

Organizadoras:
Adriana Maria Tonini
Tânia Regina Dias Silva Pereira

DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA:

Inovação e
Sustentabilidade,
Aprendizagem Ativa
e Mulheres na
Engenharia

Autores Coordenadores:

Roseli de Deus Lopes
Flávio Kieckow
Denizard Batista de Freitas
Alessandro Fernandes Moreira
Miguel Angel Chincaro Bernuy
Raquel Quirino

Este livro foi organizado a partir das Sessões Dirigidas realizadas no XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE 2018 – Salvador - BA, 03 a 06 de setembro de 2018

O COBENGE é um evento anual promovido pela Associação Brasileira de Educação em Engenharia – ABENGE.

A ABENGE, fundada em 12 de setembro de 1973, é uma sociedade civil de âmbito nacional, sem fins lucrativos, de caráter educacional e cultural, que objetiva o aprimoramento, a integração e a adequação à realidade nacional e internacional da educação em Engenharia e o contínuo aperfeiçoamento das instituições filiadas.

- Vanderli Fava de Oliveira - Presidente
Luiz Paulo Mendonça Brandão - Vice-presidente
Vagner Cavenaghi - Diretora Administrativa e Financeira
Octávio Mattasoglio Neto - Diretor de Comunicação
Valquíria Villas Boas - Diretora Acadêmica

Comissão Organizadora do COBENGE 2018

Tatiana Bittencourt Dumê
Tatiana Gesteira de Almeida Ferraz
Alex Pires Carneiro
Ana Gabriela Saraiva de Aquino Lima
Carla Simões
Cristiane Corrêa Paim
Daniele dos Santos Lima
Júlia Barbosa Neves
Lílian Lefol Nani Guarieiro
Tânia Regina Dias Silva Pereira
Telma Dias Silva dos Anjos

Conselho Editorial da ABENGE (2015-2018)

Adriano Péres – FURB
Armando José Pinheiro Marques Pires – ITS/Portugal
Benedito Guimarães Aguiar Neto – UPM
Carlos Almir Holanda – UFC
Cristina Gomes de Souza – CEFET-RJ
Erickson Rocha e Almendra – UFRJ
Fabio do Prado – FEI
Gustavo Alves – IPPISEP/Portugal
Humberto Abdalla Júnior – UnB

João Bosco Laudares – PUC-MG / CEFET-MG
João Sergio Cordeiro – UFSCar
José Alberto dos Reis Parise – PUC-Rio
Laurete Zanol Sauer – UCS
Liane Ludwig Loder – UFRGS
Luiz Carlos Scavarda do Carmo – PUC-Rio
Lueny Morell – HP/EUA
Maria José Gazzi Salum – UFMG
Mário Neto Borges – UFSJ
Mauro Conti Pereira – UCDB
Michelle da Rosa Andrade – FURG
Milton Vieira Junior – UNINOVE
Nival Nunes de Almeida – UERJ
Octavio Mattasoglio Neto – CEUNIMT
Osvaldo Shigeru Nakao – USP
Ricardo Kalid – UFBA
Tânia Regina Dias Silva Pereira – UNEB
Vanderlí Fava de Oliveira – UFJF
Vicente Albéniz Laclaustra – EIC/Colômbia
Walter Antonio Bazzo – UFSC
Zacarias M. Chamberlain Pravia – UPF

© 2018 ABENGE – Associação Brasileira de Educação em Engenharia
SRTVN Bloco A Lote C Salas 730/732 - Centro Empresarial Norte
Condomínio Centro Empresarial Norte - Asa Norte
Brasília - DF – CEP: 70719-903

Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei 9.610 de 19/02/1998.
Nenhuma parte deste livro, sem autorização prévia por escrito da Abenge,
poderá ser reproduzida ou transmitida, sejam quais forem os meios empregados:
eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros.

Ficha Técnica:

Coordenação Geral: Adriana Maria Tonini

Capa e diagramação: Ducom Design e Propaganda

Ficha Catalográfica preparada pela ABENGE

DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: Inovação e Sustentabilidade, Aprendizagem Ativa e Mulheres na Engenharia. / Adriana Maria Tonini e Tânia Regina Dias Silva Pereira – Organizadoras – Brasília: ABENGE, 2018
xxxp

C749 XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE 2018) – Salvador/BA, 03 a 06 de setembro de 2018 – ABENGE

ISBN:

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-64541-12-2



1 – Iniciativas Inovadoras; 2 – Sustentabilidade; 3 – Formação do Engenheiro; 4 – Gestão do Ensino de Engenharia; 5 – Aprendizagem Ativa; 6 – Mulheres na Engenharia

I. Título

CDU: 658.5

APRESENTAÇÃO DO LIVRO

Este é o décimo livro organizado a partir dos resultados dos trabalhos apresentados e discutidos em Sessões Dirigidas (SDs) do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE. Isto significa a consolidação dessa modalidade de apresentação e discussão de trabalhos em congressos científicos. Os capítulos deste volume foram construídos nas SDs realizadas durante o COBENGE 2018, ocorrido em Salvador/ BA, de 03 a 06 de setembro de 2018.

A proposta de SD tem sua origem na constatação de que, através das tradicionais sessões técnicas em eventos dessa natureza, os trabalhos dos pesquisadores dispõem de pouco tempo para apresentação e discussão, o que acaba frustrando os interessados em um maior aprofundamento nos trabalhos apresentados. Cada SD foi composta por um coordenador(a) e um relator(a) de instituições distintas. As propostas submetidas foram aprovadas em função da pertinência, exequibilidade e enquadramento no temário do evento. Além da proposição original dos autores, cada SD ainda recebeu inscrições de artigos de autores interessados, dos quais foram selecionados trabalhos para apresentação e composição das SDs.

A Sessão Dirigida não se inicia nem termina no período de realização do congresso. Os coordenadores e relatores das SDs iniciam a interação e a discussão com os autores dos trabalhos selecionados, pelo menos, 30 dias antes do evento, com vista à organização deste. Essa interação continua após a realização das SDs, quando são consolidados os artigos e as discussões ocorridas durante o evento em capítulo do presente livro.

No seu conjunto, os capítulos deste livro, que se alinhavam pela temática relativa aos “DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: Inovação e Sustentabilidade, Aprendizagem Ativa e Mulheres na Engenharia”, constituem-se em um importante material produzido por autores de diferentes instituições, que foram significativamente enriquecidos pelas discussões com grupos afins em cada Sessão. Com isso, este livro representa não só a visão de seus autores, mas também os resultados dos debates das ideias e das conclusões que esses autores submeteram à discussão nas suas respectivas SDs.

O processo de construção dos capítulos deste livro, a partir das sugestões iniciais dos renomados pesquisadores que são os seus autores, passando pela discussão em um evento da envergadura do COBENGE, faz com que as ideias, as reflexões e as proposições constantes dessa obra sejam significativamente consistentes e sedimentadas. Além disso, a temática geral do livro, aliada à

diversidade de abordagens implementadas pelos diferentes autores, faz desta uma importante obra colocada à disposição de professores, de estudantes, de profissionais e dos demais interessados.

AS ORGANIZADORAS

CAPÍTULO I

INICIATIVAS INOVADORAS EM DISCIPLINAS DE INTRODUÇÃO À ENGENHARIA

Roseli de Deus Lopes (Coordenadora)
Universidade de São Paulo (USP)

André Luiz Maciel Santana (Relator)
Universidade Anhembi Morumbi (UAM)
Universidade de São Paulo (USP)

Cristiane Aparecida Gonçalves Huve
Edson Pedro Ferlin
Ederson Cichaczewski
Centro Universitário Internacional (UNINTER)

Paulo Blikstein
Columbia University

Alexandre de Sant Anna
Edson Elias Matar
Fernanda Cristina Vianna
João Rodrigo Escalari
Mario Fonseca
Regiane Carnavaro
Faculdades Oswaldo Cruz (FOC)

Hector Alexandre Chaves Gil
Octavio Mattasoglio Neto
Patricia Antonio de Menezes Freitas
Rodrigo Cutri
Instituto Mauá de Tecnologia (IMT)

Victor Macul
INSAPER

Ana B M Aguiar
Danilo H. Guimarães
Taniel S. Franklin
Centro Universitário Senai Cimatec

Eduardo Lorenzetti Pellini

Eduardo Zancul
Jose Aquiles Baesso Grimoni
Oswaldo Shigeru Nakao
Ronaldo Domingues Mansano
Universidade de São Paulo (USP)

Christopher Freire Souza
Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

Ubirajara Franco Moreno
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Nilza Venturini Zampieri
Caroline Lopes dos Santos
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Derval dos Santos Rosa
Denise Consonni
Patrícia Teixeira Leite Asano
Universidade Federal do ABC (UFABC)

Sergio Scheer
Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Simone Ramires
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Carlos Eduardo Santi
Universidade Metodista de São Paulo (UMESP)

Miguel Angel Chincaro Bernuy
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	CARACTERÍSTICAS GERAIS da DISCIPLINA EM IES BRASILEIRAS	13
2.1	Características do eventual projeto de engenharia	14
2.2	Percepção dos Alunos de IES brasileiras	14
2.3	Considerações	14
3	ATUAÇÃO PROFISSIONAL	16
3.1	Compreensão da Formação e Atuação Profissional na Oswaldo Cruz	17
3.1.1	Disciplina Conceitos Fundamentais de Engenharia	17
3.1.2	Disciplina Filosofia e Metodologia Científica	18
3.1.3	Resultados	19
3.2	Entendimento da Profissão do Engenheiro Civil na Poli-USP	19
3.2.1	A profissão Engenharia Civil em 2025	20
3.2.2	Resultados	22
4	APRENDIZAGEM ATIVA E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS	23
4.1	PBL na Introdução à Engenharia Elétrica na Poli-USP	24
4.1.1	Kits, materiais e infraestrutura de apoio	25
4.1.2	Exemplo de projetos desenvolvidos	25
4.1.3	Avaliação do desempenho dos alunos	26
4.1.4	Resultados	28
4.2	Desafio aos calouros na EE-UFRGS	29
4.2.1	Exemplo de projeto	29
4.3	Introdução à Engenharia e Engenharia Unificada na UFABC	29
4.3.1	Descrição das Disciplinas	31
4.3.2	Resultados e Discussões	32
4.4	Introdução à Engenharia da Computação e Projeto Integrador da UNINTER	33
4.4.1	Introdução à Engenharia da Computação	34
4.4.2	Projeto Integrador PBL	35
4.4.3	Projetos desenvolvidos	36
4.4.4	Resultados e considerações	37
4.5	Introdução à Engenharia associada à disciplina Projetos e Atividades Especiais no IMT	37
4.5.1	Histórico e Abordagem Atual	38
4.5.2	Resultados e discussão	41
4.6	Introdução à engenharia no Senai Cimatec	41
4.6.1	Perguntas e respostas elaboradas pelos alunos e votador Plicker	41

4.6.2	Mini Projeto Integrador	42
4.6.3	Visitas técnicas dirigidas	44
4.6.4	Artigos científicos	44
4.6.5	Semana de Engenharia	45
4.6.6	Introdução a ferramentas computacionais	45
4.6.7	Alunos veteranos apresentam seus projetos para calouros	45
4.6.8	Resultados e discussão	46
4.7	Introdução à Engenharia na UFSC	46
4.7.1	Metodologia	47
4.7.2	Descrição	47
4.7.3	Resultados	50
4.7.4	Considerações Finais	52
5	ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO	52
5.1	Avaliação do impacto da disciplina de Introdução à Engenharia Ambiental e Sanitária da UFAL	52
5.1.1	Método de avaliação	54
5.1.2	Observações quanto a atividades de aula	56
5.1.3	Observações quanto à tutoria	57
5.1.4	Considerações Finais	57
5.2	Cultura empreendedora na Introdução à Engenharia Elétrica na UFSM	58
5.2.1	Descrição da disciplina de Introdução à Engenharia Elétrica	59
5.2.2	Características dos projetos desenvolvidos pelas equipes de alunos	62
5.2.3	Avaliação da disciplina	63
5.2.4	Considerações Finais	65
6	CONCLUSÕES	66
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

INICIATIVAS INOVADORAS EM DISCIPLINAS DE INTRODUÇÃO À ENGENHARIA

1. INTRODUÇÃO

A educação em engenharia passa por um momento crítico de revisão. O foco em formação de excelentes técnicos passa a ser substituído por a de um perfil de profissional mais completo e versátil (GOLDBERG e SOMERVILLE, 2014). Por outro lado, observa-se que os ingressantes destes cursos se apresentam menos preparados para os desafios impostos nas diferentes situações na vida.

Jovens da chamada geração Z são caracterizados pela imersão na internet e superproteção parental com efeito na limitada experiência e capacidade de lidar com fracassos em relações sociais (LYTHCOTT-HAIMS, 2015). O impacto da internet nas relações sociais tem conduzido à sensação de aumento de divergências entre gerações, em função do risco de múltiplas interpretações possibilitadas pela facilitação à divulgação de opiniões (PONDE, 2014). Sem o hábito de decidir por conta própria, estudantes acabam por entrar no ensino superior sem o devido entendimento do que estão fazendo e do que o curso escolhido oportuniza de formação. A passividade impacta diretamente a autoconfiança e capacidade de atuação. Somam-se a estas dúvidas, desafios da vida contemporânea, cada vez mais acelerada e com excesso de informações, com conseqüente prejuízo à saúde mental, tanto de discentes quanto de docentes. Assim, o desenvolvimento da inteligência emocional se apresenta como base para a adoção de uma postura ativa que facilita o desenvolvimento da inteligência social e da inteligência sistêmica (GOLEMAN e SENGE, 2014), características essenciais na formação do novo perfil profissional. Esta mesma percepção tem sido de interesse recente motivado pelo entendimento de que o desenvolvimento cognitivo apresenta relação direta com o desenvolvimento do caráter (TOUGH, 2013).

Neste contexto, a disciplina de Introdução à Engenharia, normalmente presente com esta denominação ou equivalente, e ministrada no mundo todo nos semestres iniciais dos cursos de Engenharia, tem um papel essencial para preparar os ingressantes para sua formação profissional.

Diferentemente de disciplinas clássicas, com conteúdo mais padronizado, observa-se que essa disciplina está estruturada de forma heterogênea nas diferentes Instituições de Ensino Superior (IES) e que o entendimento sobre os objetivos da Introdução à Engenharia é variado. Alguns entendem que o objetivo é apresentar uma visão geral

do curso. Outros consideram ser importante o contato com profissionais para relato de experiências da prática, o que tipicamente ocorre por meio de palestras e visitas. Alguns entendem que o objetivo é que o aluno perceba as conexões entre os conceitos abordados nas disciplinas do ciclo básico, bem como entenda as principais contribuições dessas disciplinas para sua formação profissional. Alguns oferecem contato com métodos de projeto e com a realização de projetos. Há também uma variedade de livros-texto que podem ser adotados nestas disciplinas, inclusive em língua portuguesa, como BATALHA (2013), BAZZO (2006) e HOLTZAPPLE (2006).

2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA DISCIPLINA EM IES BRASILEIRAS

Atualmente, grande parte dos cursos de Engenharia do Brasil conta com uma disciplina de Introdução à Engenharia ou com alguma outra disciplina semelhante, ministrada no início do curso. No entanto, pouco se sabe sobre como a disciplina de Introdução à Engenharia vem sendo conduzida, como contribui para a formação dos engenheiros brasileiros e como pode ser melhorada.

A fim de contribuir para compreender o cenário atual e fundamentar a discussão para a melhoria da disciplina de Introdução à Engenharia, ZANCUL *et al.* (no prelo) realizaram uma pesquisa exploratória e descritiva sobre o tema. Foi realizado um levantamento do tipo *survey*, entre agosto de 2016 e janeiro de 2017, divulgado a instituições e associações, docentes de engenharia e entidades representativas de estudantes, como grêmios, centros acadêmicos e grupos de competição em engenharia de todo o país. A participação tanto de estudantes de engenharia como de profissionais já graduados foi permitida. O questionário foi estruturado em seis partes: (1) verificação dos critérios de participação do respondente; (2) caracterização da disciplina de Introdução à Engenharia; (3) caracterização do eventual projeto de engenharia realizado na disciplina; (4) percepção de aprendizado; (5) percepção geral do respondente e (6) levantamento de dados demográficos e da instituição do respondente. Foram obtidas informações de 1.719 respostas de 23 estados brasileiros e 114 IES distintas. O retorno da pesquisa foi mais expressivo para discentes e egressos de instituições públicas e, em termos de distribuição geográfica, a amostra apresentou maior representatividade das regiões sudeste e sul do país. A maior parte dos respondentes (60%) iniciou sua graduação a partir de 2013. A seguir são apresentados os principais resultados obtidos a partir das análises dos dados coletados na pesquisa mencionada.

Observa-se que a disciplina de Introdução à Engenharia é geralmente ministrada nos semestres iniciais dos cursos. Em muitos

cursos, é uma das poucas disciplinas de formação profissional que tem conteúdo distinto das ciências básicas durante os dois primeiros anos de formação, na qual o aluno pode ter contato com aspectos da prática profissional. Tipicamente, ocupa um espaço limitado na grade horária (2 horas-aula por semana para 63% dos respondentes) e no esforço de aprendizagem fora de sala de aula (máximo de uma hora por semana para 60% dos respondentes). O tamanho das turmas não costuma ser grande – até 50 alunos para 70% dos respondentes. O ensino em Introdução à Engenharia é tipicamente baseado em aulas expositivas (73%), com realização de projetos segundo metade (50%) dos respondentes.

2.1. Características do eventual projeto de engenharia

Dentre os 50% dos estudantes que realizaram um projeto de engenharia na disciplina, apenas 9% trabalharam considerando um problema real, em contato direto com uma empresa, ONG ou instituição governamental. Na maioria dos casos (64%), os estudantes não tiveram acesso a laboratórios para realizar seu projeto. Como consequência, somente 39% dos respondentes que fizeram projeto (ou seja, 19,5% do total de respondentes) indicaram ter construído um protótipo da solução proposta.

Na amostra pesquisada, somente 22% dos respondentes relataram ter utilizado algum software de engenharia, e 76% relataram não ter empregado nenhum tipo de equipamento durante a disciplina de Introdução à Engenharia.

2.2. Percepção dos Alunos de IES brasileiras

Os respondentes, indicaram baixos índices de percepção de aprendizado na disciplina. A motivação em relação à disciplina obteve 3,3 pontos em 5, a percepção do grau de importância da disciplina e satisfação com a disciplina tiveram, respectivamente, 5,8 e 5,3 em escala até 10.

Análises realizadas considerando o grupo de alunos que apresenta maior grau de satisfação em relação à disciplina evidenciam que uma maior exposição a projetos, maior acesso a laboratórios e maior utilização de softwares e equipamentos têm relação com níveis mais altos de dedicação e de percepção de aprendizado.

2.3. Considerações

Os resultados encontrados na pesquisa são paradoxais. A disciplina Introdução à Engenharia, na maioria das IES, foi criada e disseminada para lidar com a falta de conexão do currículo do ciclo básico com a prática da engenharia e para motivar os alunos em relação ao curso durante os semestres iniciais no ciclo básico. No

entanto, a disciplina recebe baixa atribuição de carga horária, requer pouca dedicação dos alunos e, muitas vezes, é ministrada de maneira excessivamente expositiva.

Somente metade dos alunos realiza projeto e destes, somente 9% o fizeram considerando um problema real. Há significativa limitação de acesso aos laboratórios, baixa utilização de softwares de engenharia e de equipamentos - recursos essenciais para a prática da engenharia e para a realização de projetos.

A percepção de aprendizado dos alunos em relação à disciplina de Introdução à Engenharia é baixa, assim como a motivação e satisfação. Ou seja, a pesquisa indica que na amostra analisada a disciplina não está cumprindo efetivamente seu papel nas IES do país.

Em termos de limitações da pesquisa e de recomendações para trabalhos futuros, deve-se mencionar que apesar de a amostra ser relativamente grande e diversa, com boa cobertura geográfica, a amostra não representa fielmente o perfil da população de alunos e ex-alunos de engenharia no país, destacando-se a baixa participação de respondentes de instituições privadas. Deve-se considerar que as análises apresentadas têm caráter exploratório e descritivo e não podem ser diretamente extrapoladas para toda a população.

De qualquer forma, ZANCUL *et al.* (no prelo) constatam, na amostra considerada, que há espaço para que a disciplina de Introdução à Engenharia seja melhor aproveitada nas IES brasileiras, que tipicamente são empregadas abordagens predominantemente expositivas nessa disciplina e que os alunos tendem a se sentir pouco engajados com este tipo de abordagem. A pesquisa indica que o maior grau de satisfação dos alunos e egressos tem forte correlação com o maior envolvimento dos alunos com projetos práticos, com metodologias mais ativas e com um maior envolvimento com os laboratórios e recursos disponíveis na IES.

A Introdução à Engenharia (ou disciplina análoga) existe em grande parte dos currículos de cursos de Engenharia nas IES brasileiras e está posicionada em um momento importante dos cursos de engenharia (início dos cursos), ou seja, já existem professores e recursos alocados. Trata-se, portanto, de uma oportunidade a ser aproveitada, não apenas para melhorar esta disciplina, mas para inovar nos cursos de Engenharia.

Diante do cenário apresentado e buscando conhecer em maior profundidade algumas experiências e iniciativas inovadoras no país, foi organizada a Sessão Dirigida 1 do COBENGE 2018 no tema *Iniciativas Inovadoras em disciplinas de Introdução à Engenharia*, cuja síntese das principais contribuições é apresentada a seguir, neste capítulo. Na seção 2, são apresentadas duas iniciativas que se destacam pelas estratégias utilizadas para promover a compreensão da atuação profissional da Engenharia. Na seção 3, são apresentadas sete

iniciativas que envolvem principalmente abordagens de aprendizagem ativa e aprendizagem baseada em projetos (PBL). Na seção 4, são apresentadas mais duas iniciativas que também empregam abordagens de aprendizagem ativa e PBL, mas que descrevem em maior profundidade suas estratégias para avaliação das disciplinas e respectivo impacto no desenvolvimento de competências nos alunos. Finalmente, na seção 5, são apresentadas as principais conclusões.

3. ATUAÇÃO PROFISSIONAL

Em geral, os ingressantes nos cursos de Engenharia do Brasil possuem pouco ou nenhum conhecimento sobre a atuação prática de sua futura formação profissional. A escolha da carreira profissional por parte dos ingressantes, muitas vezes se baseia em suas disciplinas preferidas no ensino médio. Os ingressantes desconhecem o que é a engenharia, a história da engenharia, como os engenheiros atuam, como se comportar eticamente, e quais as competências esperadas deles ao final do curso.

Segundo Smith, Butler e LeBold (1983), a Engenharia deve ser tratada como uma arte que permite aplicar a ciência para a conversão dos recursos naturais de forma ótima, garantindo benefícios à sociedade a qual pertence e assim, destaca a importância das contribuições dos engenheiros para esta sociedade. Para Kubler e Forbes (2004), o papel do profissional de Engenharia está relacionado a aplicação de uma série de conhecimentos que se baseiam em matemática, ciências, tecnologia, criatividade e gestão, promovendo assim, o engenheiro como um profissional capaz de desenvolver, gerir, fornecer e criar produtos e serviços que afetem a indústria e/ou a comunidade. Atualmente, o profissional de engenharia tem que atuar nas mais diversas frentes de trabalho e, portanto, estar apto para desenvolver experiências vivenciais que permitam a construção de conhecimentos para fomentar a inovação, a criatividade e o espírito empreendedor, priorizar o trabalho colaborativo e multidisciplinar, possuir visão, liderança, energia, saber ouvir e argumentar, networking, capacidade de resolução de problemas e de inovar, saber trabalhar em equipe e dominar outros idiomas (ARANHA; SANTOS, 2016).

Neste sentido, Bazzo (2006) apresenta assuntos importantes, a serem abordados durante a disciplina de Introdução à Engenharia, como atuação do engenheiro, ética, criatividade, solução de problemas, cálculos, transformação de unidades, noções de projeto, modelagem, otimização e comunicação. Alguns autores destacam também a importância de realizar estudos de casos reais com os alunos.

As duas seções a seguir apresentam iniciativas que abordam a atuação profissional na disciplina de Introdução à Engenharia, uma

delas nas Faculdades Oswaldo Cruz e a outra no curso de Engenharia Civil na USP, ambas na cidade de São Paulo - SP.

3.1. Compreensão da Formação e Atuação Profissional na Oswaldo Cruz

Nas Faculdades Oswaldo Cruz (FOC), o ingressante nos cursos de engenharia, durante o ciclo básico de dois anos, comum para todas as modalidades, cursa duas disciplinas que o introduz ao mundo das Engenharias: “Conceitos Fundamentais de Engenharia” e “Filosofia e Metodologia Científica”, descritas a seguir. Nos últimos anos, metodologias ativas têm sido adotadas em ambas as disciplinas a fim de aumentar a motivação e engajamento dos alunos em trabalhos individuais e em grupo.

3.1.1. Disciplina Conceitos Fundamentais de Engenharia

A disciplina Conceitos Fundamentais de Engenharia, com carga horária de 80 horas-aula, tem caráter obrigatório e faz parte da grade curricular de todos os alunos ingressantes em cursos de Engenharia das Faculdades Oswaldo Cruz (FOC).

A primeira parte da disciplina tem como objetivo principal contribuir para que o aluno tenha uma visão adequada do que é Engenharia. Para tanto, os professores realizam discussões coletando as impressões dos próprios alunos. Os alunos são convidados a se expressarem livremente com informações, palavras-chaves e exemplos, até que possam chegar à definição do que é Engenharia. A dinâmica permite que o aluno perceba que a Engenharia já existia no Brasil, antes mesmo da sua concepção enquanto profissão e da criação de cursos de Engenharia no país.

Aproveitando o contexto histórico, o professor apresenta os motivos que justificaram a criação de cada um dos primeiros cursos de Engenharia Civil, Engenharia Química, Engenharia de Produção e Engenharia Ambiental no Brasil (habilitações oferecidas pelas FOC). Apresenta também a evolução de cada curso ao longo do tempo para que o aluno possa compreender o papel profissional de cada um desses engenheiros no mercado de trabalho atual. Espera-se que o aluno passe então a compreender a interdisciplinaridade existente na grade curricular e visualizar as competências e habilidades que necessita adquirir para a sua formação no curso escolhido.

Também são abordadas a questão da regulamentação profissional, a função do Conselho de Classe e a importância do registro profissional e de tomar conhecimento sobre seu futuro código de ética. São exemplificadas em sala de aula diversas situações que o engenheiro pode vir a enfrentar durante seu exercício profissional. Em cada uma delas, a turma é levada a discutir cada caso sob o ponto de vista ético.

Ao perceberem a dificuldade de se chegar a consensos, os alunos passam a compreender a necessidade de um código de ética regulamentado.

Uma vez que quase a totalidade dos ingressantes de Engenharia não apresenta qualquer experiência quanto ao mundo corporativo, o tema comunicação também é abordado nesta disciplina. Cada uma das barreiras à comunicação é explicada e exemplificada dentro do contexto da vida profissional, para que o aluno se sinta mais preparado. Os tipos de comunicação não verbal fornecem subsídios que preparam os alunos para eventuais entrevistas para programas de estágio. São apresentadas em aula orientações importantes a respeito de apresentação pessoal e, informações atualizadas sobre os processos seletivos de grandes recrutadoras.

Numa segunda parte da disciplina, o foco passa a ser na técnica da análise dimensional para agilidade na solução de problemas básicos da engenharia. Os casos propostos envolvem situações que requerem transformações de unidades e a manipulação de variáveis comuns da Engenharia, tais como vazão, viscosidade e fluxo material. Estimar o diâmetro de uma tubulação, verificar o número de embalagens necessárias para determinado transporte, calcular tempo de envase, são alguns exemplos dos desafios propostos.

A última parte da disciplina é reservada a conceitos introdutórios de balanço material. O objetivo é que os alunos não apenas realizem cálculos simples para determinação de vazões e composição de correntes, mas também aproximar os alunos de alguns processos industriais importantes. A produção de açúcar é um exemplo de processo discutido dentro de um contexto de exercício desta natureza. O aluno além de tomar conhecimento de importantes operações unitárias que compõem o processo, também passa a refletir sobre questões ambientais e produtivas, por conta da quantidade de efluentes e resíduos gerados.

3.1.2. Disciplina Filosofia e Metodologia Científica

A disciplina de Filosofia e Metodologia Científica da FOC visa trabalhar outras dimensões do humano, na sua formação profissional, por meio de subsídios que facilitem seu autoconhecimento e colaborem com o desenvolvimento de capacidades necessárias ao relacionamento interpessoal nos diferentes contextos sociais, estimulando o desenvolvimento da postura de investigação (postura científica) necessária à produção de conhecimento, a partir da problemática da própria prática profissional, além de incentivar reflexões críticas a respeito das implicações dos métodos e modelos científicos para a sociedade e para as ciências.

Conjuntamente às aulas, os alunos são convidados a pesquisar

sobre diferentes temas de filosofia propostos a cada semestre na Oficina da Filosofia, onde em grupo formatam artigo científico (dentro das normas ABNT de citação e referência), a partir das pesquisas realizadas, no intuito de colocá-los frente a situações da realidade imposta pela vida cotidiana. Os alunos também desenvolvem o Projeto Vídeo Profissões, para o qual devem entrevistar profissionais e buscar o máximo de informações sobre suas profissões.

A ciência é produzida a partir das necessidades materiais do homem no momento histórico em que vive. Os fatos e as exigências sociais de seu tempo mobilizam a tentativa do homem em compreendê-los e explicá-los racionalmente, a fim de adequar sua ação. A filosofia contemporânea, ao tentar religar os saberes separados em disciplinas (inter e transdisciplinaridade) e fazer uma nova busca rumo à totalidade do pensamento, traz à tona um novo olhar para a ciência que deve ajudar na formação de cidadãos que aliem o desenvolvimento técnico e tecnológico ao desenvolvimento humano emocional, pois como afirmou Wittgenstein (2004) ciência sem consciência é a ruína da alma.

Dessa forma, busca-se atrair a atenção do aluno de engenharia, geralmente obstinado na máxima de que sua escolha se pauta na “área de exatas e não das humanidades”, para atentar à compreensão de que a totalidade do conhecimento envolve a convergência de saberes.

3.1.3.Resultados

Com as atividades e conteúdos desenvolvidos nas aulas e a elaboração do Projeto Vídeo Profissões, os alunos realmente passam a conhecer a profissão que escolheram. O que, algumas vezes, resulta na troca do curso pelo aluno. O objetivo é colocar o aluno mais próximo da Engenharia para que possa, já no primeiro ano de curso, ter noção mais clara e abrangente sobre o que é ser engenheiro.

O Projeto Vídeo Profissões, já no primeiro ano de implantação, produziu frutos interessantes. Os vídeos produzidos variam desde pequenas e modestas entrevistas, até produções robustas, com animações e pesquisa de rua, para identificar o que a população sabia sobre uma determinada engenharia.

3.2. Entendimento da Profissão do Engenheiro Civil na Poli-USP

Quando a reforma curricular EC3 foi implementada na Escola Politécnica da USP em 2013, foi definida que em cada habilitação, nesse momento definida pelos ingressantes no vestibular, a disciplina Introdução à Engenharia seria oferecida de acordo com a respectiva coordenação de curso. Na Engenharia Civil, seguiu-se o apontado por Nakao e Brinati (2007) e Nakao, Brinati e Grimoni (2011), havendo uma cadeia lógica relacionando os objetivos da disciplina às atividades e os procedimentos correspondentes utilizados para avaliar a aprendizagem

alcançada pelos alunos.

Como objetivo principal, foi estabelecido que os alunos deveriam aprender o método de um projeto de engenharia, desenvolvendo a identificação das necessidades e expectativas, a definição do problema, a formulação de soluções alternativas, a imposição de avaliação com critérios, e a seleção e proposição detalhada da melhor solução. Durante o período da disciplina, os estudantes não realizam a implementação prática das soluções propostas. Os estudantes são organizados em equipes, em um projeto de classe dividido em duas fases ao longo do semestre. A partir de 2013, os temas escolhidos para o projeto, relacionadas com a engenharia civil, foram deliberadamente polêmicos e com objetivo da formação cidadã: Economia de energia elétrica no edifício da Engenharia Civil de cerca 20 mil metros quadrados, Redução do consumo de água nesse edifício e Melhoria das condições dos sistemas de transporte na Cidade Universitária (que tem cerca de 3.500 mil m², 60 km de vias, 130 km de calçadas).

Para 2018, optou-se por adotar o tema “A profissão do engenheiro civil”, pois observou-se que muitos dos ingressantes no curso desconheciam efetivamente quais as áreas e os modos de atuação do engenheiro civil e, principalmente, não conseguiam imaginar como será o cenário para a Engenharia nos próximos anos. Para fundamentar essa escolha do novo tema, pode-se citar Munari (2010) que diz que “O interesse não é outra coisa, com efeito, senão o aspecto dinâmico da assimilação. Como foi mostrado profundamente por Dewey, o interesse verdadeiro surge quando o “eu” se identifica com uma ideia ou um objeto, quando encontra neles um meio de expressão e eles se tornam um alimento necessário à sua atividade”. Há uma estreita relação entre as políticas públicas e a prática da engenharia e, portanto, com o ensino da engenharia.

