0	0	0	7	23	30	**4,77**
O modelo utilizado favoreceu o aprendizado sobre gerenciamento do desenvolvimento do Projeto	0	0	1	7	22	30	**4,70**
Total:	**0**	**0**	**1**	**20**	**69**		

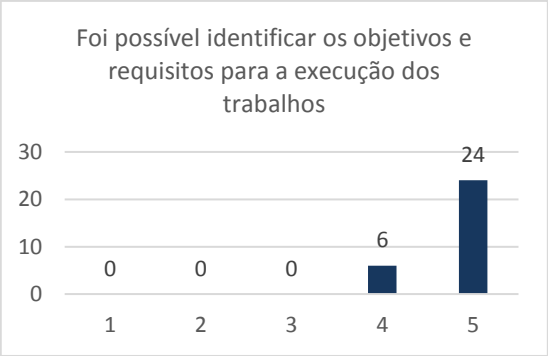


Figura 79 - Habilidade e/ou competência de percepção que foi possível identificar os objetivos e requisitos para a execução dos trabalhos

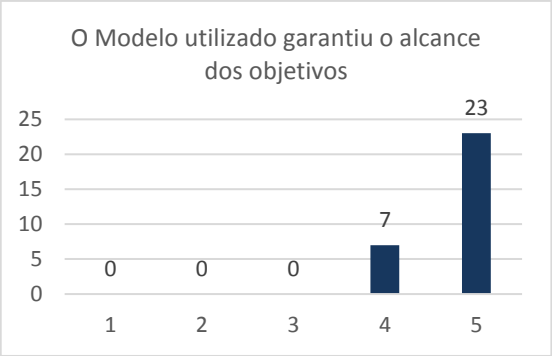


Figura 80 - Habilidade e/ou competência de percepção que o modelo utilizado garantiu o alcance dos objetivos

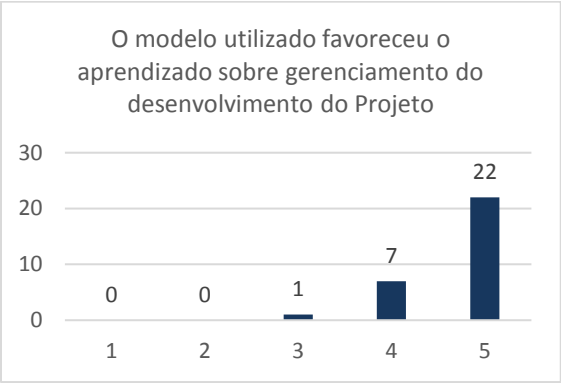


Figura 81 - Habilidade e/ou competência de percepção que o modelo utilizado favoreceu o aprendizado sobre gerenciamento do desenvolvimento do projeto

6.6.3 Sobre as empresas e o contexto de negócios

O terceiro quesito desta dimensão avaliou como os estudantes realizaram o trabalho proposto, com vistas a observar o sucesso do projeto e as variáveis que pudessem caracterizar o seu contexto.

A média do RM neste quesito foi de 4,24, e apenas um dos itens esteve acima desta média. Os outros três itens posicionaram-se abaixo desta como pode ser visto na Tabela 22 e nas Figuras 82 a 85.

No item ‘O trabalho possibilitou a apreciação de diferentes culturas empresariais’, o resultado mostrou um RM mais baixo, isso porque os grupos realizaram o trabalho em uma única empresa e, de fato, durante a realização da pesquisa não houve possibilidade de visitas a outras empresas e realidades organizacionais, embora essas visitas sejam realizadas e estimuladas pelos cursos de graduação em engenharia.

Tabela 22 - Sobre as empresas e o contexto de negócios na execução do trabalho proposto

Opções de Resposta	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total Resp.**	**R/M**
O trabalho realizado foi bem sucedido	0	0	0	7	23	30	**4,77**
O trabalho exigiu uma postura empreendedora tecnicamente	0	1	3	14	12	30	**4,23**
O trabalho exigiu o uso de estratégias empresariais, metas e planejamento	1	2	1	12	14	30	**4,20**
O trabalho possibilitou a apreciação de diferentes culturas empresariais	2	0	9	11	8	30	**3,77**
Total:	**3**	**3**	**13**	**44**	**57**		

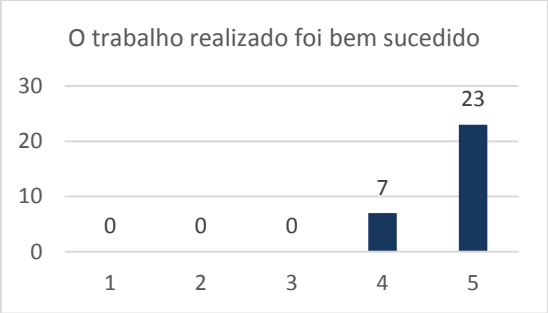


Figura 82 - Habilidade e/ou competência de percepção que o trabalho realizado foi bem sucedido

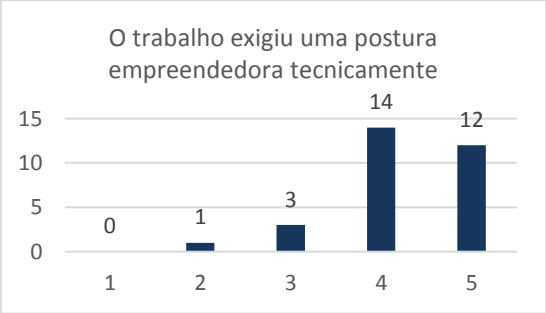


Figura 83 - Habilidade e/ou competência de percepção que o trabalho exigiu uma postura empreendedora tecnicamente

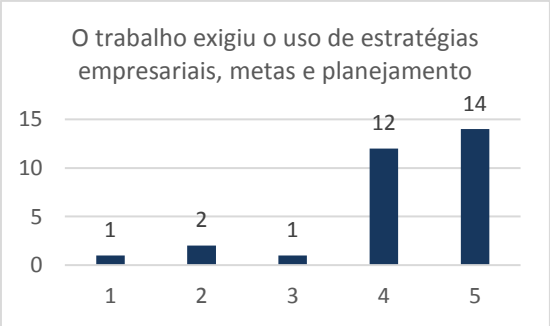


Figura 84 - Habilidade e/ou competência de percepção que o trabalho exigiu o uso de estratégias empresarias, metas e planejamento

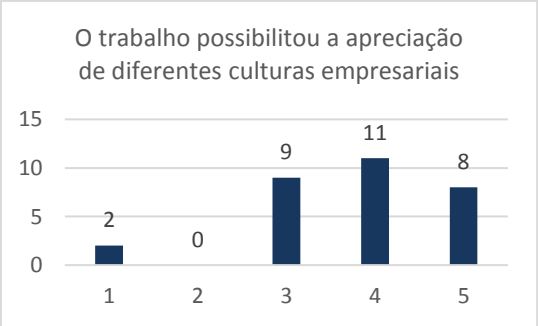


Figura 85 - Habilidade e/ou competência de percepção que o trabalho possibilitou a apreciação de diferentes culturas empresarias

6.6.4 Sobre o projeto

O quarto quesito desta dimensão avaliou como os estudantes desenvolveram as etapas do projeto no trabalho proposto, com vistas a observar se estes executaram o projeto segundo as premissas esperadas.

A média do RM neste quesito foi de 4,19, e dois dos itens estiveram acima desta média. Os outros três itens posicionaram-se abaixo desta conforme pode ser observado na Tabela 23 e nas Figuras 86 a 90.

Tabela 23 – Sobre o projeto na execução do trabalho proposto

Opções de Resposta	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total Resp.**	**R/M**
Houve disciplina no desenvolvimento do Projeto	1	0	1	9	19	30	**4,50**
O modelo utilizado abordou o processo de projeto	0	0	3	12	15	30	**4,40**
Tratou-se de um projeto multi-objetivos	2	3	2	8	15	30	**4,03**
Foi necessária a utilização de conhecimento em Projeto	1	2	3	13	11	30	**4,03**
Tratou-se de um projeto multidisciplinar	2	1	5	9	13	30	**4,00**
Total:	**6**	**6**	**14**	**51**	**73**		

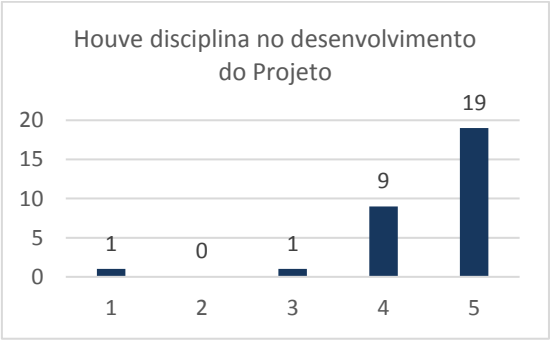


Figura 86 - Habilidade e/ou competência de haver disciplina no desenvolvimento do projeto

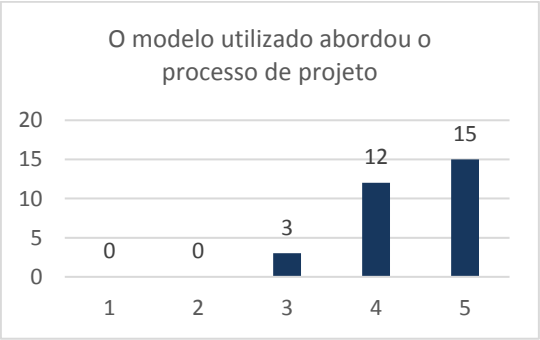


Figura 87 - Habilidade e/ou competência de percepção que o modelo utilizado abordou o processo de projeto

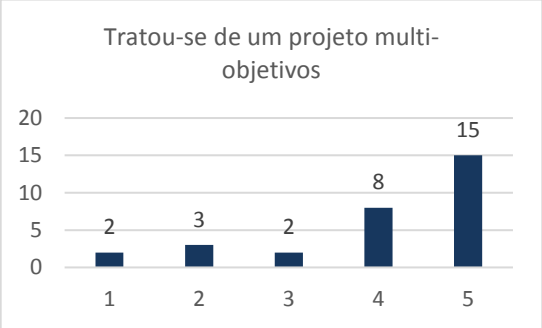


Figura 88 - Habilidade e/ou competência de percepção que se tratou de um projeto multi-objetivos

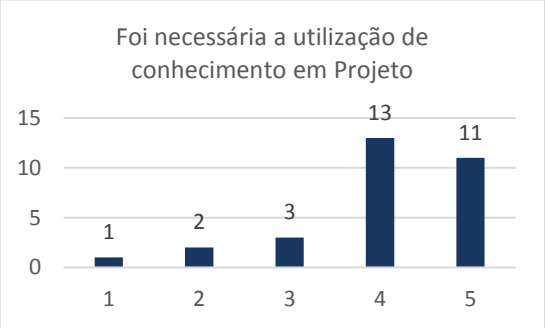


Figura 89 - Habilidade e/ou competência de percepção que foi necessária a utilização de conhecimento de projeto

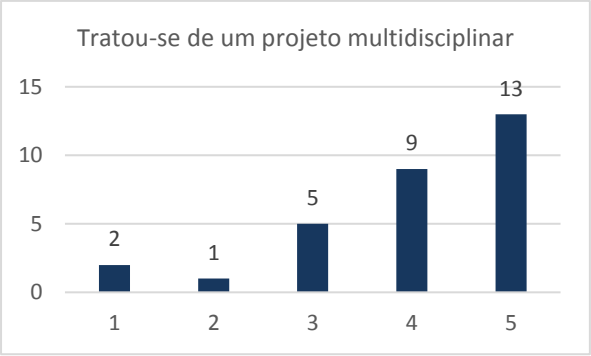


Figura 90 - Habilidade e/ou competência de percepção que se tratou de um projeto multidisciplinar

6.6.5 Sobre a implementação

Para avaliar o quinto quesito desta dimensão, foram selecionados apenas dois itens, que buscaram reconhecer a implementação sob os aspectos da gestão e da realização do projeto. A média do RM observada foi de 4,28, onde ambos estiveram tecnicamente dentro do mesmo índice como pode ser visto na Tabela 24 e nas Figuras 91 e 92.

Tabela 24 - Sobre a implementação na execução do trabalho proposto

Opções de Resposta	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total Resp.**	**R/M**
O projeto de implementação foi realizado satisfatoriamente	1	1	2	10	16	30	**4,30**
Houve gestão do grupo na implementação do projeto	0	0	6	10	14	30	**4,27**
Total:	**1**	**1**	**8**	**20**	**30**		

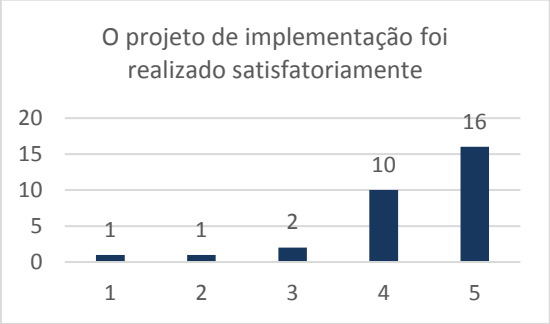


Figura 91 - Habilidade e/ou competência de percepção que o projeto de implementação foi realizado satisfatoriamente

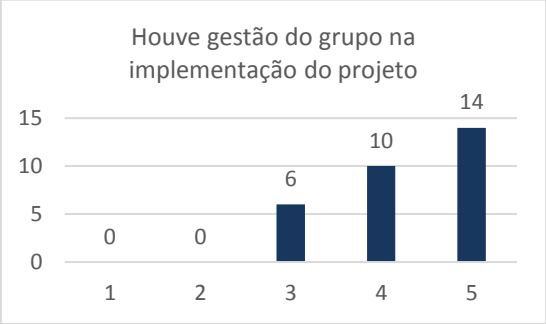


Figura 92 - Habilidade e/ou competência de percepção que houve gestão do grupo na implementação do projeto

6.6.6 Sobre a operação

O último quesito desta dimensão, apresentado na Tabela 25, buscou identificar como se deu a operação do projeto, e teve como média do RM o valor de 4,05. Três dos quatro itens avaliados estiveram acima desta média, como apresentado na e nas Figuras 93 a 96.