3.2.1.A profissão Engenharia Civil em 2025

Em junho de 2006, ocorreu “*The Summit on the Future of Civil Engineering 2025*”, organizado pela Sociedade Americana de Engenheiros Civis, com a participação de engenheiros civis e outros líderes, incluindo convidados internacionais. A finalidade era articular uma visão global para o futuro, abordando todos os níveis e facetas da engenharia civil. As questões e as tendências observadas incluíam o mau estado da infraestrutura em muitas nações, a ocorrência de corrupção na engenharia global e indústria da construção civil, o envolvimento mínimo de engenheiros no processo político, a necessidade de abraçar mais a sustentabilidade, a globalização da prática de engenharia. Os participantes previram um mundo muito diferente para engenheiros civis em 2025. Uma população cada vez maior, que continua a se mudar para áreas urbanas, exige a adoção

generalizada de sustentabilidade, bem como entender os conceitos de sustentabilidade e atender aos 17 objetivos propostos pela Organização das Nações Unidas - ONU. As demandas por energia, água, ar limpos com a eliminação segura de resíduos, e com transporte facilitado impulsionará a proteção e o desenvolvimento de infraestrutura (ASCE, 2007). Todas estas questões representam novas responsabilidades para a geração de hoje. No passado, a profissão teve o apelo de uma carreira para os melhores e mais brilhantes estudantes. Agora, novas questões se colocam. Como os atuais alunos podem aprender mais sobre as oportunidades de engenharia civil na construção da humanidade e de uma vida plena para si? E quando as atribuições do trabalho não corresponderem à promessa de estímulo ao trabalho? Como será o mundo da engenharia civil daqui a 20 anos? Qual será o papel dos engenheiros civis nesse mundo que tem se transformado radicalmente? As realidades futuras podem não ser capturadas e alguns aspectos da visão pode revelar-se uma miragem mesmo para professores e experientes engenheiros. Mas, antes de tudo, os optantes por Engenharia Civil conhecem as atribuições da profissão? As responsabilidades e os campos de atuação? Os formados no Brasil poderão atuar nos outros países?

Assim, a proposta na disciplina de Introdução à Engenharia Civil foi fazer com que os próprios alunos se conscientizassem do seu papel criando conteúdos digitais que pudessem, além de tudo esclarecer para estudantes secundaristas e futuros ingressantes quais as atividades do engenheiro civil, observando o passado, o presente e o futuro. Para isso, foram elencados quatro subtemas: (a) a atuação do engenheiro civil: legislação, regulamentação; (b) a Engenharia Civil no presente: programas de outras escolas; (c) a história da engenharia civil: soluções que revolucionaram, desastres e lições; (d) o futuro da engenharia civil: novas tecnologias, inovações.

No ambiente virtual da disciplina¹, todas as aulas estão à disposição dos alunos numeradas desde a semana S1 até a semana S13 do semestre. Há vários textos (glossário de gestão de projetos, proposta da disciplina, macro programação, Projeto Pedagógico da Engenharia Civil da Poli-USP, *The Vision for Engineering Civil em 2025*, WEF *shaping the future of construction*, diretrizes curriculares da engenharia, O que caracteriza a engenharia, Normas da ABNT, Resolução 1010, guia ortográfico 2008, como comparar soluções) e diversos filmes (áreas e modos de atuação do engenheiro civil, processo construtivo com impressora digital, como mover um prédio sem demolir, desastre em Mariana, como construir 57 andares em 19

¹ <https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=60978>

dias, como foi construída a Rodovia dos Tamoios, o edifício mais alto do mundo, a Barragem Hoover, as inovações em energia, no combate aos incêndios, em cimento expansivo, em acabamento, em turbina, em sustentabilidade e outros conforme se vê em S10) e orientações (como fazer uma apresentação em 10 minutos, como fazer um relatório).

Ao constatar que sabiam pouco sobre a profissão, os alunos quiseram verificar se os demais alunos da Poli-USP também não tinham a compreensão geral sobre os diversos aspectos da carreira. Assim, elaboraram e aplicaram um questionário on-line divulgado via plataforma Google, WhatsApp e Facebook. Por meio das respostas, constataram que dos respondentes: 56% tinham a intenção de trabalhar no exterior, 34% talvez e 10% não. Dos que responderam ter a intenção ou talvez, 19% responderam na Alemanha, 12% nos Estados Unidos, 12% na França, 11% na Inglaterra, 10% no Canadá, 10% na Itália. Mas, quanto ao conhecimento sobre as restrições ao trabalho de engenheiro formado no Brasil, 78% disseram desconhecer. Isso motivou o grupo a pesquisar o que era necessário para exercer a Engenharia na França, Alemanha, Estados Unidos e Austrália. Quanto à diferença entre Arquitetura e Engenharia Civil, 62,8% disseram não saber.

Analisaram os projetos pedagógicos e currículos da UFMG, UFRJ e UNICAMP e observaram que todos, assim como o da POLI-USP, defendiam sólida formação e concluíram que por essa razão engenheiros civis formados por estas escolas ocupam cargos nas mais diversas áreas da Engenharia Civil.

Os alunos criaram sites com conteúdo de pesquisas sobre temas como: Qanats iranianos, Machu Picchu, Ponte Tacoma Narrows, Barragem de São Francisco, MASP, One World Trade Center, Edifício Joelma, Brasília, Aeroporto de Kansai, Ilhas de Dubai, Pirâmide de Gizé, Muralha da China, Canal de Suez, Canal do Panamá, Estação Pinheiros do Metrô. Com relação aos avanços tecnológicos, coletaram dados sobre concreto ecológico, impressão 3D e processos autônomos. Os alunos também entrevistaram engenheiros civis e registraram todas as informações em seus sites, cujos conteúdos estão disponíveis em: <https://construindoaengenh.wixsite.com/umabreveconstrucao> (acesso 20 jan. 2019) e <https://hlribeiro.wixsite.com/engenheiroscomvc> (acesso 20 jan. 2019).

3.2.2.Resultados

Pode-se afirmar que a estratégia adotada para a criação dos conteúdos digitais sobre a profissão do engenheiro civil foi adequada, pois além da qualidade dos sites e materiais audiovisuais produzidos e apresentados pelos alunos ter sido satisfatória, ao final, no questionário de avaliação da disciplina, mais de 70% deles responderam bom ou muito bom para as questões i) Qual a contribuição da disciplina para o

seu entendimento sobre a forma de atuação de um engenheiro civil? ii) Qual a sua avaliação global sobre a disciplina?

4. APRENDIZAGEM ATIVA E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

Historicamente, a formação na Engenharia vem sofrendo mudanças por conta da expectativa gerada pelo mercado de trabalho. Nas atribuições curriculares do século XX, por exemplo, as Instituições de Ensino Superior direcionaram o perfil de formação para capacitação técnica voltada apenas às áreas específicas do curso de engenharia escolhido. Atualmente, algumas mudanças geradas pelas demandas de mercado auxiliaram na alteração do enfoque profissional, promovendo o desenvolvimento de currículos cada vez mais voltados a desenvolver conhecimentos básicos que vão além da formação específica, favorecendo o desenvolvimento de habilidades como trabalho em equipe, liderança, flexibilidade, comunicação, autogerenciamento, habilidades cognitivas, iniciativa e autodidatismo (COSTA *et al*, 2010).

Blumenfeld *et al.* (1991) afirma que uma abordagem baseada em projetos (*project based learning* – PBL) permite que os educadores engajem os estudantes por meio de desafios e da investigação.

Os estudantes tornam-se capazes de identificar soluções para problemas que nem sempre são fáceis de resolver e, ao mesmo tempo, desenvolvem habilidades de pesquisa, debatem ideias, evoluem quanto à capacidade de formular hipóteses, desenvolver estratégias para coleta e análise de dados e criam artefatos como resultados de sua trajetória.

Ficheman *et al.* (2008) discutem a importância de se utilizar, desde as séries iniciais da educação básica, a abordagem de PBL a partir de problemas reais, para uma melhor compreensão das Ciências e Engenharia, escolha de carreira mais consciente e melhor preparo para ingresso nos cursos escolhidos. Comentam ainda, que as experiências que são adquiridas pelos estudantes, ao desenvolverem um projeto inspirado num problema real, permitem o desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico. No entanto, é necessário que se apropriem de métodos adequados para formular e resolver questões e problemas.

Um aspecto que não pode ficar separado desta discussão é o das novas tecnologias informatizadas, sejam as disponíveis para o mundo profissional, sejam as mais voltadas a ambientes educacionais. Schnaid *et al.* (2006) salientam o fato de que as novas tecnologias educacionais informatizadas alavancaram a discussão sobre a formação, em todas as áreas. Em especial, destacam o ensino mediado pela Internet como um recurso fundamental para esta formação, bem como para apoiar o aprendizado autônomo dos profissionais de engenharia.

Nas próximas subseções serão apresentadas iniciativas brasileiras, que foram compartilhadas durante a Seção Dirigida 01 do COBENGE 2018, e que se destacam por aplicar a abordagem PBL em disciplinas de Introdução à Engenharia.

4.1. PBL na Introdução à Engenharia Elétrica na Poli-USP

A disciplina de Introdução à Engenharia Elétrica foi implantada na Poli-USP a partir do ano 2014, como parte da nova estrutura curricular, a EC3. Em linhas gerais, a disciplina semestral, de 3 créditos aula e 2 créditos trabalho, vem sendo conduzida de maneira semelhante desde 2014. Neste texto, optamos por detalhar o oferecimento referente a 2017 que contou com 216 alunos do segundo semestre do curso de Engenharia Elétrica. Os alunos foram agrupados em 8 turmas distintas, cada qual com um de oito professores.

Na primeira aula, os alunos foram convidados a se organizar em grupos de 4 ou 5 alunos. Os grupos formados permaneceram os mesmos ao longo de toda a disciplina, tanto para a realização de atividades práticas dirigidas (realizadas predominantemente durante as aulas) como para realização do projeto de equipe. As atividades dirigidas têm como objetivo desenvolver nos alunos conhecimentos e habilidades técnicas para a realização do projeto. A realização das atividades em grupo requer dos alunos o desenvolvimento de habilidades para trabalho em equipe, o desenvolvimento da capacidade de negociar recursos, o autogerenciamento e o desenvolvimento de cronogramas.

Esta disciplina compreende 12 encontros semanais em sala de aula, além de encontros da equipe para trabalho fora do horário regular da aula semanal. Dois encontros semanais estão reservados para as apresentações intermediárias e finais dos projetos das equipes. Os outros dez encontros semanais em sala de aula são utilizados para breve explanação de tópicos relacionados a descrever o que é Engenharia Elétrica (E.E.), história e tendências da E.E., quais as atribuições de Engenheiros Eletricistas, bem como introdução tópicos técnicos relacionados a microcontroladores, sensores, atuadores, acompanhados de atividades práticas dirigidas utilizando um kit que é emprestado para cada equipe no começo do semestre. O kit fica com a equipe para ser utilizado dentro e fora da sala de aula. Ao longo do semestre, espera-se que todos os alunos tenham adquirido o conhecimento técnico necessário, por meio de práticas com o kit que permitem reflexões como: Como funcionam as entradas e saídas de um microcontrolador? O que são microcontroladores? Qual o papel de um timer no desenvolvimento do projeto e como ele funciona?

Em 2017, todos os projetos desta disciplina tiveram como tema central o desenvolvimento de uma solução do tipo câmara térmica. Cada equipe ficou livre para propor que tipo de problema desejará

explorar para o qual a solução fosse do tipo câmera térmica. Durante o desenvolvimento dos projetos, as equipes realizaram registros de acompanhamento da evolução dos projetos, bem como construíram diversos artefatos de acompanhamento, investigaram dados na literatura sobre seu tema, construindo um problema de pesquisa, buscando soluções para o problema, implementando-as e, por fim, apresentando o ciclo completo do projeto.

4.1.1. Kits, materiais e infraestrutura de apoio

Durante o início das aulas, cada equipe recebe um kit (placa da *Freedom*, *protoboard*, sensores, atuadores, cabos e outros recursos), em caráter de empréstimo, para o desenvolvimento de seu projeto. A equipe deve zelar pelo seu kit e trazê-lo sempre para as práticas em sala de aula.

A disciplina utiliza um ambiente virtual, baseado em *Moodle*, em que são disponibilizados os conteúdos de todas as aulas, materiais complementares, sistema de gerenciamento de entregas individuais e em equipe e fórum para informações, discussões e esclarecimentos de dúvidas.

Para o desenvolvimento dos projetos, construção e testes de artefatos e construção dos protótipos funcionais as equipes utilizaram recursos da sala de aula (computadores, ferramentas e instrumentos de medida).

Algumas equipes utilizaram também o InovaLab@POLI², que provê uma ampla infraestrutura laboratorial para prototipação física, aberta e de uso livre aos alunos da Poli-USP. Para utilizar o InovaLab@POLI é preciso estar qualificado, ou acompanhado de alguém que já esteja, quanto aos procedimentos de segurança e de uso das ferramentas e equipamentos. Alguns dos materiais de consumo são disponibilizados pela Poli-USP e outros são de responsabilidade dos usuários (como MDF, acrílico).

4.1.2. Exemplo de projetos desenvolvidos

A título de ilustração, são apresentados quatro, dos cerca de oitenta projetos desenvolvidos durante o oferecimento de 2017, aqui denominados Grupo A, B, C e D. O Grupo A, realizou investigações a respeito do cultivo de alimentos orgânicos, do impacto de agrotóxicos e das condições necessárias para cultivar um alimento em ambiente controlado. O Grupo B projetou uma estufa para cultivo de bactérias por meio do controle de alguns fatores físicos. O Grupo C trabalhou e desenvolveu um secador de rações. O Grupo D destacou elementos relacionados à culinária japonesa, o crescente volume de restaurantes

² <http://inovalab.poli.usp.br/>

no Brasil e as necessidades de climatização de ingredientes (como algas) nos restaurantes.

Durante a etapa de levantamento e definição do problema foram geradas reflexões como:

Grupo A: “Foi observado no levantamento de dados uma crescente demanda pelos produtos orgânicos no mercado nacional e internacional, mas indisponibilidade de espaço para cultivo em cidades grandes...”

Neste trecho, os estudantes fizeram uma reflexão com base em dados e afirmações que encontraram na literatura. Foi possível observar que à medida que os alunos desenvolviam seu projeto, focado num problema escolhido e com o objetivo de desenvolver um protótipo funcional de produto final, também tiveram que buscar conhecimentos, na literatura e em ambientes reais (por observação e entrevistas), de outras áreas para compreender e tentar resolver o problema.

A investigação e os conhecimentos adquiridos por meio da pesquisa bibliográfica influenciaram diretamente nas tomadas de decisão de cada grupo. O Grupo D, por exemplo, investigou sobre a umidade relativa em três cidades distintas do Brasil, formulando a seguinte constatação:

Grupo D: “Como o gráfico atenta, a umidade relativa destas cidades flutua em torno de 79% enquanto a ideal para a alga Nori se encontra em torno de 53,7%. Os dados, portanto, confirmam a preocupação relatada dos restaurantes sobre a exposição de umidade ao ingrediente.”

Pode-se perceber, como no trecho exemplificado acima, que o conhecimento adquirido pelos estudantes na etapa de investigação gerou impacto na forma de aplicar os conhecimentos teóricos e técnicos, nas calibrações dos sensores utilizados e nas especificações de componentes utilizados no projeto.

A Figura 1 apresenta fotos dos protótipos funcionais que foram apresentados e demonstrados pelos grupos A, B, C e D, ao final da disciplina.

4.1.3. Avaliação do desempenho dos alunos

A avaliação de desempenho dos alunos é realizada por uma combinação de avaliações, individuais e em equipe, realizadas ao longo do semestre, descritas a seguir.

Nas duas primeiras semanas, os alunos devem ler o “Manual de segurança para laboratórios didáticos de eletricidade, eletrotécnica, automação, máquinas elétricas e sistemas de potência” e realizar uma prova individual na forma de teste de múltipla escolha, sobre o assunto.

Ao longo do semestre, as equipes devem realizar pequenas entregas relacionadas aos conhecimentos técnicos desenvolvidos ao longo das aulas e também relacionadas a demonstrar a evolução do desenvolvimento do respectivo projeto. Na metade do semestre, cada

equipe entrega seu relatório parcial do projeto, que é avaliado pelo docente responsável pela turma, e realizam uma apresentação oral de 15 min (acompanhada de slides de apoio à apresentação e, opcionalmente, de outros materiais) sobre o projeto, que é avaliada por uma banca (composta pelo docente responsável e um ou dois profissionais de Engenharia convidados) e pelos colegas alunos da turma.

FIGURA 1 - Fotos dos protótipos apresentados na disciplina pelos grupos A, B, C e D.



FONTE: resultados da disciplina 0323100 da Poli-USP, extraídos do site disciplina

No final do semestre, cada equipe entrega seu relatório final do projeto, que é avaliado pelo docente responsável pela turma, e realizam uma apresentação oral de 15 min (acompanhada de slides de apoio à apresentação e, opcionalmente, de outros materiais) sobre o projeto e demonstração do protótipo funcional referente ao projeto da equipe, que são avaliados por uma banca (composta pelo docente responsável e um ou dois profissionais de Engenharia convidados) e pelos colegas alunos da turma.

Ao final do semestre, a fim de avaliar a aquisição de conhecimento técnico de cada aluno, é aplicada uma prova individual com testes de múltipla escolha e questões problema.

4.1.4. Resultados

Ao final do oferecimento, os alunos avaliam a disciplina por meio de formulário específico do curso. No geral, a disciplina foi bem avaliada pelos alunos, merecendo destacar alguns comentários na parte de questões abertas. O aspecto destacado com maior frequência foi o de considerar como positiva a possibilidade de realizar um projeto de desenvolvimento tecnológico, partindo da identificação de um problema até a prototipação física e funcional de uma solução de autoria dos alunos. Outros pontos destacados foram: ter que redigir um documento no formato de relatório de projeto; ter que apresentar oralmente o projeto e resultados; e ter a oportunidade de serem avaliados por banca de professores e especialistas, bem como pelos colegas de turma ao final da disciplina.

Assim, concluímos que houve um avanço em relação à forma anterior de oferecimento desta disciplina, que não envolvia a prototipação física e funcional da solução proposta pelos alunos. Entretanto, consideramos que é preciso aprimorar os instrumentos de avaliação, identificando e quantificando melhor todas as competências desenvolvidas pelos alunos durante a disciplina.

4.2. Desafio aos calouros na EE-UFRGS

Na primeira semana de aulas, antes do início da disciplina de Introdução à Engenharia e servindo de aquecimento para esta, os calouros dos cursos de graduação da Escola de Engenharia da UFRGS participam de um ciclo de palestras com o objetivo promover experiências vivenciais que permitam a construção de conhecimentos para fomentar a inovação, a criatividade e o espírito empreendedor nos alunos, bem como suscitar o debate acerca das etapas para o empreendimento de um negócio, analisar os elementos influenciadores neste processo e discutir questões de posicionamento em mercados como, por exemplo, verificar o investimento inicial para iniciar um projeto e, também o retorno. São apresentados aos alunos conceitos como Sustentabilidade, 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, *Design Thinking*, Aprendizagem Ativa.

Nessa semana, é também proposto aos calouros o Desafio da EE-UFRGS, que os provoca a propor soluções de melhorias para preencher lacunas como, por exemplo, espaços de convivência, economia de energia e água, entre outros. Diante do desafio proposto o calouro tem a oportunidade de apresentar projetos com formato inovador, empreendedor e propondo intervenções de melhorias na EE/UFRGS.

A proposta de desafios possibilita, de acordo com Peter Drucker (1986), desenvolver no acadêmico o empreendedorismo, ou seja, consiste em transformar ideias em oportunidades de negócio, pela

combinação de indivíduos e processos.

As análises acadêmicas, da educação empreendedora na formação de engenheiros, abrangem as propostas, modelos e métodos de aprendizagem de empreendedorismo (MÁKIMURTO-KOIVUMAAA; BELT, 2015), papéis e importância do empreendedorismo (BYERS *et al*, 2013), impactos do empreendedorismo (JARRAR e ANIS, 2016), instrumentos de avaliação de empreendedorismo em engenharia (BAILEY e SZABO, 2006) e novas habilidades empreendedoras do engenheiro no século XXI (ABDULWAHED e HASNA, 2017).

Por meio da provocação com o desafio e auxílio das metodologias, é possível fazer com que o acadêmico tenha visão de planejamento, aprenda a observar e identificar problemas, bem como realizar trabalho colaborativo e multidisciplinar. E, além disso, possibilitar visão, liderança, saber ouvir e argumentar, networking, capacidade de resolução de problemas, inovar e saber trabalhar em equipe (ARANHA; SANTOS, 2016).

4.2.1.Exemplo de projeto

Um dos projetos desenvolvidos a partir do Desafio EE-UFRGS foi o Ciclo Camp, desenvolvido por uma equipe de cinco ingressantes na graduação de Engenharia Metalúrgica e Engenharia de Energia, no primeiro semestre do ano de 2017. A equipe propôs como prioridade aplicar um novo método de mobilidade à comunidade da UFRGS por meio da disponibilização de bicicletas para deslocamento exclusivo no Campus do Vale, através de sistema de empréstimos via aplicativo para celular, mediante contribuição simbólica semestral, começando com seis bicicletas. O projeto Ciclo Camp foi concebido a partir da necessidade da ampliação de métodos de transporte no Campus do Vale. O projeto foi concebido de forma a também propiciar melhora no condicionamento físico pelo uso de exercício nas bicicletas, melhorar o aproveitamento e organização do tempo pelos seus usuários, proporcionar deslocamento ágil e eficaz entre os setores do Campus do Vale e utilizar material de sucatas e outros para a confecção das bicicletas.

Os calouros do projeto Ciclo Camp foram destaque, receberam premiação pela proposta na ocasião do Desafio, deram continuidade ao projeto, elaborando e confeccionando as bicicletas. A partir do Desafio, alunos como estes provocam um ciclo virtuoso, como fonte de inspiração para os futuros ingressantes da EE/UFRGS.

4.3. Introdução à Engenharia e Engenharia Unificada na UFABC

Os desafios impostos pelos avanços tecnológicos, de comunicação e da interação homem-máquina fazem com que as instituições de ensino busquem cada vez mais alternativas do uso da tecnologia no

ensino, visando despertar no aluno o interesse em aprender. Atualmente, faz-se também necessário que os educadores inovem no papel do docente no ensino. Neste sentido, o grande desafio é fazer com que os alunos passem a fazer parte da geração de novos conhecimentos, utilizando-se diferentes métodos de ensino. Em outras palavras, deseja-se que os alunos comecem a ser protagonistas na construção de um novo modelo de ensino-aprendizagem, em que tenham um papel ampliado, agindo de forma mais ativa. Observa-se ainda que a vantagem da rápida disseminação de informação faz com que as diversas áreas do conhecimento apliquem muitas vezes os mesmos instrumentos interdisciplinares na resolução dos mais diversos problemas. Por outro lado, enfrenta-se um momento delicado de adaptação, visto que alguns educadores nem sempre conseguem motivar seus alunos na busca do conhecimento.

Nesse contexto, a UFABC propõe um projeto pedagógico em que a formação superior do estudante é estruturada a partir do Bacharelado Interdisciplinar, que fornece uma base conceitual sobre a qual os futuros profissionais poderão construir e reconstruir os conhecimentos indispensáveis para o domínio de novas tecnologias. Os alunos interessados em continuar sua formação profissional podem compor seu histórico acadêmico, seguindo um dos cursos de formação específica, como por exemplo, uma das Engenharias ofertadas UFABC (2018).

Esses cursos deixam de seguir o recorte do século XX, em que as modalidades das Engenharias acompanhavam a natureza física dos fenômenos a serem instrumentalizados pela produção: elétricos, mecânicos, químicos, etc, já que no século XXI faz mais sentido referir as especialidades a grandezas básicas que balizam a sustentabilidade da organização produtiva (energia, informação, ambiente, etc.) e aos sistemas que lhe dão sustentação social (saúde, educação, etc.) e logística (transportes, habitação, urbanismo, etc.), num enfoque interdisciplinar.

No entanto, para gerar profissionais à altura dos grandes desafios que confrontam a sociedade moderna, as reformas do ensino não podem se limitar à reorganização curricular. É preciso também buscar uma nova postura metodológica e cognitiva. A ênfase exclusiva na solução de problemas definidos por uma modelagem convencional não é mais suficiente, apesar de necessária, para desenvolver as habilidades analíticas do futuro profissional. Portanto, é fundamental inovar na educação superior, combinando ferramentas de ensino com a perspectiva interdisciplinar. Para isso, o currículo do profissional formado pela UFABC é estruturado de maneira a: atender as demandas

das tecnologias modernas e emergentes; incorporar conhecimentos que permitam uma inserção mais rápida dos formandos na sociedade pós-moderna; desenvolver a capacidade crítica no exercício da atividade profissional e da cidadania; estimular as habilidades de descobrir, inventar e sistematizar. Além disso, o aluno da UFABC tem a possibilidade de desenhar o seu currículo individualmente, de modo que sua formação superior básica e específica esteja de acordo com sua vocação, seus talentos e aspirações.

Aqui são brevemente descritos os métodos utilizados no ensino-aprendizagem de conceitos de Engenharia, praticados na UFABC em disciplinas que compõem o currículo dos alunos que optam por esses cursos específicos. Em particular, são apresentadas a disciplina básica Introdução às Engenharias, e as disciplinas avançadas, integralizadoras de conhecimentos, Engenharia Unificada I e II.

4.3.1. Descrição das Disciplinas

Nas disciplinas aqui descritas, o professor deve ser um direcionador de atividades baseadas nos métodos de desenvolvimento de projetos, trabalhados ao longo do período, com a meta de aquisição de novos conhecimentos pelos alunos. A trajetória de ensino com este novo conceito começa na disciplina de Introdução às Engenharias, ofertada aos alunos do Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, com interesse em seguir um curso de formação específica em Engenharia.

Na disciplina de Introdução às Engenharias os alunos tomam conhecimento e aplicam métodos de projeto em Engenharia, ferramentas de gestão de equipes e método CDIO (*Conceive, Design, Implement and Operate*). Os alunos desenvolvem protótipos com materiais encontrados no dia-a-dia (pedaços de madeira, PVC, caixa de papelão, etc.), que possa ser utilizado para demonstrar alguma aplicação prática da área de ciências (física, matemática, química, etc.). Os alunos levam seus protótipos para demonstração e doação (como kits didáticos) a escolas públicas de nível médio, buscando despertar nos jovens o interesse por Ciências e Engenharias, segundo o que é proposto pelo IEEE³.

Apesar de não se tratar de disciplinas dos períodos iniciais, como é o caso da Introdução à Engenharia, dadas suas características inovadoras, optou-se por incluir também uma breve descrição das disciplinas de Engenharia Unificada I e II da UFABC, consideradas

³ <http://tryengineering.org/>

como integralizadoras de conhecimentos e ofertadas aos alunos nos períodos finais de seus cursos de formação específica em Engenharia. Estas disciplinas possuem quatro aspectos fundamentais: (1) As atividades desenvolvidas devem ter uma carga horária 100% prática, baseadas em um único projeto (proposto pelos alunos ou pelo professor). É importante que os alunos, trabalhando em grupos, elaborem seus próprios cronogramas para que, na sequência, o professor seja o elemento que os ajude a cumprir as metas. (2) Todo projeto deve ser interdisciplinar, utilizando-se uma "matriz de interdisciplinaridade" em que os alunos devem avaliar sua proposta e os módulos de seu projeto em termos de "dimensões disciplinares", tais como as dimensões técnica, social, ambiental e econômica. (3) Inicialmente todos os projetos utilizam o Kit Mindstorms da LEGO (AGULLO, 2003). Os projetos podem seguir algumas propostas tradicionais do kit (tais como robôs ou sistemas de automação), mas devem ser complementados com outros materiais e sistemas mecânicos, elétricos, etc. de forma a estabelecer projetos interdisciplinares. (4) Em relação às propostas de projetos, sugere-se que os temas a serem abordados tenham uma aplicação prática bem definida. É importante reforçar nos alunos o perfil do engenheiro como solucionador de problemas contemporâneos, induzindo-os a escolher assuntos que tenham demanda real, com soluções eventualmente já implantadas, embora sempre que possível com uma nova alternativa tecnológica fruto do desenvolvimento por eles proposto. Uma vez estabelecido o tema do projeto, que é o meio de demonstrar e gerar conhecimento a partir do trabalho em grupo, o professor passa a ter o papel fundamental de incentivador e mediador do diálogo disciplinar e interdisciplinar a que se propõe a ideia. Sendo assim, os alunos são motivados a gerar um mecanismo de propagação e aplicação de conhecimento, no qual têm total responsabilidade.

4.3.2. Resultados e Discussões

Em relação à finalização do processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Introdução às Engenharias, o grupo de alunos deve desenvolver um kit educacional e apresentá-lo em um seminário final.

Em seguida, os protótipos podem ser doados para escolas públicas, para estimular o aprendizado do conhecimento prático em áreas das ciências em jovens da educação básica. Algumas dessas escolas incorporam os kits ao acervo de suas bibliotecas para que os alunos tenham acesso a qualquer momento, ou possam até emprestá-los para demonstrar aos familiares ou amigos em suas residências

(ROMERO, *et al.* 2011).

O primeiro resultado concreto desta ação de ensino e, ao mesmo tempo de extensão, ocorreu em 2009, numa escola técnica estadual de São Paulo, na cidade Santo André. Na Figura 2 são apresentados exemplos de kits doados e, na Figura 3, fotos de atividades de demonstração dos kits pelos estudantes da UFABC, em que é possível se perceber o interesse e envolvimento da comunidade da escola.

FIGURA 2 - Exemplos de kits didáticos produzidos e doados às escolas públicas pelos estudantes da disciplina Introdução às Engenharias na UFABC



FONTE: Os Autores

FIGURA 3 - Fotos de atividades de demonstração em escola pública.



FONTE: Os Autores

4.4. Introdução à Engenharia da Computação e Projeto Integrador da UNINTER

O curso de graduação em Engenharia da Computação da Escola Politécnica do Centro Universitário Internacional (UNINTER), como em outras Instituições de Ensino Superior, tem atraído muitos estudantes

motivados pelo aquecido mercado de trabalho. Contudo, logo no início do curso o aluno se depara com um conteúdo complexo e raramente prático, ainda comum ao ciclo básico dos cursos de engenharia. Como consequência, muitos alunos não encontram motivação para prosseguir com o curso, tanto pela dificuldade de aprendizado como também por não encontrarem nas disciplinas conteúdo atrativo e prático alinhado à desejada área computacional.

Neste sentido, o curso de Engenharia da Computação da UNINTER passou a proporcionar aprendizado prático, em específico na área computacional, aos alunos ingressantes por meio das disciplinas de Introdução à Engenharia da Computação e de Projeto Integrador - PBL (*Problem Based Learning*). A combinação dessas duas disciplinas, além de apresentar ao aluno uma visão geral da computação e contextualizar o profissional engenheiro da computação, permite introduzir e aplicar métodos da pesquisa científica e tecnológica por meio da elaboração de um projeto teórico-prático. Como resultado desta integração de disciplinas de modo prático, os alunos se mostram motivados pelo aprendizado adquirido e pela oportunidade de submeter para publicação em congressos de iniciação científica e tecnológica. A seguir, apresenta-se o conteúdo programático das disciplinas, as atividades pedagógicas desenvolvidas, projetos publicados e considerações acerca dos resultados obtidos.

4.4.1. Introdução à Engenharia da Computação

A disciplina de Introdução à Engenharia da Computação, ofertada para os alunos do 1º período do curso tem o objetivo de abordar os principais aspectos que permeiam o curso de Engenharia da Computação, desde o seu histórico até as tendências para o futuro, passando pelas atribuições profissionais e órgãos de classe correlatos. Essa disciplina possui uma carga horária de 40h no semestre, sendo 2 horas semanais. Aspectos práticos do que será visto ao longo do curso fazem parte do conteúdo programático da disciplina, de modo a proporcionar aos alunos uma visão geral dos conteúdos a serem estudados ao longo dos cinco anos da graduação. Abordando aspectos técnicos da área da Computação, é a única disciplina específica de computação no período, todas as demais cursadas pelos alunos de forma concomitante são de formação geral da engenharia.

As habilidades e competências trabalhadas envolvem conhecer de forma geral a área de engenharia, em específico da computação, os aspectos legais e as atividades no mercado de trabalho, de forma a reconhecer oportunidades de atuação e compreender os princípios éticos profissionais. Ainda são abordados de forma específica os sistemas computacionais e a visão analítica para o desenvolvimento de soluções de *hardware* e *software*. Estes conhecimentos proporcionam

aos alunos uma visão de futuro, para se manterem atualizados nesta área do conhecimento, que está em constante mudança em função dos avanços tecnológicos. A avaliação da disciplina compreende provas objetivas e discursivas, assim como a realização de atividades práticas avaliativas em grupo.

4.4.2. Projeto Integrador PBL

No curso de Engenharia da Computação, os alunos cursam no primeiro semestre 6 disciplinas, sendo uma delas a disciplina Projeto Integrador PBL, na qual se adotou a abordagem PBL por se tratar de processo de ensino-aprendizagem centrado no aluno como sujeito da aprendizagem e apoiado no professor como facilitador e mediador do processo ensino-aprendizagem. Trabalhando com um problema predefinido o aluno é guiado a desenvolver a resolução de um problema por meio de informações, conceitos e habilidades apreendidas. Entre suas vantagens, se destaca a aplicação do método científico, aquisição de conhecimento e desenvolvimento de habilidades essenciais na resolução de problemas diversos voltados para o mercado de trabalho, pesquisa ou com cunho social. O PBL se justifica como uma forma de estabelecer uma estratégia pedagógica centrada no aluno e na habilidade de lidar com os mais diversos problemas, permitindo aos alunos a experiência de pesquisa e integração entre as unidades curriculares, como também, a prática dos conteúdos aprendidos de modo exploratório e aplicado.

Os alunos se organizam em equipes e elaboraram um projeto que envolve conhecimentos prévios e adquiridos das disciplinas do período. As equipes contam com um professor orientador para fazer o acompanhamento e a orientação do projeto. Em virtude da integração das disciplinas, o professor da disciplina de Introdução à Engenharia da Computação também desempenha o papel orientador dos projetos de PBL, afim de assegurar a integração dos conteúdos programáticos de ambas disciplinas.

No início da disciplina, os alunos recebem os modelos de documentos, com as respectivas normas, e devem apresentar um pré-projeto com a sua proposta de trabalho, incluindo um cronograma de desenvolvimento, considerando as etapas de apresentação parcial e final já agendadas com base no calendário institucional.

Ao final da disciplina, as equipes entregam, por meio de Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), os documentos desenvolvidos: um relatório com o detalhamento do projeto e os resultados obtidos, um artigo técnico-científico e cópia dos slides utilizados para a apresentação do trabalho. Após a entrega dos documentos, a apresentação do trabalho é realizada para uma banca de professores, que avalia o desempenho por meio da ponderação da apresentação

oral do projeto, do relatório e do artigo. A nota final do projeto é utilizada na composição da média final das demais disciplinas do semestre, com peso de 20%.

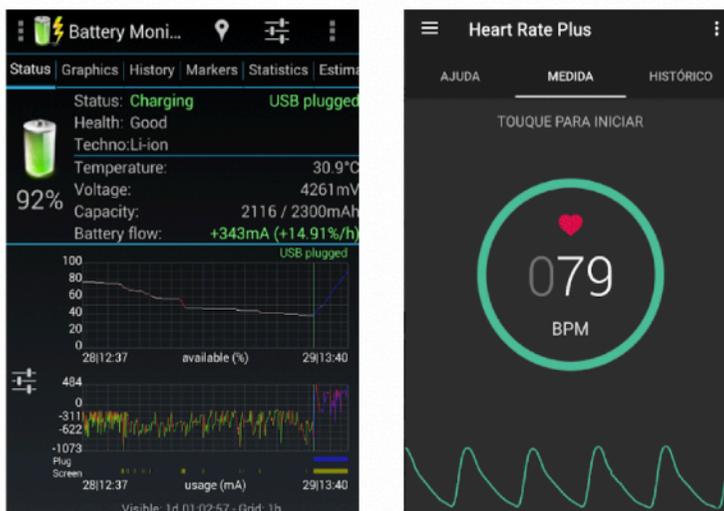
4.4.3. Projetos desenvolvidos

Os projetos desenvolvidos envolvem as mais diversas áreas da computação como: elaboração de protótipos de *software* e aplicativos de *smartphone*, estudos de *benchmark*, medições diversas utilizando *softwares* ou equipamentos e desenvolvimento de protótipos usando como apoio plataformas didáticas, como o Arduino.

Ao final de cada semestre, os trabalhos que possuem boa fundamentação bibliográfica e relato de experimentos são submetidos para simpósios e congressos de iniciação científica. Exemplos de projetos que se destacaram, resultando em produtos e publicações são: “*Benchmark em Baterias de Smartphones*” (LEMOS *et al.*, 2016); “Consumo de Bateria de *Smartphones* em Jogos e Redes Sociais” (FABRI *et al.*, 2017), “Medição da Frequência Cardíaca por Meio de Aplicativos em *Smartphones*” (SABINO *et al.*, 2017). A Figura 4, mostra telas dos aplicativos desenvolvidos nos dois últimos exemplos.

As publicações motivam os alunos, os quais as veem como um reconhecimento dos seus projetos e, também, na busca de melhorias nos períodos mais adiante no curso. Destaca-se ainda, que no processo de elaboração do artigo científico dentro das normas do congresso, os alunos adquirem uma vivência que reforça a característica de pesquisa fomentada pelo PBL, para além do âmbito da instituição de ensino. Por outro lado, os alunos que não tiveram seus trabalhos selecionados para publicação acabam sentindo-se motivados para realizar um trabalho melhor elaborado em um próximo período para também poder ser selecionado, visto que a disciplina de PBL ocorre nos demais períodos do curso.

FIGURA 4 - Telas de aplicativos desenvolvidos: (a) medição de bateria – 3C Battery Monitor Widget e (b) medição de frequência cardíaca – Heart Rate Plus



FONTE: Os Autores

4.4.4. Resultados e considerações

Os projetos desenvolvidos pelos alunos ingressantes têm apresentado resultados relevantes, efeito da aplicação do método científico e constatado pelas publicações já realizadas até o momento.

Assim, a disciplina de Introdução à Engenharia da Computação em conjunto com a disciplina de PBL no primeiro período do curso se configura como uma motivação importante para os alunos, proporcionando uma visão do que vem pela frente e por inserir os alunos na área de pesquisa científica, possibilitando a realização de publicações desde o primeiro semestre da graduação.

Cabe ressaltar que as atividades desenvolvidas durante a elaboração do projeto PBL também preparam o aluno para mais adiante elaborar o seu TCC em virtude da sucessiva aplicação do método científico, capacita-o a solucionar problemas durante sua atuação profissional e estimula um perfil inovador e empreendedor nos alunos pelos constantes desafios encontrados durante a elaboração dos projetos.

4.5. Introdução à Engenharia associada à disciplina Projetos e Atividades Especiais no IMT

Este trabalho apresenta a evolução da disciplina Introdução à

Engenharia no âmbito do Instituto Mauá de Tecnologia, desde 1996 até a implementação de sua nova abordagem no início do ano letivo de 2017, com base em projetos interdisciplinares, e conduzida como eixo direcionador das disciplinas fundamentais do primeiro ano dos nove cursos de Engenharia do IMT, por meio de inúmeras interfaces com as disciplinas regulares. Caracteriza-se, também, como um eixo profissionalizante e formador de habilidades específicas dos alunos iniciantes, e busca, por fim, a formação e consolidação das competências necessárias ao estudante de Engenharia.

4.5.1. Histórico e Abordagem Atual

Quando foi criada em 1996, dentro do ciclo básico dos cursos de Engenharia, a disciplina INTENG possuía uma estrutura anual e modular dividida entre todas as engenharias oferecidas. Era uma disciplina voltada principalmente à orientação vocacional e motivação para os estudos. Inovadora na matriz curricular dos cursos para sua época, buscou responder às dúvidas dos alunos sobre cada curso de Engenharia (NITZ; FERREIRA; NANNI, 1998).

Em 2008, ocorreu a primeira grande mudança na INTENG, que passou a aplicar a metodologia PBL - Ensino Baseado em Problemas. Assim, ao invés de participar de visitas e palestras, o aluno passou a desenvolver um projeto integrador ligado à modalidade de Engenharia escolhida (MATTASOGLIO NETO; MALVEZZI; ROMIO, 2008). Tal experiência foi focada na motivação do aprendizado, no desenvolvimento do autodidatismo, na valorização do trabalho em equipe, das regras e da ética.

Em 2013, a disciplina dividiu-se em duas vertentes: a primeira delas, o chamado Módulo Teórico, permitia ao aluno ingressante o contato inicial com as ferramentas de comunicação, gestão e execução de um projeto de Engenharia, enquanto a segunda, o Módulo Técnico, procurava aproximar ainda mais o aluno da forma de atuação de um engenheiro por meio de problemas de Engenharia desafiadores, segundo o seu nível de conhecimento, e um projeto desenvolvido em equipe.

Em 2016, a partir de uma nova concepção curricular baseada em projetos (Project Based Learning – PjBL), (MATTASOGLIO NETO; LIMA; MESQUISA, 2015), o IMT implantou a disciplina PAE – Projetos e Atividades Especiais, que é voltada ao oferecimento de projetos, oficinas e workshops semestrais optativos, em temáticas ligadas à Engenharia, ou mesmo temas transversais a ela. Estabeleceu-se assim um eixo motivacional e formativo de habilidades transversais, que supriu, com maior espectro e flexibilidade, os objetivos iniciais da Introdução à Engenharia.

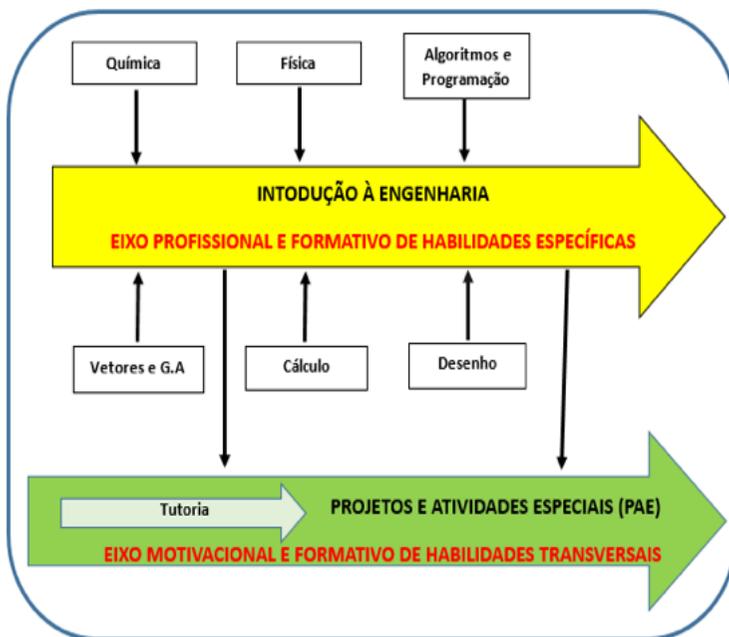
A INTENG passou então a discutir temas mais genéricos, tais

como: comunicação em Engenharia; ciência e tecnologia; o problema em Engenharia (identificação de variáveis e soluções); conceitos de Engenharia (modelagem, otimização, simulação, gestão, projeto); os cursos de Engenharia; o projeto (execução e apresentação); a ética.

Neste novo modelo, a disciplina buscou trabalhar principalmente as “soft-skills”, habilidades de comunicação e apresentação, e desenvolver um projeto único aplicado a todos os alunos da Engenharia.

A partir de 2017, GIL *et al* (2017), com base em uma avaliação crítica do corpo docente da disciplina INTENG quanto a seu papel no curso, na contribuição dos alunos, e na filosofia proposta pela coordenação do ciclo básico de um módulo anual de disciplinas que consolide os dois eixos: I – Motivacional e Formativos de Habilidades Transversais; e II – Profissional e Formativo de Habilidades Específicas, inicia-se a implantação de uma nova Introdução à Engenharia. Essa proposta se coaduna com aquela da reforma curricular dos cursos do CEUN/IMT: foco no trabalho do aluno, de forma colaborativa em time, utilizando estratégias de aprendizagem ativa, forte ligação entre teoria e prática e na contextualização do trabalho do engenheiro já na 1ª série. Assim, atualmente a INTENG conduz um eixo de trabalho profissional e formativo de habilidades específicas, com base em projetos conforme a Figura 5.

FIGURA 5 - Novo posicionamento da disciplina INTENG na 1ª série e a organização das disciplinas e atividades no seu entorno.



FONTE: Os Autores

A INTENG assume assim um papel de linha mestra do 1º ano do curso, tendo a importante função estruturante em que as disciplinas regulares atuam em conjunto.

Atualmente a INTENG fundamenta seu trabalho em times, e assim desenvolve projetos na forma de Open Lab e Open Fab, com amplo acesso aos laboratórios e ao Fab Lab do IMT. Como exemplo, em 2017 foram bimestralmente realizadas as seguintes atividades: Otimização de um Processo; Desenvolvimento de um Produto; Projeto Ambiental e Estudo de caso na área de Segurança.

A equipe de professores sob a liderança do professor responsável, desenvolve um intenso trabalho no estabelecimento das interfaces da INTENG com as disciplinas fundamentais do 1º ano do curso, definem as habilidades pertinentes e elaboram as atividades e projetos a serem aplicados. Embora de forma invertida com vistas a um planejamento ideal de curso, o estabelecimento de competências veio posteriormente. Isso se justifica pela própria concepção inicial da Introdução à Engenharia, com caráter motivacional e vocacional, conforme delineado no histórico da disciplina, e que, com sua evolução, assume um caráter

bastante diferenciado no CEUN/IMT. Comparativamente, a avaliação da disciplina pela Comissão Própria de Avaliação - CPA (2016/2017/2018), mostrou uma evolução crescente da percepção positiva do corpo discente quanto à nova abordagem.

4.5.2. Resultados e discussão

É importante reforçar que o processo estruturante aqui descrito, por meio do ensino de habilidades que darão origem às competências do engenheiro, embora já venha sendo aplicado na INTENG desde fevereiro de 2017, é dinâmico e, portanto, ainda um processo em construção. Envolve um árduo trabalho de estabelecimento do maior número possível de interfaces entre a INTENG e as disciplinas regulares, a colocação dos temas em contexto, a proposição de projetos relevantes e plausíveis, a identificação das habilidades e sua pertinência, e o agrupamento em competências. Certamente, com a evolução da disciplina, e com o trabalho de formação das competências, serão identificadas habilidades ausentes que merecerão sua inserção. Levando-se em conta a rápida evolução da sociedade e da Engenharia, esse caráter sinérgico da INTENG, como um processo de construção e estudo nos parece bastante desafiador e motivador.

Busca-se agora tornar a disciplina mais abrangente, englobando, também, e de forma mais completa, todas as vertentes da comunicação em Engenharia. Busca-se a consolidação do seu papel com eixo estruturante das demais disciplinas do ciclo básico dos nove cursos de engenharia do CEUN, formalizando criteriosamente as competências que se pretende desenvolver e as habilidades pertinentes.

4.6. Introdução à engenharia no Senai Cimatec

Nesta seção, encontram-se detalhadas algumas estratégias adotadas pelo Senai Cimatec nas suas disciplinas de Introdução à Engenharia Elétrica, de Introdução à Engenharia de Controle e Automação e Introdução à Engenharia de Materiais, inspiradas na literatura sobre aprendizagem ativa e PBL aplicado à engenharia e no provérbio chinês: “Eu escuto e eu esqueço. Eu vejo e eu lembro. Eu faço e eu entendo”.

4.6.1. Perguntas e respostas elaboradas pelos alunos e votador Plicker

Nas disciplinas de Introdução à Engenharia de Controle e Automação e Introdução à Engenharia Elétrica foram testadas técnicas de games envolvendo quizz que estimulam a competição entre os grupos. Durante apresentações de seminários, os alunos são estimulados a elaborar um conjunto de perguntas e respostas sobre o tema para verificar o entendimento dos colegas e as verificações são realizadas utilizando o aplicativo votador Plickers. O objetivo desta

prática é fazer com que os alunos se sintam no papel central e passem a entender a importância de aprender bem o conteúdo para ter condições de elaborar boas questões. Além disso, como todos os alunos estão, supostamente no mesmo nível de ensino, ocorre maior interação entre eles.

A experiência da sala de aula quebra cabeça se mostrou muito eficaz nas oportunidades que foram aplicadas na disciplina de introdução à engenharia. Em uma delas, o professor apresentou um tema muito interessante para os alunos sobre os tipos de automação na manufatura e suas características. Uma vez que se tratava de alunos ingressantes e que ainda não tinham adquirido muitos conhecimentos para aprender algo mais técnico em uma aula de 100 minutos, há de se ter cuidado para a escolha do tema e o dimensionamento do tempo. Este tema pode ser um capítulo introdutório de qualquer livro de automação. O desfecho foi surpreendente a maioria dos alunos compreenderam bem os conhecimentos que foram trabalhados e que foi verificado através da aplicação de um quizz sobre o tema utilizando o Plickers. Nesta experiência, houve construção colaborativa do conhecimento com o aluno como protagonista, professor apenas como mediador e a técnica de gamificação (ARONSON, 2002).

4.6.2. Mini Projeto Integrador

O Projeto Integrador (PI) é uma atividade curricular, adotada no Centro Universitário Senai Cimatec, que tem o objetivo de desenvolver as competências que estão sendo adquiridas em cada período letivo. O projeto culmina com a apresentação de um trabalho interdisciplinar, que deverá enfatizar pelo menos três componentes curriculares do período letivo em que se inserir, e deverá ser entregue em forma de documento impresso ao docente e ser apresentado em sessão pública em sala de aula ou auditório. O objetivo do PI é orientar o discente quanto à inter-relação das competências que estão sendo adquiridas no percurso formativo, sua utilização e importância para a aquisição de novas competências, contempladas nos módulos subsequentes, que contribuirão para a aplicabilidade no contexto da área tecnológica.

Na disciplina de Introdução a Engenharia de Materiais foi empregada uma atividade introdutória aos PIs, aqui denominada de “Mini PI”. Os alunos deveriam propor o desenvolvimento de um novo material com temática, classe (polímeros, metais e cerâmicas) e aplicação de livre escolha, tendo como pano de fundo os temas abordados nas disciplinas: Introdução a engenharia de Materiais, redação e relatórios técnicos e Meio Ambiente e Desenvolvimento. Os entregáveis do projeto incluíam: *project model canvas*, plano de trabalho, protótipo conceitual ou funcional, apresentação em forma de seminário e parte escrita em formato de artigo científico. Como

premissas, os materiais deveriam ter um forte cunho de ecologicamente amigável e, os textos produzidos, deveriam aplicar as normas ABNT estudadas na disciplina de Redação e Relatórios Técnicos.

Como exemplo, uma das equipes desenvolveu um novo material para aplicação como piso ou revestimento, intitulado Piso de Mandacaru. O material era composto por uma matriz polimérica a base de poliéster cristal reforçado com fibra de mandacaru. O mesmo foi caracterizado através de ensaio de resistência à flexão.

Os resultados demonstraram que apesar de ser um compósito polimérico, o material tinha propriedades equiparáveis às de cerâmicas tradicionalmente utilizadas para essa aplicação. Os resultados desse trabalho foram submetidos ao 4º Encontro da Regional Nordeste da Associação Brasileira de Polímeros, realizado em setembro de 2018 na cidade de Aracaju- SE.

FIGURA 6 - Foto de placas para confecção de corpos de prova de ensaios mecânicos de flexão do projeto Piso Mandacaru.



FONTE: Os Autores

A experiência para os alunos foi extremamente gratificante e imersiva. O projeto propiciou a execução de técnicas de gestão de projetos, a experimentação prática com o desenvolvimento e caracterização dos materiais, as práticas de técnicas sustentáveis de desenvolvimento de produtos e processos, e a vivência de reportar os resultados alcançados através da realização dos seminários e da escrita dos artigos.

4.6.3. Visitas técnicas dirigidas

Manter a motivação dos alunos nos anos iniciais é uma tarefa bastante desafiadora e as visitas técnicas surgem como uma oportunidade de os alunos verificarem, já no início do curso, o que eles poderão fazer após a formação. Nestas visitas, os alunos são acompanhados por um representante da empresa mais alinhado com o perfil do curso. Por exemplo, uma das visitas técnicas realizada com os alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação foi a uma fábrica de perfumes, cremes e loções que possuía linhas de envase automatizada, além de alguns processos contínuos automatizados. Esta mesma turma de alunos realizou visita a uma fábrica de pneus que também apresenta uma infraestrutura de automação e supervisão moderna.

4.6.4. Artigos científicos

A primeira atividade pontuada da turma de introdução à engenharia elétrica e controle e automação foi a leitura e confecção de um artigo de revisão bibliográfica baseado nos temas presentes no IEEE Spectrum. A revista sugerida possui uma linguagem simples e de fácil leitura sem muito aprofundamento técnico. Os estudantes se dividiram em grupos de 4 participantes e escolheram um artigo base. A professora não forneceu o *template* do trabalho, apenas orientou que os alunos deveriam seguir um modelo do IEEE para entrega um mês depois. Essa atividade foi passada no primeiro dia de aula da disciplina que coincidiu com o primeiro dia de aula de engenharia deles, portanto essa atividade já os obrigou a formar grupos com completos estranhos. Nesse artigo, os alunos além de escreverem sobre temas relacionados com tecnologia e inovação, sentiram a clara necessidade de domínio do idioma inglês e também tiveram que realizar uma revisão bibliográfica e tecer uma conclusão adicionando o ponto de vista pessoal sobre o tema, sem contar que foi a primeira vez que eles seguiram um *template* de artigo científico.

4.6.5. Semana de Engenharia

O tema definido para a apresentação foi o engenheiro eletricitista do futuro e a atividade demandava que os alunos se dividissem em grupo e discutissem com quais áreas eles imaginam que irão trabalhar e para qual a tecnologia estará em utilização. A professora estabeleceu algumas diretrizes, o grupo tem que ser 100% diferente do grupo do primeiro trabalho (o artigo científico), i.e., nenhum aluno do grupo pode ter trabalhado com o outro. Essa imposição obrigou os alunos a saírem de sua zona de conforto e estabelecerem novas conexões.

Após os grupos estarem formados, os alunos debateram sobre o

perfil do engenheiro electricista do futuro e de sua multidisciplinaridade. Os mesmos montaram os pôsteres utilizando o *template* fornecido. Finalmente, os alunos fizeram a apresentação de seu ponto de vista para os integrantes da I SEELC (I Semana de Engenharia Elétrica do CIMATEC) durante a sessão intitulada: O engenheiro electricista do futuro - uma visão dos alunos da turma de EE 2018T1.

Como professora da disciplina, foi muito prazeroso escutar os jovens estudantes debaterem sobre inteligência artificial, cidades inteligentes, sistemas de detecção de faltas em motores. Os alunos explicaram conceitos de eletromagnetismo, redes neurais, lógica fuzzy e vulgarizaram os conteúdos de maneira brilhante. Os alunos veteranos participaram em grande número e ficaram positivamente surpresos pela eloquência e desenvoltura de alguns.

4.6.6. Introdução a ferramentas computacionais

Outra atividade da disciplina de Introdução à Engenharia Elétrica foi a apresentação do software MATLAB e a utilização do mesmo pelos alunos. Primeiramente uma introdução do software foi realizada, e os alunos conseguiram entender em quais disciplinas poderiam fazer uso dessa ferramenta. Os alunos resolveram equações de segundo grau, fizeram a adição de matrizes, cálculo do determinante, cálculo de integral e derivada e também plotar gráficos.

Um outro ambiente virtual de aprendizagem muito interessante e utilizado nas disciplinas de introdução é o *tinkercad circuits* da Autodesk. Neste ambiente, os alunos já simulam pequenos circuitos eletrônicos bastante motivadores como por exemplo: circuitos com LEDs, resistores, campainhas e motores conectados a microcontroladores.

Estas simulações iniciais servem de motivação para que o trabalho final da disciplina de introdução à engenharia de controle e automação apresenta elementos de automação de sistemas envolvendo sensores, atuadores e microcontroladores. Cada equipe é livre para apresentar a automação de um sistema e os projetos são os mais diversos possíveis.

Quando estes alunos iniciarem as disciplinas de circuitos elétricos terão uma visão mais ampla dos componentes, instrumentos e de como montar um circuito.

4.6.7. Alunos veteranos apresentam seus projetos para calouros

Os alunos assistiram as apresentações dos projetos da turma do 6º trimestre de Sinais e Sistemas II de engenharia elétrica. Esse projeto consistia em desenvolver um sintetizador computadorizado de áudio via MATLAB. Esta ferramenta tem por objetivo modificar o áudio captado, por meio de equações matemáticas, a fim de gerar efeitos sonoros similares aos produzidos pelos sintetizadores analógicos. Para a

captação dos dados de áudio, um sensor foi acoplado a saída de áudio (guitarra, baixo, teclado, por exemplo). O resultado deste dispositivo foi apresentado em tempo real aos alunos da disciplina e aos calouros.

Os alunos veteranos adaptaram a apresentação de forma que os alunos calouros pudessem entender a ideia geral do projeto. Essa experiência foi edificante para os alunos calouros, eles puderam ampliar a extensão do curso de engenharia elétrica e já começaram a enxergar onde eles poderiam chegar caso continuarem o curso com dedicação. Os alunos comentaram “um dia quero saber tanto como o aluno XYZ veterano”.

4.6.8. Resultados e discussão

Ao final do oferecimento das disciplinas de Introdução à Engenharia tem sido solicitado aos alunos dos cursos de engenharia elétrica e engenharia de controle e automação que respondam a um questionário via formulário do Google Forms. Em 2018, responderam 39 alunos de engenharia elétrica (23% do total de alunos do curso) e 33 de engenharia de controle e automação (25%). Para a pergunta “você acha que o professor é o único responsável pelo seu aprendizado da disciplina”, responderam que “NÃO”, 100% dos alunos da engenharia elétrica e 96,9% dos alunos da engenharia de controle e automação. Para a pergunta “você acha que competição, por meio de games e quizz, estimulam o aprendizado”, responderam que “SIM”, 76,9% dos alunos da engenharia elétrica e 90,9% dos alunos da engenharia de controle e automação. Para a pergunta “em quantas disciplinas do Cimatec você foi exposto a aulas que utilizam alguma metodologia ativa de ensino usando, por exemplo: games, aplicativos, Google Forms, Kahoot, Socrative, Plickers, sala de aula invertida, sala de aula quebra cabeça”, obteve-se: dos alunos de engenharia elétrica, 5,1% responderam “Mais de 3” e 84,6% responderam “1 a 3”; e dos alunos da engenharia de controle e automação 24,2% responderam “Mais de 3” e 42,4% responderam “1 a 3”. No caso desta última pergunta, vale ressaltar que os professores da instituição receberam treinamento sobre essas ferramentas no início de 2018 e, portanto, ainda estão em fase de adoção da tecnologia.

De maneira geral, os professores afirmam perceber melhora na motivação e envolvimento dos alunos com seus cursos. Entretanto, ainda se faz necessária uma análise mais completa e aprofundada da satisfação dos alunos em relação a cada uma das estratégias apresentadas, bem como do real impacto no desenvolvimento de competências dos alunos, a fim de que se possa aprimorá-las.

4.7. Introdução à Engenharia na UFSC

O objetivo desta seção é apresentar uma concepção e alguns

resultados de uma abordagem de iniciação para os cursos de engenharia por meio de estratégias ativas de aprendizagem na disciplina de Introdução à Engenharia no curso de Engenharia de Controle e Automação da UFSC.

As contribuições deste trabalho estão na apresentação de uma proposta de formação inicial para estudantes de engenharia baseada na aprendizagem ativa, por meio de uma disciplina de Introdução à Engenharia, e a avaliação desta proposta amadurecida ao longo de 3 anos de atividade no curso de Engenharia de Controle e Automação na UFSC, mostrando nessa avaliação evidências de desenvolvimento de autonomia, criatividade, motivação e colaboração.

4.7.1. Metodologia

Os referenciais conceituais que podem ser destacados na realização deste trabalho são os princípios da aprendizagem ativa descritos por Cuban (1984), com os quais o estudante é colocado em ambientes de aprendizagem, onde é induzido tomar mais decisões que desenvolvem a autonomia, e a abordagem *Design Thinking* descrita por Tim Brown (IDEO, 2012), na qual a criatividade é promovida por meio de processos de divergência e convergência de ideias. Outra abordagem bastante explorada foi a aprendizagem baseada em problemas (DU; GRAAFF; KOLMOS, 2009), com a qual o principal resultado não é necessariamente o produto desenvolvido para uma solução de engenharia, mas o processo de desenvolvimento em si. Ou seja, o estudante recebe maior autonomia e o docente se prepara para trabalhar como um tutor em boa parte do desenvolvimento da solução dos projetos. Entretanto, outros conceitos também foram explorados com menor destaque diante dos resultados obtidos até o final do ano de 2017.

Destes podem-se destacar o Projeto Integrado de Produtos (BACK *et al.*, 2008), do qual foram aproveitados a amplitude da abordagem linear, necessária para a construção de um projeto semestral e promoção de uma visão holística que começa na percepção de oportunidades de atuação (definição do problema) até a avaliação do produto nas condições de uso (avaliação do usuário final). Outro conceito explorado parcialmente foram os princípios da Comunicação Não Violenta (ROSENBERG, 2003), com os quais se disseminaram técnicas para realizar comunicações mais objetivas e impessoais entre as equipes, promovendo a eficácia e a empatia nas comunicações.

4.7.2. Descrição

A proposta teve duas fases de concepção. A primeira partiu da proposta criada por Vallim, Farines e Cury em 1999 (VALLIM; FARINES; CURY, 2006). Nessa proposta os estudantes realizavam três projetos ao

longo do semestre usando Kits da LEGO explorando a abordagem de conceitos de básicos do curso de Engenharia de Controle e Automação usando problemas previamente definidos pelos professores e simulando uma situação onde a partir da requisição de um cliente eram desenvolvidas as especificações, projeto preliminar, protótipo e uma revisão da solução apresentada. Nessa primeira fase, os projetos foram mantidos com algumas adaptações estruturais, tais como infraestrutura, práticas de nivelamento técnico para uso dos Kits da LEGO, técnicas de criatividade e uso do ambiente virtual MOODLE para o desenvolvimento dos projetos por meio de Wikis (construção colaborativa de documentos), Fóruns e repositório de documentos (CHINCARO BERNUY, 2015). A formação das nove equipes foi mantida.

Na segunda fase da proposta, que teve seu início no segundo semestre de 2016, a proposta da aprendizagem por projetos passou a ser organizada concomitantemente com uma abordagem da aprendizagem por problemas (DU; GRAAFF; KOLMOS, 2009), onde o protagonismo dos estudantes ficou mais evidente. Na Figura 7, está representada a estrutura organizacional das atividades na versão utilizada no segundo semestre de 2017, na qual apenas um projeto semestral era desenvolvido pelas nove equipes compostas por quatro estudantes, em média. Nesta versão da proposta, as duas aulas teóricas e duas aulas práticas se buscou um uso mais homogêneo dos ambientes de desenvolvimento e apoio.

FIGURA 7 - Organização das atividades para a disciplina no 2º. semestre de 2017.

Aulas teóricas	Aulas Práticas
Diagnóstico	Lab 1 - Instrumental
Desafio Semestral	Lab 2 - Malha Fechada
Descoberta e Interpretação	Lab 3 - Sistema Discreto
Interpretação (Empatia)	Lab 4 - Seguir linha
Funcionalidades	Lab 5 - Estratégias com seguidor de linha
Subsistemas	Discussão e desenvolvimento
Gestão de Tarefas	Protótipos 1, 2 e final
Suporte ao desenvolvimento	
Temas transversais (CTS e entidades estudantis)	
Exposição (Expolouro)	

FONTE: Os Autores

O bloco de aulas práticas teve como objetivo desenvolver competências práticas com a infraestrutura disponível no laboratório e competências de relacionamento interpessoal, usando inicialmente cinco roteiros de aulas práticas envolvendo Kits Arduino e LEGO. A complexidade das atividades foi organizada de forma crescente, buscando que todos os estudantes tivessem oportunidade de fazer contato com os recursos disponíveis no laboratório e desenvolvessem algumas competências de elaboração de relatórios técnicos e trabalho em equipe. Alguns relatórios envolveram a edição de vídeos explorando a comunicação áudio visual e compartilhamento destas informações. Na Figura 8, estão indicadas as atividades Lab 1 até Lab 5 como as atividades semanais realizadas nas cinco primeiras semanas da disciplina. O domínio das competências práticas seriam potenciais recursos para trabalhar os problemas selecionados para o projeto semestral.

Neste Bloco de Aulas Práticas, também foram organizadas as tutorias com cada equipe sobre questões de desenvolvimento da parte prática (implementação e incentivo do uso dos laboratórios de desenvolvimento e outro de apoio, onde estão alocados dois técnicos) e a apresentação de dois protótipos funcionais e final da solução. Nas tutorias foram explorados os conceitos da Comunicação Não Violenta com a finalidade de exercitarem técnicas de comunicação objetiva, clara e impessoal por meio dos quatro passos: Observação, Sentimento, Necessidade e Pedido (ROSENBERG, 2003). Além do professor exercendo a função de tutoria, um estudante, que já tenha realizado a disciplina, era selecionado para que realizasse a função de monitor com uma carga horária semanal de 20h. Este monitor foi orientado para disseminar comportamento de autonomia e liderança, evitando funções exclusivas de tirar dúvidas dos estudantes. Para isso foram realizadas reuniões semanais e algumas oficinas técnicas e de Design Thinking.

O Bloco de Aulas teóricas foi organizado com diversos objetivos. Inicialmente, algumas atividades de diagnósticos foram realizadas para ajustar as intervenções nos laboratórios e para auxiliar na distribuição dos membros das equipes. O equilíbrio da distribuição significava que era desejável que os membros das equipes tivessem perfis heterogêneos, incentivando a complementaridade.

Para isso, foram aplicados questionários com questões que ajudassem a identificar os tipos de habilidades, personalidades, níveis de conhecimento específico de programação e eletrônica. Durante o diagnóstico são apresentados os objetivos (o desenvolvimento de competências técnicas e atitudinais) e a metodologia da disciplina. O desenvolvimento do projeto semestral não é colocado como um objetivo, mas sim um instrumento para desenvolver as competências desejadas.

Uma vez definidas as nove equipes com quatro membros, em média, foram aplicados os processos de criação: Descoberta, Interpretação, Experimentação (IDEO, 2009) e Gestão de Tarefas usando Kanban (KNIBERG; SKARIN, 2009). O objetivo destes processos foi desenvolver a capacidade de explorar e discutir problemas não estruturados e que envolvessem conceitos de controle, mas que pudessem ser trabalhados até o final do semestre. Neste caso, os problemas eram trazidos em quantidade ilimitada (em média cada semestre os estudantes trouxeram 50 temas de problemas) e em seguida cada equipe, usando critérios explícitos, selecionava um tema dentro dos temas que a equipe trazia, ou ainda, utilizando os temas de outras equipes, socializados nos seminários iniciais (Descoberta). Para isso, eram feitos seminários e debates com membros externos (professores e comunidade).

Após a definição do tema, cada equipe realizava um trabalho de análise, definindo funcionalidades específicas que a solução deveria apresentar. Estas funcionalidades eram traduzidas para um formato de tarefas, sendo que estas tarefas seriam administradas com auxílio de ferramentas de Gestão de Tarefas. O Trello (www.trello.com), que é uma das ferramentas gratuitas que realiza de forma simples e intuitiva a organização de tarefas, foi sugerido para ser utilizado usando o conceito Kanban (A Fazer, Fazendo e Feito).

Ainda no bloco de aulas teóricas foram trabalhados temas transversais, tais como Ciência Tecnologia e Sociedade, e trabalhos que algumas entidades estudantis realizam com a comunidade externa à universidade. Esta ação transversal tinha como objetivo desenvolver uma visão crítica dos contextos que estavam sendo trabalhados os problemas escolhidos por cada equipe.

Os fechamentos de cada tutoria semanal foram as oportunidades usadas para explorar a discussão das dificuldades e conquistas, sendo que o fechamento mais representativo era feito por meio de uma apresentação dos resultados das soluções desenvolvidas para a comunidade externa. Esta apresentação acabou se estruturando como uma feira e recebeu um nome simbólico de EXPOLOURO.

4.7.3.Resultados

Dentre os principais resultados nos oferecimentos de 2016 e 2017, destaca-se o desenvolvimento da capacidade das equipes para identificação e definição de problemas de engenharia não estruturados, como se pode observar na Tabela 1.

TABELA 1 - Propostas de temas aprovadas pelas equipes na disciplina de Introdução à Engenharia.