Tabela 25 - Sobre a operação do projeto na execução do trabalho proposto

Opções de Resposta	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total Resp.**	**R/M**
O projeto executado permitiu a otimização das operações	1	0	3	9	17	30	**4,37**
Todas as operações envolvidas contaram com a gestão do grupo	2	0	3	6	19	30	**4,33**
O projeto contribuiu para a melhoria e evolução do sistema	1	1	4	10	14	30	**4,17**
Foram utilizadas etapas de treinamento	5	4	4	10	7	30	**3,33**
Total:	**9**	**5**	**14**	**35**	**57**		

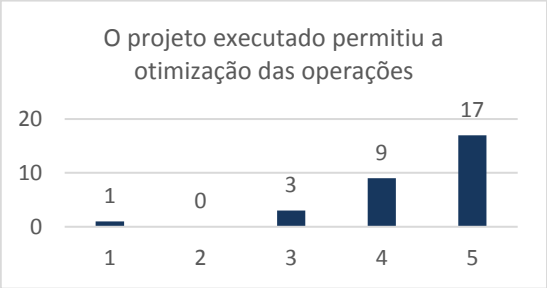


Figura 93 - Habilidade e/ou competência de percepção que o projeto executado permitiu a otimização das operações

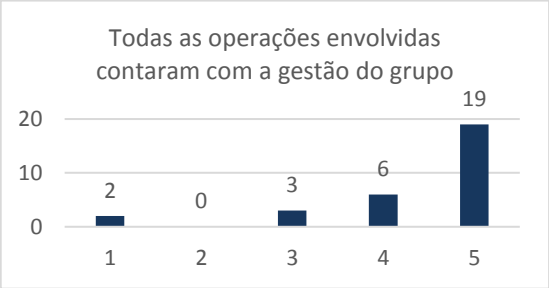


Figura 94 - Habilidade e/ou competência de percepção que todas as operações envolvidas contaram com a gestão do grupo

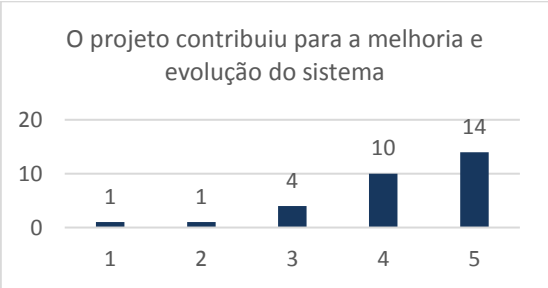


Figura 95 - Habilidade e/ou competência de percepção que o projeto contribuiu para a melhoria e evolução do sistema

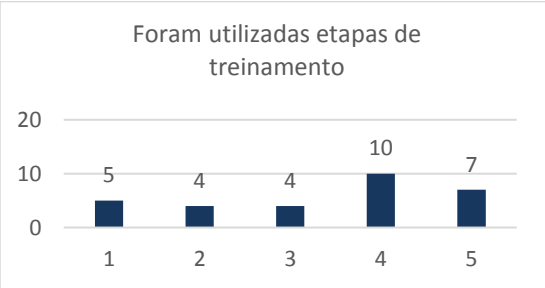


Figura 96 - Habilidade e/ou competência de percepção que foram utilizadas etapas de treinamento

Apenas o item ‘Foram utilizadas etapas de treinamento’ obteve RM próximo à neutralidade, o que evidencia que não tenha sido relevante para o estudo em questão.

6.6.7 Comparação entre as seis etapas da quarta dimensão da proposta adaptada do “CDIO Syllabus”

A média do RM entre as seis etapas esteve em 4,24, onde três destas estiveram acima desta média. A etapa que investigou o ‘Concepção e sistemas de engenharia’, com RM igual a 4,76, esteve bem acima na média desta dimensão e a que obteve menor RM foi a que investigou a ‘Contexto externo e social’, como pode ser visto na Tabela 26.

Tabela 26 - Resumno da comparação entre as seis etapas da quarta dimensão da proposta adaptada do “CDIO Syllabus”

Etapas	**R/M**
Contexto externo e social	**3,97**
Empresas e contexto de negócios	**4,24**
Concepção e sistemas de engenharia	**4,76**
Projeto	**4,19**
Implementação	**4,28**
Operação	**4,05**

6.7 Comparação entre as quatro dimensões da proposta adaptada do “CDIO Syllabus”

Após apresentar todas as dimensões e suas subdivisões, passa-se a apresentar a comparação do resultado geral observado.

A média do RM das quatro dimensões da pesquisa resulta em 4,11. A dimensão que foi mais bem avaliada pelos estudantes foi a que tratou das “Competências pessoais, profissionais e atributos” (RM = 4,39), seguida da dimensão ‘Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social”, que obteve RM igual a 4,24. Estas duas dimensões estiveram acima da média do RM das quatro dimensões. Abaixo desta média e ocupando a terceira posição esteve a dimensão que avaliou o ‘Conhecimento e raciocínio técnico’ (RM = 4,06), e, por último, esteve a dimensão com RM mais baixo que avaliou as ‘Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação’ (3,75).

Como pode ser observado na Tabela 27, ao todo, as quatro dimensões foram compostas por 59 itens, onde 46 itens estiveram acima da média do RM total, e apenas 13 itens se posicionaram abaixo deste. O item com RM mais alto de todo o rol de itens avaliados (‘O trabalho realizado estimulou o desenvolvimento de funções e responsabilidades do profissional de engenharia’, com RM igual a 4,83) foi pertencente ao quesito ‘Contexto externo e social’ ligado à última dimensão (‘Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social’). Já o quesito que foi mais mal avaliado (RM = 2,33) foi o que avaliou a ‘Comunicação em outras línguas foi necessária para atuar nesse projeto’, que era pertencente ao quesito ‘Comunicação em línguas estrangeiras’ da terceira dimensão do formulário (‘Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação’).

Tabela 27 – Resumo da comparação entre as quatro dimensões gerais da proposta adaptada do “CDIO Syllabus”

Dimensão	**Média do R/M**
1. Sobre conhecimento e raciocínio técnico	**4,06**
2. Sobre competências pessoais, profissionais e atributos	**4,39**
3. Sobre habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação	**3,75**
4. Sobre conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	**4,24**

6.8 Sobre a metodologia utilizada na disciplina Higiene e Segurança Industrial

O penúltimo campo desta pesquisa buscou reconhecer a percepção dos estudantes sobre a metodologia utilizada na disciplina Higiene e Segurança Industrial, objeto desta pesquisa. É preciso enfatizar que se trata de um curso de engenharia que não utiliza metodologias de PBL e assim, as demais disciplinas cursadas pelos estudantes até este momento, podem ou não contemplar metodologias ativas como processo de ensino-aprendizagem. A escolha da metodologia fica a critério do professor de cada disciplina.

Nesta etapa também foi considerado que os estudantes pesquisados apontassem o grau de concordância, orientado por escala likert, onde:

1 = discordo totalmente;

2 = discordo parcialmente;

3 = não concordo nem discordo;

4 = concordo parcialmente; e

5 = concordo totalmente.

A média do RM foi bastante alta (4,83), ficando próxima do máximo. Observa-se que a totalidade dos pontos foram atribuída às escalas 4 e 5, não sendo pontuados os conceitos 1, 2 ou 3, o que evidencia forte concordância do estudante com o processo de ensino-aprendizagem a que foi exposto na disciplina e no projeto, por extensão, como pode ser visto na Tabela 28 e nas Figuras 97 a 99.

Tabela 28 - Respostas ao seguinte bloco de perguntas considerando a metodologia utilizada na disciplina Higiene e Segurança Industrial

Opções de Resposta	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total Resp.**	**R/M**
As etapas previstas na metodologia para o desenvolvimento do projeto foram cumpridas	0	0	0	3	27	30	**4,90**
Adquiri conhecimento sobre a metodologia empregada no desenvolvimento do projeto	0	0	0	4	26	30	**4,87**
Houve gestão satisfatória da implementação do projeto	0	0	0	8	22	30	**4,73**
Total:	**0**	**0**	**0**	**15**	**75**		

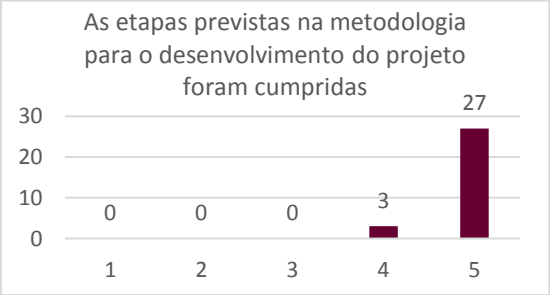


Figura 97 - Habilidade e/ou competência de percepção que as etapas previstas na metodologia para o desenvolvimento do projeto foram cumpridas

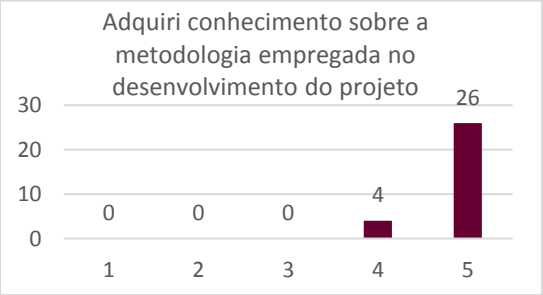


Figura 98 - Habilidade e/ou competência que adquiri conhecimento sobre a metodologia empregada no desenvolvimento do projeto

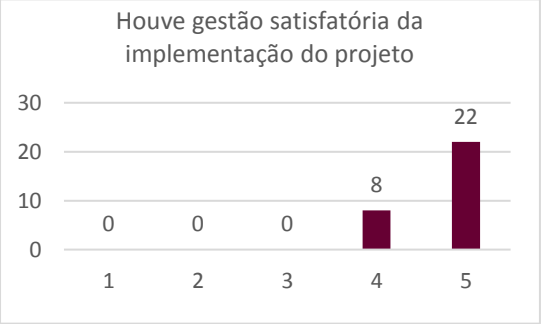


Figura 99 - Habilidade e/ou competência de percepção que houve gestão satisfatória da implementação do projeto

6.9 Análise qualitativa da visão dos pesquisados e das características da aprendizagem dos estudantes: facilidades, dificuldades e como aprendeu com a metodologia desenvolvida na disciplina

No presente estudo, no qual a pesquisadora exerceu também os papéis de docente e mediadora do processo, foi intenção coletar os dados da pesquisa através do instrumento desenvolvido para levantamento de competências com base no *framework* desenvolvido por Crawley (2002) e também através das observações e entrevista feita com os líderes de cada grupo que executou o trabalho proposto dentro da metodologia ativa de aprendizagem utilizada.

Como último item da pesquisa, e colocado como campo opcional de resposta no instrumento, foi solicitado ao estudante comentar as características de sua aprendizagem, as facilidades, as dificuldades e como ele aprendeu com a metodologia desenvolvida na disciplina.

A maior parte dos estudantes (23, ou 76,6%) inseriu comentário a respeito de sua experiência na disciplina. Apenas 7 estudantes (23,3%) deixaram este campo sem resposta.

As principais questões e competências apontadas foram: Implantação do projeto; Solução de problemas; Aplicabilidade prática na engenharia; Trabalho em grupo; Interação com a realidade profissional; Capacidade de realizar diagnósticos e realizar intervenções.

Vários relatos evidenciaram que os estudantes avaliaram positivamente a experiência com a metodologia ativa de aprendizagem. Houve relato que apontou que “dentre todos os projetos já realizados no período acadêmico, este projeto foi o que adquiri maior conhecimento na área, visto que fomos diretamente a fonte dos erros [...]”. Outra menção com destaque foi a afirmação de que a “matéria mencionada [...] foi muito prazerosa de se estudar”. Houve relatos sobre a metodologia apontando-a com “ótima” ou “muito eficaz para que eu pudesse olhar para os problemas com olhos de um Engenheiro”, e ainda tendo possibilitado “a realização de um trabalho prático, baseado em um projeto que exigiu uma postura mais ética, crítica e [...] consegui melhorar meu desempenho pessoal e o desenvolvimento de competências necessárias para um profissional de engenharia”. No Quadro 8 estão apresentados todos os relatos deixados pelos 23 estudantes que o fizeram através do instrumento de pesquisa.