Equipe	Segundo semestre de 2016	Primeiro semestre de 2017	Segundo semestre de 2017
1	Limpador de Vidro Automático	Controle Automático de Fluxo de Veículos	Monitoramento de risco para animais domésticos
2	Colete para deficientes visuais	Coleta Automática para Supermercados	Localizador de objetos para deficientes visuais
3	Coletor Seletivo de Lixo Automático	Afinador Automático de Instrumentos de Corda	Monitoramento de crianças em locais de risco dentro de uma casa
4	Cubo Amorfo	Sistema de Informação de Ônibus para Deficientes Visuais	Controle de ocupação de mesas em restaurantes
5	Misturador de Líquidos para Indústria de Cosméticos	Gerenciador de medicamentos para idosos	Controle de consumo de água e energia elétrica em casas compartilhadas
6	Bengala Eletrônica para deficientes visuais	Identificador de vagas livres em Ônibus Urbanos	Controle de vagas de veículos em estacionamentos verticais
7	Varal Automático para Casas	Sistema de Gestão de Consumo de Energia Elétrica Residencial	Controle de validade de produtos em um supermercado
8	Estufa Automática para Apartamentos	Irigador Automático de Pequenas Plantas para Apartamentos	Controle da dosagem de insulina para diabéticos
9	Separador Automático de Lixo Reciclável	Controle de Acesso para Condomínios	Monitoramento da quantidade de açúcar na fermentação em um processo de fabricação de cerveja artesanal

FONTE: Os Autores

Esta competência de identificar problemas não estruturados está diretamente ligada a capacidade de inovar na engenharia, pois os grandes desafios da engenharia atual são exclusivamente problemas não estruturados. Este resultado foi possível graças conjunto de fatores descritos na seção anterior e também graça a reorganização estrutural do espaço físico, onde a organização linear deu lugar para uma organização na forma de células de trabalho.

Outro resultado importante foi o desenvolvimento da autonomia e da motivação, observados diretamente pelas apresentações dos protótipos nas três feiras EXPOLOURO que foram realizadas entre o segundo semestre de 2016 e segundo semestre de 2017. Pois destes 27 projetos apresentados apenas um deles não obteve resultados práticos, contudo houve um significativo aprendizado para esta equipe que não finalizou o produto. Neste caso, o trabalho foi apresentado conceitualmente na EXPOLOURO.

Outro resultado que pode ser destacado foi que os estudantes se apropriaram dos conceitos básico técnicos, por meio do contínuo reforço do uso contextualizado dos conceitos ao longo das discussões, atingindo o objetivo de desenvolver competências técnicas que serão intensamente usadas em muitas disciplinas ao longo curso, tais como, conceitos de Malha Aberta, Malha Fechada, Realimentação, Sistema de Medição, Automação discreta e Modelagem de Sistemas.

4.7.4. Considerações Finais

O Bloco com Aulas Práticas, composta por cinco aulas de nivelamento, permitiram um contato mais homogêneo entre os estudantes e a parte instrumental, dos quais poucos tinham conhecimento. Contudo a elaboração de relatórios técnicos ainda precisa ser trabalhada de outra forma, pois muitos ainda não conseguem organizar textos estruturados e claros.

Outro aspecto importante observado foi que, apesar da estrutura da proposta está direcionada para um curso específico, outros cursos também podem utilizar a mesma estrutura, desde sejam feitas adequações dos conceitos básicos de outros cursos nos laboratórios e nos temas dos projetos. Esta consideração se justifica pela abrangência dos conceitos usados na construção da proposta de uma concepção ativa para a disciplina de Introdução à Engenharia.

A riqueza das discussões no processo de Descoberta do Problema foi bastante significativa para o desenvolvimento da empatia e a criatividade, pois era muito importante que os estudantes buscassem um ponto de vista diferente, aos que eles inicialmente traziam. A liberdade da escolha dos temas, considerando as limitações dos recursos dos laboratórios, promoviam uma autonomia que superou todas as expectativas iniciais. Mas neste caso específico, é muito importante destacar que a formação docente está diretamente ligada aos resultados, pois a análise, a estruturação e o planejamento de todas as atividades foi resultado de muitas reuniões para que a proposta fosse amadurecida. Contudo, ainda cabe outra observação tão importante quanto a formação: é a formação continuada. A formação continuada cria condições para que o docente reestruture e modifica continuamente de forma estruturada e dentro dos recursos limitados, que são os laboratórios de ensino de uma forma geral.

5. ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO

Nesta seção, são apresentadas mais duas iniciativas que também empregam abordagens de aprendizagem ativa e PBL, mas que descrevem em maior profundidade suas estratégias para avaliação das disciplinas e respectivo impacto no desenvolvimento de competências nos alunos.

5.1. Avaliação do impacto da disciplina de Introdução à Engenharia Ambiental e Sanitária da UFAL

Tentativas de facilitar o acolhimento e a adaptação de calouros acontecem no Centro de Tecnologias (CTEC) da UFAL, desde a criação do grupo PET Engenharia Civil em 1988, a partir da proposição do curso de nivelamento dos calouros e monitorias, e do Programa de

Orientação Acadêmica, por professores associados às disciplinas específicas de atuação do profissional. A partir da experiência do grupo PET Engenharia Civil, outros programas discentes passaram a existir no CTEC, como Empresas Juniores, Programa Especial de Capacitação Discente e outros dois grupos PET.

Discussões recorrentes do grupo PET Engenharia Ambiental quanto à dificuldade de adaptação de calouros suscitaram a proposição da abordagem aqui descrita, como uma ação complementar resultante da análise do Manual de Orientações Básicas do Programa de Educação Tutorial (MARQUES e COLAB, 2014). Percebeu-se a necessidade do grupo conhecer melhor e explorar abordagens alternativas. Especialmente a partir do estudo e participação em COBENGES e CBIEs, percebeu-se que metodologias ativas de aprendizagem oportunizam aproximação entre docentes e discentes, valorizando o pensamento dos discentes ao ter a mudança de papel do professor de transmissor para facilitador da construção do conhecimento e habilidades pela interação da turma na busca de solução de problemas e projetos. Uma vantagem clara para a definição da abordagem era a continuidade de interação do grupo PET Engenharia Ambiental, iniciada no curso de nivelamento ainda antes do semestre letivo regular.

Até 2013, a disciplina de Introdução à Engenharia se pautava no convite a especialistas para proferirem palestras ou ainda na realização de visitas técnicas para apresentação de áreas de atuação profissional, sendo a atuação dos discentes passiva e limitada a desenvolver relatórios. Para além da disciplina, calouros tinham a oportunidade de participar (i) de um curso de nivelamento de conhecimentos em matemática do segundo grau, que serve também ao acolhimento e apresentação à UFAL, (ii) do Programa de Orientação Acadêmica, em grupos de três ou quatro alunos para cada professor de disciplina profissionalizante e (iii) de aulas de revisão de conteúdos para provas de disciplinas do primeiro período, em especial, Cálculo e Geometria Analítica.

A partir da turma ingressante em 2014, a abordagem proposta e adotada na disciplina consistiu de (i) levantamento junto aos ingressantes de temas de interesse prioritário de conhecimento sobre o curso, (ii) apresentação de tópicos preliminares transversais por estudantes do PET, (iiia) desenvolvimento de rodas de conversa pautadas pelo uso do método *think-pair-share*, (iiib) dinâmicas de simulação da realidade profissional e (iiic) visitas técnicas junto a especialistas do mercado profissional ou professores do curso, (iv) introdução da tutoria por discentes veteranos para acolhimento e facilitação da adaptação à UFAL fora do horário de aulas.

A ideia era a de que se criava uma disciplina obrigatória centrada no calouro, que também ampliasse oportunidades de engajamento e

formação para estudantes veteranos, em especial os não-vinculados a grupos discentes. Optou-se por não ter avaliação de mérito (conhecimentos/habilidades) para aprovação, e sim apenas de percentual mínimo de presenças, por se entender a oferta da disciplina muito mais como uma oportunidade para os estudantes refletirem sobre seus interesses no curso. Isso se deu inclusive pelo fato do SISU permitir que o estudante escolhesse pelo curso como opção secundária, após a percepção da nota de corte do curso em relação a que obteve no ENEM. Optou-se também por informar sempre aos alunos quais temas seriam tratados, para que ele antecipasse uma pesquisa por informações na internet e não chegasse para a interação com especialistas sem preparação prévia.

A tutoria por discente veterano se iniciou como atividade do PET Engenharia Ambiental na turma 2014.1, tendo alocação de um petiano como tutor para cada grupo de 3 ou 4 calouros. Nos anos seguintes, a coordenação da disciplina passou a realizar chamada aberta, o que não restringiu a participação a petianos. O único requisito era que os interessados a atuarem como tutores teriam que ter cursado as 7 disciplinas do primeiro período e já ter sido aprovados em todas. A seleção se dava por uma entrevista escrita a ser corrigida de forma cega por mais de um professor. Semanalmente, os tutores selecionados se reuniam com o professor coordenador da disciplina para compartilhar percepções e contribuir para a abordagem a ser aplicada em cada reunião com calouros ou mesmo no encontro semanal na disciplina. A alocação de tutor por grupo era realizada na primeira reunião com o coordenador da disciplina, tendo como objetivo aproximar veteranos a professores e calouros.

5.1.1.Método de avaliação

A fim de avaliar o impacto da criação de uma disciplina, com abordagem ativa e centrada nos estudantes, no interesse pelo curso, foram avaliados os seguintes aspectos: (i) efetividade de ações para adaptação de estudantes ao curso de Engenharia (nivelamento, PROA, monitorias PET); (ii) como a percepção de acolhimento influenciou na abertura para “adotar” o curso desconhecido e (iii) se ter avaliação de mérito influencia no interesse/dedicação à disciplina.

Foram elaborados questionários específicos que foram aplicados a estudantes, tutores, petianos e especialistas para avaliar como estes perceberam a abordagem, com a consideração de características mínimas comportamentais de cada agente, seja estudante, tutor ou coordenador da disciplina. Aos estudantes de turmas sob a abordagem anterior e atual, as questões objetivaram colher percepções sobre a relevância da disciplina, a abordagem adotada em sala, os conteúdos desenvolvidos, o acompanhamento e orientação desenvolvidos por

tutores e professores e sobre outras atividades que serviram ao acolhimento à UFAL. Aos tutores (que apenas em 2014 a participação estava restrita a estudantes do PET) as questões objetivaram caracterizar percepções sobre o processo seletivo de tutores, a coordenação da tutoria, a tutoria e os efeitos indiretos da experiência. Aos petianos as questões objetivaram caracterizar os desafios postos pela promoção de uma abordagem de aprendizagem ativa em relação ao método tradicional de ensino e caracterizar o impacto da abordagem na formação deles mesmos. Aos especialistas convidados, o que incluiu em algumas atividades egressos do próprio curso, as questões objetivaram a caracterização dos desafios postos pela promoção de uma abordagem de aprendizagem ativa em relação ao método tradicional de ensino e a caracterização do impacto da abordagem na percepção dos especialistas sobre o curso.

Em dois dias de coleta de dados, o formulário foi respondido por 9 tutores dentre cerca de 30 discentes veteranos, 7 petianos dentre cerca de 15 e 18 especialistas dentre cerca de 40 em quatro ofertas da disciplina na atual abordagem e por 40 dentre todos os alunos que passaram pela disciplina. Observações gerais sobre a abordagem e sua relação com o nivelamento e orientação acadêmica por professores

Acreditamos que o resultado mais relevante para sintetizar a percepção sobre a abordagem é a indicação por mais de 70% dos estudantes respondentes de que a disciplina serviu a ratificar o interesse pelo (adotar o) curso. Isso, porque o desconhecimento do curso antes de cursar a disciplina introdutória (mais de 90% dos respondentes) e a percepção da relevância da disciplina (aproximadamente 80% a caracterizaram como de alta relevância) ratificam a percepção de que é necessário uma dedicação especial à disciplina, provavelmente por se tratar de um curso relativamente desconhecido da comunidade local (criado em 2006).

Pouco mais de metade dos respondentes que cursaram a disciplina na abordagem atual indicaram que o nivelamento tem efeito mais significativo no acolhimento, superando um quarto dos respondentes que acreditam ser a disciplina a ação mais relevante. A percepção provavelmente é influenciada pelo fato do nivelamento ocorrer como primeira atividade junto aos calouros, antes do início do semestre letivo.

Menos de 10% dos estudantes acredita ser a orientação acadêmica por professores a ação mais relevante para acolhimento. A orientação para ser efetiva, na percepção dos estudantes, depende do professor se mostrar disponível, paciente e que se esforce para comunicar a quem não tem conhecimento do curso, em especial evitando o uso de termos técnicos. Mais de 60% dos estudantes acusaram ter procurado o professor para orientação acadêmica, com a percepção de que a contribuição dos professores foi efetiva para mais

de 70% dos respondentes, proporção similar à acessibilidade dos professores percebida pelos estudantes.

Dentre os estudantes que cursaram a disciplina na abordagem anterior (palestras e visitas), cerca de 40% acredita que a oferta de disciplinas iniciais do curso deve ser fomentada de maneira a complementar necessidades de acolhimento e outros 10% acreditam que não são as atividades ou disciplinas que resolverão o problema de adaptação via ações para acolhimento de calouros. A outra metade dos respondentes acredita que nivelamento, monitorias e o programa de orientação acadêmica são suficientes para o acolhimento. Ainda assim, 85% dos respondentes que conheceram ambas as abordagens preferiram a abordagem atual, por a perceberem, de forma geral, mas como mais atrativa, por ser mais informativa e dinâmica, além de endereçar ao calouro a necessidade de adotar uma postura mais ativa.

5.1.2. Observações quanto a atividades de aula

Dentre as definições para as atividades em aula: mais de 90% dos alunos indicaram aprovação pelo método de definição do plano de curso; mais de 80% dos alunos indicaram que a abordagem atual adotada em sala estimulou a interação com colegas; mais de 80% dos alunos aprovaram as visitas técnicas realizadas, proporção semelhante à aprovação de dinâmicas em sala relativas à experiência profissional, a qual pode ter explicação na aprovação por mais de 90% dos respondentes da percepção de domínio de conhecimento pelo especialista convidado; aproximadamente 75% dos estudantes indicaram que não ter avaliação de conhecimentos para aprovação na disciplina os deixou mais à vontade para participar.

A inclusão de estudantes do PET na promoção de aulas iniciais e na preparação de dinâmicas junto a especialistas ou mesmo visitas técnicas, em geral, foi percebida como positiva pela percepção de desenvolvimento da comunicação, especialmente nas aulas, e percepção da importância da preparação de informações para interação com profissionais. Petianos indicaram ter sido uma boa estratégia a alocação por atividade de ao menos duplas de estudantes com experiências diversas no curso.

Os especialistas (mais de 70% dos respondentes) se perceberam mais desafiados pela promoção de uma abordagem de aprendizagem ativa, em vez da abordagem tradicional de exposição de conteúdos com um roteiro planejado, sendo a atividade uma dinâmica de simulação da realidade profissional ou uma roda de conversa. Cerca de 90% dos especialistas recomenda a adoção da abordagem a outras disciplinas e cursos. Mais de 50% dos respondentes percebeu maior interesse e participação dos calouros, sendo que nenhum percebeu ser o método tradicional melhor opção. Cabe observar que, aproximadamente

20% dos especialistas, consideraram que a participação do coordenador da disciplina superou o necessário, a ponto de atrapalhar o andamento da atividade e que seria interessante que os discentes do PET participassem mais na construção de dinâmicas. Um dos especialistas comentou que anteriormente à esta experiência ele não recomendaria o curso.

5.1.3.Observações quanto à tutoria

A tutoria por discentes veteranos foi percebida pelos calouros como melhor realizada, de forma geral, se o veterano tem “conhecimento acerca do curso e empatia com os ‘dramas’ dos calouros”. No entanto, apenas cerca de 50% dos respondentes acusaram ter procurado efetivamente a tutoria, proporção que coincide com a percepção de aprovação da ação por estudantes veteranos. Uma alegação de dois de três respondentes que se utilizaram do espaço aberto para comentários no formulário é a de que os veteranos precisam buscar os calouros, pela percepção de que o estudante calouro não percebe a relevância da ação quando ainda no primeiro semestre no curso.

Além disso, tutores avaliam calouros como imaturos na gestão do tempo e desconhecedores dos riscos de não se adaptarem rapidamente quanto ao ritmo de estudos e de necessidade de socialização no novo ambiente. No geral, a percepção dos tutores é a de que menos da metade dos calouros apresentaram maior dedicação ao curso como efeito da tutoria.

No geral, quase 90% dos tutores perceberam que a participação serviu para uma maior aproximação a outros discentes, sendo que quase 80% dos tutores permaneceu em contato com calouros, sendo percebida a experiência por mais de 70% como positiva, servindo para motivar mais ao curso por mais de 40% dos tutores. Somente a percepção de aproximação ao professor orientador que foi mais intensa, onde quase metade não percebeu aproximação e a outra metade aproximação significativa.

Os discentes tutores, por sua vez, indicaram que a coordenação da tutoria pelo professor tutor, para ser efetiva, depende do professor ser humildade, leve, ter liderança, comprometimento e dedicação para incitar o pensamento crítico.

5.1.4.Considerações Finais

Pelas respostas coletadas, conclui-se que o impacto tem sido positivo, em especial pela percepção de como o acolhimento e as discussões realizados na disciplina influenciaram na abertura dos calouros para “adotar” o curso, anteriormente desconhecido. Foi percebido como importante o nivelamento como estratégia inicial de acolhimento de estudantes à universidade, entretanto constatou-se ser

necessária uma revisão de funcionamento do programa de orientação acadêmica por professores. Outro ponto que merece destaque, foi a percepção de que não ter avaliação de mérito influenciou no interesse/dedicação dos calouros à disciplina por ter menor percepção de riscos ao se exporem.

Percebeu-se algum grau de confusão em respostas a questões abertas (subjetivas), o que suscita a possibilidade de interpretação diferente da esperada para as questões de múltipla escolha também. Assim, os questionários deverão ser aprimorados e testados antes de nova aplicação.

5.2. Cultura empreendedora na Introdução à Engenharia Elétrica na UFSM

O currículo do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) se propõe a formar engenheiros que atuem na supervisão, aprimoramento, otimização e efficientização de processos, projetos, máquinas, operações, manutenções e planejamentos, contribuindo com o desenvolvimento tecnológico e sustentável da sociedade (UFSM, 2019).

Entretanto, segundo GAMA (2002), o perfil de engenheiro eletricitista mais necessário ao mercado e à sociedade requer também outros tipos de habilidades não-técnicas, como habilidades gerenciais, administrativas, pessoais e interpessoais. Ainda de acordo com o mesmo autor, as habilidades pessoais e interpessoais foram apontadas como as mais relevantes dentro deste conjunto, e por serem mais desligadas de conteúdos, possuem formação que depende muito de estudos de caso, trabalhos em grupo, oficinas e atividades semelhantes. Assim sendo, currículos mais baseados em projetos, com novas formas de avaliação e com incentivo a formação de empreendedores foram apontados pelo autor como possíveis caminhos para melhorar a formação de engenheiros eletricitistas do século XXI.

No âmbito de incentivo ao empreendedorismo, a UFSM possui a primeira incubadora tecnológica do Rio Grande do Sul, a ITSM, constituída como projeto de extensão do Centro de Tecnologia e em funcionamento há 19 anos. Além disso, em parceria com órgãos públicos, entidades sociais, empresariais e outras instituições de ensino do município, a UFSM participou diretamente como instituidora do Parque Tecnológico de Santa Maria, que hoje abriga muitas empresas graduadas da ITSM (ZAMPIERI, 2015).

Nesse contexto de formação de cultura empreendedora na UFSM, e dada a necessidade de um novo perfil de engenheiro exigido pelo mercado e pela sociedade, a disciplina de Introdução à Engenharia Elétrica passou a focar em desenvolver habilidades e competências necessárias a um engenheiro líder e questionador, capaz de utilizar sua formação para desenvolver novas ideias e fugir do convencional,

visando fomentar a inovação e desenvolvimento técnico-científico da sociedade. Através da metodologia de ensino baseada em projetos, procurou-se evidenciar aos alunos o papel do engenheiro eletricista na sociedade, incluindo tanto os aspectos sociais como ambientais, atuando nos setores privados ou públicos, principalmente como agente empreendedor.

5.2.1. Descrição da disciplina de Introdução à Engenharia Elétrica

A disciplina de Introdução à Engenharia Elétrica na UFSM constitui-se de 30h-aulas, divididas em uma aula semanal com duração de 2h. A ementa simplificada da disciplina divide-se em cinco unidades, com os respectivos temas: a UFSM, o curso de graduação em Engenharia Elétrica da UFSM, órgãos e/ou instituições relacionados a profissão de Engenharia, direitos e responsabilidades do profissional de Engenharia, tópicos de Antropologia e Sociologia em Engenharia no ano de 2014. A quinta e a última unidade referem-se ao papel do engenheiro eletricista na sociedade, incluindo seu papel como agente empreendedor. Foi principalmente através dessa última temática que optou-se por guiar as atividades gerais da disciplina, abrangendo de modo interdisciplinar todas as demais unidades da ementa.

Adotando-se as sugestões propostas por Gama (2002) para a formação de engenheiros empreendedores de base científica, e com base na realimentação de alunos sobre a disciplina em anos anteriores, definiram-se os seguintes valores a nortear as atividades do novo currículo da disciplina: aprendizagem ativa, trabalho em grupo, nova forma de avaliação dos alunos e formação de empreendedores. A metodologia de ensino denominada Método de Projetos discutida em Macedo, Duarte e Teixeira (2016) foi identificada como a mais adequada para a execução da disciplina com base nesses valores, pois divide a turma em grupos para resolverem problemas, colocando o aluno como agente na produção do conhecimento.

O Método de Projetos divide o processo de aprendizagem em três fases (AMARAL, 2000). Inicialmente deve-se escolher o tema a ser trabalhado, ligado a uma necessidade real e que gere motivação dos alunos. Assim, o tema é negociado pelo grupo de alunos e não imposto pelo docente. A segunda fase consiste no desenvolvimento do projeto, em que o professor deve estimular o uso de espaços e atitudes alternativas de aprendizagem em busca de estratégias para solucionar os problemas dos grupos. Nessa fase, por exemplo, são consideradas fontes de soluções assistir a palestras, realizar visitas ou entrevistas de campo, participar de discussões sobre o tema em sala de aula. A última fase consiste na síntese do problema, momento em que os grupos devem entregar um trabalho escrito e fazer uma apresentação defendendo a solução, ao mesmo tempo em que o professor avalia se

os objetivos e habilidades pretendidas foram desenvolvidos satisfatoriamente.

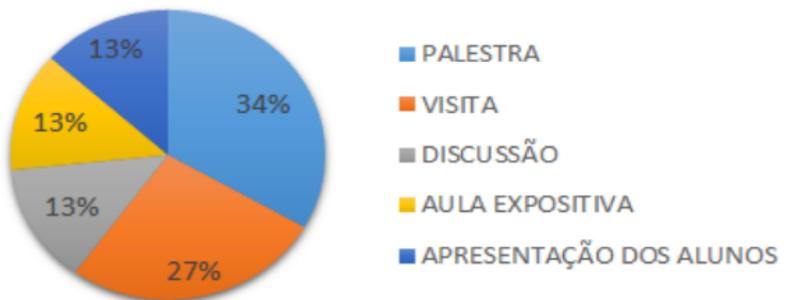
Desse modo, além do trabalho em grupo e aprendizagem ativa, o Método de Projetos capacita os alunos para comunicarem-se de forma oral e escrita e para demonstrarem iniciativa ao identificar problemas e resolvê-los de modo criativo, bases do espírito empreendedor. Por fim, através do acompanhamento em tempo real de cada projeto feito pelo docente, é possível identificar novas formas de avaliação dos alunos com base nas habilidades desejáveis de serem desenvolvidas.

Baseando-se nessa metodologia e visando incentivar a formação de empreendedores, no início da disciplina propôs-se para cada grupo de alunos que identificassem um problema, criassem uma empresa para resolvê-lo e apresentassem o trabalho desenvolvido ao final do semestre, utilizando-se para isso modelo de plano de negócios da ITSM (ITSM, 2017). A escolha da área de atuação da empresa, bem como do seu modelo de negócios, foi de livre escolha de cada grupo, desde que princípios da Engenharia pudessem ser usados na solução do problema.

Para guiá-los na fase de desenvolvimento do projeto e busca de soluções, procurou-se fugir do formato tradicional de aula expositiva. Assim, foram realizadas aulas principalmente nos formatos de discussão sobre assuntos previamente pesquisados, palestras com convidadas e visitas a laboratórios e grupos de pesquisa da Universidade.

No primeiro semestre de 2018 foram realizadas 15 aulas cujas metodologias principais de ensino encontram-se classificadas conforme a Figura 8.

FIGURA 8 - Distribuição das aulas de acordo com a metodologia adotada



FONTE: Os Autores

Vale ressaltar que muitas aulas poderiam ser classificadas em mais de uma categoria – por exemplo, aulas que envolveram palestras nos

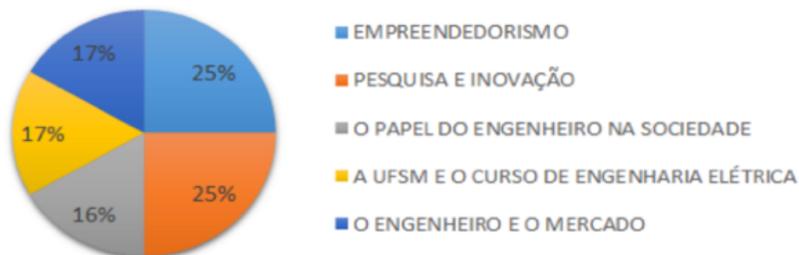
locais de visita. Entretanto, para maior clareza, optou-se por classificar como palestra apenas aquelas que foram realizadas dentro de sala de aula, com convidados. Pode-se citar como exemplos de visitas a oportunidade de conhecer a Incubadora Tecnológica de Santa Maria e conversa com empreendedores incubados no local; e também a visita a grupos de pesquisa das áreas de Eletrônica de Potência, Sistemas Elétricos de Potência e Inteligência em Iluminação, onde comentou-se sobre desenvolvimentos recentes em pesquisa e inovação na Engenharia Elétrica.

Como exemplos de palestras pode-se citar a palestra com o coordenador do curso e a palestra com representantes do CREA, onde dúvidas puderam ser tiradas sobre as habilitações do curso de Engenharia Elétrica da UFSM e respectivas atuações do profissional no mercado. Também houveram palestras com uma Empresa Júnior da área de Engenharia, palestra da ONG Engenheiros Sem Fronteiras e palestra com representantes do PET Engenharia Elétrica (Programa de Educação Tutorial), onde foram ressaltados a importância de se envolver com atividades extra-curriculares para desenvolver as competências necessárias ao engenheiro do século XXI, e também como os três pilares da Universidade (Pesquisa, Ensino e Extensão) podem se relacionar com o empreendedorismo.

As aulas expositivas trataram de explicações gerais sobre a disciplina e seu sistema de avaliação, o qual, além da apresentação final do projeto, consistiu em relatórios bimestrais de cunho opinativo sobre o andamento das aulas, contendo críticas, sugestões e informações sobre dificuldades no processo de aprendizagem. Houve também aula expositiva sobre como elaborar um plano de negócios, parte escrita a ser entregue ao final da disciplina. Os grupos também tiveram a oportunidade de fazer uma pré-apresentação final de suas empresas para toda a turma, visando receber feedbacks construtivos da professora e dos colegas. Por fim, na aula seguinte, houve a apresentação final dos trabalhos na sede da ITSM perante uma banca de professores da área de Engenharia Elétrica, todos com interesse no tema de empreendedorismo, enquanto cada grupo avaliava também os demais grupos de colegas.

Dentre os assuntos abordados durante as aulas, pode-se então classificá-los de acordo com os seguintes temas transversais: a UFSM e o curso de Engenharia Elétrica, o papel do engenheiro na sociedade, empreendedorismo, pesquisa e inovação, o engenheiro e o mercado. Excluindo-se as duas últimas aulas, que consistiram nas apresentações dos projetos das equipes, é possível verificar a distribuição desses temas nas aulas de acordo com a Figura 9.

FIGURA 9. Distribuição das treze primeiras aulas segundo o tema transversal



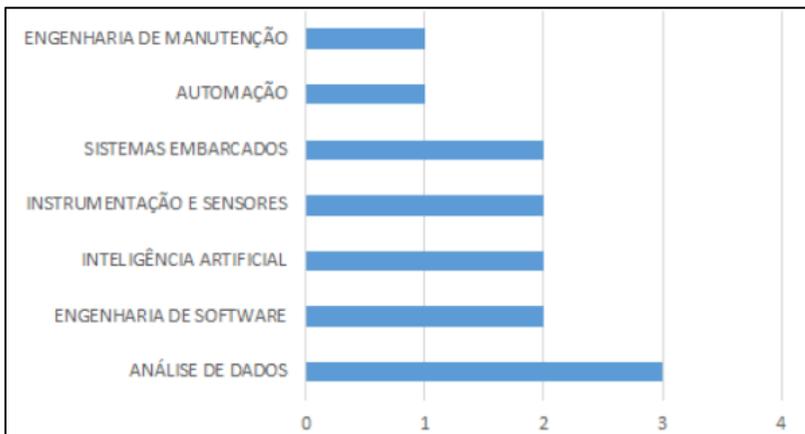
FONTE: Os Autores

5.2.2. Características dos projetos desenvolvidos pelas equipes de alunos

Com relação aos trabalhos finais apresentados, em um total de 24 alunos de uma turma formaram-se 5 grupos. Os temas escolhidos pelos alunos foram: aplicativo para escolha de médicos, aplicativo para escolha de academias, serviços em automação residencial, relógio inteligente para deficientes auditivos e rede social acadêmica para estudantes. Chamou atenção a preponderância da temática saúde e bem-estar entre os trabalhos escolhidos, presente em 3 dos 5 trabalhos. Além disso, 2 dos projetos também destacaram uma preocupação com a sustentabilidade em suas apresentações finais, fatos relacionados à conscientização feita durante a disciplina sobre o papel do engenheiro na sociedade. A aprendizagem ativa e busca por fontes alternativas de soluções pode ser observada no fato de que 3 dos grupos buscaram auxílio com outros profissionais fora da sala de aula, seja entrevistando médicos, gerentes de academias, deficientes auditivos e professores de educação especial, ou buscando orientação de outro professor especializado na área de sistemas embarcados.

Todos os projetos finais foram capazes de apresentar princípios de Engenharia aplicados nas soluções propostas. Por exemplo, o projeto sobre aplicativo para escolha de academias, embora a princípio pareça ser distante da Engenharia Elétrica, apresentou proposta para integrar o uso de sensores de presença nas academias com gráficos em tempo real sobre a lotação do ambiente. No total foram identificados 13 princípios utilizados pelos grupos, com frequência distribuída conforme a Figura 10.

FIGURA 10 - Princípios de Engenharia aplicados nos projetos finais



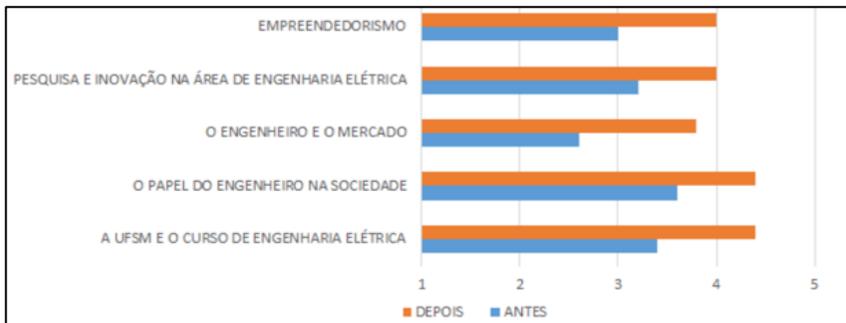
FONTE: Os Autores

5.2.3. Avaliação da disciplina

Ao final da disciplina aplicou-se um questionário virtual aos alunos, de caráter voluntário e anônimo, com o intuito de avaliar o sucesso da nova metodologia adotada. Por não influenciar na nota final e pelo caráter voluntário, a pesquisa contou com a participação de 5 dos 24 discentes (20,83%).

Os alunos responderam 3 perguntas. As duas primeiras medem o aprendizado sobre determinados assuntos, sendo redigidas no seguinte formato: “Antes/depois da disciplina de Introdução à Engenharia Elétrica, como avalia seu conhecimento nos seguintes assuntos? (1 sendo ‘nada’, 5 sendo ‘muito bom’)”, com as opções para serem avaliadas de 1 a 5: “A UFSM e o curso de Engenharia Elétrica”, “O papel do engenheiro na sociedade”, “O engenheiro e o mercado”, “Pesquisa e inovação na área de Engenharia Elétrica”, “Empreendedorismo”. Os resultados encontram-se na Figura 11.

FIGURA 11 - Média das respostas dos alunos sobre seu conhecimento antes e depois da disciplina



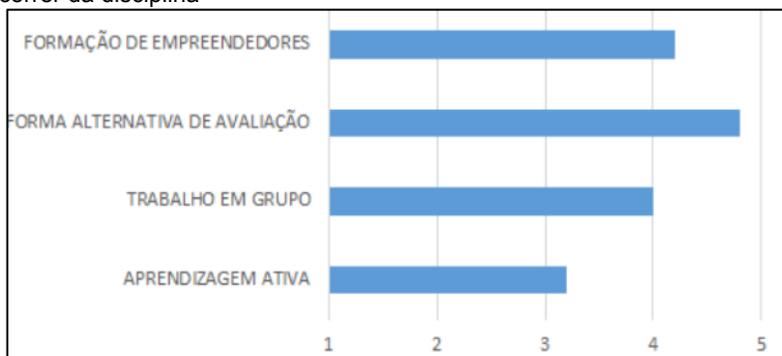
FONTE: Os Autores

A terceira pergunta refere-se a aplicação dos valores definidos anteriormente para guiarem a execução da disciplina – são eles aprendizagem ativa, trabalho em grupo, forma alternativa de avaliação dos alunos e formação de empreendedores. O questionamento foi “Como avalia a presença dos seguintes valores no decorrer da disciplina? (1 sendo ‘ausente’, 5 sendo ‘muito presente’)”, no qual eles deram notas de 1 a 5 para cada um dos valores acima mencionados. O resultado encontra-se na Figura 12.