1. Com o projeto realizado pudemos vivenciar na prática as dificuldades ao implantar um projeto. Foi possível aprender a trabalhar em grupo e aplicar todo conteúdo da disciplina.
2. O projeto mostrou a dificuldade e a necessidade do olhar crítico sobre os problemas para assim poder planejar e executar um projeto que solucione os problemas existentes.
3. No começo do projeto eu tinha dificuldades em comunicação, no processo de aprendizagem e com o desenvolvimento e andamento do trabalho, com as apresentações, obtive uma melhora na minha comunicação verbal e escrita.
4. O projeto foi muito satisfatório, pois proporcionou aos alunos aplicações de engenharia na prática.
5. Com a disciplina foi possível aprender a trabalhar em grupo para aplicar na pratica os conceitos da engenharia.
6. A disciplina possibilitou aprendizagem e uma visão múltipla, onde em qualquer projeto de engenharia desenvolvido, além dos termos técnicos, há também a necessidade de um bom gerenciamento nos aspectos que envolvem a segurança dos trabalhadores.
7. A aprendizagem foi de forma satisfatória. Foram realizados trabalhos de pesquisa, indo diretamente no campo. Exemplo Usinas, para fazer relatórios e conversar com profissionais que atuam na área.
8. De acordo com que foi proposto, puder obter um conhecimento direto na área da química, de como é o funcionamento de uma empresa de grande porte, e na organização da produção, e os riscos que poder ter. Foi de grande praticidade e proveito e aprendizado, facilitando o entendimento.
9. Para se obter um conhecimento satisfatório, foi interessante a interação com a realidade, de forma que nos torna mais próximos da prática com base naquilo que estudamos na teoria. Um fator importante no meu aprendizado foi justamente essa interação.
10. Foram importantes para a utilização dos métodos na pratica otimizando os recursos empregados na para um objetivo satisfatório.
11. Dentre todos os projetos já realizados no período acadêmico, este projeto foi o que adquiri maior conhecimento na área, visto que fomos diretamente a fonte dos erros, analisamos o processo de fabricação dos produtos para assim propor uma melhor melhoria à empresa.
12. Por meio de imagens e Normas Regulamentadoras - NR's apresentadas, aprendi sobre salubridade, fichas de segurança que devido ao aprendizado, foi implantada de forma correta em meu local de trabalho, passei a verificar riscos de reagentes utilizados com mais frequência e sabendo sua compatibilidade, foi implantada em meu local de trabalho uma lista de incompatibilidade de reagentes, descarte e armazenagem corretos, sobre leis trabalhistas dentro do risco que é trabalhar com produtos químicos, sobre EPI's e quais são melhores empregados de acordo com cada necessidade presente no local de trabalho e o quanto eles são importantes para a nossa proteção, agora sei sobre o uso correto de luvas a ser utilizada em cada situação, o quanto deve ou não deve ser utilizado tais equipamentos, suas vantagens, sobre os EPC's também e sua importância que é grande assim como os EPI's, aprendi a trabalhar e a manipular melhor produtos químicos de forma q seja segura a mim mesma e aos colegas de trabalho.
13. Aprendi a utilizar corretamente os EPI's, os riscos e as precauções que se deve tomar dentro de uma usina ou empresa. Não houve dificuldade no conteúdo passado. A metodologia foi ótima.
14. A metodologia realizada na disciplina de Higiene e Segurança do trabalho foi de mera importância, para nós futuros engenheiros. Pelo fato de apresentar varias situações de risco existentes nas indústrias e usinas em geral.
15. A metodologia utilizada no meu ponto de vista foi muito eficaz para que eu pudesse olhar para os problemas com olhos de um Engenheiro e tentasse encontrar a melhor maneira através de dados obtidos por normas já existentes, soluções para tais.
16. A matéria mencionada foi uma na qual foi muito prazerosa de se estudar. Tive grande facilidade no entendimento da mesma e no desenvolvimento das atividades propostas. Uma grande dificuldade foi na hora de fazer a apresentação final, pois era exposta para toda a turma e ainda com a professora nos avaliando. Aprendi com a metodologia desenvolvida, coisas de total importância na carreira de um Engenheiro.
17. Aprendemos a importância de estar atentos ao trabalho, ter ética e respeito ao próximo. O uso necessário de IPIS e sobre como se proteger em locais de riscos

Quadro 8 - Relato dos estudantes durante o desenvolvimento do projeto

Continua

18. O principal aprendizado da matéria para mim foi, saber todos os objetos de segurança que são necessários.
19. Desenvolvi meu olhar crítico, trabalho em grupo e liderança.
20. Com as visitas técnicas, pude ver na prática tudo o que foi passado em sala de aula. Tive facilidade em diagnosticar a empresa e trabalhar em grupo.
21. As visitas que fiz a indústria foram muito válidas pois me colocaram em contato com a realidade das pessoas, em contato com diferentes realidades de trabalho.
22. Adquiri conhecimento sobre as prevenções de acidentes na área de atuação do engenheiro químico, a importância da ética profissional e a consciência que devemos adquirir para nos tornarmos profissionais responsáveis e atentos aos problemas que uma área de produção pode ter.
23. O uso da metodologia ativa possibilitou a realização de um trabalho prático, baseado em um projeto que exigiu uma postura mais ética, crítica e acho que consegui melhorar meu desempenho pessoal e o desenvolvimento de competências necessárias para um profissional de engenharia.

Quadro 8 - Relato dos estudantes durante o desenvolvimento do projeto
Fonte: Elaborado pela autora

As entrevistas foram estruturadas com um líder de cada equipe identificado pela própria pesquisadora durante a realização dos trabalhos e foram guiadas por quatro questões que são apresentadas no Quadro 9 com as respectivas respostas dos líderes dos grupos. Observou-se que as competências apontadas como importantes estão de acordo com o que todos os estudantes indicaram no instrumento de pesquisa e já discutidas neste capítulo.

Destaca-se também na fala dos líderes dos grupos entrevistados, que há um consenso sobre a utilização de metodologias ativas e que a postura mais participativa do estudante favorece não só o aprendizado quanto o desenvolvimento de competências e habilidades. Observou-se que competências agregadas fazem sentido para os entrevistados e participantes da pesquisa, destacando-se aqui a ética, a capacidade de resolver problemas, a capacidade de comunicação oral e escrita e o pensamento criativo.

Encerrando esta discussão, porém sem jamais ter a intenção de esgotá-la, a Tabela 29 apresenta os resultados de todas as dimensões de competências com seus quesitos e itens, na ordem hierarquizada de RM e apresentando os respectivos desvios padrão em cada item.

Roteiro	Respostas dos líderes de grupo
01. Você considera que houve melhorias na forma de aprender, comparando esta com outras disciplinas cursadas até aqui?	• Sim. A metodologia usada pela professora estimula o aprendizado porque temos que nos envolver diretamente no trabalho. • Houve porque pudemos participar mais melhorando o estudo do conteúdo da disciplina. • Sim, porque o envolvimento é maior e a metodologia nos obriga a ser mais ativos e participar do processo. • Apesar de ter tido dificuldades com alguns membros do grupo que participaram menos da realização do trabalho, foi muito melhor o aprendizado através desse método do que o que é geralmente utilizado pelos professores. • Foi muito produtivo realizar esse trabalho na disciplina e também nos colocou em contato com empresas, possibilitando vivenciar situações reais de trabalho. • Houve melhorias na forma de ensinar e de aprender porque fomos mais participativos.
02. Qual a sua avaliação quanto ao desenvolvimento profissional dos estudantes após o término da disciplina.	• Sem dúvida houve maior desenvolvimento profissional. Seria muito melhor se outros docentes usassem esses métodos em suas disciplinas. • Saímos do terceiro ano do curso com uma visão mais ética e de atuação na resolução de problemas. • Alguns alunos membros do meu grupo nunca tinham tido contato direto com uma indústria e o projeto auxiliou muito no contato com a realidade profissional. • Muito boa iniciativa, que complementa a formação do engenheiro. Sem dúvida, melhorou nossa formação e o desenvolvimento profissional e pessoal também. • Se tivéssemos mais trabalhos desse tipo no curso, seríamos profissionais mais bem formados.
03. Que competências você considera mais importantes pra a sua carreira como engenheiro?	• Ética, trabalho em equipe, criatividade, e conhecimento técnico. • Trabalho em grupo, conhecimento técnico, raciocínio lógico. • Comportamento profissional, iniciativa para resolver problemas. • Ética, raciocínio lógico, atualização profissional. • Trabalho em equipe, conhecimento técnico, capacidade de comunicação e criatividade. • Resolução de problemas de engenharia, comportamento profissional e ética.

Quadro 9 - Entrevista com líderes dos grupos de trabalho
Fonte: Elaborado pela autora após entrevista com líderes dos grupos

Tabela 29 - Resultado geral da pesquisa

Dimensão	Quesito	Item	1	2	3	4	5	Total Resp.	R/M	DP
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Contexto externo e social	O trabalho realizado estimulou o desenvolvimento de funções e responsabilidades do profissional de engenharia	0	0	0	5	25	30	**4,83**	**0,38**
Competências pessoais, profissionais e atributos	Habilidades e atitudes pessoais	O processo em que estive envolvido favoreceu o desenvolvimento da minha curiosidade e a necessidade de aprendizagem ao longo da vida	0	0	0	6	24	30	**4,80**	**0,41**
Competências pessoais, profissionais e atributos	Habilidades e atitudes profissionais	Compreendi a necessidade de me manter atualizado no mundo da engenharia	0	0	0	6	24	30	**4,80**	**0,41**
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Concepção e sistemas de engenharia	Foi possível identificar os objetivos e requisitos para a execução dos trabalhos	0	0	0	6	24	30	**4,80**	**0,41**
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Concepção e sistemas de engenharia	O Modelo utilizado garantiu o alcance dos objetivos	0	0	0	7	23	30	**4,77**	**0,43**
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Empresas e o contexto de negócios	O trabalho realizado foi bem sucedido	0	0	0	7	23	30	**4,77**	**0,43**
Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação	Trabalho em equipe	Participei no crescimento e evolução da equipe	0	0	3	3	24	30	**4,70**	**0,65**
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Concepção e sistemas de engenharia	O modelo utilizado favoreceu o aprendizado sobre gerenciamento do desenvolvimento do Projeto	0	0	1	7	22	30	**4,70**	**0,53**
Competências pessoais, profissionais e atributos	Habilidades e atitudes profissionais	Agi com profissionalismo	0	0	1	8	21	30	**4,67**	**0,55**
Competências pessoais, profissionais e atributos	Habilidades e atitudes profissionais	Compreendi a necessidade de planejar proativamente a carreira	0	0	0	10	20	30	**4,67**	**0,48**

Continua

Tabela 29 - Resultado geral da pesquisa (Continuação)

Dimensão	Quesito	Item	1	2	3	4	5	Total Resp.	R/M	DP
Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação	Comunicação	O trabalho realizado interferiu positivamente na minha capacidade de comunicação escrita	0	0	0	11	19	30	**4,63**	**0,49**
Competências pessoais, profissionais e atributos	Habilidades e atitudes pessoais	Adquiri autoconsciência do próprio conhecimento, habilidades e atitudes	0	0	0	12	18	30	**4,60**	**0,50**
Competências pessoais, profissionais e atributos	Habilidades e atitudes pessoais	Desenvolvi pensamento crítico	0	0	2	9	19	30	**4,57**	**0,63**
Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação	Comunicação	O trabalho realizado interferiu positivamente na sua capacidade de comunicação oral e interpessoal	0	0	1	11	18	30	**4,57**	**0,57**
Competências pessoais, profissionais e atributos	Raciocínio e solução de problemas de engenharia	Identifiquei e formulei problemas	1	0	2	6	21	30	**4,53**	**0,90**
Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação	Trabalho em equipe	Participei nas operações da equipe	1	0	1	8	20	30	**4,53**	**0,86**
Competências pessoais, profissionais e atributos	Habilidades e atitudes pessoais	Desenvolvi pensamento criativo	0	0	2	11	17	30	**4,50**	**0,63**
Competências pessoais, profissionais e atributos	Habilidades e atitudes profissionais	Agi com ética, integridade, responsabilidade e realizei a prestação de contas	0	0	3	9	18	30	**4,50**	**0,68**
Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação	Comunicação	A estrutura de comunicação foi eficiente	0	0	3	9	18	30	**4,50**	**0,68**
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Projeto	Houve disciplina no desenvolvimento do Projeto	1	0	1	9	19	30	**4,50**	**0,86**

Continua

Tabela 29 - Resultado geral da pesquisa (Continuação)

Dimensão	Quesito	Item	1	2	3	4	5	Total Resp.	R/M	DP
Competências pessoais, profissionais e atributos	Raciocínio e solução de problemas de engenharia	Atuei na solução de problemas e fiz recomendações	1	0	2	8	19	30	**4,47**	**0,90**
Competências pessoais, profissionais e atributos	Pensamento sistêmico	Tive ponderação, julgamento e equilíbrio na resolução dos problemas	0	0	3	10	17	30	**4,47**	**0,68**
Competências pessoais, profissionais e atributos	Habilidades e atitudes pessoais	Fui perseverante e flexível	0	0	3	11	16	30	**4,43**	**0,68**
Conhecimento e raciocínio técnico	Conhecimento e raciocínio técnico	Apliquei conhecimentos fundamentais da engenharia	2	0	1	8	19	30	**4,40**	**1,07**
Conhecimento e raciocínio técnico	Conhecimento e raciocínio técnico	Utilizei conhecimento das ciências básicas	0	1	1	13	15	30	**4,40**	**0,72**
Competências pessoais, profissionais e atributos	Pensamento sistêmico	Soube priorizar e focar	0	0	2	14	14	30	**4,40**	**0,62**
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Projeto	O modelo utilizado abordou o processo de projeto	0	0	3	12	15	30	**4,40**	**0,67**
Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação	Comunicação	O trabalho realizado interferiu positivamente na minha capacidade de comunicação eletrônica/multi-mídia	0	0	3	13	14	30	**4,37**	**0,67**
Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação	Comunicação	O trabalho realizado interferiu positivamente na minha capacidade de comunicação eletrônica/multi-mídia	0	0	3	13	14	30	**4,37**	**0,61**
Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação	Comunicação	O trabalho realizado interferiu positivamente na minha capacidade de comunicação gráfica	0	0	2	15	13	30	**4,37**	**0,93**

Continua

Tabela 29 - Resultado geral da pesquisa (Continuação)