Com relação a opinião pessoal dos alunos sobre a nova metodologia, pode-se observar principalmente elogios e sugestões nos relatórios de avaliação final da disciplina, cujos discentes devem escrever como parte da nota individual. Diversos alunos apontaram a disciplina como motivadora e essencial para que decidiram prosseguir no curso, como explicou um dos estudantes:

“Por muitas vezes entrava nas aulas extremamente desmotivado em seguir com o curso de engenharia elétrica, entretanto as aulas ao apresentar as infinitas possibilidades juntamente com a matéria de oficina de eletricidade e eletrônica, faziam renascer em mim e em muitos colegas a esperança que nos motivou a se inscrever no curso”.

FIGURA 12 - Média das respostas dos alunos sobre aplicação de valores no decorrer da disciplina



FONTE: Os Autores

Outros estudantes ressaltaram também a importância do projeto final da disciplina, conforme mencionado por um deles:

“Achei muito interessante o trabalho final da disciplina, onde pude ver, pelo menos um pouco, de tudo que é necessário para criar uma empresa de sucesso”.

Por fim, todos parecem ter se conscientizado sobre a importância de atividades extracurriculares para desenvolver as habilidades desejadas pelo mercado e pela sociedade, conforme dito por uma das alunas:

“Aprendi que estar apenas cursando engenharia elétrica não é o suficiente, é necessário sempre buscar mais conhecimento a fim de ser um grande profissional”.

5.2.4.Considerações Finais

A disciplina de Introdução à Engenharia Elétrica é fundamental para a formação profissional e pessoal dos estudantes, pois representa em muitos casos o primeiro contato com as futuras áreas de atuação da profissão e também permite o desenvolvimento de habilidades não-técnicas, valorizadas pelo mercado e pela sociedade. Assim, é fundamental que nesse processo os alunos sejam respeitados, percebidos e educados como sujeitos individuais, não apenas números de matrículas.

Além disso, como visto em depoimento de um dos alunos, é de importância singular empoderar os estudantes para que desde o início da graduação sintam-se capazes de atuar como futuros engenheiros empreendedores. Isso permite que acreditem mais em seu potencial para resolver problemas de forma criativa e buscar novos desafios,

contribuindo para motivá-los no decorrer do curso. Para isso, novos métodos de avaliação que levem em conta todo o processo de aprendizagem, incluindo a opinião dos alunos sobre a construção da disciplina, se tornam cada vez mais necessários para a formação de engenheiros no século XXI.

Apesar do percentual de alunos respondentes do questionário ter sido baixo (20,83%), com base nos resultados finais de questionário qualitativo aplicado aos alunos, os autores acreditam que com a metodologia empregada isso foi atingido na disciplina de Introdução à Engenharia Elétrica, através do ensino empreendedor e baseado em projetos.

6. CONCLUSÕES

Conforme apresentado pelo CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (2016) o Brasil forma cerca de 40 mil profissionais de engenharia por ano. Ainda segundo a CONFEA, este número encontra-se bem abaixo da demanda mínima necessária à nação brasileira, o que acarreta em impactos significativos para indústria e economia do país. Além disso, durante os últimos anos o mercado de indústrias nacionais busca um perfil diferente de engenheiro, que deve se preocupar não somente com as habilidades técnicas/básicas de sua formação, mas também com habilidades sociais, de trabalho em equipe, de decisão econômica, inventiva, criativa e empreendedora.

Ao associar a grande demanda de profissionais de engenharia no Brasil e as mudanças exigidas pelas indústrias para o Engenheiro moderno, entende-se a necessidade em identificar novas estratégias que sejam capazes de atender os novos currículos de engenharia no Brasil. Corroborando a estas necessidades as Seções 1 e 2 deste capítulo apresentaram a preocupação em identificar as mudanças do perfil do profissional moderno e a visão do estudante que ingressa nos cursos de engenharia, de diferentes instituições de ensino superior do país.

Conforme apresentado neste documento e discutido durante a seção dirigida, muitos estudantes sentem-se desmotivados logo nos primeiros períodos do curso e acabam desistindo de cursar engenharia por não se identificarem e/ou não compreenderem como seus estudos, que muitas vezes são teóricos, podem colaborar para sua atuação profissional. Entende-se ainda, que a metodologia utilizada em sala de aula tem influência significativa, tal como a infraestrutura necessária para as práticas de cada disciplina, seja do ciclo básico de formação ou específico de cada área da engenharia.

A disciplina de Introdução à Engenharia apresenta-se neste contexto como uma ação integradora, promovendo competências, ações

pautadas em Metodologias Ativas e principalmente buscando motivar o estudante à vivenciar de forma integrada e contextualizada os assuntos de sala de aula (LANDIS, 1999; MATTASOGLIO NETO, LIMA E MESQUITA, 2008; DI MONACO, 2014; LENZ E SILVA.; TOFFOLI, 2016; BERNUY *et al*, 2016).

A Seção 2 deste capítulo abordou as motivações dos estudantes de engenharia, apresentando também quais as principais metodologias utilizadas em disciplinas de Introdução à Engenharia. Por meio de uma *survey* os autores identificaram que em cerca de 73% das 1.719 respostas de 23 estados brasileiros (114 IES distintas) as aulas ocorrem de forma expositiva, e que os métodos tradicionais acabam de alguma forma desmotivando os estudantes ingressantes para que continuem seus estudos e/ou compreendam com exatidão seu futuro papel de engenheiro.

Os estudos destacaram a necessidade de identificar metodologias ativas, pautadas no protagonismo do estudante e incluindo estratégias que priorizem a inserção de atividades práticas já nos primeiros períodos, além de valorizar a infraestrutura institucional para promover estas ações de forma integrada a disciplina. No entanto, os estudos reforçam que os principais resultados indicam que apesar de o estudo ter obtido respostas de um bom número de Instituições de Ensino Superior não reflete todos os perfis de estudantes e/ou instituições brasileiras.

A Seção 3 deste capítulo reforçou a importância da compreensão do papel do profissional de engenharia e demonstrou por meio de seus resultados que a inclusão de palestras e o direcionamento profissional para estimular que o estudante compreenda como exercerá sua profissão, são positivas no grupo amostral estudado pelas pesquisas destacadas.

O uso de metodologias baseada em projetos, destacadas na Seção 4, defendem e demonstram que aspectos relacionados a trabalho em equipe, desenvolvimento de projetos com valor pessoal, integração de diferentes áreas de conhecimento e a vivência prática com o curso logo nos períodos iniciais, engajam o estudante em um envolvimento que ultrapassa as fronteiras da sala de aula, promovendo o processo de aprendizagem de desenvolvimento de novas habilidades e conhecimentos que associam teoria à prática, sem a necessidade de uma aula puramente expositiva.

Por fim, a Seção 5, destacou a importância em identificar novas metodologias para avaliar um ensino de Introdução à Engenharia. Destacando que o empreendedorismo e o uso de novas estratégias de avaliação são ações positivas no processo de aprendizagem em sala de aula. Os autores reforçam a ideia de desenvolvimento de habilidades não-técnicas, pessoais e interpessoais, sugerindo o caráter empreendedor como parte fundamental do processo de avaliação.

Entende-se deste modo, que abordagens mais ativas de ensino, centradas no estudante e que tratem de abordar conhecimentos interdisciplinares, reconhecendo o papel do engenheiro enquanto profissional e cidadão de um contexto social específico, são relevantes para promover um ensino de Introdução à Engenharia mais engajador. Acredita-se ainda, que envolver práticas de Aprendizagem Baseada em Projetos, que tratem de aspectos empreendedores e que busquem formas alternativas de avaliação também são positivos.

7. REFERÊNCIAS

ABDULWAHED, M.; HASNA, M. O. O. A. Engineering and Technology Talent for Innovation and Knowledge-Based **Economies: Competencies, Leadership and a Roadmap for Implementation**. Springer. 2017. 225p.

AGULLO, Miguel. **LEGO Mindstorms masterpieces: Building and programming advanced robots**. Syngress, 2003.

AMARAL, A. L. Conflito conteúdo/forma em pedagogias inovadoras: a pedagogia de projetos na implantação da escola plural. In: Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação, 23a, 2000. Caxambu. **Anais...** Caxambu: ANPEd, 2000. Disponível em: <<http://23reuniao.anped.org.br/textos/0403t.PDF>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

ARANHA, Elzo Alves.; SANTOS, Paulo Henrique dos. A Formação do Engenheiro no Brasil: Provocações da Indústria e Proposições da Academia. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA**, 46., 2016, Natal. Anais do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Natal: ABENGE, 2016. v. 1, p. [S.I]

ARONSON, Elliot. Building empathy, compassion, and achievement in the jigsaw classroom. **Improving academic achievement: Impact of psychological factors on education**, p. 209-225, 2002.

ASCE, **The Vision for Civil Engineering in 2025**, American Society of Civil Engineers, Virginia, 2007.

BACK, N. *et al.* **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. São Paulo: Manole, 2008.

BATALHA, M. O. **Introdução à engenharia de produção**. Brasil: Elsevier, 2013.

BAZZO, Walter Antônio. **Introdução a engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos**. Florianópolis: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

BAILEY, R.; SZABO, Z. Assessing Engineering Design Process Knowledge. **International Journal of Engineering Education**. 2006. p. 508-518.

BERNUY, M.A.C.; BALDISSERA, F.; CURY, J.E.R.; MORENO, U.F. Análise e adequação metodológica em uma disciplina de Introdução à Engenharia baseada em projetos. **Anais... XLIV COBENGE – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia: UFRN - Natal/RN, 2016**.

BLUMENFELD, Phyllis C.; SOLOWAY, E.; MARX, R. W.; KRAJCIK, M. G.; PALINCSAR, A. Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. **Educational psychologist**, v. 26, n. 3-4, p. 369-398, 1991.

BYERS, T. *et al.* Entrepreneurship: Its Role in Engineering Education. **The Bridge**. 2013. pp. 35–40.

CHINCARO BERNUY, M. A. Análise de uma Disciplina de Introdução à Engenharia Baseada em Problemas. **Anais Virtuais do V Congresso Internacional de Educação - Metodologias de Aprendizagem, Tecnologias e Inovação da Educação**. Anais [...] Foz do Iguaçu: UNIAMERICA, 2015.

COSTA, A. L. M.; RIFFEL, D.B.; BEZERRA, E.C. Um currículo de engenharia para o século. **Anais... XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Fortaleza, 2010.

CUBAN, L. *How teachers taught*. 1st. ed. New York: Longman, 1984.

DI MONACO, R.; MARQUES, A.E.B.; ZANINI, A.S. A disciplina de Introdução à Engenharia como ferramenta para redução da carência de conhecimentos básicos e da evasão no primeiro ano de Engenharia. **Anais... XLII COBENGE - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia: UFJF - JUIZ DE FORA/MG, 2014**.

DU, X.; GRAAFF, E. DE.; KOLMOS, A. Diversity of PBL– PBL Learning Principles and Models. In: DU, X.; GRAAFF, E. DE.; KOLMOS, A. (Eds.). **Research on PBL Practice in Engineering Education**. Rotterdam: Sense, 2009. v. 4p. 9–21.

FABRI, Carlos Patrik.; GONÇALVES, Hernandes H. K.; MACEDO, Guilherme.; PAULO, Luis Gonzaga de.; CICHACZEWSKI, Ederson. Metodologia PBL na Introdução à Engenharia da Computação: Consumo de Bateria de Smartphones em Jogos e Redes Sociais. **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia - CONTECC 2017**. Belém – PA, 2017.

FICHEMAN, Irene Karaguilla.; SAGGIO, Elena.; LOPES, Roseli de Deus. Estímulo ao Desenvolvimento de Projetos de Ciências e Engenharia na Educação Básica por meio da Aproximação com a Universidade. In: **Anais... XXXVI COBENGE**-Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. São Paulo, 2008.

GAMA, S. Z. **Novo Perfil do Engenheiro Eletricista no Início do Século XXI**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 613 p.

GIL, H. A. C.; MATTASOGLIO NETO, O.; FREITAS, P. A. M.; CEKINSKI, E.; RIBEIRO, L. G.; MASAOKA, T. G. M. Introdução à Engenharia como disciplina estruturante do primeiro ano de um curso de engenharia. **XLV COBENGE - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**: UDESC - JOINVILLE/SC, 2017

GOLDBERG, David E.; SOMERVILLE, Mark. **A Whole New Engineer: the coming revolution in engineering education**. [S.l: s.n.], 2014. Disponível em: <<http://wholenewengineer.org/>>. Acesso em: 25 Jul. 2018.

GOLEMAN, D e SENGE, Peter. **The triple focus. A new approach to education**. [S.l.]: More Than Sound, 2014.

HOLTZAPPLE, Mark Thomas. **Introdução à engenharia**. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2006.

IDEO. Design Thinking for Educadors. 2th. ed. New York: IDEO, 2012. KNIBERG, H.; SKARIN, M. **Kanban e Scrum obtendo o melhor de ambos**. São Paulo: C4Media, 2009.

ITSM. **Plano de negócio para a seleção de projeto**. 2017. Incubadora Tecnológica de Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 26 p. Disponível em: <<http://itsm.ufsm.br/index.php/documentos/plano-de-negocios>>. Acesso em: 25 Jul. 2018.

JARRAR, M.; ANIS, H. The Impact of Entrepreneurship on Engineering Education. **Proceedings of the Canadian Engineering Education Association**. 2016. p.6.

KNIBERG, Henrik; SKARIN, Mattias. Kanban e Scrum - Obtendo o melhor de ambos. **United States: C4Media**, 2009.

KUBLER, Bianca.; FORBES, Peter. **Student Employability Profiles Engineering**, Enhancing Student Employability Coordination Team (ESECT), 2004.

LANDIS, R. B. "Improving Engineering Guidance: Introduction to Engineering for High School Teachers and Counselors", **Proceedings of 1999 ASEE Annual Conference**, Charlotte, NC, June, 1999.

LEMOS, David de Barros; ANJOS, Camile Nunes dos; MARUYAMA, Lucas Tsuda; BEZERRA, Matheus J. S.; CICHACZEWSKI, Ederson. Metodologia PBL na Introdução à Engenharia da Computação: Benchmark em Baterias de Smartphones. **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia - CONTECC 2016**. Foz do Iguaçu – PR, 2016.

LENZ E SILVA, G.; TOFFOLI, S. Emprego de ferramentas baseadas no ensino por meio de solução de problemas e desenvolvimento de projetos no ensino de Introdução à Engenharia. **Anais... XLIV COBENGE – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia: UFRN - Natal/RN**, 2016.

LYTHCOTT-HAIMS, Julie. **How to raise an adult: break free of the overparenting trap and prepare your kid for success**. [S.l.: s.n.], 2015.

MACEDO, R. J.; DUARTE, M. A.; TEIXEIRA, N. G. Novas metodologias de ensino e aprendizagem aplicadas ao curso de Engenharia Elétrica: o foco do ensino no século XXII. In: **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, XLIV, 2016. Natal. Anais... Natal: UFRN, 2016.

MÄKIMURTO-KOIVUMAA, S.; BELT, P. About, for, in or through entrepreneurship in engineering education. **European Journal of Engineering Education**. 2015. pp. 512- 529.

MARQUES, Laís de Almeida. COLAB. Revisão do MOB como instrumento de avaliação do PET. 2014, Santa Maria: [s.n.], 2014. Disponível em: <<http://www.enapet2014.org/index.php?page=anais>>.

MATTASOGLIO NETO, O.; LIMA, R. M.; MESQUISA, D. Project-Based learning approach for engineering curriculum design: the faculty perceptions of an engineering school. In: **7th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education**, 2015, San Sebastian-Donóstia. Proceedings of Workshop of Project Approach in Engineering Education, 2015.

MATTASOGLIO NETO, O.; MALVEZZI, F.; ROMIO, R. Uma experiência da aplicação do ensino baseado em problemas na disciplina Introdução à Engenharia Mecânica - Experimentações metodológicas. In: **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, 2008, São Paulo. XXXVI COBENGE. São Paulo: USP-ABENGE, 2008.

NAKAO, O. S.; BRINATI, H. L.; GRIMONI, J. A. B. Acceptance of Innovative Technical of Teaching and Learning. In: **ICEE: An International Conference on Engineering Education**, 2011, Belfast.

ICEE: An International Conference on Engineering Education. Belfast: ICEE, 2011.

NAKAO, Osvaldo Shiguero.; BRINATI, Hernani Luiz. Como incorporar e explorar processos de avaliação em sintonia com as novas perspectivas pessoais e profissionais, em disciplinas de um curso de engenharia? In: MASSETO, M. T. (Org.). **Ensino de engenharia: técnicas para otimização das aulas**. São Paulo: Avercamp, 2007.

NAKAO, Osvaldo; BRINATI, Hernani L. Evaluation Processes in Tune with New Personal and Professional Perspectives. **ICEE 2007**, 2007.

NITZ, M.; FERREIRA, L. G.; NANNI, H. Introdução à Engenharia, uma Disciplina de orientação Vocacional e Motivação para os Estudos. **XXVI COBENGE - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**: Universidade São Judas Tadeu Data - São Paulo/SP, 1998.

MUNARI, Alberto. **Jean Piaget, Coleção Os Pensadores**. Tradução e organização: Daniele Saheb. Recife. Fundação Joaquim Nabuco: Editora Massangana, 2010.

PONDÉ, Luiz Felipe. **A era do ressentimento: uma agenda para o contemporâneo**. [S.l.: s.n.], 2014. Disponível em: <<https://www.livrariacultura.com.br/p/livros/filosofia/a-era-do-ressentimento-42272174>>. Acesso em: 25 Jul. 2018.

ROMERO, Jesus Franklin A. *et al.* Engineering education at a new public university in Brazil: first students' contact with engineering methods. **European Journal of Engineering Education**, v. 36, n. 3, p. 243-252, 2011.

ROSENBERG, M. B. **Nonviolent Communication: A Language of Life**. 2nd. ed. Encinitas, CA: PuddleDancer Press, 2003.

SABINO, Gabriel J.; COSTA, Kauam da S.; DRULLA, Matheus F.; GALEAZZI, Matheus.; BANDOCH, Vinicius dos S.; CICHACZEWSKI, Ederson. Medição da Frequência Cardíaca por Meio de Aplicativos em Smartphones. **Anais... XIII ENFOC Encontro de Iniciação Científica e XII Fórum Científico**. Curitiba – PR, 2017.

SCHNAID, F.; ZARO, M. A.; TIMM, M. I. **Ensino de engenharia: do positivismo à construção das mudanças para o século XXI**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006.

SMITH, R. J.; BUTLER, B. R.; LEBOLD, W. K. **Engineering as a Career**. New York: McGraw Hill, NY, 1983, p. 5.

TOUGH, Paul. **How children succeed: grit, curiosity, and the hidden power of character**. [S.l.]: Mariner Books, 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA (Santa Maria). **Curso de Engenharia Elétrica**. 2019. Disponível em: <<https://portal.ufsm.br/ementario/curso.html?idCurso=%20695>>. Acesso em: 30 Jan. 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC (Santo André). **Projeto Pedagógico Institucional**. 2018. Disponível em: <<http://www.ufabc.edu.br/a-ufabc/documentos/projeto-pedagogico-institucional>>. Acesso em: 20 Jan. 2019.

VALLIM, M. B. R.; FARINES, J. M.; CURY, J. E. R. Practicing engineering in a freshman introductory course. **IEEE Transactions on Education**, v. 49, n. 1, p. 74–79, 2006.

WITTGENSTEIN, L. **Tractatus Logico-Philosophicus**. Tradução Luiz Henrique Lopes dos Santos. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

ZAMPIERI, N. L. **Empreendedorismo e Inovação: Modelo para um Sistema Local de Empreendedorismo e Inovação**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão Industrial) – Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, Universidade de Aveiro, Aveiro. 214 p.

ZANCUL, E; MACUL, V.; MAJZOUB, G.; BLIKSTEIN, P.; LOPES, R. D.; SCHEER, S. O cenário atual da disciplina de Introdução à Engenharia no Brasil: uma oportunidade a ser aproveitada. **Research and Innovation in Brazilian Education**, ISSN 2473-2621, Ano III – N° I – janeiro de 2018, 45 páginas (atualmente no prelo).

CAPÍTULO II

LABORATÓRIOS PEDAGÓGICOS PARA FORMAÇÃO DOCENTE: UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS DE APRENDIZAGEM ATIVA EM CURSOS DE ENGENHARIA

Miguel Angel Chincaro Bernuy

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –UTFPR

Alice Cristina Figueiredo

Universidade Federal de Itajubá – Campus Itabira – UNIFEI

Alexandre Guimarães Rodrigues

Universidade Federal do Pará – UFPA

Ana Carolina Zimmermann

Universidade de Brasília – UnB

Andréa Cristina dos Santos

Universidade de Brasília – UnB

Benedito Donizeti Bonatto

UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá

Diana Mesquita

Universidade do Minho - UMINHO

Dianne Magalhães Viana

Universidade de Brasília - UnB

Jamil Bussade Neto

Centro Universitário Redentor - UniRedentor

José Benício da Cruz Costa

Universidade Federal do Pará – UFPA

Josiane do Socorro Aguiar de Souza

Universidade de Brasília – UnB

Iara Alves Martins de Souza

Universidade Federal de Itajubá – Campus Itabira – UNIFEI

Luciano Gonçalves Noleto
Universidade de Brasília – UnB

Luiz Claudio Tavares Silva
Instituto Federal Fluminense - IFF

Fernanda Rangel de Azevedo de Paula
UniRedentor

Maria Vitoria Duarte Ferrari
Universidade de Brasília – UnB

Marinez Cargnin-Stieler
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

Muriel Batista de Oliveira
Centro Universitário Redentor - UniRedentor

Newton Martins Barbosa Neto
Universidade Federal do Pará – UFPA

Shirley Cristina Cabral Nascimento
Universidade Federal do Pará – UFPA

Raphael de Andrade Ribeiro
Universidade Federal Fluminense – UFF

Renata dos Santos
Universidade Federal de Itajubá – Campus Itabira – UNIFEI

Renato Martins das Neves
Faculdade de Engenharia Civil - Universidade Federal do Pará

Rui M. Lima
Universidade do Minho - UMINHO

SUMÁRIO

1. CONSIDERAÇÕES INTRODUTÓRIAS	77
2. ESTRATÉGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM:	
CONCEPÇÕES PRELIMINARES	77
2.1 Aspectos conceituais que orientam os espaços de formação docente para a aprendizagem ativa	81
2.2 Perfil do docente para a abordagem de estratégias ativas de aprendizagem	81
2.3 Construindo objetivos de aprendizagem orientada por taxonomias de objetivos educacionais	82
2.4 Ambientes para a formação docente com vistas a desenvolver a aprendizagem ativa	83
3. AS ESTRATÉGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM NA PRÁTICA	87
3.1 Laboratório de Inovação em Ensino de Física (LIDF) - Richard Feynman	87
3.2 Aprendizagem Ativa como Estímulo ao Ensino em Engenharia: “Viagens” na UnB/FGA	91
3.2.1 Experiências e propostas	92
3.2.2 Considerações sobre estratégias ativas de aprendizagem.	97
3.3 Utilização de ferramentas virtuais no ensino de engenharia: uma pesquisa exploratória sobre práticas ativas aplicáveis a plataformas EAD como laboratório de aprendizagem	98
3.4 Laboratório aberto de Brasília: um espaço para aprendizagem ativa	103
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	106
5. REFERÊNCIAS	107

LABORATÓRIOS PEDAGÓGICOS PARA FORMAÇÃO DOCENTE: UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS DE APRENDIZAGEM ATIVA EM CURSOS DE ENGENHARIA

1 CONSIDERAÇÕES INTRODUTÓRIAS

Este capítulo é resultado um trabalho colaborativo dos participantes da Sessão Dirigida 04 do COBENGE 2018, que reuniu professores e pesquisadores, com o objetivo principal de discutir e analisar práticas destinadas à formação docente, ou a prática de laboratórios pedagógicos, para a aprendizagem ativa em cursos de graduação em engenharia. De maneira específica, foram discutidos e analisados:

- os aspectos conceituais que orientam os espaços de formação docente para o uso de métodos ativos de aprendizagem ou a combinação com outras perspectivas metodológicas;
- as estratégias de ação de formação docente que explorem o desenvolvimento da autonomia do estudante e do docente para a aprendizagem ativa;
- a organização dos ambientes de formação docente para a aprendizagem ativa, considerando os pontos fortes e fracos destes ambientes.

Dessa forma, este capítulo apresentará inicialmente reflexões sobre os desafios de ser docente universitário, sobretudo, no contexto de aprendizagem ativa o qual demanda, tanto do discente quanto do docente, novas competências pedagógicas. Em um segundo momento, serão apresentados relatos de experiência de instituições que desenvolvem, total ou parcialmente, as estratégias ativas de aprendizagem e suas contribuições para a educação em engenharia. Nesse viés, parece oportuno identificar e analisar aquelas experiências que, longe do mero tecnicismo de capacitação docente, entendem esses laboratórios como espaços de valorização da autoria e autonomia docente no ensino superior.

2 ESTRATÉGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM: CONCEPÇÕES PRELIMINARES

Atualmente, existem diversas concepções que caracterizam a educação em engenharia usando estratégias ativas de aprendizagem (PRINCE, 2004). Neste capítulo, não pretendemos adotar uma concepção específica, pois consideramos que todas as contribuições, que podem ser associadas com a formação docente, podem ser apresentadas de formas contextualizadas e diversas. Entretanto, parece oportuno apresentar uma provocação inicial descrevendo alguns aspectos da educação centrada no estudante que julgamos

importantes. Neste tipo de abordagem, os estudantes exercem substancialmente a direção e a responsabilidade pelo que é ensinado, além de cooperar nas decisões de como aprender e desenvolver qualquer dinâmica na sala de aula.

Na educação centrada no estudante, segundo Cuban (1984), é necessário que:

- O tempo de fala do aluno, em tarefas de aprendizagem, seja pelo menos igual ou maior do que o tempo de fala do professor;
- A maior parte da formação do estudante ocorre individualmente, em pequenos grupos (de dois a seis alunos) ou de tamanho moderado (sete a doze), em vez de toda a turma;
- Os alunos ajudam a escolher e organizar o conteúdo a ser aprendido;
- O professor permite que os alunos determinem, parcial ou totalmente, as regras de comportamento e sanções na sala de aula e como elas são aplicadas;
- Diversos materiais de ensino estão disponíveis na sala de aula para que os alunos possam utilizá-los de forma independente ou em pequenos grupos;
- O uso desses materiais é programado pelo professor, ou determinado pelos alunos. O tempo de uso é pelo menos metade do tempo de ensino disponível;
- A sala de aula é geralmente organizada de forma a permitir que os alunos trabalhem juntos ou separadamente, em pequenos grupos ou em espaços de trabalho individuais;
- Nenhum padrão dominante existe e muito movimento de mesas, mesas e cadeiras ocorre no realinhamento de móveis e espaço.

O docente assume funções distintas, ou por vezes antagônicas, àquelas que predominantemente são observadas nos cursos de engenharia. Os docentes dos cursos de engenharia, em grande parte, não têm o conhecimento necessário para incluir no seu trabalho esta perspectiva da educação centrada no estudante (BAZZO, 1998).

Diante dessa constatação, políticas de formação docente continuada podem ser desenvolvidas com o objetivo de preparar os profissionais de educação para o desafio de produzir um conjunto de competências pedagógicas, ancoradas à necessidade de impulsionar uma mudança na forma de ensinar e aprender.

Entre essas competências pedagógicas, as estratégias ativas de aprendizagem parecem caminhar por uma perspectiva inovadora uma vez que podem promover uma aprendizagem contextualizada, significativa e orientada para a resolução de problemas contemporâneos e de relevância social.

Assim, podemos definir como estratégias ativas de aprendizagem os caminhos utilizados pelos docentes para retirar o aluno da condição

dominantemente receptora de informações e torná-lo construtor de novos conhecimentos, socialmente relevantes, sendo capaz de pensar, observar, refletir, entender, combinar, sentir e ter empatia diante de diferentes áreas de saberes das engenharias (BARBOSA; MOURA, 2014).

Em resumo, a aprendizagem ativa relaciona-se ao provérbio chinês de Confúcio citado por Barbosa e Moura (2014): “O que eu ouço, eu esqueço; o que eu vejo, eu lembro; o que eu faço, eu compreendo”. Em outras palavras, modificadas por Silberman (1996) e citadas por Barbosa e Moura (2014), no intuito de se resumirem os princípios das metodologias ativas de aprendizagem:

- O que eu ouço, eu esqueço;
- O que eu ouço e vejo, eu me lembro;
- O que eu ouço, vejo e discuto, começo a compreender;
- O que eu ouço, vejo, discuto e faço, eu aprendo, desenvolvendo conhecimento e habilidade;
- O que eu ensino para alguém, eu domino com maestria.

A prática de ensino instrumentalizada para incentivar o aluno nas atividades de ouvir, ver, perguntar, discutir, fazer e ensinar está no viés da aprendizagem ativa. Essa estratégia também pode contribuir para que o aluno possa realizar tarefas mentais de alto nível, como análise, síntese e avaliação (BARBOSA; MOURA, 2014).

A fim de ampliar a abordagem conceitual acerca das metodologias ativas, no Quadro 1, está representada uma síntese sobre algumas definições conceituais de estratégias ativas de aprendizagem.

QUADRO 1 - Estratégias ativas de aprendizagem: algumas definições

AUTORIA	DEFINIÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM ATIVA
(CHICKERING e GAMSON, 1987)	Esta metodologia é um dos sete princípios para uma boa prática educacional.
(BONWELL e EISON, 1991)	<i>Baseada no escolanovismo, essa metodologia é considerada tecnologia que proporciona o engajamento dos educandos no processo educacional e que favorecem o desenvolvimento de sua capacidade crítica e reflexiva em relação ao que estão fazendo.</i>
(DEWEY, 2002)	Conduz a educação a voltar-se à vivência de experiências ao invés da transmissão de temas abstratos.

(PRINCE, 2004)	É um método no qual os alunos participam do processo de ensino e aprendizagem.
(BRUNER, 2006)	Facilitam as representações que construímos sobre o mundo. Explorada por meio de narrativa, essa representação traduz a interface entre o indivíduo e o social, e permitem mais acesso sobre o modo de pensar, os desejos e interesses das pessoas, numa determinada cultura.
(MICHAEL, 2006)	É um processo em que os alunos estão engajados nas atividades que os levam a refletir sobre as suas ideias e como as estão executando. É preciso ter avaliação sobre o grau de entendimento e do modo como se manuseia os conceitos. A concretização do conhecimento se dá pela participação.
(MORAN, 2007)	São pontos de partida para instaurar processos mais avançados de reflexão, de integração cognitiva, de generalização e de reelaboração de novas práticas
BARBOSA E MOURA (2014)	Processo em que o aluno é o protagonista de suas ações e reflexões. O professor é o facilitador.
(RICHARTZ, 2015)	Processo que estimula o aluno a problematizar, refletir, escolher, criar, intervir e transformar o “fazer” do trabalho pedagógico por meio da organização do ensino-aprendizagem a partir da pesquisa. E a “práxis” com a aplicação e reflexão do teórico. As principais habilidades desenvolvidas no aluno são autonomia, criatividade, responsabilidade e iniciativa, além das competências que preveem o conhecimento específico da área pedagógica, como visão holística dos problemas, trabalho ético e em grupo, de forma inter e transdisciplinar.

FONTE: Autores deste documento

Esta síntese pode servir como ponto de partida das abordagens para a formação docente, considerando que a diversidade de definições permita que se escolha uma definição, ou até mesmo a combinação das

definições, que seja mais adequada ao contexto institucional e específico do quadro de docentes que irão participar da formação.

2.1 Aspectos conceituais que orientam os espaços de formação docente para a aprendizagem ativa

Sabemos que, no ensino superior, a atividade de pesquisa, para fins de progressão e reconhecimento profissional, tem predominância sobre a atividade de ensino. Somado a isso, o ingresso na carreira de nível superior está relacionado à conclusão de cursos de mestrado e doutorado os quais, principalmente, capacitam os futuros docentes mais para a atividade de pesquisa e menos para a atividade de ensino.

No caso das engenharias, essa situação é ainda mais delicada tendo em vista que a graduação, em geral, não consegue abordar competências para atuação de engenheiro no espaço da sala de aula. Considerando esses aspectos, a formação para aprendizagem ativa deve, primeiramente, abarcar uma defasagem na formação inicial desses docentes.

Assim, as temáticas de planejamento (de uma sequência didática, curricular), avaliação, docência universitária, perfil do estudante universitário e relação professor-aluno-conhecimento devem ser requisitos básicos em programas de formação docente, nos módulos mais introdutórios. Somente superada essa fase inicial de formação, que no ensino de engenharia geralmente vai ocorrer na formação continuada do docente, é que parece recomendável introduzir a temática de estratégias ativas de aprendizagem.

2.2 Perfil do docente para a abordagem de estratégias ativas de aprendizagem

Tendo o domínio dos conceitos e práticas básicos pertinentes à docência universitária, destacado na seção 2.1, em uma proposta continuada e permanente de formação docente, voltada para espaços de aprendizagem ativa, orientamos o desenvolvimento das seguintes competências no professorado:

- Saber avaliar processualmente;
- Saber utilizar diferentes métodos de avaliação, o que permitirá avaliar diferentes competências dos estudantes;
- Ter clareza de sua intencionalidade pedagógica, ou seja, quais resultados de aprendizagem se objetiva alcançar;
- Reconhecer que a aprendizagem é uma ação, que resulta em uma mudança daquilo que se sabe, ou daquilo que se pode fazer ou daquilo que é valorizado pelo discente.

O que se pretende destacar é a relevância de conscientizar o docente de que a reconstrução do conceito de aprendizagem - e dizer aprendizagem ativa é, inclusive, uma tautologia já que aprender é uma

ação ativa e nunca passiva - está estritamente relacionado à vivência de experiências significativas. Tal vivência, no contexto do ensino de engenharia pode, inclusive, ser identificada com a resolução de problemas reais, que apresentem relevância social, ambiental, tecnológica ou cultural.

Aqui não se pode deixar de chamar atenção para um erro comum quando se fala em formação docente para espaços de aprendizagem ativa: o domínio de técnicas de ensino-aprendizagem denominadas “mão na massa”. O fazer, no contexto de espaços de aprendizagem ativa, deve estar sempre acompanhado de atividade reflexiva, do domínio científico-teórico de determinada área do conhecimento, porque do contrário, se somente houver a “mão na massa”, perde-se a formação de nível superior, caindo-se em mero tecnicismo. É preciso que docentes e discentes tenham, portanto, pensamento crítico em relação aos saberes que são construídos e reconstruídos na formação de nível superior.