Dimensão	Quesito	Item	1	2	3	4	5	Total Resp.	R/M	DP
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Operação do projeto	O projeto executado permitiu a otimização das operações	1	0	3	9	17	30	**4,37**	**0,71**
Competências pessoais, profissionais e atributos	Pensamento sistêmico	Consegui reconhecer processos que emergiram durante o trabalho e interagi com rapidez nas soluções dos problemas encontrados	0	1	1	15	13	30	**4,33**	**0,66**
Competências pessoais, profissionais e atributos	Habilidades e atitudes pessoais	Tornei-me capaz de gerir o tempo e os recursos para a solução dos problemas	0	0	3	14	13	30	**4,33**	**1,12**
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Operação do projeto	Todas as operações envolvidas contaram com a gestão do grupo	2	0	3	6	19	30	**4,33**	**0,92**
Competências pessoais, profissionais e atributos	Habilidades e atitudes pessoais	Tive iniciativa e disposição para assumir riscos	1	0	3	11	15	30	**4,30**	**0,99**
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Implementação	O projeto de implementação foi realizado satisfatoriamente	1	1	2	10	16	30	**4,30**	**0,87**
Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação	Trabalho em equipe	O trabalho realizado em equipe propiciou do desenvolvimento de liderança	0	0	8	6	16	30	**4,27**	**0,78**
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Implementação	Houve gestão do grupo na implementação do projeto	0	0	6	10	14	30	**4,27**	**0,77**
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Empresas e o contexto de negócios	O trabalho exigiu uma postura empreendedora tecnicamente	0	1	3	14	12	30	**4,23**	**0,77**
Competências pessoais, profissionais e atributos	Experimentação e descoberta de conhecimento	Formulei hipóteses	0	1	6	9	14	30	**4,20**	**0,89**

Continua

Tabela 29 - Resultado geral da pesquisa (Continuação)

Dimensão	Quesito	Item	1	2	3	4	5	Total Resp.	R/M	DP
Competências pessoais, profissionais e atributos	Pensamento sistêmico	Visualizei o sistema e os processos de forma holística	0	0	3	18	9	30	**4,20**	**0,81**
Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação	Trabalho em equipe	Formei equipes eficazes	2	0	2	12	14	30	**4,20**	**1,06**
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Empresas e o contexto de negócios	O trabalho exigiu o uso de estratégias empresariais, metas e planejamento	1	2	1	12	14	30	**4,20**	**1,03**
Competências pessoais, profissionais e atributos	Experimentação e descoberta de conhecimento	Fiz levantamento de literatura impressa e eletrônica	1	1	3	12	13	30	**4,17**	**0,99**
Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação	Trabalho em equipe	Realizei trabalho técnico dentro da equipe	2	0	4	9	15	30	**4,17**	**1,12**
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Operação do projeto	O projeto contribuiu para a melhoria e evolução do sistema	1	1	4	10	14	30	**4,17**	**1,02**
Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação	Comunicação	Desenvolvi uma estratégia de comunicação para o trabalho	1	0	5	12	12	30	**4,13**	**0,94**
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Contexto externo e social	O trabalho realizado gerou impacto da engenharia sobre a sociedade	2	1	2	13	12	30	**4,07**	**1,11**
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Projeto	Tratou-se de um projeto multi-objetivos	2	3	2	8	15	30	**4,03**	**1,27**
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Projeto	Foi necessária a utilização de conhecimento em Projeto	1	2	3	13	11	30	**4,03**	**1,03**
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Projeto	Tratou-se de um projeto multidisciplinar	2	1	5	9	13	30	**4,00**	**1,17**

Continua

Tabela 29 - Resultado geral da pesquisa (Continuação)

Dimensão	Quesito	Item	1	2	3	4	5	Total Resp.	R/M	DP
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Contexto externo e social	O trabalho realizado interferiu no contexto histórico e cultural do local onde foi implantado	1	0	8	12	9	30	**3,93**	**0,94**
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Empresas e o contexto de negócios	O trabalho possibilitou a apreciação de diferentes culturas empresariais	2	0	9	11	8	30	**3,77**	**1,07**
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Contexto externo e social	O trabalho realizado abrangeu questões e valores contemporâneos	2	3	7	12	6	30	**3,57**	**1,14**
Competências pessoais, profissionais e atributos	Experimentação e descoberta de conhecimento	Desenvolvi pesquisa experimental	5	2	4	11	8	30	**3,50**	**1,41**
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Contexto externo e social	O projeto executado se desenvolveu em uma perspectiva global	3	4	6	11	6	30	**3,43**	**1,25**
Conhecimento e raciocínio técnico	Conhecimento e raciocínio técnico	Apliquei conhecimentos da engenharia avançada	2	3	10	12	3	30	**3,37**	**1,03**
Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social	Operação do projeto	Foram utilizadas etapas de treinamento	5	4	4	10	7	30	**3,33**	**1,42**
Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação	Comunicação em línguas estrangeiras	A comunicação em língua inglesa foi necessária para atuar nesse projeto	10	5	7	3	5	30	**2,60**	**1,48**
Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação	Comunicação em línguas estrangeiras	A comunicação em outras línguas foi necessária para atuar nesse projeto	13	3	7	5	2	30	**2,33**	**1,37**

As universidades precisam oferecer um currículo interdisciplinar combinando teoria e prática, e capaz de envolver alunos em tarefas autênticas do mundo real de modo a desenvolver suas habilidades na resolução de problemas. Os programas de engenharia devem fornecer aos seus alunos o mais cedo quanto possível , experiências acadêmicas para promover o desenvolvimento de competências profissionais , como parte de sua formação. Uma maneira é expor os alunos do primeiro ano em experiências de aprendizagem ativa, em que desenvolvam trabalhos em equipe para resolver um problema de engenharia.

Como já descrito antes, indústria, governo e programas universitários, têm abordado a necessidade de reforma do ensino de engenharia para preparar os engenheiros e qualificá-los para atuar em qualquer lugar do mundo. Agências de programas de acreditação em engenharia como a ABET têm considerado as demandas da indústria e incluído isso em seus resultados profissionais (ABET, 2011). E, finalmente, programas como o CDIO têm incorporado estes tópicos na sua estrutura (CRAWLEY et al., 2007).

7 Conclusões

No presente capítulo estruturado em três tópicos distintos, apresenta-se as conclusões, as limitações e as recomendações resultantes da análise e discussão dos resultados da pesquisa. Inicialmente relatam-se as conclusões relacionando-se os objetivos e os resultados alcançados. No segundo item deste capítulo apresentam-se as limitações da pesquisa realizada e no terceiro apresenta-se as recomendações para pesquisas futuras.

7.1 Conclusões

A partir da compreensão dos fundamentos e dos aspectos relacionados com o tema desenvolvimento de competências e o uso de metodologias ativas na educação em engenharia, foi elaborado um instrumento de pesquisa apoiado no PROGRAMA CDIO SYLLABUS desenvolvido por Crawley (2002) e apresentado e discutido em Berggren et. al. (2003), Costa e Martins (2011), Crawley et. al. (2011) e Woollacott (2007), que apresenta quatro blocos de competências e seus desdobramentos, sendo o primeiro: Conhecimento e Raciocínio Técnico, o segundo: Competências Pessoais e Profissionais e Atributos, o terceiro: Habilidades Interpessoais – trabalho em equipe e comunicação e o quarto: Sistemas Concepção-projeto-implementação e Operação em Empresa e Contexto Social. A pesquisa foi realizada com a aplicação desse instrumento aos estudantes de engenharia que compreendem o universo desta pesquisa, permitindo identificar as competências adquiridas durante o processo de formação, com o uso de metodologias ativas de aprendizagem.

O referido tema foi traduzido na seguinte pergunta de pesquisa:

"A partir de uma visão sistêmica para a formação de engenheiros, que contribuições podem ser identificadas no desenvolvimento de competências com o uso de metodologias ativas? "

A referida pergunta de pesquisa tem sua resposta no capítulo 6 desta tese onde são apresentados e discutidos os resultados quantitativos e qualitativos da pesquisa. No presente capítulo 7, retoma-se os objetivos apresentados inicialmente para proceder uma verificação dos resultados alcançados.

Uma extensa revisão teórica foi realizada para fundamentar o estudo, uma vez que temas como desenvolvimento de competências, uso de metodologias ativas de aprendizagem

e a formação de engenheiros requerem amplo estudo e construção do conhecimento nas áreas de ciências humanas e tecnologia/engenharia.

Procedeu-se também a cuidadoso levantamento sobre as metodologias ativas utilizadas por autores e pesquisadores de reconhecida experiência na área, buscando promover melhorias na educação em engenharia e o desenvolvimento de competências com o uso dessas metodologias.

Partindo desse levantamento, foram estabelecidos os procedimentos de pesquisa, elaborados os instrumentos, levantadas a hipótese e pergunta da pesquisa e definido o universo de estudantes que seriam pesquisados para atingir os objetivos delineados.

Definiu-se também o uso do método estatístico de Cronbach para avaliar a confiabilidade do instrumento proposto, obtendo-se resultado satisfatório e possibilitando a continuidade da pesquisa com os estudantes.

Para subsidiar o processo de análise dos dados, escolheu-se o cenário positivo da educação superior brasileira, gerando oportunidades que poderão ser mais bem exploradas com a continuidade de aplicação do instrumento gerado e da metodologia ativa empregada nesta pesquisa.

A aplicação da pesquisa foi feita no cenário de uma Universidade particular do estado de São Paulo, tendo em vista que essa Instituição está trabalhando a concepção do desenvolvimento de competências nos Projetos Pedagógicos dos cursos de engenharia que mantém.

A metodologia ativa usada no desenvolvimento da pesquisa foi baseada no modelo intervencionista proposto por Moraes e Mont'Alvão (2010) que visa intervir no processo habitual das atividades industriais, com vistas a caracterizar os problemas reativos a higiene e segurança do trabalho e propor soluções para esses problemas. Baseou-se também no trabalho de Prince (2004), que utiliza métodos ativos de aprendizagem com base nos modelos de aprendizagem colaborativa e cooperativa. Alguns ajustes foram realizados com a finalidade de se apresentar um modelo consistente e com aplicabilidade tanto na disciplina quanto nas organizações que serviram de cenário para que o projeto se desenvolvesse.

A primeira parte do questionário usado na pesquisa tratou de caracterizar o grupo pesquisado e a segunda parte teve o objetivo de levantar junto aos estudantes que faziam parte do grupo, as competências mais importantes para a atuação de um profissional de engenharia. Nessa parte da pesquisa, apontamos as dez competências elencadas pelos pesquisados como mais importantes:

1. Raciocínio e solução de problemas em engenharia;
2. Conhecimento e raciocínio técnico;
3. Ética profissional, integridade, responsabilidade e prestação de contas;
4. Ponderação, julgamento e equilíbrio na resolução de problemas;
5. Autoconsciência do próprio conhecimento, habilidades e atitudes;
6. Comportamento profissional;
7. Atualização com o mundo da engenharia;
8. Trabalho em equipe;
9. Gerenciamento de projetos;
10. Iniciativa e disposição para assumir riscos.

A terceira etapa da pesquisa buscou levantar as competências que se desenvolveram na ótica dos estudantes, durante o processo de aplicação da metodologia ativa. Como o instrumento foi estruturado em quatro blocos de competências correspondendo às quatro dimensões do Programa CDIO SYLLABUS, usando como base as referências de Crawley (2002), resume-se aqui as competências que figuraram com maior pontuação e, na visão dos pesquisados, foram melhor desenvolvidas, dentro de cada bloco:

Bloco: Conhecimento e Raciocínio Técnico

1. Aplicação de conhecimentos fundamentais da engenharia.
2. Utilização de conhecimento das ciências básicas.

Bloco: Competências pessoais, profissionais e atributos

1. Curiosidade e necessidade de aprendizagem ao longo da vida.
2. Necessidade de manter-se atualizado no mundo da engenharia.

Bloco: Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação

1. Participação no crescimento e evolução da equipe.
2. Interferência na capacidade de comunicação escrita.

Bloco: Conceber, projetar e implementar sistemas operacionais na empresa e no contexto social

1. Desenvolvimento de funções e responsabilidades do profissional de engenharia.
2. Identificação de objetivos e requisitos para execução dos trabalhos.

A avaliação dos estudantes pesquisados mostrou a validade da utilização da metodologia ativa de aprendizagem, sobretudo na disciplina Higiene e Segurança do Trabalho, para o desenvolvimento de competências.

Ressalta-se aqui a originalidade da pesquisa, visto que não há na literatura nenhum modelo semelhante de instrumento para levantamento de competências como o que foi construído e proposto nesta tese, envolvendo a metodologia ativa utilizada e o cenário escolhido para a realização da pesquisa.

7.2 Verificação dos Objetivos

Conforme disposto na Introdução, o objetivo geral desta pesquisa é:

"Identificar as possíveis contribuições do uso de metodologias ativas para o desenvolvimento de competências na formação do engenheiro, na perspectiva de uma visão sistêmica. "

A pesquisa realizada com o instrumento construído tendo como base referências e autores de relevante conhecimento técnico e científico na área de educação em engenharia, forneceria subsídios para verificar o desenvolvimento de competências dos estudantes de engenharia mediante a utilização de metodologias ativas de aprendizagem. Quanto a esse objetivo, cabe destacar que o instrumento para levantamento dos dados explorou um amplo espectro de competências pessoais e profissionais e o acompanhamento realizado com os estudantes durante o desenvolvimento da pesquisa, permitiram verificar o proposto e alcançar tal objetivo. O relato do processo utilizado traz também contribuições para identificar fatores relevantes e as conclusões aqui apresentadas.

Em relação aos objetivos específicos, destacam-se os seguintes aspectos:

Identificar na literatura, pontos que possam servir de conexão entre as teorias pesquisadas.

A extensa pesquisa bibliográfica realizada possibilitou elaborar o instrumento de pesquisa e identificar pontos importantes para as discussões e conclusões aqui apresentados, representando uma contribuição para a educação em engenharia. Nesse objetivo, referente ao quadro teórico que aborda o cenário da educação em engenharia e o desenvolvimento de competências durante o processo de formação de engenheiros através do uso de metodologias ativas de aprendizagem, que ofereçam potencial contribuição para o processo de formação de engenheiros, resgatam-se a importância da proposta de Crawley e seus

colaboradores (na pesquisa sobre o desenvolvimento de competências de engenharia e a criação do programa CDIO SYLLABUS), as teorias de Kolb (em que o ciclo vivencial privilegia a reflexão em ação), Prince e Anastasiou (com as estudos e propostas de metodologias ativas de aprendizagem) e Bloom-Krathwol (através da dimensão metacognitiva de sua taxonomia).