Em síntese, podemos elencar cinco ações como imprescindíveis para o docente em ambientes de aprendizagem ativa:

- saber observar (as ações, palavras e posturas dos discentes);
- saber ouvir (escuta ativa que culmina em dar retornos aos discentes);
- saber questionar (fazer perguntas que levam os discentes à reflexão, à dúvida e a outros questionamentos);
- saber interpretar de forma dinâmica e criativa, inspirando e engajando os discentes em novas ações e reflexões, em um círculo contínuo;
- ter empatia pelos discentes, buscando sempre compreendê-los em suas dificuldades, medos, fragilidades e motivações.

Essas características, presentes no corpo docente, corroboram para a construção da autonomia intelectual do discente.

2.3 Construindo objetivos de aprendizagem orientada por taxonomias de objetivos educacionais

Primeiramente, é necessário identificar as ideias, noções prévias dos estudantes acerca de determinada temática/conteúdo programático. Essa identificação é importante porque permite ao docente também identificar as representações e expectativas dos estudantes, favorecendo a motivação para que se engajem em determinada atividade de aprendizagem. Compete aqui, sobretudo ao docente, como interlocutor qualificado e perito em determinada área de saber, fazer a devida ponte para que os estudantes partam dos seus conhecimentos

prévios e cheguem ao domínio daqueles conhecimentos culturalmente validados, objeto de ensino de um componente curricular.

Finalizada essa abordagem inicial, para estabelecer os objetivos de aprendizagem, o docente deve identificar as ideias/ conceitos centrais que serão trabalhados em determinado tópico, para então definir as questões essenciais e, por fim, elaborar os objetivos de aprendizagem. Nesse ponto, o docente deverá responder às seguintes perguntas:

- O que o estudante, ao final desse tópico, deve ser capaz de conhecer?
- Tendo o domínio desse conhecimento, quais ações podem ser realizadas para resolver um problema X?
- Quais outros saberes e quais outras ações o estudante pode mobilizar para resolver o problema X de forma mais eficiente, social, ambiental e culturalmente responsável?

Portanto, além de atividade cognitiva mais básica como conhecer, lembrar e definir, o docente deve inserir, em seu planejamento, ações que exijam um nível cognitivo mais elevado, ou seja, como avaliar, aplicar e criar, por exemplo.

2.4 Ambientes para a formação docente com vistas a desenvolver a aprendizagem ativa

Criação de Programas (modulares, com intervalos para a devida aplicação, reflexão e avaliação da prática docente) com períodos fixos organizados pelas instituições de ensino permitem a construção/reflexão de conceitos pertinentes à atividade docente, além da troca de experiências entre colegas docentes de mesma área de conhecimento, da mesma instituição, mas também de áreas diferentes e instituições diferentes. Essa interlocução pode ser muito rica à medida que favorece a multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e, nos formatos mais avançados, a transdisciplinaridade. Cabe ressaltar que os próprios programas de formação docente devem ser permeados pelas práticas e conceitos de aprendizagem ativa.

Cabe destacar que, além da formação (ensino), a atividade de pesquisa voltada às questões de como o aluno aprende, de como engajar a aprendizagem dos estudantes de ensino superior, de como são avaliados, entre outros, também contribui para a qualificação docente. Nesse sentido, o incentivo a pesquisas sobre educação em engenharia também é uma rica estratégia para a devida qualificação do corpo docente.

Diversas propostas de estratégias de aprendizagem surgiram nos cursos de Engenharia por todo o mundo. Dentre elas, o *Problem and Project Based Learning* (PBL), ou seja, Aprendizagem Baseada em Problemas e Projetos, que foram bastante aceitos no meio acadêmico e, na atualidade, são reconhecidos pelos seus resultados na formação

inicial em Engenharia (FERNANDES *et al.*, 2014; GRAAFF; KOLMOS, 2003; LIMA *et al.*, 2017;).

Além dessas, diversas outras estratégias de aprendizagem ativa têm vindo a ser relevantes para a melhoria dos processos de ensino-aprendizagem nas escolas de engenharia (LIMA; ANDERSSON; SAALMAN, 2017), dentre as quais se podem referir, a título de exemplo: Aprendizagem entre Pares (*Peer Instruction*) e a Sala de Aula Invertida (*Flipped Classroom*). Essas abordagens de ensino-aprendizagem preenchem alguns dos principais quesitos nessa nova forma de preparação dos profissionais de Engenharia.

Esse é o desafio encontrado pelos docentes ao implementar uma nova estratégia de aprendizagem e que necessariamente altera a forma de ensinar. O professor tem um importante papel de facilitador da aprendizagem no processo de aprendizagem ativa. Andrews e Jones (1996) apontam que a eficácia desse papel pode ter um grande impacto no sucesso da estratégia de ensino, no resultado da aprendizagem dos estudantes e, principalmente, na relação pedagógica entre professor e alunos (GOLDBERG e SOMERVILLE, 2014).

O termo facilitador é geralmente aceito como o papel do professor nesse processo de aprendizagem (HAITH-COOPER, 2000). Segundo Haith-Cooper (2000), as competências associadas ao papel de facilitador necessitam ser desenvolvidas. Apesar disso, a mesma autora destaca que a literatura não discute em profundidade o papel do facilitador, nomeadamente sobre como desenvolver essas competências, sendo uma ideia também corroborada por Zabalza (2007).

Segundo Cordeiro *et al.* (2008), as instituições de ensino de Engenharia no Brasil, ao implantar as Diretrizes Curriculares, encontraram resistência de professores para mudar as práticas de ensinar. Os autores justificam que o desenvolvimento de competências demanda o uso de novas estratégias de ensino-aprendizagem e de métodos alternativos de avaliação, dificultadas mais por falhas na formação como educadores do que pela disposição em inovar em suas atividades docentes.

Essa mudança nas universidades e a busca pela qualidade estão promovendo a revisão das abordagens pedagógicas, sendo que alguns docentes têm buscado participar de forma voluntária. Portanto, de uma forma ou de outra, percebemos que as universidades e seus professores têm se sentido obrigados a sair dessa zona de conforto institucional em que a docência tinha se escondido (ZABALZA, 2007).

Um estudo desenvolvido por Oliveira, Pinto e Santos (2017), que apresentam o levantamento sistemático de artigos publicados entre 2007 e 2015 no Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), identificou que existem poucas publicações sobre a

formação de professores e estudantes para o uso de estratégias ativas de aprendizagem, ou seja, artigos que tratam de preparação de docentes para a mudança na forma de ensinar e aprender.

Portanto, o objetivo desta seção é apresentar as ações para o desenvolvimento das competências pedagógicas no contexto de aprendizagem ativa e discutir a sua importância para o desenvolvimento profissional docente.

Para tanto foi desenvolvido um trabalho em cinco etapas: (I) revisão bibliográfica; (II) elaboração do questionário; (III) pré-teste do questionário; (IV) aplicação dos questionários sobre o perfil da formação de professores de Engenharia; (V) análise dos resultados.

A etapa da elaboração do questionário teve como objetivo conhecer as percepções dos professores dos cursos de Engenharia sobre o perfil do professor em contextos de aprendizagem ativa. O questionário foi elaborado utilizando-se a plataforma do *Google Docs* e os dados foram organizados em uma planilha, tendo em vista as seguintes seções: caracterização dos participantes, prática docente, aprendizagem ativa, competências do professor e boas práticas. Tudo foi estruturado em vinte e cinco questões, sendo treze fechadas e doze abertas.

O formulário eletrônico foi enviado aos professores pertencentes à Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE). É importante ressaltar que este estudo foi divulgado durante o COBENGE de 2016, com o intuito de sensibilizar e motivar os professores a responderem os formulários. Faziam parte do banco de dados 763 nomes distribuídos entre professores, alunos e tecnólogos (representante de empresa comercial). Foi realizada uma triagem de modo a identificar o público-alvo da pesquisa e, a partir disso, foram enviados 517 formulários, dos quais 205 retornaram preenchidos e 54 retornaram como endereço de *e-mail* não encontrado.

Para o cálculo da determinação do tamanho da amostra da população, foi utilizada a formulação estatística, considerando n - tamanho da amostra; N - tamanho do universo (517); Z - variável normal padronizada associada ao nível de confiança (95%); p - verdadeira probabilidade do evento (25%) e e - erro amostral (5%). Portanto, o tamanho da amostra deveria ser de 186 questionários recebidos. Logo, o número de questionários preenchidos que construíram a amostra atende ao mínimo definido para o erro esperado e a confiabilidade de 95%.

Dos professores que participaram da pesquisa, a maioria (69,3%) era do sexo masculino. Em relação à faixa etária, os resultados foram os seguintes: 30% de 51 a 60 anos; 28,1% de 41 a 50 anos; 26% de 30 a 40 anos; 10,8% mais de 60 anos; e 5,1% menos de 30 anos.

Em relação ao curso de formação na graduação dos professores pesquisados, para facilitar o agrupamento de cursos, foi utilizada a

classificação das grandes áreas sugeridas pela Capes. Dessa forma, cerca de 74,14% dos professores têm sua área de formação na graduação na área de Engenharias; 16,60% pertencem à área de ciências exatas e da terra; 4,39% em ciências sociais aplicadas; 1,46% em ciências humanas e agrárias; 0,97 em linguística, letras e artes; 0,50% em ciências da saúde e biológicas.

Em relação à capacitação docente, aproximadamente 66% realizaram um curso na área didático-pedagógica nos últimos três anos, nos quais se destacam 85,1% em metodologias, 48,5% em processo de avaliação, 40,3% em planejamento e 38,8% em tecnologia de informação e comunicação, denotando que os professores estão buscando a capacitação pedagógica. Essa capacitação reflete na qualidade do ensino superior, quando o docente avalia e toma consciência dos aspectos que precisam melhorar.

Em relação aos 34% dos docentes que não participaram de nenhum curso, não o fizeram porque a instituição não ofertou (60,3%) e devido à falta de tempo (30,9%). Alguns professores, mesmo não participando de nenhum curso, ressaltaram a importância da formação continuada. Constatou-se também que alguns professores não consideram importante a capacitação na área didático-pedagógica.

De acordo com os docentes, as competências pedagógicas, no contexto de aprendizagem ativa, podem ser desenvolvidas por cursos/capacitação (50,73%), motivação intrínseca (11,71%), apoio institucional (7,31) e outras respostas (9,75). Convém destacar que 20,5% não opinaram. Embora o apoio institucional tenha tido esse percentual, ele está relacionado aos cursos/capacitação, como observado nos discursos de alguns professores. Além disso, em outras respostas, foi considerado o desenvolvimento dessas competências por meio de projeto pedagógico, de políticas e diretrizes educacionais, práticas pedagógicas.

As competências de ensino desenvolvidas para trabalhar com aprendizagem ativa, segundo os docentes, ocorreram pela motivação intrínseca (70,5%), cursos e capacitação (60,6%), obrigação ou conveniência (10,9%) e consultoria (5,7%). Esse resultado mostra que os professores estão preocupados com a qualidade da formação dos discentes e, mesmo sem o apoio institucional, estão motivados para buscar essa capacitação.

Além disso, outros meios de desenvolvimento dessas competências foram identificados pelos docentes, em várias respostas com percentual de 18,7%, tais como: pesquisas e leituras, política institucional voluntária de incentivo à qualidade de ensino, entre outros.

O desafio encontrado pelos docentes ao implementar abordagens pedagógicas inovadoras, no que diz respeito à forma de ensinar e aprender, renova o papel do docente, exigindo a mobilização de competências que, em outros contextos, não se revelam tão prioritárias

e necessárias ao processo de ensino e de aprendizagem. Assim a aprendizagem ativa exige, claramente, a necessidade de o professor se preparar.

3 AS ESTRATÉGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM NA PRÁTICA

Nesta seção, apresentaremos algumas experiências exitosas quanto ao desenvolvimento de estratégias ativas de aprendizagem na prática do Ensino Superior.

Na primeira, ocorrida na Universidade Federal do Pará (UFPA), serão apresentadas informações acerca da implementação do Laboratório de Inovação em Ensino de Física (LIDF) e como ele foi um apoio institucional para a melhoria efetiva da qualidade do ensino de física nos cursos de graduação em engenharia

Na segunda, ocorrida na Faculdade Gama (FGA), serão abordados alguns estudos realizados e publicados que discutem um conjunto de ações baseadas na aprendizagem ativa, com vistas a direcionar novos rumos à proposta pedagógica da instituição por meio da autoavaliação.

A terceira experiência apresentará a análise de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) como laboratórios de aprendizagem destinados a cursos de engenharia.

Por fim, a quarta experiência se refere à implementação do Laboratório Aberto de Brasília (LAB) a partir de modelos de projeto e execução de serviços, destacando, por meio da pesquisa-ação, as fases, os métodos e as ferramentas de apoio que foram utilizados.

3.1 Laboratório de Inovação em Ensino de Física (LIDF) - Richard Feynman

É notório que lacunas educacionais de diversas ordens são responsáveis pelo rendimento acadêmico insatisfatório nos anos iniciais dos cursos de engenharia. Por diversas vezes, esse desempenho é seguido pela retenção do aluno e, não raro, pela evasão durante os ciclos básicos da graduação. Diante disso, a implementação do LIDF representa um forte apoio institucional a essa problemática, no sentido em que atua para melhorar efetivamente a qualidade dos cursos de graduação de engenharia do Instituto de Tecnologia da UFPA, especialmente no que diz respeito à atualização do ensino de física adequado a esse público-alvo.

Sabe-se que todo e qualquer curso de engenharia tem como um dos seus pilares ao menos uma das grandes áreas da Física. Diante disso, tornar o ensino dessa ciência mais instigante, atrativo e moderno é um desafio para a educação em qualquer nível de ensino e em qualquer canto do mundo.

Em termos das competências almeçadas ao engenheiro, destaca-se a capacidade de aplicação de conhecimentos físicos de diversas ordens, incluindo tanto aspectos teóricos quanto práticos.

Por sua vez, a proposta do LIDF orienta a inserção de atividades experimentais como parte integrante dos cursos básicos de física e se encaixa com as chamadas estratégias de aprendizagem ativa, em que são praticadas metodologias baseadas em desafios, projetos, questões abertas e práticas investigativas experimentais.

Esse laboratório tem como objetivo mais amplo desenvolver novos produtos educacionais, o que inclui novas maneiras de aprender e de ensinar física para cursos de engenharia com o intuito de promover mudanças curriculares com foco voltado para o paradigma educacional de formação por competências.

Essa proposta de laboratório nasceu em 2017 a partir de duas vertentes principais: realizar experiências de demonstração para apoio às aulas de física e desenvolver práticas experimentais investigativas envolvendo projetos como metodologia de iniciação científica para áreas experimentais de física e de engenharia. É também constituída pelos seguintes atributos: servir de suporte para projetos e outras atividades didático-pedagógicas de professores e alunos; ser espaço de formação continuada (oficinas e *workshops*) para a sua comunidade acadêmica; permitir mescla entre teoria e prática no ensino de física de modo fácil e rápido; produzir amplo espectro de inovação didático-pedagógica com base na produção de diversos produtos e processos avaliativos educacionais combinados com objetivos de médio e longo prazos com a intenção de coletar e refinar conhecimentos didáticos com vistas à reformulação dos cursos de física básica para as engenharias.

Como linha de pesquisa principal do LIDF, destaca-se: o desenvolvimento, adaptação e validação de produtos educacionais para o ensino de física. Essa ampla frente de pesquisa inclui ainda: desenvolvimento de atividades experimentais por várias abordagens e níveis de complexidade (incluindo diversos formatos de projeto investigativos); desenvolvimento de sequências didáticas; métodos avaliativos; apropriação, aplicação e discussão de resultados sobre investigação de metodologias ativas de aprendizagem; registros de atividades de ensino-aprendizagem em vários formatos (textuais e audiovisuais).

O laboratório partiu da premissa de que ações de ensino-aprendizagem, antenadas às demandas formativas da sociedade contemporânea, necessitam ser estimulantes e desafiadoras para os aprendizes. Com esse intuito, foram realizadas atividades didáticas concatenadas e planejadas com a utilização de diversos recursos instrucionais e metodológicos como sendo situações mobilizadoras que propiciam ao aprendiz oportunidade para o desenvolvimento de um esquema de atuação competente.

Segundo Zabala e Arnau (2015), como base de sustentação da atuação competente, é necessária a articulação de conteúdos factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais. Ainda de posse de tais

conteúdos, planejam-se várias possibilidades de esquemas para atuação competente e, em seguida, seleciona-se um destes esquemas, ao mesmo tempo em que se mantém flexível para mudanças e adaptações, levando em consideração a análise da situação que despertou a possibilidade de atuação competente.

Conforme já mencionado, em sentido amplo, as ações desenvolvidas no LIDF se assentam no chamado paradigma de formação por competências, o qual tem o pesquisador Philippe Perrenoud como um dos seus mais destacados difusores. Perrenoud (2000, p. 19) afirma que atualmente o desenvolvimento de competências do âmbito educacional está ancorada em duas constatações: “A transferência e a mobilização das capacidades não caem do céu. É preciso trabalhá-las e treiná-las. Isso exige tempo, etapas didáticas e situações apropriadas”.

Perrenoud observa ainda que, no contexto escolar, pela falta da devida importância à transferência e à mobilização dessas capacidades, os alunos adquirem saberes, mas não conseguem mobilizá-los em situações reais, no trabalho e fora dele. O próprio conceito de competência, polissêmico por natureza, demonstra que o caminho é árduo e longo. Sá e Paixão (2013) sintetizam competência como sendo um tipo de conhecimento em uso, complexo, mobilizável, transferível e de natureza combinatória que articula conhecimentos, habilidades, atitudes e valores.

Em complemento a esse entendimento, Perrenoud (2000) conceitua competência como sendo “[...] a faculdade de mobilizar um conjunto de recursos cognitivos (saberes, capacidades, informações, etc.) para solucionar com pertinência e eficácia uma série de situações”.

Desta forma, fica claro que a formação de competências não se dá com base apenas em coleções de conteúdos. Ao invés disso, é necessário o desenvolvimento de situações-problemas que, em acordo com os Referenciais Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico (BRASIL, 2000), podem ser definidas como um conjunto integrado e articulado de propostas geradoras ou desencadeadoras de ações, projetos, problemas, questões ou desafios, ou seja, metodologias e conteúdos, intencional e significativamente colocados para o desenvolvimento de competências.

Esse intento de longo prazo pode ser perseguido com o uso de diversas metodologias. No contexto do LIDF, ganha especial destaque a abordagem por projetos, principalmente a chamada modelagem bifocal, pela qual o aluno é desafiado a experimentar um fenômeno científico através de duas lentes em paralelo - um experimento real e um modelo computacional.

Também faz parte do *background* teórico da proposta o estudo das chamadas estratégias ativas de aprendizagem, em particular: Sala de

Aula Invertida, Instrução pelos Pares e Dinâmicas Colaborativas de Grupo.

Em 2017, foram desenvolvidas e aplicadas propostas de *design* instrucional em acordo com as premissas do LIDF para duas disciplinas de Física 1 do Instituto de Tecnologia (Itec), quais sejam: uma para a Engenharia Civil e outra para a Engenharia Elétrica. Para o ano de 2018, foram feitas alterações e o curso foi aplicado para 3 turmas de engenharia e serviu como base para o desenvolvimento de uma sequência didática (SD) voltada para alunos de escola pública do curso de edificações pertencente à rede do ensino médio técnico-profissionalizante. Tal sequência didática funcionou como produto educacional do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF).

De forma breve, a mencionada sequência levou, de maneira contextualizada, ao seu público-alvo um *design* instrucional inteiramente planejado e desenvolvido no LIDF. A aplicação se deu em quatro etapas, denominadas Ciclos Didáticos de Desenvolvimento de Competências (CDDC) constituídos por atividades diversificadas e concatenadas que envolveram: testes de leitura (TL), explanação dialogada amparada nas respostas dos (TL), atividades mão na massa e síntese individual.

Paralelamente à aplicação dos CDDC, e ainda na composição da SD, os alunos foram desafiados a construir um modelo físico e outro matemático-computacional de uma ponte de palitos de picolé, buscando expor os participantes a uma situação complexa com vistas ao já mencionado esquema de atuação competente (ZABALA, 2007). A SD já foi aplicada e se encontra em análise como parte dos requisitos da obtenção do título de mestre em ensino de física pelo MNPEF.

Atualmente, foi observado um resultado significativo, o aumento em qualidade e quantidade de recursos educacionais produzidos pela equipe LIDF e colaboradores, o que por sua vez gera permanente necessidade de refino de *design* instrucional que inclui: reformatar diversas modalidades de atividades (tais como testes de leitura, atividades mão na massa, projetos de vários graus de complexidade) bem como seus respectivos processos e instrumentos avaliativos.

Em relação à SD, desenvolvida no contexto já mencionado, as investigações preliminares se deram em três vertentes e, em todas elas, com resultados positivos. São estas: ganho de aprendizagem conceitual sobre a concepção newtoniana de força; grau de adesão dos alunos às atividades propostas na SD; indicadores de desempenho observáveis como indícios de atuação competente.

Em suma, a proposta de uma sequência didática mostrou-se viável sob condições reais e contextos de aplicação tanto no ensino de engenharia quanto no profissionalizante. Houve também sucesso do ponto de vista do engajamento e adesão à proposta. Ressalta-se que

os testes de leitura da SD alcançaram seus objetivos de permitir aos alunos uma orientação prévia aos estudos sobre os conteúdos curriculares, subsidiando-os para a atuação em sala de aula frente às atividades experimentais.

Do ponto de vista institucional, a iniciativa já rende frutos importantes. A concepção do LIDF foi inspiração para o subprojeto da Faculdade de Física do Instituto de Ciências Exatas e Naturais (FACFIS-ICEN), integrante do Projeto Residência Pedagógica da UFPA que concorreu e foi agraciado no Edital Capes nº 06/2018 que implementa institucionalmente projetos de residência pedagógica para as áreas de licenciatura. A iniciativa também rendeu criação de Grupo de pesquisa na Plataforma *Lattes*, ativo e atuante, que conta com total de 14 participantes.

É importante destacar ainda que o LIDF serviu de mote para a proposta de criação de uma Coordenadoria de Inovação Didática no âmbito do Itec da UFPA, a qual se encontra em trâmite institucional.

A equipe de coordenadores do LIDF busca também parcerias nacionais e internacionais que visam ampliar horizontes de pesquisa e ter contato com comunidades que atuam com base em práticas de ensino-aprendizagem inovadoras e criativas.

Diante do esforço integrado, que visa levar em consideração todas as questões levantadas, os resultados se mostram promissores no sentido de apontar subsídios de conhecimentos didáticos concretos e confiáveis que sirvam como um guia para a construção de abordagens curriculares que atendam às exigências de uma formação universitária compatível com as demandas da sociedade contemporânea, sendo essa uma das missões do LIDF enquanto proposta institucional.

3.2 Aprendizagem Ativa como Estímulo ao Ensino em Engenharia: “Viagens” na UnB/FGA

A FGA completou, em 2018, dez anos, ofertando os seguintes cursos: Engenharia de Energia, Engenharia Automotiva, Engenharia Eletrônica, Engenharia Aeroespacial e Engenharia de *Software*. Ela é formada por cerca de 130 professores e 2500 alunos e sua filosofia é regime integrado no básico até o quarto semestre, quando os alunos fazem a opção de curso. O ímpar da FGA é que o aluno pode se formar em um curso com ênfase em outro. A média decenal de aumento de número de alunos é de 90,4% ao ano. Em 2012, ingressaram 240 estudantes cuja taxa de evasão nos três primeiros semestres foi, em média, 52,1%. Diante desses fatos, os docentes têm intensificado as práticas de aprendizagem ativa.

Nas engenharias, as disciplinas que apresentam mais reprovações são, nos primeiros semestres, da área de exatas que envolvem conteúdos de matemática, física e química (PASSOS *et al.*, 2007).

As prováveis causas de reprovações nos cursos de engenharia são: a falta de base (conhecimento prévio), ou seja, formação deficitária durante o ensino básico e médio, sem domínio de conceitos básicos, com pouca capacidade crítica, sem hábitos de estudar e, conseqüentemente, bastante inseguros, carência ou ausência de programa de monitoria, grande número de alunos por turma, metodologias de ensino, dificuldades no relacionamento professor-aluno, plano de estudo inadequado, falta de interesse por parte dos alunos, infraestrutura inadequada, carga horária insuficiente, indisponibilidade de bibliografia e outros (BARRETO, 1995; PASSOS *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 2018). É papel da instituição de ensino buscar estratégias que minimizem as taxas de reprovação e evasão escolar.

3.2.1 Experiências e propostas

As atividades, baseadas na concepção de estratégias ativas de aprendizagem, precisam estar de acordo com os objetivos estabelecidos. A intenção é que os alunos sejam proativos; eles precisam entender a metodologia adotada antes de executarem as fases propostas complexas. Eles irão tomar decisões e avaliar os resultados apoiados em materiais de relevância. Como o intuito é desenvolver a criatividade dos alunos, é bom deixá-los experimentar inúmeras novas possibilidades por iniciativa própria (MORAN, 2015). Daí a importância de se observar a relação entre os objetivos e estratégias metodológicas adotadas (Quadro 2).

QUADRO 2 – Descrição das atividades na UnB/FGA

ATIVIDADE	OBJETIVO
Disciplina Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para Engenharia	Proporcionar aos alunos o conhecimento e o entendimento sobre Sistemas de Informação Geográfica com o intuito de usar como ferramenta de tomada de decisão para fins de gerenciamento nos problemas de engenharia.
Projeto SOS Calouro na Disciplina de Engenharia e Ambiente	Acolher os calouros e motivar os novos alunos e repetentes a se dedicar aos estudos buscando suprir as suas deficiências em conteúdo necessário para cursar engenharia na universidade por meio de orientações e apoio para execução de suas atividades almejando o seu sucesso.
Projeto de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos na Disciplina de Engenharia e Ambiente	Contribuir para a interferência dos estudantes no entorno da FGA, diagnosticando problemas e propondo soluções.
Projeto de implantação de um sistema de Gestão Ambiental em Postos de Abastecimento de combustíveis	Contribuir para a identificação de impactos ambientais negativos dos postos de abastecimento de propostas para melhoria da gestão ambiental.
Projeto de desenvolvimento de jogos no treinamento em temas transversais nos cursos de engenharia da FGA	Contribuir para a imersão dos estudantes em cenários de jogos de representação para que eles possam desenvolver habilidades na área de governança.
Projeto de gestão na disciplina Sistemas de Gestão Hidrelétrica	Contribuir para a imersão dos estudantes em cenários de jogos de representação para que os estudantes possam desenvolver habilidades na área de gestão.

FONTE: Autores deste documento

Na atividade 1, o uso de tecnologia de SIG facilitou o aprendizado cujo tema foi potencialidade, demanda energética e sustentabilidade. As principais fases foram: debates sobre conceitos teóricos a partir de levantamento bibliográfico; leitura e discussão sobre o problema; conversas para melhor compreensão de estudo de caso, inclusive de

hipóteses; oficinas e minicursos sobre SIGs; levantamento de dados; acompanhamento na concepção e construção de um banco de dados que sirva como subsídios às suas atividades e proporcione noções sobre a obtenção, integração e tratamento de dados geográficos para gerar produtos cartográficos; análises espaciais em busca de soluções; seminário; avaliação da disciplina.

Por sua vez, a metodologia da atividade 2 consistiu no acolhimento e integração universitária, bem como o apoio à aprendizagem segundo as fases de: diagnóstico sobre os conteúdos básicos do ensino médio e as formas de estudos dos alunos; palestras de técnicas de memorização; elaboração de planos de estudo individuais; criação de grupos de estudos.

Na atividade 3, a metodologia incluiu o levantamento de problemas locais na gestão de diversos resíduos especiais na Região Administrativa do Gama e estabelecimento de ações para contribuir com a definição de ações práticas a serem realizadas pelo consumidor como um dos responsáveis pela gestão dos resíduos.

A metodologia, na atividade 4, consistiu em identificar empreendimentos locais, mapear os processos produtivos, seus aspectos e impactos ambientais e propor interferências para aumentar o desempenho ambiental dos empreendimentos.

Já nas atividades 5 e 6, a metodologia consistiu em propor um cenário em que os estudantes pudessem ficar o mais imerso possível e atuar colaborativamente na solução de problemas. Em específico, na atividade 5, eles foram incentivados a propor estratégias e soluções e a verificar que não há gabarito para as respostas e que precisam aprender a lidar com variáveis não controladas. Na atividade 6, considerando sempre um empreendimento de sistemas de gestão hidrelétrica, a proposta visa submeter os estudantes de engenharia de energia a situações além da área principal de engenharia, que terão que lidar no cotidiano.

O resultado almejado pelo educador que opta pelas estratégias ativas de aprendizagem relaciona-se à intenção em oferecer oportunidade para o estudante refletir sobre a técnica e sua capacidade de como construir seu conhecimento individual acerca de conteúdos acadêmicos. Essa percepção está ligada à atividade proposta nas disciplinas, na maneira de como o docente aborda as atividades (Quadro 3).

QUADRO 3 – Principais Resultados e Produtos desenvolvidos

ATIVIDADE	PRODUTO	PRINCIPAIS RESULTADOS
Disciplina Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para Engenharia	<ul style="list-style-type: none"> - Mapas de potencialidade energética e demanda energética em Qgis; - Miniprojeto de instalação de um equipamento de geração de energia; - Mini artigo científico sobre o estudo de caso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Interação entre os colegas; - Aprendizagem para trabalhar em equipes; - Desenvolvimento da capacidade de autoaprendizagem; - Desenvolvimento da capacidade de organização; - Uso de técnicas de levantamento, organização, tratamento e análise de dados em grandes grupos; - Alto índice de aprovação (90%), reprovação (3,3%) e evasão (6,7%).
Projeto SOS Calouro na Disciplina de Engenharia e Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> - Plano de estudo; - Autodiagnostico para identificar as dificuldades para estudar e capacidade de memorização; - Produção científica de revisão de conceitos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aprendizagem por trabalhar em equipes; - Desenvolvimento da capacidade de organização; - Desenvolvimento da capacidade de autoaprendizagem; - Redução da taxa de evasão e reprovação escolar; - Mudança de visão de mundo do aluno, identificação de seu estilo de estudar.

FONTE: Autores deste documento

Em geral, o estudante está adaptado ao modelo de escola bancária, tal como formulado por Paulo Freire (BRANDÃO, 1981), ou seja, aquele que fica sentado assistindo a uma explanação do conteúdo. Ao ingressar no ensino superior, alguns docentes atuais o tratam como sujeito (discente) que é responsável pela promoção de sua própria aprendizagem, podendo levar a dificuldades de adaptação. Algumas atividades baseadas nas estratégias ativas de aprendizagem trazem à luz as capacidades e dificuldades dos discentes (Quadro 4).

QUADRO 4 - Facilidades e dificuldades nas atividades de metodologia ativa na UnB/FGA

ATIVIDADES	FACILIDADES	DIFICULDADES
Disciplina SIG 2018/1	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de meios de comunicação como ferramenta de colaboração (WhatsApp e dropbox); - Alunos acostumados a utilizar computadores; - Aplicação dos conteúdos adquiridos em outras disciplinas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aceitação de o aluno ser proativo e o professor ser facilitador. Foi preciso explicar a metodologia ativa; - Indisponibilidade de computadores pessoais por ter aluno de baixa renda; - Entendimento da metodologia adotada.
Projeto SOS Calouro na Disciplina de Engenharia e Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> - Troca de informações; - Visualização lúdica do filme “trezentos”; - Colaboração entre os estudantes (os com mais facilidade ajudam os com mais dificuldade). 	<ul style="list-style-type: none"> - Estudo individual dos conteúdos; - Rotina do plano de estudos; - Adaptação ao cotidiano da faculdade; - Responsabilidade.
Projeto de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos na Disciplina de Engenharia e Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> - Material didático aplicável a estudantes de ensinos fundamental e médio; - Aulas ministradas pelos estudantes da FGA nas escolas locais do entorno; - Sensibilização da comunidade do entorno sobre a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento da visão crítica, espírito colaborativo, visão sistêmica e trabalho cidadão.
Projeto de implantação de um sistema de Gestão Ambiental em Postos de Abastecimento de combustíveis	Manual de SGA entregue aos responsáveis pelos postos de abastecimento de combustível.	Treinamento dos estudantes em um ambiente real, com variáveis não controladas, criando a oportunidade para interagir e devolver à sociedade uma parte do investimento na educação pública no ensino superior.

<p>Projeto de desenvolvimento de jogos no treinamento em temas transversais nos cursos de engenharia da FGA</p>	<p>- O resultado do próprio jogo; - Contribuições para melhoria do jogo em próximas edições.</p>	<p>Engajamento dos estudantes no desenvolvimento do jogo, percepção com próprio comportamento diante da situação proposta, capacidade de ouvir e considerar outras perspectivas além da própria.</p>
<p>Projeto de gestão na disciplina Sistemas Hidroelétricos</p>	<p>O resultado é apresentado pelos estudantes organizados em equipes, compartilhado e validado pela legislação, corpo docente e fontes pesquisadas pelas equipes.</p>	<p>Percepção do número de variáveis que precisam lidar na vida real, das variáveis fora do controle, das consequências das tomadas de decisão necessárias à solução de problemas.</p>

FONTE: Autores deste documento

Estas dificuldades podem servir de referência para a discussão de obstáculos comuns na inserção de métodos ativos em disciplinas tradicionais.

3.2.2 Considerações sobre estratégias ativas de aprendizagem

As estratégias ativas de aprendizagem têm sido utilizadas por uma equipe interdisciplinar no *campus* UnB/Gama, em disciplinas que incluem temas transversais e que fogem à área de controle dos estudantes.

A falta de um gabarito, ou uma resposta matematicamente confortável para os estudantes, tem sido relatada como situações em que, inicialmente, se sentem desconfortáveis, ao mesmo tempo de contribuir para que percebam a importância da gestão na formação acadêmica do engenheiro, o que vem ganhando cada vez mais expressão e força, principalmente no curso de Engenharia de Energia da FGA.