Construir um instrumento para verificar o desenvolvimento de competências, para que, de forma coerente, possa favorecer a pesquisa sobre a aquisição de competências através da metodologia proposta para o processo de aprendizagem.

A pesquisa possibilitou identificar as competências que, na percepção dos estudantes, foram melhor desenvolvidas durante o processo de formação mediante o uso de metodologias ativas de aprendizagem. O instrumento construído constitui, na opinião dessa autora, uma contribuição para a educação em engenharia.

Verificar a percepção do estudante com relação ao desenvolvimento de competências por meio do uso de metodologias ativas.

A realização da pesquisa permitiu levantar dados quantitativos e qualitativos sobre o desenvolvimento de competências e identificar as que mais se destacaram entre o grupo pesquisado, de modo que os resultados percebidos pelos estudantes ao longo do trabalho relacionado ao tema "uso de metodologias ativas e desenvolvimento de competências" sejam significativos e úteis.

7.3 Limitações da Pesquisa

Considerando-se que o instrumento usado para a realização da pesquisa foi construído a partir da teoria e com base em modelos existentes na literatura, observa-se essa construção como uma limitação da pesquisa, visto que por mais abrangente que tenha sido a revisão da literatura, sempre haverá autores que não serão identificados.

Outra limitação da pesquisa é o fato da pesquisadora estar envolvida com a instituição na qual foi desenvolvida a pesquisa, fazendo parte de seu quadro docente e mais diretamente, envolvida com a disciplina objeto dos estudos realizados nesta tese.

Ressalta-se ainda que se o instrumento construído tivesse sido aplicado em outra Instituição, e o trabalho com a metodologia ativa feito com outras turmas de estudantes, talvez os resultados pudessem ser diferentes, influenciando no produto final desta tese.

7.4 Recomendações e trabalhos futuros

Há na literatura diferentes experiências de aplicação de métodos ativos de aprendizagem e o desenvolvimento de competências para formação de engenheiros em seus cursos de graduação. Pôde-se abordar neste trabalho as experiências dos autores na implementação dessas metodologias, apoiando a pesquisa realizada para elaboração desta tese.

Os cursos de engenharia podem e devem ser formatados em seus conteúdos e metodologias de aprendizagem, com base no desenvolvimento de competências, não só através da aquisição de conhecimentos, habilidades e atitudes, mas também por meio de uma mudança de paradigmas educacionais e de um processo de avaliação e melhoria contínua.

Nesse sentido, trabalhos futuros poderão estabelecer os seguintes desafios:

- ✓ Validar e aplicar ferramentas de avaliação para alcançar resultados de aprendizagem, incorporando uma visão holística.
- ✓ Incorporar a metodologia usada neste trabalho aos cursos de engenharia, melhorando sua eficácia.
- ✓ Capacitar docentes para o uso de estratégias ativas de aprendizagem com o foco no desenvolvimento de competências, sobretudo as competências profissionais, pessoais e interpessoais.
- ✓ Aprofundar estudos de casos usando outros públicos e amostras maiores, coletando dados quantitativos para construção de modelos teóricos.

7.5 Considerações finais

Assim como mencionado nas justificativas para o desenvolvimento deste trabalho, as demandas por engenheiros com um novo perfil são reais e urgentes. Os países desenvolvidos, em desenvolvimento e, principalmente o Brasil, têm déficit de engenheiros tanto no aspecto quantitativo quanto qualitativo.

Esta pesquisa de natureza exploratória teve o objetivo de identificar, na forma de pesquisa de campo, as possíveis contribuições do uso de metodologias ativas para o desenvolvimento de competências na formação do engenheiro, na perspectiva de uma visão sistêmica. O uso de metodologias ativas de aprendizagem contribui para o desenvolvimento

de competências que podem melhorar o perfil do engenheiro formado e suprir parte do déficit qualitativo desses profissionais.

O doutorado que fomentou esta tese foi uma oportunidade para aplicar conhecimentos e experiências no desenvolvimento de um instrumento de pesquisa para o levantamento de competências durante o processo de formação de engenheiros e a aplicação de uma metodologia ativa de aprendizagem que coloca o estudante em contato direto com a realidade profissional e o desenvolvimento de projetos e solução de problemas de engenharia. Os resultados mostram o desenvolvimento de competências importantes nesse processo de formação e a percepção do estudante quanto à importância e a aquisição dessas competências. O conteúdo produzido e as experiências registradas nesta tese podem gerar um material para professores interessados em trabalhar com o desenvolvimento de competências mediante os objetivos estabelecidos em suas disciplinas e estimulam o uso de metodologias ativas de aprendizagem.

Referências

ABET. Accreditation Board for Engineering and Technology. **ABET EC-2000 (a-k)**, 1999. Disponivel em: <http://www.abet.org/>. Acesso em: 17 jan. 2014.

ANASTASIOU, L.; ALVES, L. P. **Processos de ensinagem na universidade:** pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. Joinville: Editora Joinville, 2007.

ANGELO, T. A.; CROSS, K. P. **Classroom assessment techniques:** a handbook for college teaching. 2 ed. San Francisco: Jossey-Bass, 1993.

ASTE. Association for Career and Technical Education. **Career clusters & pathways**, 2007. Disponivel em: <http://www.careertech.org/career-clusters/clusters-occupations.html>.Acesso em: 02 Dez. 2014.

BALTAR, V. T.; OKANO, V. Análise de concordância – Kappa. **Laboratório de Epidemiologia e Estatística**. Disponivel em: <http://www.lee.dante.br/pesquisa/kappa/>. Acesso em: 30 ago. 2013.

BAZZO, W. A. et al. Desafios da Educação em Engenharia: vocação, formação, exercício profissional, experiências metodológicas e proposições. **ABENGE/EdiFURB**, Blumenau, 2012. p. 66-69.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia dos estudantes. **Seminário: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011

BERRY, F. C.; DI PIAZZA, P. S.; SAUER, S. L. The future of electrical and computer engineering education. **IEEE Transations on Education**, v. 46, n. 4, p. 467-476, 2003 nov.

BLOOM, B. S. et al. **Taxonomy of educational objectives**. New York: David Mckay, 1956.

BLOOM, B. S. et al. Innocence in education. **The school review**, Chicago, v. 80, n. 3, p. 333-352, May, 1972.

BONWELL, C. C.; EISON, J. A. **Active Learning Creating Excitement in the Classroom,** ASHEERIC Higher Education Report, Nº 1, George Washington University, Washington, DC, 1991.

BORGES, M. N., ALMEIDA, N. N. Perspectivas para engenharia nacional desafios e oportunidades. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília.v. 32, n. 3, 2013 – ISSN 0101-5001.

BORREGO, M. et al. **Faculty use research based instructional strategies**. Proceedings of the 2011 AAEE Conference. Fremantle, Western Australia: [s.n.]. 2011.

BOURN, D.; NEAL, I. **The Global Engineer:** incorporating global skills within UK higher education of engineers. London: IOE, 2008.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação - Câmara de Educação Superior. **Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002**, Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em engenharia. Disponivel em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria Normativa Nº 8, de 15 de abril de 2011**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=7844&Itemid>. Acesso em: 6 jan. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria Normativa Nº 40, de 12 de dezembro de 2007**. Disponível em: <http://meclegis.mec.gov.br/documento/view/id/17>. Acesso em: 6 jan. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. **Censo da Educação Superior:** 2012. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/basica-censo-escolar-sinopse-sinopse>. Acesso em: 16 jan. 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego - Secretaria de Inspeção do Trabalho. **Portaria Nº 203 de 28 de janeiro de 2011:** Altera o Anexo 13-A (Benzeno) da Norma Regulamentadora Nº 15 (Atividades e Operações Insalubres). Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DDC2FF4012DE162225640D3/Portaria%20n%20%C2%BA%20203%20%28Altera%20NR-15_Benzeno%29.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2014.

BRASIL. Presidência da República. **Lei Nº 4.076, de 23 de junho de 1962:** regulamenta a profissão de Geólogo. Disponivel em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L4076.htm>. Acesso em: 1 nov. 2013.

BRASIL. Presidência da República. **Lei Nº 5.194 de 24 de dezembro de 1966:** regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências. Disponivel em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5194.htm>. Acesso em: 1 nov. 2013.

BRASIL. Presidência da República. **Lei Nº 10.861, de 14 de abril de 2004:** institui o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – SINAES e dá outras providências. Disponivel em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.861.htm>. Acesso em: 8 jan. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria INEP Nº 243 de 4 de agosto de 2011**, Publicada no Diário Oficial de 5 de agosto de 2011, seção 1, pág. 54. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_superior/enade/legislacao/2011/diretrizes/diretrizes_engenharia_grupo_IV_n_243.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2014.

BRAVO, R. T. C. **Estratégias de ensino-aprendizagem: o desenvolvimento de competências interpessoais na visão de docentes e discentes do 4º ano de um curso de graduação em Administração**. Programa de Pós-Graduação em Administração da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC PR), Curitiba, 2009.

CANTO, A. B.; MÜLLER, T. J.; AMARAL, E. M. H.; LIMA, J. V.; TAROUCO, L. M. R. Classificação de Objetos de Aprendizagem Segundo o Grau de Multimodalidade, RENOTE - **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, vol. 11, pp. 1-10, 2013.

CARDOSO, I. M. **Métodos ativos de aprendizagem: o uso do aprendizado baseado em problemas no ensino de logística e transportes**. Tese. Universidade Federal de Itajubá. Itajubá. 2011.

CARDOSO, J. R. A engenharia e os engenheiros. **Revista USP**, São Paulo, n. 76, p. 44-51, dez./fev. 2007-2008.

CARVALHO, A. I. et al. **Escolas de governo e gestão por competências:** mesa-redonda de pesquisa-ação. Brasília: ENAP, 2009.

CARVALHO, P. S.; MARQUES, P**. Formação de dirigentes da Administração Pública Federal Brasileira**: a visão da Escola Nacional de Administração Pública (ENAP). Brasil, 2009. Disponivel em: <http://www2.enap.gov.br/ibas/images/arquivos/enap_brasil_lideranca.pdf>. Acesso em: 22 set. 2011.

CASALE, A. **Aprendizagem baseada em problemas: desenvolvimento para o ensino de engenharia**. Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos. Tese. São Carlos, p. 162. 2013.

CASTELLS, M. A. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz e Terra, 2001.

CAZARINI, E. W.; CASALE, A.; CASTILHO, L. A. M. Aprendizagem baseada em problemas, moodle e dinâmicas de trabalho em equipe na engenharia. In: KURI, N. P.; SEGANTINE, P. C. L. **O ensino no campus USP/São Carlos:** inovações e inovadores. São Carlos: CETEPE, EESC-USP, 2010. p. 71-92.

CECY, C.; OLIVEIRA, G. A.; COSTA, E. M. M. B. **Metodologias ativas:** aplicações e vivências em educação farmacêutica. Brasília: Abenfarbio, 2010.

CHAUÍ, M. **Um convite à filosofia**. São Paulo: Ática, 2005.

CHENG, B. et al. Acceptance of competency-based workplace e-learning systems: effects of individual and peer learning support. **Computers and Education**, Oxford, UK, v. 57, p. 1317-1333, 2011.

COLENCI JR, A.; PALLADINO, A. A.; BORGES, E. S. A falta de Engenheiros, o Desenvolvimento Econômico e a Educação no Brasil. **Anais do XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, Blumenal, 2011. ISBN 978-85-7685-236-0.

COMPETING through competences. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA - CONFEA. **Resolução Nº 218 de 29 de junho de 1973**, Discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Disponivel em: <http://normativos.confea.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=266&idTipoEmenta=5&Numero=>. Acesso em: 1 nov. 2013.

COSTA, A. C.; MARTINS, A. M. A knowledge/skills/competence descriptor based graduate grading system for CDIO programs. Proceedings of the **7th International CDIO Conference**, Technical University of Denmark, Copenhagen, June 2011.

CRAWLEY, E. F. **Creating the CDIO SYLLABUS, a universal template for engineering education**. 32 nd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. Boston, Massachusetts: [s.n.]. nov. 2002.

CRAWLEY, E. F. et al. The CDIO Syllabus v2.0: an updated statement of goals for engineering education. In PROCEEDINGS OF THE 7TH INTERNATIONAL CDIO CONFERENCE, 2011, **Anais…** Technical University of Denmark, Copenhagen, **Anais…** Disponível em <http://www.cdio.org/files/project/file/cdio_syllabus_v2.pdf>. Acesso em 05 Jun. 2013.

CRAWLEY, E. F.; MALMQVIST, J.; ÖSTLUND, S.; BRODEUR, D. Rethinking Engineering Education - The CDIO Approach. New York, NY: Springer. 2010

CRAWLEY, E. F.; MALMQVIST, J.; ÖSTLUND, S.; BRODEUR, D. Rethinking Engineering Education. New York, NY; Springer Science +Business Media, LLC.2007

CRAWLEY, E. F. et al. **The context of engineering education**. Proceedings of the 4th International CDIO Conference, Hogeschool Gent, Gent, Belgium, June, 2008.

CROUCH, C. H. Peer instruction: an interactive approach for large classes. **Opetics and Photonics News**, v. 9, p. 37-41, 1998.

CROUCH, C. H.; MAZUR, E. Peer instruction: ten years of experience and results. **American Journal of Phisics**, v. 69, p. 970-977, 2001.

DE VOS, A.; DE HAUM, S.; VAN DER HEIJDEN, B. I. J. M. Competency development and career succerss: the mediating role of employability. **Journal of Vocational Behavior**, Elsevier. p. 438-447. 2011.

DODRIDGE, M. Convergence of Engineering Higher Education - Bologna and Beyond. **Proceedings of the Ibero American Summit on Engineering Education**, Taubaté, 2003.