Essas estratégias têm sido avaliadas pelos próprios estudantes e pela equipe de professores envolvidos, e aprimoradas nas sucessivas edições. Os resultados têm sido apresentados em eventos técnico-científicos promovidos pela própria instituição, bem como demais eventos nacionais e internacionais. Desde 2010, a equipe que realiza

este trabalho tem desenvolvido projetos em parceria e vem aprimorando as edições das metodologias nas disciplinas, acreditando na formação de melhores profissionais.

As experiências vivenciadas apresentadas nos itens anteriores tiveram em comum a promoção da proatividade dos alunos por meio da ação deles no seu processo educacional, aplicação dos conteúdos programáticos com aspectos de aplicabilidade dos conceitos teóricos na realidade de sua engenharia, estímulos para desenvolvimento de ideias elaboradas a partir do raciocínio lógico, além da colaboração mútua entre seus colegas participantes.

Pode-se considerar que o ganho mais importante nessas atividades foi a orientação dada ao estudante de que ele pode ser o protagonista de seu processo educativo, que cabe a ele a responsabilidade consigo próprio, e a interação entre pares é a base para esse processo ser mais eficaz. A avaliação das atividades pelos alunos destaca a dificuldade adaptativa que apresentam e os hábitos comportamentais adquiridos nas escolas anteriores à faculdade. Eles sugerem que antes de ser aplicada a estratégia, que haja um estudo prévio sobre ela. Na verdade, ficou evidenciado que os estudantes têm embaraço em interpretar situações, compará-las, relacioná-las com os conteúdos estudados e realizar a análise crítica para proposição de soluções.

3.3 Utilização de ferramentas virtuais no ensino de engenharia: uma pesquisa exploratória sobre práticas ativas aplicáveis a plataformas EAD como laboratório de aprendizagem

Atualmente, o cenário é de mudanças, de tecnologia e de competitividade, o que desafia a qualidade do ensino da engenharia. Nesse cenário, o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) assume um papel fundamental como fonte de produção e difusão dos conhecimentos acadêmico e profissional.

Uma vez que a forma de ensinar precisa mudar, torna-se necessário reconhecer que existem outros tipos de salas de troca de saberes e de desenvolvimento de competências que vão além do espaço físico e que podem ser ferramentas indispensáveis para auxiliar o docente e o discente no processo de ensino para uma aprendizagem efetiva.

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) podem ser considerados laboratórios de aprendizagem, os substitutos virtuais das salas de aula presenciais, representando um ambiente fundamental para construção do conhecimento a distância a partir do compartilhamento e da comunicação. É importante que este ambiente acompanhe e se aproprie da TIC disponível, criando um espaço cada vez mais ativo, dinâmico e interativo.

O estudo de novas ferramentas tecnológicas que ainda não estão sendo amplamente aplicadas, proporciona maior número de possibilidades para criação, compartilhamento, apresentação e avaliação do conteúdo nos ambientes virtuais. Diante destas possibilidades, cada curso de engenharia pode ser mais bem modelado para melhor atender às necessidades do aluno e do mercado, auxiliando o desenvolvimento de suas competências, necessárias às atuais demandas sociais (DA FONSECA, 2010).

Logo, é importante a formação acadêmica específica dos docentes para atuação em AVA utilizados em EaD. É necessária uma reflexão sobre a prática pedagógica, que proporcione a compreensão sistemática da educação, a fim de que a prática dos docentes não seja somente transmitir informações. Segundo estudos Oliveira, Silva Araújo e Mill (2010), o perfil desse novo profissional exige outra competência: a necessidade de interação e de saber trabalhar em equipe. A interação é ativa, não é individual e sim coletiva, o educador deixa de ser um detentor do conhecimento e promove a difusão do saber por meio de novas competências, habilidades e interatividade no AVA.

Nesta seção, busca-se responder aos seguintes problemas de pesquisa: como as plataformas de ensino a distância utilizam suas ferramentas virtuais, como laboratórios de aprendizagem, na execução de atividades e quais são as novas tecnologias da informação com potencial para serem utilizadas como instrumentos de criação, compartilhamento, apresentação e/ou avaliação do conteúdo nos AVA nos cursos de engenharia? A partir da problemática apresentada, o objetivo é analisar ambientes virtuais de aprendizagem, elencando as principais ferramentas utilizadas, como um laboratório de aprendizagem, bem como ferramentas potenciais.

Esta pesquisa caracteriza-se como exploratória, envolvendo um levantamento bibliográfico e a análise de ambientes virtuais de aprendizagem. Para o referido estudo, são analisados três AVAs distintos com o intuito de identificar as ferramentas de informação, comunicação e interação que estão sendo utilizadas; e não apenas disponíveis.

Durante o processo, buscou-se identificar as ferramentas em uso bem como a sua aplicação, para alunos de diferentes cursos de Engenharia e um curso livre, a partir do ano de 2015: um curso de Engenharia de Produção na modalidade semipresencial em uma instituição pública; dois cursos de graduação (Engenharia Civil e de Produção) e um de pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, os três na modalidade EaD de uma instituição privada; e ainda, um curso livre (de língua estrangeira), semipresencial, também em instituição privada.

Em um segundo momento, foram apresentados novos recursos digitais gratuitos que poderiam ser agregados aos ambientes virtuais de aprendizagem e utilizados no processo ensino-aprendizagem.

Os objetos do estudo foram escolhidos em primeiro lugar por estarem acessíveis para o estudo; em segundo lugar, por representarem níveis diferentes de ensino e exigência avaliativa. Durante o estudo, cada ambiente foi acessado por meio de senha específica de um perfil de aluno. Após, foi feita uma observação geral do ambiente da página inicial, passando-se a uma análise pormenorizada das ferramentas disponíveis.

Finalizada essa fase, foi realizada uma pesquisa na *Internet*, em busca de alguns exemplos de ferramentas que possam ser adaptadas ao contexto educacional não presencial. Cada serviço ou aplicativo foi apresentado tomando-se por base a descrição de seu desenvolvedor no próprio *site*.

Como resultado, é apresentado um quadro descritivo de cada ambiente virtual, além de novos recursos digitais úteis para o processo ensino-aprendizagem. É apresentado, também, o resultado da análise do uso que se tem feito de ferramentas classicamente utilizadas em ambientes virtuais e da aplicabilidade dos novos recursos disponíveis.

Para o estudo, foi utilizado o AVA de um curso de graduação em Engenharia de Produção (1), o AVA dos cursos de graduação em Engenharia Civil e de Produção e de um curso de pós-graduação *Lato Sensu* em Engenharia de Segurança do Trabalho (2) e, por último, o AVA de um curso livre de língua estrangeira (3).

O Quadro 5 contém um resumo das observações feitas em relação aos três AVA, com as plataformas *Moodle*, *Blackboard* e outra própria.

QUADRO 5 – Análise dos Ambientes Virtuais de aprendizagem

AVA/ PLATAFORMA	FERRAMENTAS	AVALIAÇÃO GERAL
(1) Moodle com alto grau de customização	Mural, <i>timeline</i> , compartilhamento de arquivos, <i>e-book</i> , fórum, <i>e-mail</i> e questionário.	Ambiente com foco em <i>e-books</i> , material para impressão, distribuição de arquivos e <i>e-mail</i> .
(2) <i>Blackboard</i> (plataforma contratada)	Mural, <i>timeline</i> , notas, calendário, tutoriais, videoaulas, fórum, <i>chat</i> , <i>podcast</i> , <i>e-mail</i> , financeiro, declarações, verificador de plágio, compartilhamento de arquivos e acervo de bibliotecas digitais.	Ambiente convidativo e rico em ferramentas, com <i>e-books</i> , material para impressão, videoaulas, videoconferência, compartilhamento de arquivos, <i>e-mails</i> e uso pelo celular.
(3) Plataforma própria	Videoaula, filmes interativos, questionário, jogos, <i>chat</i> , rede social, <i>e-mail</i> , mensagem instantânea, <i>podcast</i> e revista.	Ambiente convidativo rico em ferramentas, com guia de estudo que estimula o aluno a utilizar praticamente todas as ferramentas, tornando o estudo atrativo e dinâmico. Fortemente pautado em videoaulas e filmes interativos.

FONTE: Autores deste documento

Percebeu-se que a presença de jogos e recursos interativos pode promover maior dinamismo e estímulo ao estudo. Cabral *et al.* (2012) tiveram em seus estudos a mesma percepção sobre a plataforma *Moodle*.

Com base nessa análise, foram então levantados seis recursos gratuitos que podem ser utilizados nos cursos EaD com o objetivo de aumentar o estímulo ao estudo ou então possibilitar novas formas de avaliar a aprendizagem, conforme apresentado no Quadro 6.

QUADRO 6 - Exemplos de novas Ferramentas Virtuais passíveis de uso na EaD

FERRAMENTA	CONDIÇÃO DE USO	APLICAÇÃO
Voki	Gratuito com limitação de uso ou em planos pagos.	Criação de avatar com voz para apresentação de cursos e conteúdos; dinamização de fóruns por meio de diálogos com voz.
Issuu	Gratuito com limitação de uso ou em planos pagos.	Criação de <i>e-books</i> gratuitos para distribuição, publicação de Trabalhos de Conclusão de Curso, produção e distribuição de relatórios de atividades realizadas pelos alunos.
Stripcreator e GoAnimated	Videoaula, filmes interativos, jogo, <i>chat</i> , <i>e-mail</i> , rede social, mensagem instantânea, questionário, <i>podcast</i> e revista.	Criação de tirinhas tratando de temas pertinentes às aulas para utilização em material didático ou para provocação de debates em fóruns; aplicação em atividades que exijam criatividade do aluno.
Quick Lessons	Pago	Criação de conteúdo dinâmico e interativo para substituição de textos estáticos.
Board800	Gratuito	Resolução de exercícios.

FONTE: Autores deste documento

Atualmente, pode-se detectar um conjunto de recursos nativos em plataformas de ensino que atendem de forma básica os propósitos dos cursos de engenharias. Entretanto, faz-se mister o desenvolvimento e aplicação de novas ferramentas para atender finalidades específicas.

De forma geral, percebe-se o uso sistemático de recursos independente de suas limitações, do perfil do aluno ou objetivo do curso. Isso pode levar a uma disfunção causando desestímulo, abandono de tarefas ou o uso de subterfúgios para sua conclusão. Exemplos dessa disfunção são: uso massivo de estratégias em fóruns com a finalidade de atender ao maior número de alunos gerando menos esforço humano e financeiro; questionários eletrônicos com a única finalidade de reduzir o tempo de correção; criação de fóruns de

discussão para assuntos já exauridos ou pouco provocativos; ou ainda, publicação de conteúdos que não desenvolvem o conhecimento tornando sua utilização dispensável (se repetitivos) ou incompreensível (sem conexão teoria-prática) tão importante na engenharia.

Entende-se que, apesar da metodologia deste trabalho considerar uma análise não estruturada dos ambientes virtuais, o tempo de uso das plataformas foi superior a um ano, tornando os resultados significativos para fins exploratórios.

Os resultados da pesquisa indicam que o uso das ferramentas virtuais deve estar adequado ao contexto em que elas se inserem. Assim como nas salas de aula presenciais de engenharia são utilizados recursos adequados ao objetivo proposto, nas salas de aula virtuais os recursos devem ser utilizados com a finalidade específica de comunicação, interação, motivação, mediação, integração, assimilação e autoavaliação, dentre outros objetivos desejados.

O que mais importa não é a quantidade de recursos, mas sim sua correta aplicação, desenvolvendo o processo de ensino e aprendizagem, e que o aluno consiga desenvolver suas competências. Esses recursos podem proporcionar maior motivação e promover a autonomia do estudante. Na falta de recursos disponíveis na própria plataforma, é possível agregar valor fazendo uso de diversos recursos disponíveis gratuitamente na internet. Mesmo que não seja possível uma adaptação dos diversos recursos interativos encontrados na internet à plataforma de ensino utilizada pelo curso, eles podem servir de referência para desenvolvimento de novas ferramentas nativas do AVA.

Dessa forma, entende-se como fundamental a formação, a capacitação e a atualização continuada de docentes atuantes nos cursos de Engenharia, em conteúdos específicos para o desenvolvimento e uso adequado destas ferramentas. Independentemente de sua aplicação em cursos a distância ou mesmo presenciais.

3.4 Laboratório aberto de Brasília: um espaço para aprendizagem ativa

Há uma grande diversidade de estratégias de aprendizagem ativa com o potencial de estimular a autonomia e pensamento crítico dos alunos.

Além disso, de acordo com Anderson (2012), o uso generalizado da internet possibilitou a formação de plataformas de compartilhamento de ideias e experiências e popularizou ferramentas de invenção e de produção. Gonzales (2016) esclarece que tecnologias acessíveis como dispositivos de *hardware* descomplicados, o arduíno, em particular, as impressoras 3D de custo reduzido, as linguagens de programação mais

simples, passaram a impactar as práticas educacionais e os espaços físicos de ensino-aprendizagem.

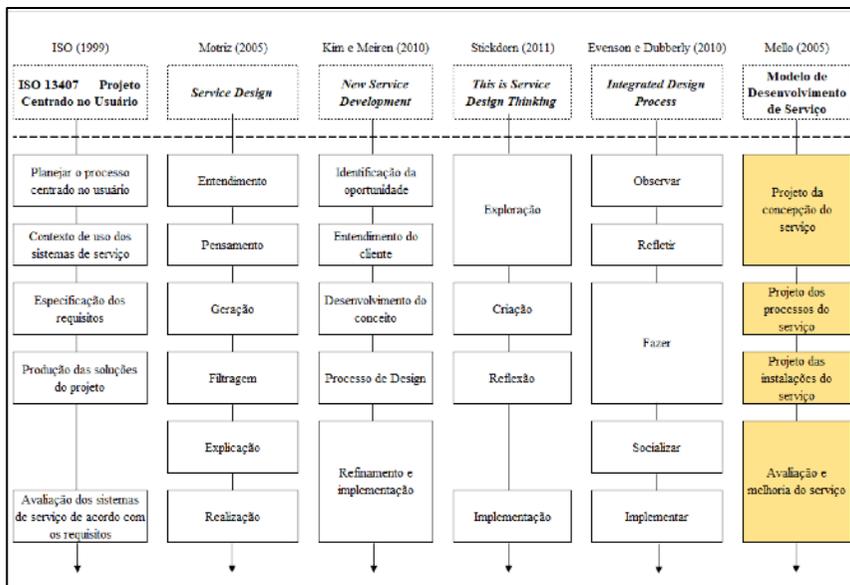
Assim, o advento de novas tecnologias de fabricação, somado à redução de custo de outras, favoreceu a aproximação de pessoas comuns a equipamentos que antigamente eram considerados sofisticados e inacessíveis, e oportunizou o surgimento do "Movimento *Maker*".

Anderson (2012) apresenta o Movimento *Maker* como "a nova revolução industrial", caracterizando-o pelo uso de ferramentas digitais, normas sociais de compartilhamento de *designs* e padrões de *design* comuns para facilitar o compartilhamento e rápida iteração.

Wilczynski *et al.* (2016) descreve *makerspaces* (também chamados de *Fab Labs*, espaços-*maker*, laboratórios de fabricação digital, laboratórios abertos, entre outros) como espaços físicos onde *makers* (ou fazedores) podem utilizar ferramentas de fabricação digital e equipamentos eletrônicos para criar, projetar e produzir novos objetos e sistemas. Os autores reforçam que esse termo não está limitado apenas ao espaço, mas inclui toda a comunidade de membros que participa de suas atividades.

Diante do exposto, de que forma esses espaços podem impactar as práticas educacionais mencionadas? Nessa perspectiva de encontrar algumas respostas, é apresentada a seguir a implementação de um laboratório de fabricação digital, unindo o conceito de *makerspace* com metodologias de abordagem por projetos, aplicadas em disciplinas integradoras de diferentes áreas de conhecimentos (Figura 1).

FIGURA 1 - Principais etapas para desenvolvimento de serviços



FONTE: Autores deste documento

O LAB é um espaço de ensino-aprendizagem desenvolvido por meio de um processo de pesquisa-ação. Nesse processo, partiu-se do estudo de seis modelos de projeto e execução de serviços apresentados em seguida, com o objetivo de destacar as principais fases, métodos e ferramentas de apoio que pudessem apoiar a implementação do referido laboratório. Como referência, foi utilizada a divisão de etapas propostas por Mello (2005) por envolver o projeto de instalações físicas. Os principais métodos e ferramentas utilizados para a implementação do LAB são resumidos no Quadro 7.

QUADRO 7 - Métodos e ferramentas usadas na etapa de projeto e concepção do serviço

ETAPA DO MODELO	FERRAMENTAS E MÉTODOS
Projeto da concepção do Serviço	Mapa de <i>stakeholders</i> ; <i>Brainstormig</i> Observação Personas.
Projeto do processo de Serviço	Mapa de Fluxo de Valor, <i>Service Blue Print</i>

FONTE: Autores deste documento

Buscando apresentar os elementos sugeridos, foi desenvolvido o conceito de serviço do Laboratório Aberto de Brasília e identificados os potenciais usuários.

Foram identificados quatro padrões e construídos arquétipos que personificam cada perfil. Para cada persona foram definidos: nome, idade, ocupação, tipo de série que assiste, dificuldades, oportunidades e demais *insights*.

Levando em consideração as expectativas dos usuários representados pelas *personas*, e as reuniões realizadas com os *stakeholders*, foram identificadas as necessidades, que em seguida foram convertidas em especificações do serviço.

Entre essas, destaca-se o senso de comunidade e as interações entre alunos e professores. Com base nas especificações, foram mapeados os processos de serviço oferecidos pelo LAB para apoiar as disciplinas de metodologias ativas. Os métodos utilizados para o mapeamento foram o Mapa de Fluxo de Valor e o *Service Blue Print*.

Por meio dos mapeamentos, busca-se identificar a percepção do valor para os diferentes *stakeholders* do que foi projetado em relação ao que está sendo entregue. Com isto, espera-se uma melhoria contínua no sistema atendo os diferentes *stakeholders*.

Com o mapeamento dos *stakeholders* foi possível identificar as necessidades das empresas nascentes, aproximando-as para serem provedoras de situações- problemas para as disciplinas que se utilizam da abordagem por problemas/projetos (PBL). Foi ainda possível identificar professores que gostariam de se aproximar mais destas empresas para mentoria.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

É de extrema importância discutir sobre o desenvolvimento profissional docente e, mais concretamente, sobre a formação pedagógica do professor de Engenharia. O docente é, por excelência, o agente de mudança do processo de transformação educacional. Tal formação passa, não exclusivamente, pela prática das estratégias de aprendizagem ativa *per se*, mas também pela reflexão sobre a prática que lhe permita identificar e desenvolver competências essenciais para uma inovação curricular e pedagógica.

Somado a isso, a demanda crescente do mercado por um profissional mais completo e com visão sistêmica tem contribuído para a valorização e a utilização crescente das estratégias ativas de aprendizagem, que pode se estender para as áreas consideradas centrais das engenharias, contribuindo para diminuição da evasão e do maior comprometimento dos estudantes com os processos e melhores resultados na aprendizagem.

Entre as estratégias que podem compor um Laboratório de Formação docente para a aprendizagem ativa existem ações pontuais,

que tratem de métodos ativos buscando trabalhar partes específicas dos conteúdos de uma disciplina tradicional. Esta ação seria uma ação de transição em direção de ações mais complexas, que podem ser caracterizadas por ações em disciplinas inteiras ou grupo de disciplinas.

A instrumentalização dessas abordagens pode ser organizada a partir das experiências descritas neste capítulo. Entretanto, é muito importante que o contexto institucional e experiência profissional do docente sejam considerados como elementos estruturantes dessa instrumentalização, pois o contexto define um conjunto de culturas e hábitos que não podem esquecidos no planejamento de ações.

De uma forma mais utópica, a formação deveria seguir o mesmo percurso que se deseja aplicar ao estudante de engenharia. Ou seja, o docente deve praticar as metodologias de ensino/aprendizagem que deseja aplicar em suas turmas. Esta formação idealizada requer a formação continuada e contextualizada com os conteúdos, e, portanto, bem específicos aos objetivos de aprendizagem de cada área. Esta especificidade, típica dos conhecimentos trabalhados em disciplinas do ciclo profissional, demanda uma formação mais individualizada, pois os contextos de cada docente, em grande parte, são distintos e os resultados dessa formação seguem caminhos diversos, não apenas da diversidade de compreensões dos conceitos trabalhados, mas também de toda a infraestrutura que o docente escolhe para promover a aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, C.. **A nova revolução industrial: Makers**. Elsevier Brasil, 2012.

ANDREWS, M.; JONES, P. R. Problem-based learning in an undergraduate nursing programme: a case study. **Journal of Advanced Nursing**, Oxford, v. 23, p. 357-365, 1996.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. **Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino de Engenharia**. In: XIII International Conference on Engineering and Technology Education. Portugal, 2014.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino de Engenharia. In: XIII International Conference on Engineering and Technology Education. **Anais... COPEC**, 2014.

BARRETO, A. O Ensino de Cálculo I nas universidades. **Informativo da Sociedade Brasileira de Matemática – SBM** (6), 4-5. 1995

BAZZO, W. A. **Ensino de Engenharia: novos desafios para a formação docente**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1998.

BONWELL, C. C. e EISON, J. A. **Active Learning: Creating Excitement in**

the Classroom. Washington: ASHE-ERIC Higher Education Reports, 1991.

BRANDÃO, C. R. (editor). **O que é método Paulo Freire.** São Paulo. Brasiliense. 1981.

Brasil. **Referenciais Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico.** Brasília: MEC. SETEC, 2000.

BRUNER, J. S. **In Search of Pedagogy Volume I.** New York: Routledge, 2006.

CABRAL, L. *et al.* Avaliação de ambientes virtuais de aprendizagem: Moodle, TelEduc, Tidia-Ae, AulaNet e e-ProInfo. **Revista Científica Tecnologus,** Recife, v.7, 2012.

CHICKERING, A. W e GAMSON, Z. F. **Seven Principles For Good Practice in Undergraduate Education.** The Wingspread Journal, v. 9, p. 1–10, 1987.

CORDEIRO, J. S.; ALMEIDA. N. N.; BORGES, M. N.; DUTRA, S. C.; VALINOTE, O. L.; PRAVIA, Z. M. C. Um futuro para a educação em engenharia no Brasil: desafios e oportunidades. **Revista de Ensino de Engenharia,** São Paulo, v. 27, n. 3, p. 69-82. Edição especial 2008. Disponível em: <www.bibliotekevirtual.org/revistas/ABENGE/v27n03/v27n03a07.pdf>. Acesso em: 17 Fev. 2015.

CUBAN, L. **How teachers taught.** 1st. ed. New York: Longman, 1984.

DA FONSECA, R. C. **A prática docente a partir da interatividade nos ambientes virtuais de aprendizagem.** 2010. Disponível em: <http://www.abed.org.br/revistacientifica/Revista_PDF_Doc/2010/2010_2462010193600.pdf> Acesso em: 20 jul. 2018.

OLIVEIRA, M. R. G. DE; SILVA ARAÚJO, C. L DA; MILL, D. **A gestão da sala de aula virtual e os novos saberes para a docência na modalidade de educação a distância.** IX Colóquio Internacional sobre Gestão Universitária na América do Sul. UFSC. Florianópolis. 2010.

DEWEY, John. **Human nature and conduct.** New York: Dover Publications, 2002.

FERNANDES, S.; MESQUITA, D.; FLORES, M. A.; LIMA, R. M. (2014). Engaging students in learning: findings from a study of project-led education. **European Journal of Engineering Education,** 39(1), p. 55-67.

GONZALES, M. A. C. **Ferramenta para concepção, projeto e operação de espaços para ensino de engenharia que incentivem a criatividade e a inovação.** Dissertação. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2016. 225p.

GOLDBERG, D. E e SOMERVILLE, M.. **A whole new engineer.** Douglas MI: Threejoy. 2014. 288p.

GRAAFF, E. D.; KOLMOS, A. Characteristics of Problem-Based Learning. **International Journal of Engineering Education**, 19(5), 657-662. 2003.

HAITH-COOPER, M. Problem-based learning within health professional education. What is the role of the lecturer? A review of the literature. **Nurse Education Today**, Edinburgh, v.20, p. 267-272, 2000.

LIMA, R. M.; ANDERSSON, P. H.; SAALMAN, E. Active Learning in Engineering Education: a (re)introduction. **European Journal of Engineering Education**, 42(1), 1-4. 2017.

LIMA, R. M.; DINIS-CARVALHO, J.; SOUSA, R. M.; AREZES, P., MESQUITA, D. **Development of competences while solving real industrial interdisciplinary problems: a successful cooperation with industry.** Production, 27 (spe), e 2016-2300. 2017.

MELLO, C. H. P. **Modelo para projeto e desenvolvimento de serviços.** São Paulo, 2005.

MICHAEL, J.. **Where's the evidence that active learning works?** Adv Physiol Educ, v. 30, p. 159–167, 2006.

MORAN, J. M. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá.** [S.l.]: Papirus Editora, 2007.

MORAN, J. M. Mudando a educação com metodologias ativas. In Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. **Coleção Mídias Contemporâneas**, 2015.

OLIVEIRA, J.A.C.B.; PINTO, G.R.P.R.; SANTOS, J.M.J. **Uso de Estratégias Ativas na Educação em Engenharia no Brasil: um mapeamento sistemático de experiências a partir das publicações realizadas no COBENGE.** In: COBENGE, 2017.

PASSOS, F. G. *et al.* Diagnóstico Sobre a Reprovação nas Disciplinas Básicas dos Cursos De Engenharia da Univasf. **Anais...** In: XXXV Congresso de Educação em Engenharia, 2007, Curitiba, Paraná.

PERRENOUD, P.. **Construir as competências desde a escola**; trad. Bruno Charles, 2000.

PRINCE, M. Does Active Learning Work? A Review of the Research. **Journal of Engineering Education**, v. 93, n. July, p. 223–231, 2004.

RICHARTZ, T.. **METODOLOGIA ATIVA: a importância da pesquisa na formação de professores**. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, v. 13, n. 1, p. 296–304, 2015.

SÁ, P.; PAIXÃO, F. Contributos para a clarificação do conceito de competência numa perspectiva integrada e sistémica. **Revista Portuguesa de Educação**, 2013, 26(1), pp. 87-114.

SILBERMAN, Mel. **Active Learning: 101 Strategies to Teach Any Subject**. Boston: Allyn & Bacon, 1996.

SOUZA, J. de S. A. *et al.* **O Projeto SoS Calouro – Tutoria**. In: International Symposium on Project Approaches in Engineering Education. Volume 8 (2018), n.1, p. 709-716. ISSN 2183-1378. Brasília, 2018.

WILCZYNSKI, V.; ADREZIN, R.. **Higher education makerspaces and engineering education**. In: ASME 2016 International Mechanical Engineering Congress and Exposition. American Society of Mechanical Engineers, 2016.

ZABALA, A.; ARNAU, L.. **Como aprender e ensinar competências**. Penso Editora, 2015.

ZABALZA, M. A. **O ensino universitário [recurso eletrônico]: seu cenário e seus protagonistas**. Dados eletrônicos. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CAPÍTULO III

A IMPORTÂNCIA DA ESTRUTURAÇÃO DE PROJETOS E NÚCLEOS ESTUDANTIS PARA A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO

Alessandro Fernandes Moreira (Coordenador)
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Lucas Maia dos Santos (Relator)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais
(IFMG)

Bráulio Roberto Gonçalves Marinho Couto
Diego Rodrigues Andrade Simão
Fernando Ramos de Oliveira
Gabriela Camargos Lima
Joaquim José da Cunha Júnior
Lucas Felipe Silva
Matheus Allef Cruz
Sinthya Gonçalves Tavares
Centro Universitário de Belo Horizonte (UniBH)

Ana Paula Borges Guimarães
André Henrique Pereira de Freitas Leal
Patrícia Campos Borja
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Anderson Marcos Henriques
Regiane Relva Romano
Faculdade de Engenharia de Sorocaba (FACENS)

Angelo Eduardo Battistini Marques
Celso Peixoto Garcia
Universidade São Judas Tadeu (USJT)

Lucas Maia dos Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais
(IFMG)

Alessandro Fernandes Moreira
Alexandre Lopes Boaventura Cunha
Amanda Luisa Silva
Carlos Eduardo Cavalieri Furtado
Jéssica Camila dos Santos
Paulo Felipe Filardi Mendonça
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	114
2. PROJETOS E NÚCLEOS ESTUDANTIS PARA A FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS DE SUCESSO	117
2.1 Dinâmica dos Núcleos de Inovação - FACENS	117
2.1.1 Relação dos núcleos com a aplicação de metodologias ativas de ensino	120
2.1.2 Estágios de desenvolvimento do discente dentro dos projetos estudantis	121
2.1.3 Importância e reconhecimento externo do Smart Campus FACENS	122
2.2 Formação de empreendedores por intermédio das Empresas Juniores	123
2.2.1 LAENQJr. Consultoria	124
2.2.2 Consultoria Aplicada em Engenharia de Produção – CAEP	125
2.3 Desenvolvimento do discente em equipes de competição	126
2.3.1 A equipe UniBAJA	127
3. A RELAÇÃO ENTRE SAÚDE MENTAL E A PARTICIPAÇÃO EM PROJETOS E NÚCLEOS ESTUDANTIS	128
3.1 Avaliação de fatores intervenientes da ocorrência da depressão no meio acadêmico na Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia	129
3.1.1 Métodos e Procedimentos de Estudo	129
3.1.2 Importância do acolhimento estudantil e da identificação com o curso para melhoria da saúde mental no ambiente acadêmico	131
4. DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS INSTITUCIONAIS QUE CONTRIBUEM PARA UM MAIOR ENVOLVIMENTO DE DISCENTES/DOCENTES EM ATIVIDADES CURRICULARES NOS CURSOS DE ENGENHARIA	136
4.1 Uma proposta para laboratórios de exploração científica: método Q2Q (Question to Question)	137
4.1.1 Taxonomias de Bloom e SOLO	138
4.1.2 As primeiras experiências	139
5. A CONEXÃO ENTRE PROTAGONISMO ESTUDANTIL, APOIO DOCENTE E INSTITUIÇÃO DE ENSINO	140
5.1 Núcleo de Inovação e Desenvolvimento Empresarial de Sabará (NIDES)	141

5.1.1 O processo de criação de um núcleo estudantil multidisciplinar	141
5.1.2 Os desafios e aprendizados com a criação de um projeto estudantil	144
5.2 Relação entre a Administração da Instituição e o Protagonismo Estudantil	145
5.2.1 A Conexão entre os pilares “Protagonismo Estudantil & Apoio Institucional” e o Programa ENG200	148
5.2.2 Perfil dos integrantes do Programa ENG200	149
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	151
7. REFERÊNCIAS	152

A IMPORTÂNCIA DA ESTRUTURAÇÃO DE PROJETOS E NÚCLEOS ESTUDANTIS PARA A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta casos de estruturação e desenvolvimento de projetos e núcleos estudantis nos cursos de Engenharia, bem como as consequências da participação dos estudantes nestes projetos para a formação do engenheiro, destacando a importância das atividades que exigem proatividade dos estudantes para resolução de situações complexas fora do ambiente universitário.

As atuais Diretrizes Curriculares dos cursos de Engenharia solicitam a integração entre os eixos de ensino, pesquisa e extensão. No entanto, tradicionalmente, percebe-se que os cursos de Engenharia ainda continuam focados em um modelo de ensino baseado na transmissão de conhecimentos pelo professor, sendo o estudante um agente passivo no processo de aprendizagem. Nesse âmbito, vê-se a necessidade de discutir sobre os estímulos e ambientes oferecidos aos alunos para participar de projetos e programas que contribuam tanto com seu aprendizado profissional, como social, enfatizando assim, o papel do protagonismo estudantil nos novos paradigmas do ensino em Engenharia.

A maioria dos cursos de graduação em Engenharia no Brasil possui enfoque no conhecimento centrado no professor. A formação do estudante somente pela transmissão do professor para o aluno pouco contribui para a formação profissional e cidadã. Segundo Borges e Aguiar Neto (2000, p.3) “o conteúdo é perecível e muda rapidamente, especialmente, em Engenharia”. Para Salvaro, Quadros e Estevam (2016) a formação profissional envolve a transmissão do saber fazer cotidiano e não apenas a transmissão de saber teórico. A participação de projetos está associada com a possibilidade promissora de inserção profissional, e uma formação qualificada na preparação para o mundo do trabalho.

“A etimologia de Universidade já pressupõe o entendimento entre as diversas disciplinas, pensamentos e convívio social, sendo esta a base para a estruturação de um projeto interdisciplinar” (CAMPOS; ALMEIDA, 2005). Tem-se assim que os projetos ou núcleos estudantis são fundamentais para o desenvolvimento de competências que, segundo Santos (FLEURY e FLEURY, 2000, p.21), é “um saber agir responsável e reconhecido, que implica mobilizar, integrar, transferir conhecimentos, recursos e habilidades, que agregam valor econômico à organização e valor social ao indivíduo.” Conforme descrito por Tonini e Lima (2009), “não basta somente a adição ou retirada de disciplinas, conteúdos ou a criação de novas habilitações para a Engenharia; ou implantar e alterar a estrutura dos cursos para atender às demandas da

sociedade diante das novas tecnologias”. É preciso propor novos modelos para a Engenharia, considerando um novo perfil profissional, pois, segundo Lessa (2002), “o engenheiro é um protagonista estratégico para que um País possa existir e sem os engenheiros o País não é”. Dessa forma, a difusão das formas de desenvolvimento e a estruturação de projetos e núcleos estudantis corroboram, de fato, para uma renovação do currículo para o ensino de engenharia.

A participação de estudantes em projetos, sejam eles acadêmicos, extra-curriculares ou comunitários, traz a valorização da competência da formação profissional do Engenheiro exigindo que se enriqueça o relacionamento entre professor e aluno de forma que ela não consista unicamente na transmissão do conhecimento. É imprescindível que a liberdade e a autonomia no curso de graduação sejam acompanhadas pelo aumento da responsabilidade do aluno em sua formação profissional. Segundo Santos (2003) é importante que o professor oriente os alunos na formação de competências e na utilização de conhecimento com o objetivo de enfrentar situações complexas, na identificação e resolução de problemas e no relacionamento com entidades externas à universidade, como empresas, instituições da sociedade civil e do meio ambiente. Santos (2003), Gardner (1997) e Marchetti (2001) diz que Considerando a diversidade de formas de assimilação e utilização de conhecimentos pelos alunos, releva-se a diversificação de metodologias de ensino e aprendizagens, envolvendo aula expositiva, seminário e projeto em Engenharia.