DREIFUSS, R. A. **A época das perplexidades:** mundialização, globalização e planetarização - novos desafios. Rio de Janeiro: Vozes, 1996.

DRUCKER, P. **Sociedade pós-capitalista**. São Paulo: Pioneira, 1999.

DRUCKER, P. F. O que torna um líder eficaz. **Revista Harvard Review**, Brasil, jun.2004.

DU, X.; GRAAFF, E.; KOLMOS, A. **Research on PBL practice in engineering education**. Netherlands: Sense Publishers, 2009.

DUTRA, J. S. **Competências:** conceitos e instrumentos para a gestão de pessoas na empresa moderna. São Paulo: Atlas, 2004.

ESCREVÃO FILHO, E.; RIBEIRO, L. R. C. Aprendendo com PBL – Aprendizagem baseada em problemas: relatos de uma experiência em cursos de engenharia da EESC-USP. In: KURI, N. P.; SEGANTINE, P. C. L. **Minerva**. 1. ed. São Carlos: CETEPE, EESC-USP, v. 6, 2009. p. 23-30.

FALAND, B.; FRENAY, M. **Problem and project based learning in high education:** impact, issues, and challenges. Louvain-la-Neuve: Presses Universitaires de Louvain, 2006.

FALTA de engenheiros é gargalo ao desenvolvimento. **Federação Nacional do Engenheiros - FND**, 10 fev. 2010. Disponível em: <http://www.fne.org.br/fne/index.php/fne/institucional/palavra_do_presidente/falta_de_engenheiros_e_gargalo_ao_desenvolvimento>. Acesso em: 1 jul. 2011.

FEANI - Féderation Européenne d'Associations Nationales d'Ingénieurs. **The FEANI News. The European Engineers Publication**, 2005. Disponível em: <http://www.feani.org/site/index.php?id=47>. Acesso em: 17 jan. 2014.

FEANI - Féderation Européenne d'Associations Nationales d'Ingénieurs. **The FEANI News. The European Engineers Publication**, 2013. Disponível em: <http://www.feani.org/site/index.php?id=tx>. Acesso em: 17 jan. 2014.

FELDER, R. M. Cooperative learning in technical courses: procedures, pitfalls and payoffs. **ERIC Document Reproduction Service Report ED 377038**, 1994.

FELDER, R. M. Beating the numbers game: effective teaching in large classes. **ASEE Annual Conference**, Milwaukee, 1997.

FELDER, R. M.; BRENT, R. **The ABC's of engineering education:** abet, bloom's taxonomy, cooperative learning, and so on. American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition. [S.l.]: [s.n.] 2004.

FELDER, R. M.; BRENT, R. Active learning: an introduction. **ASQ Higher Education Brief**, v. 2, n. 4, 2009.

FERRAZ, A. P. M**.; Instrumento para facilitar o processo de planejamento e desenvolvimento de materiais instrucionais para a modalidade a distância**. Tese. Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, p. 234. 2008.

FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. **Taxonomia de Bloom**: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para defnição de objetivos instrucionais. Gest. Prod., São Carlos, n. , p.421-431, 2010. Disponível em: Acesso em: 04 abr. 2015.

FERREIRA, S. M. S. P.; TARGINO, M. G. **Métricas alternativas de avaliação do impacto e do uso de revistas eletrônicas:** estudo em ciências da comunicação. São Paulo: Senac/CENGAGE, 2010.

FISCHER, A. L.; TAKAHASHI, A. R. W. Processos de aprendizagem organizacional no desenvolvimento de competências em Instituições de Ensino Superior para a oferta de Cursos Superiores de Tecnologia [CSTS]. **RAC**, Curitiba, v. 14, n. 5, p. 818-835, 2010.

FLEURY, M. T. L.; FLEURY, A. Construindo o conceito de competência. **RAC,** Edição Especial, p. 183-196, 2001.

FREIRE JUNIOR, J. C. et al. **Desafios da Educação em Engenharia:** formação em engenharia, internacionalização, experiências metodológicas e proposições. Brasília: ABENGE, 2013. ISBN 978-85-64541-04-7.

FRIEDMAN, T. L. **O mundo é plano:** uma breve história do século XX. Rio de Janeiro: Objetiva, 2005.

FUGATE, M.; KINICKI, A. J. A dispositional approach to employability: development of a measure and test of its implications for employee reactions to organizational change. **Journal of Occupational and Organizational Psychology**, v. 81, p. 503-527, 2008.

FUGATE, M.; KINICKI, A. J.; ASHFORTH, B. E. Employability: a psycho-social construct, its dimentions, and applications. **Journal of Vocational Behavior**, Elsevier, 2004. 14-38.

GALETTI, A. M. (2006). **Desenvolvimento e avaliação psicométrica da escala de segmento de jogadores**: uma medida de avaliação para jogadores patológicos em tratamento. Tese. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo.

GARRISON, D. R. Critical thinking and self-directed learning in adult education: an analysis of responsibility and control issues. **Adult Education Quarterly**, Spring, v. 42, n. 3, p. 136-148, 1992.

GEREFFI, G. et al. Getting the numbers right: international engineering education in the United States, China and Índia. **Journal of Engineering Education** p. 13-25, 2008

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª Ed. São Paulo. Atlas,2002

GIORGETTI, M. F. Educação em engenharia**:** algumas idéias e a semente para um projeto possível. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 25, nº 2, pag 32-47, 2006.

HANYAK, M.; RAYMOND, T. AC 2009-1936: teaching material and energy balances to first-year students using cooperative team-based projects and labs. **American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition**, Austin, Texas, 14 a 17 de junho de 2009. 1-30.

HATTUN, J. et al. Insvestigação em educação em engenharia: um campo emergente em Portugal. **Revista de Ensino de Engenharia,** v. 32, n. 2, p. 57-68, 2013.

IBC. Coaching Assessment: ferramenta de avaliação comportamental. **Coaching Assessment & Grupo Solides**, 2010.

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. INEP. **Número de cursos de graduação presenciais por organização acadêmica e categoria administrativa das IES de 2008 a 2012 (Tabelas 3.2)**. Disponivel em: <Número de concluintes em cursos de graduação presenciais - Brasil 2004 (tabela 6.2)>. Acesso em: 12 jan. 2014.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Número de concluintes em cursos de graduação presenciais de 2008 a 2012 (Tabelas 6.2)**. Disponivel em: <http://portal.inep.gov.br/superior-censosuperior-sinopse>. Acesso em: 12 jan. 2014.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Número de concluintes em cursos de graduação presenciais em 2004 (Tabela 6.2)**. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/superior-censosuperior-sinopse>. Acesso em: 12 jan. 2014.

INOVA ENGENHARIA. **Propostas para a modernização da educação em engenharia no Brasil**, Brasília, 2006, p. 65. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CC0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metodista.br%2Fprincipal%2Farquivos%2Fead%2Fdownload.php%3Ffile%3Dinova_engenharia.pdf&ei=T-HOUpz3PIGzsASXmYCIDA&usg=AFQjCNGD5vzpjkOiMVExveSIsoDn>. Acesso em: 8 jan. 2014.

INOVA ENGENHARIA. **Mercado de trabalho para o engenheiro e tecnólogo no Brasil**, 2008. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/bolttools_techoje/files/arquivos/Mercado_de%20Trabalho_Engenheiro_Abr13.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2014.

INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - IEDI. **Formação de engenheiros no Brasil:** desafio ao crescimento e à inovação, 2010. Disponivel em: <http://www.inovacao.unicamp.br/report/inte-formacao-engenheirosBrasil100726.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2014.

INSTRUCTION at FSU: a guide to teaching and learning practices. **Florida State University Office of Distance Learning**, 2010. 6th edition. Disponivel em: <http://distance.fsu.edu/instructors/instruction-fsu-guide-teaching-learning-practices>. Acesso em: 30 jan. 2014.

JEOU-SHYANA, H. et al. Competency analysis of top managers in the Taiwanese hotel industry. **International Journal of Hospitality Management**, USA, v. 30, n. 4, p. 1044-1054, 2011.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; SMITH, K. A. **Active learning:** cooperation in the college classroom. 2ª. ed. Edina: Interaction Book Co, 1998.

KELLEY, R. How to be a star engineer. **IEEE Spectrum**, v. 36, n. 10, Oct. 1999.

KING, A. From sage on the stage to guide on the side. **College Teaching**, v. 41, n. 1, p. 30-35, 1993.

KOFFMAN, F. **Metamanagement:** uma nova consciência nos negócios. São Paulo: Willis Harman House, 2002.

KOLB, D. A. **A gestão e o processo de aprendizagem**. In K. Starkey. Como as organizações aprendem: relatos dos sucessos das grandes empresas. São Paulo: Futura, 1997.

KRATHWOHL, D**. A Revision of Bloom's Taxonomy**: An Overview. THEORY INTO PRACTICE, Volume 41, Number 4, Autumn 2002 Copyright C) 2002 College of Education, The Ohio State University.

KUMAR, S.; HSIAO, J. Engineers learn “soft skills the hard way”: planting a seed of leadership in engineering classes. **Leadership Manage Engineering**, v. 7, n. 1, p. 18-23, 2007.

LASH, S. **Critique of information**. Londres: Sage Publications, 2000.

LAUDARES, J. B.; RIBEIRO, S. Trabalho e formação do engenheiro. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 81, n. 199, p. 491-500, set./dez. 2000.

LAZAROVA, M.; TAYLOR, S. Boudaryless careers, social capital and knowledge management: implications for organizational performance. **Journal of Organizational Behavior**, John Wiley & Sons, Ltd., v. 30, p. 119-139, 2009.

LE BOTERF, G. Competénce et navigation professionnelle. Paris: Éditions d’Organisation, 1999.

LE BOTERF, G**. Desenvolvendo a Competência dos Profissionais**. Porto Alegre: Bookman-Artmed, 2003.

LITCHFIELD, K.; JAVERNICK-WILL, A; MAUL, A. Techncal and professional skills of engineers involved and not involved in engineering service**. Journal of Engineering Education,** ASEE, V. 105, n. 1, p.70-92, 2016.

LOCHHEAD, J.; WHIMBLEY, A. Teaching analytical reasoning through thinking aloud pair problem solving. In: STICE, J. E. **Developing critical thinking and problem-solving abilities:** new directions for teaching and learning. 30. ed. San Francisco: Jossey-Bass, 1987.

LUCIA, A. D.; LEPSINGER, R. **The art and science of competency models:** pinpointing critical success factors in an organization. San Francisco. Jossey-Bass/Pfeiffer: [s.n.], 1999.

LUCKESI, C. C. **Filosofia da Educação**. São Paulo: Cortez, 1994.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação:** abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 2012.

LYMAN, F. T. The responsive classroom discussion: the inclusion of all students. In: ANDERSON, A. **Mainstreaming Digest**. Colege Park: University of Maryland Press, 1981. p. 109-113.

MALVEZZI, S. Psicologia organizacional da administração científica à globalização: uma história de desafios. **Interfaces da Psicologia**, Évora: Universidade de Évora, 1999.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Metodologia Científica. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2004. 306 p.

MARRELLI, A. F. **An introduction to competency analysis and modeling**. [S.l.]: Performance Improvement, p.10, 1998.

MARTIN, R. et al. Engineering graduates' perceptions of how they were prepared for work in industry. **European Journal of Engineering Education**, v. 30, n. 2, p. 167-180, 2005. ISSN 0304-3797 print/ISSN 1469-5898 online.

MASETTO, M. T. **Ensino de engenharia:** técnicas para otimização das aulas. São Paulo: Editora Avercamp, 2007.

MAZUR, E. **Peer instruction:** a user's manual. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1997.

MAZZIONI, S. As estratégias utilizadas no processo de ensino-aprendizagem: concepções de alunos e professores de Ciências Contábeis. **Congresso USP de Controladoria e Contabilidade**, São Paulo: FEA-USP, 2009.

MAZZIONI, S. As estratégias utilizadas no processo de ensino aprendizagem: concepções de alunos e professores de ciências contábeis. **Revista Eletrônica de Administração e Turismo – ReAt**, v. 2, n. 1, jan./jun. 2013.

MEDINA, N. O. **Avaliação do pensamento crítico em um cenário de escrita colaborativa**.Tese. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis., p. 100. 2004.

MEJTOFT, S.; BERGLUND, S. Project management - an environment for increased personal and interpersonal skills. In PROCEEDINGS OF THE 11TH INTERNATIONAL CDIO CONFERENCE, 2015, **Anais…** Chengdu University of Information Technology, Chengdu, Sichuan, P.R. China, June 8-11, 2015.

MIGUEL, P. A. C. et al. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

MILLS, J. et al. **Competing through competences**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

MOHAN, A. et al. Professional skills in the engineering curriculum. **IEEE Transactions on Education**, Online publication, v. 53, n. 4, p. 562-571, nov. 2010.

MORAES, A.; MONT'ALVÃO, C. **Ergonomia:** conceitos e aplicações. 4ª ed. rev. atual e ampl. Teresópolis, RJ: 2AB, 2010.

MORICONI, G.; NASCIMENTO, P.; MACIENTE, A. Fatores associados ao desempenho dos concluintes de cursos de engenharia no ENADE 2011. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA**, 2012. Disponivel em: <http://www.brasilmaior.mdic.gov.br/images/data/201304/42925bc17fedbc58602708f740965b6c.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2014.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2007.

NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING - NAE. The Engineering of 2020: visions of engineering in the new century. **The National Academies Press**, Washington, 2004. ISBN 03-090916-2-4.

NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING - NAE. Educating the engineer of 2020: adapting engineering education in the new century. **The National Academies Press**, Washington, 2005. ISBN 03-090964-9-9.

NATIONAL SOCIETY OF PROFESSIONAL ENGINEERS. 1420 King Street, Alexandria, VA 22314 | 703 684 2800, 2011. Disponivel em: <https://netforum.nspe.org/eweb/DynamicPage.aspx?site=reports&&Webcode=state_societies>. Acesso em: 16 jan. 2014.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa**. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. The Wise leader: how CEOs can learn practical wisdom to help them do what's right for their companies - and society (The big idea). **Harvard Business Review**, Boston, v. 89, n. 5, p. 58-67, May 2011.

NOVAK, G. M. et al. **Just-in-time-teaching:** blending active learning wit web technology. [S.l.]: Prentice Hall, 1999.

OCDE Publishing. **Education at a glance 2011:** OECD indicators, 2011. Disponivel em: <http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/48631582.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2014.

OLIVEIRA, V. F.; FERNANDES, P. H. P. **ENADE 2014:** um estudo sobre as alterações previstas para a engenharia. **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Juiz de Fora, 2014. Disponível em: http://www.ufjf.br/observatorioengenharia/files/2012/01/enade_cobenge2014.pdf. Acesso em: 15 Dez. 2015.

OLIVEIRA, V. F. et al. Um estudo sobre a expansão da formação em engenharia no Brasil. **Revista de Ensino de Engenharia da ABENGE - Edição Especial comemorativa dos 40 anos da entidade**, ISBN - 0101-5001. Disponivel em:

<http://www.ufjf.br/observatorioengenharia/files/2012/01/ExpEng-RevAbenge.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2013.

OLIVEIRA, V. F. et al. **A expansão do número de cursos e de modalidades de engenharia**. XLIII **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Anais Eletrônicos. São Bernardo do Campo, 2015.

OLIVEIRA, V. F.; MARTINS, I. M.; QUEIROS, P. L. **Trajetória e estado da arte da formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia volume I:** Engenharias. Brasília: INEP/MEC, v. 1, 2010.

PALETTA, F. C. et al. **Energias Renováveis:** Série Energias e Sustentabilidade. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2012. ISBN 978-85-212-0608-8.

PASCUAL, R. Enhancing project-oriented learning by joining communities of practice and opening spaces for relatedness. **European Journal of Engineering Education**, v. 35, n. 1, p. 3-16, 2010.

PELLEGRINO, J. W. Technology in support of critical thinking. **Teaching of Psychology**, v. 22, n. 1, p. 12-12, 1995.

PRAHALAD, C. K.; HAMEL, G. The core competence of the corporation. **Harvard Business Review**, v. 68, n. 3, p. 79-91, 1990.

PRINCE, M. Does active learnin work? A review of the research. **Journal of Engineerig Education**, July 2004.

REMAUD, B. European perspectives on the competences of engineering graduates. **Engineering education**, n. 12, p. 11-17, 2013. Disponível em: < http://www.cti-commission.fr/IMG/pdf/european_perspectives_on_the_competences_of_engineering_graduates-2.pdf> . Acesso em: 10 jun. 2016.

RELATORIO Engenharia Data 2015. Formação e Mercado de Trabalho em Engenharia no Brasil. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo. Disponível em: http://engenhariadata.com.br/wp-content/uploads/2015/06/Relatorio-Engenharia_Data_2015.pdf Acesso em: 15 Dez 2015.

RIBEIRO, L. R. Aprendizagem baseada em problemas na educação em Engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 27, n. 2, p. 23-32, 2008. ISSN 0101-5001.

SALERMO, M. S. et al. Observatório da Inovação e Competitividade. **Tendências e perspecticas da engenharia no Brasil**, 2013. Disponivel em: <http://www.iea.usp.br/eventos/documentos/engenhariadata-2014-formacao-e-mercado-de-trabalho-em-engenharia-no-brasil-relatorio-2012>. Acesso em: 1 nov. 2013.

SEGALÁS, J.; FERRER-BALAS,D.; MULDER, K.F. Introducing sustainable development in engineering education: competence, pedagogy and curriculum. In **Proceedings of the European Society for Engineering Education (SEFI**) Annual

Conference, Rotterdam, Netherlands, 1-4 July 2009. Disponível em: <http://www.sefi.be/wp-content/abstracts2009/Segalas.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2015.

SILVA, A. N. R.; KURI, N. P.; CASALE, A. PBL and B-Learning for Civil Engineering Students in a transportation course. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 138, n. 4, p. 305-313, 2012.

SILVA, D. O. et al. Engenharia Data - Observatório da Inovação e Competitividade. **Tendências e perspectivas da engenharia no Brasil**, São Paulo, 6 de dezembro de 2011. Disponivel em: <http://www.iea.usp.br/eventos/documentos/engenhariadata-2014-formacao-e-mercado-de-trabalho-em-engenharia-no-brasil-relatorio-2012>. Acesso em: 12 jan. 2014.

SILVA, L. P.; CECÍCLIO, S. A mudança no modelo de ensino e formação na engenharia. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 45, p. 61-80, jun. 2007.

SILVEIRA, M. A. **A formação do engenheiro inovador:** uma visão internacional. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-Rio, 2005. ISBN 85-905658-2-3.

SIMKINS, S.; MAIER, M. **Just in time teaching:** across the disciplines, across the academy. [S.l.]: Stylus Publishing, 2010.

SPRINGER, L.; STANNE, M., DONOVAM, S**. Effects of small-group learning on undergraduates in science, mathematics engineering and technology**: A Meta-analysis. **Review of Educational Research**, Vol. 69, Nº 1, 1999, pp. 21-52.

SUDSAKORN, T.; SWIERCZEK, F. W. Management competencies: a comparative study between Thailand and Hong Kong. **Journal of Management Development**, v. 28, n. 7, p. 569-580, 2009.

TAPSCOTT, D.; CASTON, A. **Mudança de paradigma:** a nova promessa da tecnologia da informação. São Paulo: Makron Books, 1995.

UNESCO. **Educação: um tesouro a descobrir**. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. Brasília, p. 41. julho de 2010.

VIITALA, R. Perceived development needs of managers compared to an integrated management competence model. **Journal of Workplace Learning**, v. 17, n. 7, p. 436-451, 2005.

VILLAS-BOAS, V. **Aprendizagem ativa na educação em engenharia**. Universidade de Caxias do Sul Centro de Ciências Exatas e Tecnologia e PUC-Rio - CTC-Núcle de Educação em Ciências e Engenharia Prof. Marcos Azevedo da Silveira. Caxias do Sul. 26 de maio de 2011.

YONAMINE, R. K. **Formação complementar do aluno de engenharia: estudo exploratório para identificar fatores que impactam a eficácia da aprendizagem de**

competências para gestão de carreira. Tese. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 222. 2012.

WANKAT, P. ,**The effective eficiente professor:** teaching, scholarship and service. Allyn and Bacon: Boston, MA, 2002.

WOOLLACOTT, L. **The goals of engineering education**: a rationale for a universal document based on the CDIO SYLLABUS and the taxonomy or engineering competences. **Proceedings of the 3º Internacional CDIO Conference**, MIT, Cambridge, Massachussetts, June, 2007.

ZUFFO, J. A. **A sociedade e a economia no novo milênio:** a tecnologia e a infossociedade. São Paulo: Manole, 2003.

Anexo I: Taxonomia das Competências de Crawley – CDIO SYLLABUS

APPENDIX
THE CDIO SYLLABUS (CONDENSED)

1 TECHNICAL KNOWLEDGE AND REASONING
- 1.1 KNOWLEDGE OF UNDERLYING SCIENCES
- 1.2 CORE ENGINEERING FUNDAMENTAL KNOWLEDGE
- 1.3 ADVANCED ENGINEERING FUNDAMENTAL KNOWLEDGE

2 PERSONAL AND PROFESSIONAL SKILLS AND ATTRIBUTES
- 2.1 ENGINEERING REASONING AND PROBLEM SOLVING
  - 2.1.1 Problem Identification and Formulation
  - 2.1.2 Modeling
  - 2.1.3 Estimation and Qualitative Analysis
  - 2.1.4 Analysis With Uncertainty
  - 2.1.5 Solution and Recommendation
- 2.2 EXPERIMENTATION AND KNOWLEDGE DISCOVERY
  - 2.2.1 Hypothesis Formulation
  - 2.2.2 Survey of Print and Electronic Literature
  - 2.2.3 Experimental Inquiry
  - 2.2.4 Hypothesis Test, and Defense
- 2.3 SYSTEM THINKING
  - 2.3.1 Thinking Holistically
  - 2.3.2 Emergence and Interactions in Systems
  - 2.3.3 Prioritization and Focus
  - 2.3.4 Tradeoffs, Judgment and Balance in Resolution
- 2.4 PERSONAL SKILLS AND ATTITUDES
  - 2.4.1 Initiative and Willingness to Take Risks
  - 2.4.2 Perseverance and Flexibility
  - 2.4.3 Creative Thinking
  - 2.4.4 Critical Thinking
  - 2.4.5 Awareness of One's Personal Knowledge, Skills and Attitudes
  - 2.4.6 Curiosity and Lifelong Learning
  - 2.4.7 Time and Resource Management
- 2.5 PROFESSIONAL SKILLS AND ATTITUDES
  - 2.5.1 Professional Ethics, Integrity, Responsibility and Accountability
  - 2.5.2 Professional Behavior
  - 2.5.3 Proactively Planning for One's Career
  - 2.5.4 Staying Current on World of Engineer

3 INTERPERSONAL SKILLS: TEAMWORK AND COMMUNICATION
- 3.1 TEAMWORK
  - 3.1.1 Forming Effective Teams
  - 3.1.2 Team Operation
  - 3.1.3 Team Growth and Evolution
  - 3.1.4 Leadership
  - 3.1.5 Technical Teaming
- 3.2 COMMUNICATION
  - 3.2.1 Communication Strategy
  - 3.2.2 Communication Structure

3.2.3 Written Communication
3.2.4 Electronic/Multimedia Communication
3.2.5 Graphical Communication
3.2.6 Oral Presentation and Interpersonal Communication
3.3 COMMUNICATIONS IN FOREIGN LANGUAGES
3.3.1 English
3.3.2 Languages of Regional Industrial Nations
3.3.3 Other Languages
4 CONCEIVING, DESIGNING, IMPLEMENTING AND OPERATING SYSTEMS IN THE ENTERPRISE AND SOCIETAL CONTEXT
4.1 EXTERNAL AND SOCIETAL CONTEXT
4.1.1 Roles and Responsibility of Engineers
4.1.2 The Impact of Engineering on Society
4.1.3 Society's Regulation of Engineering
4.1.4 The Historical and Cultural Context
4.1.5 Contemporary Issues and Values
4.1.6 Developing a Global Perspective
4.2 ENTERPRISE AND BUSINESS CONTEXT
4.2.1 Appreciating Different Enterprise Cultures
4.2.2 Enterprise Strategy, Goals and Planning
4.2.3 Technical Entrepreneurship
4.2.4 Working Successfully in Organizations
4.3 CONCEIVING AND ENGINEERING SYSTEMS
4.3.1 Setting System Goals and Requirements
4.3.2 Defining Function, Concept and Architecture
4.3.3 Modeling of System and Ensuring Goals Can Be Met
4.3.4 Development Project Management
4.4 DESIGNING
4.4.1 The Design Process
4.4.2 The Design Process Phasing and Approaches
4.4.3 Utilization of Knowledge in Design
4.4.4 Disciplinary Design
4.4.5 Multidisciplinary Design
4.4.6 Multi-objective Design
4.5 IMPLEMENTING
4.5.1 Designing the Implementation Process
4.5.2 Hardware Manufacturing Process
4.5.3 Software Implementing Process
4.5.4 Hardware Software Integration
4.5.5 Test, Verification, Validation and Certification
4.5.6 Implementation Management
4.6 OPERATING
4.6.1 Designing and Optimizing Operations
4.6.2 Training and Operations
4.6.3 Supporting the System Lifecycle
4.6.4 System Improvement and Evolution
4.6.5 Disposal and Life-End Issues
4.6.6 Operations Management

Anexo II

FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS – Plataforma Brasil

Plataforma Brasil MINISTÉRIO DA SAÚDE - Conselho Nacional de Saúde - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP

FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

1. Projeto de Pesquisa:
APRENDIZAGEM ATIVA NA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA: PROPOSTA METODOLÓGICA PARA AQUISIÇÃO DE COMPETÊNCIAS COM BASE NA VISÃO SISTÊMICA

2. Número de Participantes da Pesquisa: 40

3. Área Temática:

4. Área do Conhecimento:
Grande Área 3. Engenharias

PESQUISADOR RESPONSÁVEL

5. Nome:
Carmen Silvia Gonçalves Lopes

6. CPF:
060.270.576-90

7. Endereço (Rua, n.º):
SARGENTO SILVIO DELMAR HOLLENBACH 343 NOVA RIBEIRANIA Casa RIBEIRAO PRETO SAO PAULO 14096580

8. Nacionalidade:
BRASILEIRO

9. Telefone:
(16) 3627-0112

10. Outro Telefone:

11. Email:
clopes@unaerp.br

12. Cargo:

Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinado por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo.

Data: 11 / 12 / 14

Assinatura

INSTITUIÇÃO PROPONENTE

13. Nome:
Universidade de Ribeirão Preto UNAERP

14. CNPJ:
55.983.870/0001-67

15. Unidade/Órgão:

16. Telefone:
(16) 3603-6779

17. Outro Telefone:

Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas Complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução.

Responsável: Vânia Mª de Souza Loehfeld CPF: 442.478.778-87

Cargo/Função: Coord. Pesquisa e Pós-graduação

Data: 11 / 12 / 2014

Assinatura

Profª Dra Vânia Mª de S. Loehfeld
Coordenação de Pesquisa e Pós-graduação

PATROCINADOR PRINCIPAL

Não se aplica.

Apêndice I: Questionário Proposto para Investigação

Coleta de Dados – Estudantes de Engenharia

* Required

Prezado Estudante de Engenharia,

O presente questionário on-line faz parte de uma tese de doutorado da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC USP), sobre

"Aprendizagem Ativa na Formação do Engenheiro: Proposta Metodológica para Aquisição de Competências Baseada na Visão Sistêmica".

Pretende-se recolher dados sobre a aquisição de conhecimentos, habilidades e competências em um grupo focal, através de uma disciplina dos cursos de Engenharia, permitindo estudar também o uso de metodologias ativas na formação do profissional de engenharia.

Você fez parte do grupo focal por estar cursando a disciplina Higiene e Segurança Industrial. Por isso, a sua colaboração é muito importante, e agradecemos desde já sua participação.

- Este questionário deve ser preenchido apenas uma vez.

- Ele é anônimo. O registro de suas respostas não permitirá sua identificação e serão analisadas como dados agregados.
- Para dúvidas ou informações adicionais sobre o estudo, remeta mensagem ao endereço eletrônico carmen.lopes11@gmail.com
- O tempo previsto para responder o total de questões é de 20 MINUTOS.

Carmen Silvia Gonçalves Lopes – Doutoranda da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC USP)

LINHA DE PESQUISA: Gestão do Conhecimento e Sistemas de Informação (Investiga os processos de geração, modelagem, transferência e mensuração do conhecimento; Estuda alternativas para incentivar a inovação tecnológica e de transferência de conhecimento para o setor produtivo e acadêmico).

Orientador: Prof. Dr. Edson Walmir Cazarini

Informações iniciais sobre esta pesquisa

https://docs.google.com/forms/d/15dqoK7VoYG3VKqGOs9lxU02ZIp4sWhDK1sBWLea0QkI/printform

Coleta de Dados – Estudantes de Engenharia

1. **Qual a sua idade em anos?** *

_____

2. **Gênero** *

Mark only one oval.

- ( ) Masculino
- ( ) Feminino

3. **Atua no mercado de trabalho?** *

Mark only one oval.

- ( ) Não
- ( ) Sim, há menos de 1 ano
- ( ) Sim, entre 2 e 5 anos
- ( ) Sim, há mais de 5 anos

4. **Se trabalha, qual a sua carga horária de trabalho?** *

Mark only one oval.

- ( ) Entre 5 e 10 horas semanais
- ( ) Entre 11 e 20 horas semanais
- ( ) Entre 21 e 30 horas semanais
- ( ) Mais de 30 horas semanais

5. **Você já possui alguma formação superior?** *

Mark only one oval.

- ( ) Sim *Skip to question 6.*
- ( ) Não *Skip to question 7.*

6. **Qual o nível da sua formação anterior?** *

Mark only one oval.

- ( ) Graduação
- ( ) Especialização
- ( ) Mestrado
- ( ) Doutorado

7. **Em que semestre do curso você está?** *

Mark only one oval.

- 1º
- 2º
- 3º
- 4º
- 5º
- 6º
- 7º
- 8º
- 9º
- 10º

8. **Em que ano iniciou este curso?** *

_____

Bloco de questões sobre Habilidades e Competências (1/2)

Nesta questão, responda utilizando a escala de 1 a 5, onde:

1 = nada importante;
2 = pouco importante;
3 = indiferente;
4 = importante; e
5 = muito importante.

9. **Gradue as habilidades e competências desejáveis e importantes para um profissional de engenharia.** *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
Conhecimento e raciocínio técnico					
Raciocínio e solução de problemas em engenharia					
Experimentação e descoberta de conhecimento					
Pensamento sistêmico					
Pensamento holístico					
Priorização e foco					
Ponderação, julgamento e equilíbrio na resolução de problemas					
Iniciativa e disposição para assumir riscos					
Perseverança e flexibilidade					
Pensamento criativo					
Pensamento crítico					
Autoconsciência do próprio conhecimento, habilidades e atitudes					

Bloco de questões sobre Habilidades e competências (2/2)

Nesta questão, responda utilizando a escala de 1 a 5, onde:

1 = nada importante;
2 = pouco importante;
3 = indiferente;
4 = importante; e
5 = muito importante.

10. *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
Curiosidade e aprendizagem ao longo da vida					
Gestão do tempo e de recursos					
Ética profissional, integridade, responsabilidade e prestação de contas					
Comportamento profissional					
Planejamento proativo da carreira					
Atualização com o mundo da engenharia					
Trabalho em equipe					
Liderança					
Comunicação oral e escrita					
Conhecimento e comunicação em línguas estrangeiras					
Caráter empreendedor					
Gerenciamento de projetos					

Bloco de questões sobre o desenvolvimento de competências (1/3)

Considerando a vivência na disciplina Higiene e Segurança Industrial, responda ao seguinte bloco de perguntas utilizando a escala de 1 a 5, onde:

1 = discordo totalmente;
2 = discordo parcialmente;
3 = não concordo nem discordo;
4 = concordo parcialmente; e
5 = concordo totalmente.

11. **1 - SOBRE CONHECIMENTO E RACIOCÍNIO TÉCNICO NA EXECUÇÃO DO TRABALHO PROPOSTO.** *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
Utilizei conhecimento das ciências básicas.					
Apliquei conhecimentos fundamentais da engenharia.					
Apliquei conhecimentos da engenharia avançada.					

12. **2 - SOBRE COMPETÊNCIAS PESSOAIS, PROFISSIONAIS E ATRIBUTOS** *

2.1 SOBRE O RACIOCÍNIO E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE ENGENHARIA NA EXECUÇÃO DO TRABALHO PROPOSTO.

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
Identifiquei e formulei problemas.	◯	◯	◯	◯	◯
Atuei na solução de problemas e fiz recomendações.	◯	◯	◯	◯	◯

13. *

2.2 - SOBRE A EXPERIMENTAÇÃO E DESCOBERTA DO CONHECIMENTO NA EXECUÇÃO DO TRABALHO PROPOSTO.

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
Formulei hipóteses.	◯	◯	◯	◯	◯
Fiz levantamento de literatura impressa e eletrônica.	◯	◯	◯	◯	◯
Desenvolvi pesquisa experimental.	◯	◯	◯	◯	◯

14. *

2.3 - SOBRE O PENSAMENTO SISTÊMICO NA EXECUÇÃO DO TRABALHO PROPOSTO.

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
Visualizei o sistema e os processos de forma holística.	◯	◯	◯	◯	◯
Consegui reconhecer processos que emergiram durante o trabalho e interagi com rapidez nas soluções dos problemas encontrados	◯	◯	◯	◯	◯
Soube priorizar e focar.	◯	◯	◯	◯	◯
Tive ponderação, julgamento e equilíbrio na resolução dos problemas.	◯	◯	◯	◯	◯

15. *

2.4 - SOBRE AS HABILIDADES PESSOAIS E ATITUDES NA EXECUÇÃO DO TRABALHO PROPOSTO.
Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
Tive iniciativa e disposição para assumir riscos.					
Fui perseverante e flexível.					
Desenvolvi pensamento criativo.					
Desenvolvi pensamento crítico.					
Adquiri autoconsciência do próprio conhecimento, habilidades e atitudes.					
O processo em que estive envolvido favoreceu o desenvolvimento da minha curiosidade e a necessidade de aprendizagem ao longo da vida.					
Tornei-me capaz de gerir o tempo e os recursos para a solução dos problemas.					

16. *

2.5 - SOBRE AS HABILIDADES E ATITUDES PROFISSIONAIS NA EXECUÇÃO DO TRABALHO PROPOSTO.
Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
Agi com ética, integridade, responsabilidade e realizei a prestação de contas.					
Agi com profissionalismo.					
Compreendi a necessidade de planejar pro ativamente a carreira.					
Compreendi a necessidade de me manter atualizado no mundo da engenharia.					

Bloco de questões sobre o desenvolvimento de competências (2/3)

Considerando a vivência na disciplina Higiene e Segurança Industrial, responda ao seguinte bloco de perguntas utilizando a escala de 1 a 5, onde:

1 = discordo totalmente;
2 = discordo parcialmente;
3 = não concordo nem discordo;
4 = concordo parcialmente; e
5 = concordo totalmente.

17. **3 - SOBRE HABILIDADES INTERPESSOAIS: TRABALHO EM EQUIPE E COMUNICAÇÃO NA EXECUÇÃO DO TRABALHO PROPOSTO.** *

3.1 - SOBRE O TRABALHO EM EQUIPE NA EXECUÇÃO DO PROJETO PROPOSTO.
Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
Formei equipes eficazes.					
Participei nas operações da equipe.					
Participei no crescimento e evolução da equipe.					
O trabalho realizado em equipe propiciou o desenvolvimento de liderança.					
Realizei trabalho técnico dentro da equipe.					

18. *

3.2 - SOBRE A COMUNICAÇÃO NA EXECUÇÃO DO TRABALHO PROPOSTO.
Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
Desenvolvi uma estratégia de comunicação para o trabalho.					
A estrutura de comunicação foi eficiente.					
O trabalho realizado interferiu positivamente na minha capacidade de comunicação escrita.					
O trabalho realizado interferiu positivamente na minha capacidade de comunicação eletrônica/multimídia.					
O trabalho realizado interferiu positivamente na minha capacidade de comunicação gráfica.					
O trabalho realizado interferiu positivamente na sua capacidade de comunicação oral e interpessoal.					

19. *

3.3 - SOBRE A COMUNICAÇÃO EM LÍNGUAS ESTRANGEIRAS NA EXECUÇÃO DO TRABALHO PROPOSTO.
Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
A comunicação em língua inglesa foi necessária para atuar nesse projeto.					
A comunicação em outras línguas foi necessária para atuar nesse projeto.					

Bloco de questões sobre o desenvolvimento de competências (3/3)

Considerando a vivência na disciplina Higiene e Segurança Industrial, responda ao seguinte bloco de perguntas utilizando a escala de 1 a 5, onde:

1 = discordo totalmente;
2 = discordo parcialmente;
3 = não concordo nem discordo;
4 = concordo parcialmente; e
5 = concordo totalmente.

20. **4 - SOBRE SISTEMAS CONCEPÇÃO-PROJETO-IMPLEMENTAÇÃO E OPERAÇÃO EM EMPRESA E CONTEXTO SOCIAL NA EXECUÇÃO DO TRABALHO PROPOSTO.** *

4.1 - SOBRE O CONTEXTO EXTERNO E SOCIAL NA EXECUÇÃO DO TRABALHO PROPOSTO.

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
O trabalho realizado estimulou o desenvolvimento de funções e responsabilidades do profissional de engenharia.					
O trabalho realizado gerou impacto da engenharia sobre a sociedade.					
O trabalho realizado interferiu no contexto histórico e cultural do local onde foi implantado.					
O trabalho realizado abrangeu questões e valores contemporâneos.					
O projeto executado se desenvolveu em uma perspectiva global.					

21. *

4.2 - SOBRE AS EMPRESAS E O CONTEXTO DE NEGÓCIOS NA EXECUÇÃO DO TRABALHO PROPOSTO.

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
O trabalho possibilitou a apreciação de diferentes culturas empresariais.					
O trabalho exigiu o uso de estratégias empresariais, metas e planejamento.					
O trabalho exigiu uma postura empreendedora tecnicamente.					
O trabalho realizado foi bem sucedido.					

22. *

4.3 - SOBRE A CONCEPÇÃO E SISTEMAS DE ENGENHARIA NA EXECUÇÃO DO TRABALHO PROPOSTO.

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
Foi possível identificar os objetivos e requisitos para a execução dos trabalhos.					
O Modelo utilizado garantiu o alcance dos objetivos.					
O modelo utilizado favoreceu o aprendizado sobre gerenciamento do desenvolvimento do Projeto.					

23. *

4.4 - SOBRE O PROJETO

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
O modelo utilizado abordou o processo de projeto.					
Foi necessária a utilização de conhecimento em Projeto.					
Houve disciplina no desenvolvimento do Projeto.					
Tratou-se de um projeto multidisciplinar.					
Tratou-se de um projeto multi-objetivos.					

24. *

4.5 - SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO NA EXECUÇÃO DO TRABALHO PROPOSTO.

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
O projeto de implementação foi realizado satisfatoriamente.					
Houve gestão do grupo na implementação do projeto.					

25. *

4.6 - SOBRE A OPERAÇÃO DO PROJETO NA EXECUÇÃO DO TRABALHO PROPOSTO.

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
O projeto executado permitiu a otimização das operações.					
Foram utilizadas etapas de treinamento.					
O projeto contribuiu para a melhoria e evolução do sistema.					
Todas as operações envolvidas contaram com a gestão do grupo.					

Bloco de questões sobre a metodologia empregada na disciplina

---

Para as perguntas abaixo, utilize a escala de 1 a 5, onde:

1 = discordo totalmente;
2 = discordo parcialmente;
3 = não concordo nem discordo;
4 = concordo parcialmente; e
5 = concordo totalmente.

26. **Considerando a metodologia utilizada na disciplina Higiene e Segurança Industrial, responda ao seguinte bloco de perguntas:** *
Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
Adquiri conhecimento sobre a metodologia empregada no desenvolvimento do projeto	◯	◯	◯	◯	◯
Houve gestão satisfatória da implementação do projeto	◯	◯	◯	◯	◯
As etapas previstas na metodologia para o desenvolvimento do projeto foram cumpridas	◯	◯	◯	◯	◯

27. **Comente as características de sua aprendizagem, as facilidades, as dificuldades e como você aprendeu com a metodologia desenvolvida na disciplina.**

_____

_____

_____

_____

_____

Agradecimentos

Muito obrigado pela participação nessa pesquisa.

Powered by
Google Forms

Apêndice II: Roteiro para entrevista com os estudantes participantes da pesquisa

1. Você considera que houve melhorias na forma de aprender, comparando esta com outras disciplinas cursadas até aqui?

2. Qual a sua avaliação quanto ao desenvolvimento profissional dos estudantes após o término da disciplina.

3. Que competências você considera mais importantes para a sua carreira como Engenheiro?

4. Quais foram as competências mais desenvolvidas durante sua participação no projeto?