Quando o estudante participa de um projeto, abre a possibilidade de produzir as condições de existência e reconhecimento daquilo que se está aprendendo. Conhecimento deriva da atividade humana, enquanto social, instrumental e produtora. O aprendizado técnico, e não apenas teórico, inclui processos que não se separam dos de significação da própria atividade. A participação em projetos vislumbra a possibilidade de inserção profissional, uma vez que essa está condicionada ao atendimento das demandas técnicas específicas e do mercado de trabalho.

Acredita-se que a participação de estudantes em núcleos e projetos que possibilitem aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos complementa a formação durante o curso de graduação, tendo como consequência, a formação de estudantes mais preparados por já terem enfrentado situações problemas. Ao propor o enfrentamento de situações complexas por meio dos projetos estudantis, o estudante é inserido em um ambiente externo da universidade. A interação de alunos e professores de graduação com o ambiente externo objetiva a identificação e a resolução de problemas e a construção de soluções envolvendo o conhecimento das subáreas da Engenharia, não somente pela sua transmissão, mas, essencialmente, por sua construção.

Comum à maioria dos projetos e núcleos estudantis permeia-se grandes dúvidas e dificuldades na estruturação e condução de suas propostas. É de extrema relevância a discussão dessas referências como trazido no texto de Rocha (2007), sobre o planejamento de projetos interdisciplinares de extensão universitária:

O planejamento deve propor metodologias que garantam a execução do projeto, segundo a necessidade, assegurando a preservação da cultura e da visão do ambiente a ser submetido à intervenção, sem interferir nos resultados. O projeto também depende de informação e comunicação, que possibilitem compreensão plena das questões levantadas, favorecendo aos seus gestores o enfrentamento dos desafios com propriedade e maior chance de acerto.

Os projetos e núcleos estudantis também possibilitam que o estudante vivencie situações que exijam a interdisciplinaridade, que muitas vezes não é obtida pelo estudo de disciplinas isoladas. O enfrentamento de situações complexas exige dos alunos a utilização de conhecimentos apropriados e atuais para a resolução destes problemas. Quanto mais complexa a situação, mais próximo do estado da arte está este conhecimento. Quanto mais se pretender que os alunos formem competências exigidas pelas diretrizes curriculares dos cursos de Engenharia, mais se faz necessária a integração da tríade ensino, pesquisa e extensão nos cursos de Graduação em Engenharia. O enfrentamento de situações complexas e a resolução de problemas de Engenharia podem ser resolvidos por meio da exploração da interdisciplinaridade dos cursos (SANTOS, 2003).

A participação estudantil em projetos e núcleos também estimula a interdisciplinaridade durante a formação acadêmica, pois as partes diversificadas devem construir um núcleo comum, para que o aprendizado e, conseqüentemente, o conhecimento torne-se global e integral, favorecendo a formação acadêmica por meio do estímulo ao questionamento e do convívio com pensamentos diversos. Segundo Campos e Almeida (2005) este processo de interdisciplinaridade deve ser realizado desde a graduação, onde se encontram diferentes cursos em um núcleo comum, com a vantagem de os alunos estarem iniciando sua vida profissional e científica. Do contrário, pode ocorrer o desenvolvimento da especialização e fragmentação do conhecimento.

Neste contexto, justifica-se a importância do desenvolvimento de projetos e núcleos estudantis nas universidades, mais especificamente, nos cursos de Engenharia, como parte importante para a formação de ensino superior na atualidade.

2. PROJETOS E NÚCLEOS ESTUDANTIS PARA A FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS DE SUCESSO

O desenvolvimento de competências e habilidades para os profissionais de engenharia impõem desafios no desenvolvimento dos currículos. Embora haja vasto repertório para o desenvolvimento de determinadas competências técnicas a partir de aulas teóricas ou práticas em laboratórios, há outras competências, fundamentais a formação desses profissionais, cujas metodologias não se encontram, necessariamente, tão sedimentadas nos currículos universitários.

A atitude empreendedora é uma característica fundamental aos profissionais contemporâneos, em especial, aos engenheiros. Dentre as várias possibilidades de desenvolvê-la nos estudantes, projetos como as equipes de competição e empresas juniores podem ser muito efetivos para esse fim. Esses projetos, além de protagonizar a atuação dos estudantes e desenvolver sua autonomia, são muito indicados para desenvolver competências importantes como liderança, resiliência e capacidade de trabalhar em equipe.

Apresenta-se a seguir como a participação em projetos dessa natureza vem sendo um diferencial na formação de estudantes de Engenharia em duas universidades do Sudeste: na Faculdade de Engenharia de Sorocaba (FACENS) e no Centro Universitário de Belo Horizonte (UniBH).

2.1 Dinâmica dos Núcleos de Inovação - FACENS

A FACENS desenvolve diversos núcleos de inovação que promovem o aprendizado aplicado, integrando a teoria e a prática com as necessidades do mercado, bem como desenvolvendo as habilidades e competências necessárias para o novo profissional, exigindo dos docentes atualização constante para que esteja alinhado com a realidade científica e tecnológica vigente, que requer um maior envolvimento e dinamismo frente às novas demandas ofertadas. Estes núcleos de inovação colaboram com projetos pilotos que promovem uma melhor difusão do conhecimento entre professores e alunos. Neste caso, ampliam o desenvolvimento de melhores práticas de ensino, roteiros de laboratórios, bem como, intensificam a colaboração, multidisciplinaridade, atividade em grupo e práticas profissionais para atendimento de clientes (expectativas do núcleo) e prazos apertados.

Nos Núcleos, os Projetos Institucionais (P.I.) possuem recursos pré-definidos condizentes com a força de trabalho e aquisição de bens consumíveis ou não. De tal forma, que a gestão eficiente e êxito do mesmo, são de responsabilidade exclusivamente da equipe que representa o núcleo. Assim, os núcleos ficam responsáveis pelo desenvolvimento de oportunidades para o aprimoramento de discentes e/ou docentes, através da inserção do mesmo em momentos de interação extraclasse, os quais permitem melhorar suas habilidades

através de seu aperfeiçoamento, pesquisa, necessidade de inovar e responsabilidade sobre o desenvolvimento de projetos vinculados aos Núcleos de Inovação Institucionais concebidos na FACENS.

É muito comum, os projetos serem do tipo “*Hands-on*”, conhecidos como, “mão na massa” ou “aprender fazendo” (HAGUENAUER, 2010). A seguir, são apresentados alguns dos núcleos vinculados aos cursos de engenharia:

1) FabLab: Laboratório de Fabricação pertencente à rede mundial Fab Lab, criada pelo MIT. Objetiva facilitar a prototipagem, invenção e inovação de ideias, baseado na aquisição de conhecimentos e troca de experiências, utilizando-se de equipamentos para tornar realidade os projetos. Presente em 109 países, faz parte de uma rede de mais de 1.300 laboratórios no mundo. Em 2018, realizou 167 projetos com alunos, 166 workshops, apoiando mais de 30 disciplinas e mais de 1088 pessoas.

2) LIS - Laboratório de Inovação Social: Laboratório de Aprendizado que visa empoderar, compartilhar e fomentar a inovação social por meio da educação, delineando soluções mais efetivas e sustentáveis de forma colaborativa para a sociedade, potencializando atitudes coletivas que promovam uma sociedade mais cidadã. Possui vários programas, dentre eles: Engenhando Para o Bem, InterGerAções e LISx.

3) FACE - Facens Centro de Empreendedorismo: vislumbra ser referência na educação empreendedora facilitando a prática da inovação e criatividade no ambiente acadêmico. Recentemente foi inaugurado o *Crowd Facens Telefônica*, em parceria com o Telefônica Open Future, programa global de inovação aberta e empreendedorismo do Grupo Telefônica (controlador da Vivo). O *Crowd Facens* é a primeira iniciativa do Open Future no Interior de São Paulo e buscará projetos inovadores em diversas áreas como Cidades Inteligentes, Internet das Coisas, Big Data, Soluções B2C, B2B, Vídeo, Machine Learning, Segurança, Fintech e Agtech, entre outras.

4) LINCE - Laboratório de Inovação e Competições de Engenharia: tem como missão ser catalisador e estimulador de estudos e projetos extracurriculares, pesquisas, extensão acadêmica, competições tecnológicas, gerando conhecimento e experiência prática para o estudante da Facens. Objetiva ser referência nacional e internacional no desenvolvimento de projetos de tecnologia e inovação por meio de atividades complementares e práticas que fortalecem a atitude empreendedora dos estudantes, através das equipes de competição Equipe V8 (equipe de fórmula combustão), B’Energy (fórmula elétrico), Equipe Facens Baja Mud Racing (baja), Omegabotz (robótica), Equipe Falcons (Aerodesign), Equipe Stronger Tech (concreto).

5) LIGA - Laboratório de Inovação de Games e Aplicativos: desenvolve softwares contendo soluções inovadoras, tais como: jogos, aplicativos, Realidade Aumentada e Realidade Virtual. Além disso, promove, jogos educacionais, tours virtuais, e ferramentas para uso interno e externo. Já desenvolveu vários jogos e diversas soluções para empresas, dentre eles o Letramento em Programação, que foi criado para o Instituto Ayrton Senna (IAS). O aplicativo é uma forma de introduzir os ensinamentos aplicados pelo Instituto Ayrton Senna, onde as crianças possuem uma primeira interação de criação de linhas de código apenas arrastando blocos em uma divertida corrida com o Senninha.

6) IPEAS - Instituto de Pesquisas e Estudos Avançados Sorocabano: fundado em 2002 e credenciado no CATI/MCTI. Realiza pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica em produtos e processos relacionados à: Eletroeletrônica; Hardware & Software; Firmware; Mecânica; Química além de oferecer serviços tecnológicos, tais como: fontes de energias alternativas, medição eólica, modelamento e prototipagem 3D; assessoria e consultoria (Lei do Bem e Lei da Informática). Atua com profissionais especialistas do mercado, docentes e alunos.

7) LEMAT - Laboratório de Ensaios de Materiais: desenvolvimento de serviços de controle tecnológico e treinamentos, atendendo renomadas construtoras, importantes indústrias e engenheiros de Sorocaba e região. Foi fundado em 2005 e tem Sistema de Gestão da Qualidade ISO9001:2008.

8) BIM - Building Information Modeling: modelagem da Informação da Construção, realizando a criação e gerenciamento de todas as informações do projeto de um empreendimento durante o seu ciclo de vida. Ou seja, a partir do momento em que se cria o projeto em BIM, todas as informações necessárias para a validação, construção e manutenção do mesmo encontram-se associadas a cada um dos elementos do modelo 3D. Os alunos fazem treinamentos e são convidados a participar de projetos internos e externos à faculdade.

9) Núcleo de Robótica Inteligente: abriga projetos multidisciplinares e interdepartamentais (atende aos núcleos de 1, 4, 5, 6 e 10), bem como contribui com o desenvolvimento inteligente de robôs, atuando diretamente nas áreas de Eletrônica, Computação e Mecânica. Desenvolve rotinas laboratoriais e kits acadêmicos para o aperfeiçoamento tecnológico dos alunos em sala de aula, bem como potencializa soluções Internet das Coisas (IoT) e Cidades Inteligentes.

10) SCF - Smart Campus FACENS: busca solucionar problemas reais (laboratório vivo), conectando a comunidade acadêmica, mercado e sociedade, por meio de P.I.s que tornam as cidades mais humanas, inteligentes e sustentáveis. Criado em parceria com o G-Lab do MIT, iniciou em 2014, objetivando desenvolver, implementar, testar, analisar

e replicar soluções para Cidades Inteligentes, utilizando o campus universitário como uma área para estudos das soluções que possam ser replicadas nas cidades.

2.1.1 Relação dos núcleos com a aplicação de metodologias ativas de ensino

Cada núcleo serve como concentrador de projetos os quais integram participantes dos diversos cursos da Instituição. Tais P.I.s são multidisciplinares, os quais potencializam o aprendizado, através de abordagens ou metodologias ativas que contribuem para o desenvolvimento do aluno, professores e funcionários. Abordagens como STHEM (em inglês: Science, Technology, Humanity, Engineering and Mathematics) são consideradas, pois colaboram com melhores práticas e metodologias de ensino (NETO e SOSTER, 2017). Portanto, os Núcleos de Inovação vão além de grupos temáticos, em que professores e/ou alunos compartilham de experiências afins, pois, para concretização dos P.I.s uma maior colaboração é requerida, forçando que os envolvidos trabalhem em equipe, entendendo que para o mercado/atuação profissional, é essencial a tomada de decisão contemplando-se visões diversificadas.

Com a diversidade de P.I.s e duplicidade parcial ou total de temas, forçou-se uma melhor gestão dos Núcleos, instituindo-se o gerenciamento através das premissas do PMBOK (CAMARGO,2018) e ferramentas ágeis, bem como a estruturação de programas de formação teórico e prático dos discentes e docentes, que passaram a desenvolver treinamentos práticos e kits hands on. Vários programas foram desenvolvidos pela FACENS para treinar seus professores a aplicarem metodologias ativas.

Os seguintes programas estão disponíveis: Programa de Formação Teórico – Prático para Discentes/Docentes (Desenvolvimento de kits open-source para os laboratórios e experiências científicas, Treinamento Motivacional, Treinamento Tecnológico, etc.); Programa de Integração “Hands – On” em Projetos dos Núcleos; Programa de Fortalecimento do Ciclo Básico voltado à Aplicações da Engenharia; Projetos Aplicados vinculados às Disciplinas e/ou Eventos; Programa de Mobilidade Acadêmica FACENS; TCC Assistido; Integra FACENS; etc.

Conforme exposto, os P.I.s criam oportunidades para que o aluno consiga amadurecer e se preparar melhor para o mercado de trabalho, garantindo um portfólio que serve como cartão de visita para entrevistas junto a um empregador potencial. No entanto, alunos que estão estagiando ou trabalhando, sentem alguma dificuldade para um maior envolvimento em P.I.s fora do horário de aula (atividades de extensão). Assim, lamentam não poderem estar mais envolvidos, mas entendem sobre a importância e esforço da Instituição quanto às novas formas de aprendizado. Algumas iniciativas de P.I.s começaram a estar mais

diretamente envolvidas com disciplinas, desta forma tenta-se respeitar o horário de aula.

A existência da pesquisa na FACENS é inseparável das atividades de ensino e de extensão, contribuindo para a melhoria do seu projeto educacional e influenciando, positivamente, na formação dos estudantes e no crescimento profissional dos docentes e colaboradores técnico administrativos da Instituição. Auxiliam no constante e necessário processo de inovação aplicado às empresas e à comunidade e incentivam a produção e divulgação de trabalhos acadêmicos, além de fortalecer os programas de parcerias nacionais e internacionais.

Novas abordagens estão sendo discutidas e vinculadas aos docentes para apoiar os alunos em suas decisões de permanecerem atuantes e ativos nos Núcleos, pois, o docente/funcionário atua diretamente com os alunos, e tem papel fundamental para uma melhor orientação dos mesmos em sua formação profissional, identificando melhores condições de decisões a serem tomadas, auxiliando no que for preciso.

2.1.2 Estágios de desenvolvimento do discente dentro dos projetos estudantis

Pode-se notar que alunos mais ativos nos núcleos, começam inspirados em um ritmo frenético de vencer desafios, bem como duvidando de suas capacidades (Etapa 1). No entanto, a partir do momento em que aperfeiçoam-se, conseguem discernir melhor seu envolvimento, atuando de forma multiplicativa em apoiar os colegas (Etapa 2). Esta etapa esgota-se logo, onde o aluno entra na Etapa 3, buscando novos desafios e diferentes daqueles anteriormente vencidos.

Esta nova etapa afronta os parâmetros de aprendizado do aluno que quando identificadas *certas* limitações em sua formação, gera novas dúvidas a serem resolvidas. Neste momento, este aluno começa a adentrar em horizontes de maior inserção em inovação e pesquisa, que fazem com que o tornem importante no processo de aprendizagem (centro do aprendizado) (ARAÚJO *et al*, 2016), focando suas necessidades de fazerem a diferença. Este é um momento difícil, em que muitos alunos buscam uma melhor inserção no mercado profissional devido ao seu valor agregado de conhecimento adquirido, que vinculado a aspectos financeiros, comumente deixam de frequentar ativamente os núcleos, ou seja, muitas baixas acontecem neste momento.

Parcerias com empresas têm permitindo um enquadramento dos alunos que adentram na Etapa 3, criando oportunidades de projetos focados em produtos que podem ser absorvidos pelo mercado. Neste caso, com o aprimoramento aplicado em recursos de mercado,

possibilitam uma experiência, que amplia as possibilidades de inserção profissional dos alunos no mercado de trabalho.

Alguns realinham suas expectativas (Etapa 4), almejando horizontes maiores e de continuidade, migrando de núcleos durante a graduação, diante de seu despertar pela ânsia do saber e são fortes candidatos para realização de um curso de mestrado, após sua formação.

2.1.3 Importância e reconhecimento externo do Smart Campus FACENS

Toma-se como certo a importância da abordagem orientada a projetos, pois a prática e resultados alcançados, bem como a qualidade profissional alcançada pelos alunos foram surpreendentes, após uma atuação efetiva junto aos Núcleos Institucionais da FACENS. Estes núcleos garantem melhores condições para o atendimento dos mais diversificados problemas comerciais, empresariais, sociais e industriais.

Caso o aluno necessite de um treinamento específico, a faculdade busca parceiros no mercado e, se for o caso, banca o treinamento do estudante e do professor mentor. A FACENS não mede esforços para oferecer o estado da arte em educação para os seus alunos, bem como o acesso à tecnologia de ponta para os seus professores, estudantes e colaboradores. Esse esforço é refletido na alta taxa de empregabilidade de seus egressos, bem como no legado para o campus, que a cada dia está mais auto sustentável e inteligente.

A grande diversidade de conhecimento requer a integração dos demais núcleos, listados anteriormente. Nos últimos 3 anos, o Smart Campus FACENS promoveu ou fez parte de mais de 230 eventos como apresentador, expositor, avaliador ou apenas público. No total, nesses 3 anos, contou com mais de 7.200 participações de alunos regulares da FACENS além de mais de 11.400 pessoas do público externo. Por meio do Smart Campus, os alunos puderam participar de treinamentos, congressos, apresentações, workshops, visitas técnicas monitoradas, Iniciação Científica e TCC, desenvolvendo mais de 60 projetos que foram implementados dentro do Campus. Por conta dos resultados muito satisfatórios, conquistou os seguintes prêmios: Top Educacional 2016 – ABMES, Automação Educacional GS1/2016, Smart City UK London/2017, Best IoT Implementation Berlim/2018, Prêmio/ Certificado: "Programa Benchmarking Sustentabilidade" / 2018. Para se ter uma ideia, apenas no primeiro semestre de 2018, estão sendo gerenciados 126 projetos, dos quais 94 estão integrados a outros núcleos, além das IC e TCC.

Em 2017 e 2018, o projeto foi apresentado em diversas cidades do Brasil e do mundo, tais como: Aveiro, Barcelona, Nova York, Dubai, Coventry, entre outras e agora intensificou o desenvolvimento de projetos que podem transformar o Campus em um exemplo de

aplicação de IoT, com foco em melhorar a experiência dos estudantes, que podem contar com um alto nível de educação “hands on” e saírem preparados para o mercado de trabalho.

2.2 Formação de empreendedores por intermédio das Empresas Juniores

Nas empresas juniores (EJ's), os alunos se desenvolvem através do que se chama de “vivência empresarial”, pois, estas iniciativas estudantis são totalmente administradas pelos estudantes e todos os processos envolvidos, resultados e valores dependem do corpo de graduandos envolvidos.

Pode-se separar o aprendizado adquirido em uma empresa júnior em três ramos de competências: competências gerenciais, competências técnicas e competências empreendedoras. As competências gerenciais são desenvolvidas nos membros uma vez que os mesmos são responsáveis diretos por delegar funções dentro da empresa, determinar metas, traçar planos e estratégias para atingir essas metas, avaliar o mercado, na gerência dos recursos humanos e financeiros da empresa em menores ou maiores graus de participação dependendo do cargo ocupado por este membro na EJ.

As competências técnicas são desenvolvidas uma vez que os membros precisam trabalhar diretamente ou indiretamente (dependendo do cargo) nos projetos, tendo a oportunidade de desenvolver na prática o conteúdo programático repassado no ambiente da universidade. Além disso, sua formação empreendedora é desenvolvida, uma vez que, para ter projetos a desenvolver é necessária realização de análise de mercado, captação de clientes, negociação de preços e condições, e gestão da qualidade do serviço oferecido.

Na parte prática de execução de projetos, os membros envolvidos precisam imergir profundamente no conteúdo teórico ministrado durante a graduação para desenvolver soluções aos clientes. Também é fundamental a interação dos alunos diretamente com os professores da IES, na aquisição de conhecimentos aprofundados e de experiência que estes possuem com o tema a ser executado. É recorrente também a busca por profissionais de mercado para aquisição de “*know-how*” e práticas empresariais para a demanda do mercado, desta maneira, forma-se um equilíbrio ideal entre o “saber e fazer” por se obter o melhor de ambas as partes.

Em relação ao empreendedorismo, os estudantes envolvidos nas empresas juniores desenvolvem competências como a capacidade de assumir riscos calculados, o inconformismo, visão para oportunidade, pensamento inovador, entre outras. Desenvolvimento esse inerente à atuação na empresa júnior.

Com o objetivo de ilustrar, a partir da visão dos estudantes, o desenvolvimento de competências fundamentais na formação para a engenharia, em especial, a atitude empreendedora, serão apresentados a seguir, três projetos em desenvolvimento no Centro Universitário de Belo Horizonte – UniBH, sendo duas empresas juniores e uma equipe Baja SAE.

2.2.1 LAENQJr. Consultoria

A LAENQJr. Consultoria, empresa júnior de engenharia química do UniBH, formada por 23 estudantes, fornece a oportunidade de desenvolvimento empreendedor citado anteriormente. A fundação da empresa por si só, proporcionou desafios e aprendizados aos membros participantes. Para desenvolver um projeto em uma EJ, o membro precisa participar efetivamente de todo o processo, este tipo de imersão estimula fortemente três habilidades principais para um profissional da engenharia: planejamento para organização das atividades, raciocínio crítico para tomada de decisões e resiliência para eventos adversos. A primeira etapa é a criação do portfólio da empresa, que é desenvolvido de acordo com a estrutura de recursos disponíveis (laboratórios, equipamentos e materiais), demanda de mercado, capacitação dos membros e orientadores e as áreas de atuação da EJ. A segunda parte é a prospecção de clientes, onde é definido a forma de aquisição (prospecção ativa ou passiva) de cliente e a partir disso são criadas as estratégias de fazê-lo. Com o cliente definido é realizada uma avaliação em campo do problema, elaboração de um cronograma, orçamento, contrato de serviço, orientador e gestão do projeto. Por último vem a execução do projeto, acompanhada pelo gerente, setor de qualidade e orientador, por ferramentas de qualidade e avaliação, que também são implementados ao final do projeto para verificar as dificuldades, qualidade do serviço e opiniões.

A EJ possui vários objetivos, dentre os quais um dos mais importantes é o desenvolvimento dos membros (profissional, intelectual e social) não somente no âmbito acadêmico como também na comunidade, através dos impactos provenientes das ações desenvolvidas. Para que este desenvolvimento aconteça, a EJ investe na qualificação dos membros, incentivando-os a participarem de cursos, palestras e eventos científicos que trabalhem com temas diversos, por exemplo: “como potencializar projetos de consultoria”, “como elaborar protótipos de novos produtos”, “estratégias de gestão e marketing”, além de cursos específicos do departamento de atuação de cada membro.

Para alcançar sucesso é necessário que todos os membros da EJ estejam engajados e se comuniquem constantemente, pois, apesar de haver setores individuais eles se complementam, sendo cada um deles

de igual importância na estrutura da empresa. Por exemplo, o setor de projetos é responsável por elaborar as etapas dos serviços que serão prestados, quais membros irão executar cada fase e em como gerar os resultados esperados com eficiência; mas precisa comunicar ao setor financeiro para administrar as despesas, ao marketing para realizar a comunicação com clientes e membros, ao setor de qualidade para aplicar ferramentas de qualidade e ao setor de gestão de pessoas para acompanhar os membros na execução do projeto.

As informações geradas em todos os setores são repassadas a todos os integrantes da EJ através de reuniões gerais que ocorrem todo o mês, documentos descritivos da empresa, relatórios de atividades e ferramentas de gestão de atividades online que podem ser visualizadas a qualquer momento, tudo isso contribui para o conhecimento do membro participante sobre o que está ocorrendo na empresa em todos os setores, isto cria capacitação nos membros e oportunidades para a implementação de melhorias através de sugestões.

O apoio a essas instituições é fundamental, pois os participantes das mesmas enfrentam dificuldades como falta de experiência quanto a processos jurídicos e administrativos para se abrir uma empresa. Após essa etapa, enfrentam complicações quanto à divulgação da mesma no mercado e até mesmo dentro da própria IES. No caso específico da LAENQJr., o UniBH tem oferecido todos os espaços de comunicação para a divulgação da empresa para os alunos como por exemplo em eventos para calouros ou em comunicados oficiais. Por ser gerida por alunos que ainda não tiveram experiência no mercado, outra dificuldade que vem a surgir é a precificação dos projetos e serviços que precisam ser adequadas ao cliente, as necessidades da empresa e também ao seu caráter excepcional de associação sem fins lucrativos, porém que valoriza seu serviço e produto. Além disso como o projeto será monetizado, por contrato, ou por horas trabalhadas, encontrar a opção que mais faça sentido a empresa e aos alunos se constituem tarefa exigente e personalizada para cada tipo de situação.

2.2.2 Consultoria Aplicada em Engenharia de Produção – CAEP

A Consultoria Aplicada em Engenharia de Produção – CAEP é uma Empresa Júnior do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário de Belo Horizonte - UniBH, fruto da insatisfação de cinco alunos com a pouca aplicabilidade de disciplinas aprendidas em sala de aula e da inexperiência diante de um mercado de trabalho tão qualificado. A CAEP obteve sua abertura oficial somente após cerca de três anos com membros diferentes da direção inicial. Esse gap de tempo entre a ideia inicial e a abertura foi resultado de barreiras burocráticas para se abrir uma associação sem fins lucrativos,

inexperiência de estudantes com questões contábeis/legais e custo de abertura.

Após a abertura legal da CAEP, a empresa foi dividida da seguinte forma: Diretoria Financeira, Diretoria de Marketing, Diretoria de Recursos Humanos, Diretoria de Projetos, Diretoria de Qualidade e Presidência/ Vice-Presidência. Dentro de 12 meses mais de 30 membros passaram pela CAEP. Os integrantes pertencem a diferentes períodos e a seleção de novos membros é feita pelos próprios estudantes que já atuam na EJ. Os critérios principais para que um aluno do curso de Engenharia de Produção participe da Empresa Júnior é a disponibilidade de tempo e espírito empreendedor. Destaca-se como pontos positivos pessoal/profissional dos discentes: desenvolvimento de habilidades fora do escopo do curso de origem (marketing, recursos humanos, legislação tributária etc.), gestão de equipes, experiência com negociações e vendas de projetos a pequenas/médias empresas e conhecimento de técnicas de consultoria e gestão aplicáveis em diversos âmbitos.

É válido ressaltar que estudantes pertencentes ao Movimento Empresa Júnior – MEJ em detrimento de todas as habilidades adquiridas como citado anteriormente possuem maior visibilidade em processos seletivos de estágio, trainee e até mesmo em vagas de emprego em sua área de formação. O perfil profissional baseado no “*learning by doing*” desperta grande interesse de organizações que procuram colaboradores proativos e que possuem “senso de dono”. Isso de certa forma gera um “turnover” alto dentro de uma EJ, pois grande parte dos membros estuda a noite e se dedicam durante o dia às atividades relacionadas à CAEP. Então, muitos membros abrem mão da participação no projeto em razão da absorção pelo mercado de trabalho, alegando falta de tempo.

Tendo em vista o cenário em que uma empresa seja formada por estudantes de graduação os maiores desafios encontrados são: inexperiência na gestão de pessoas, falta de apoio fiscal/jurídico para questões importantes para o funcionamento de uma empresa, carência de tutoria para serviços solicitados por clientes.

2.3 Desenvolvimento do discente em equipes de competição

As equipes de competição têm a capacidade de levar aos seus participantes maiores conhecimentos práticos, aplicando conhecimentos teóricos e técnicos na construção de seus projetos. Geralmente, as equipes trabalham ao longo de um semestre focados na otimização de processos e desenvolvimento da própria equipe, estando os alunos integrantes sempre trabalhando em conjunto.

Apresenta-se a seguir as experiências envolvendo as competições do programa Baja SAE.

2.3.1 A equipe UniBAJA

O programa Baja SAE é uma competição entre acadêmicos de engenharia. Os estudantes formam equipes que são responsáveis por projetar e construir veículos off-road. A construção do veículo BAJA é baseada nas regras da SAE-BRASIL, onde o papel dos competidores é propor diferenciais que maximizem o desempenho do veículo nas competições nacionais e regionais. No Brasil, a competição nacional é nominada Baja SAE BRASIL; e as competições regionais como Etapa Sul, Sudeste e Nordeste.

A equipe UniBAJA usufrui de uma estrutura cedida pela UniBH para realizar suas atividades, como reuniões de planejamento, desenvolvimento de desenho e simulações e montagem de protótipos e do próprio veículo. Esta estrutura é equipada com as ferramentas e maquinário necessários para exercer suas atividades.

O UniBaja conta com a equipe de gestão que é responsável por organizar as atividades a serem realizadas do projeto, fazer a administração dos ativos da oficina, planejar métodos para arrecadar recursos e compra de materiais para o carro e para a oficina da equipe, além do gerenciamento financeiro e negócios com patrocinadores. Hoje o projeto apresenta dificuldades financeiras, bem como em atingir apoiadores (patrocinadores e instituições de capacitação) e alcançar maior visibilidade.

Segundo o ESTUDANTE 1 (graduando em Engenharia Mecânica) e Capitão da Equipe, as atividades realizadas no UniBaja são muito relevantes no seu desenvolvimento, pois, além da responsabilidade envolvida em gerir a equipe, ele aprendeu a manusear equipamentos e a utilizar softwares e procedimentos técnicos que não haviam sido abordados em sala de aula. Ainda segundo ESTUDANTE 1, o projeto é como uma empresa real em pleno funcionamento com usuários que, diariamente, dependem dos equipamentos e cujas operações devem ocorrer de forma eficiente.

A ESTUDANTE 2 (graduanda em Engenharia Mecânica) e membro da equipe UniBaja, afirma que o projeto não é apenas um instrumento de integração acadêmica entre a teoria e a prática, mas, uma grande oportunidade de crescimento pessoal e profissional. A estudante afirma que o desafio de construir um veículo OFF-ROAD demanda uma equipe disposta a pensar, agir e realizar em equipe as atividades necessárias para sua participação em uma primeira competição.

Em seu depoimento, o ESTUDANTE 3 (graduando em Engenharia Mecânica) afirmou que o projeto UniBaja abriu as portas para que ele pudesse participar adquirindo novos conhecimentos de engenharia. Além disso, o estudante acrescentou a importância do projeto para a aplicação prática dos conceitos teóricos e o desenvolvimento de importantes competências como trabalhar em equipe e liderar pessoas.

O ESTUDANTE 4 (graduando em Engenharia Mecânica), afirmou que o trabalho em equipe é um fator determinante para o projeto. Ainda segundo Paulo, a participação no projeto foi sua primeira oportunidade de experimentar a engenharia aplicada.

3 A RELAÇÃO ENTRE SAÚDE MENTAL E A PARTICIPAÇÃO EM PROJETOS E NÚCLEOS ESTUDANTIS

Os estudantes universitários ao longo da vida acadêmica passam por uma série de momentos de mudança, desenvolvimento, frustração, crescimento, temores e angústias. Desse modo, o ambiente responsável pela construção e formação profissional do estudante e base do conhecimento técnico-científico pode tornar-se um agente desencadeador de distúrbios patológicos como a depressão (MONTEIRO, FREITAS E RIBEIRO, 2007).

Dentro do ambiente acadêmico, o jovem universitário está exposto a um ambiente variado, que deve proporcionar condições favoráveis ao desenvolvimento de habilidades que dizem respeito ao desenvolvimento pessoal, técnico, senso crítico e como cidadão que serão reflexo do futuro profissional em processo de formação (EURICH; KLUTHCOVSKY, 2008). Entretanto, observa-se a incidência de uma série de doenças entre estudantes, como a depressão, que interferem diretamente na qualidade de vida e desempenho de atividades do dia a dia. O estudante fica sujeito a uma série de fatores estressores, como o excesso de atividades acadêmicas, falta de motivação para os estudos e investimento na carreira, conflitos com membros do corpo docente e discente, apresentação de trabalhos, projetos e seminários, dificuldades na aquisição de materiais de estudo e livros, tempo de deslocamento, entre outros (BRANDTNER; BARDAGI 2009). A prevalência desses fatores estressores interfere diretamente na qualidade de vida dos estudantes, afetando, assim, a sua saúde.

Com as discussões realizadas neste Trabalho, pôde-se elaborar um modelo de promoção à saúde, constituído em três estratégias principais: ações para uma universidade participativa e inclusiva, ações de responsabilidade do Poder Público e ações de responsabilidade da Sociedade. Apresenta-se a seguir a primeira estratégia abordada.

É importante destacar neste ponto o papel do protagonismo estudantil no sentido de não só discutir e aprofundar os conhecimentos sobre os fatores que têm levado ao sofrimento psicológico no meio acadêmico, mas também definir estratégias de enfrentamento, as quais necessariamente passam pelo reconhecimento do problema no nível das universidades, pelo empoderamento dos estudantes para a busca de uma política pública de promoção à saúde no meio acadêmico, possibilitando um espaço do exercício da liberdade, criatividade e formação cidadã, encontrada geralmente nos projetos em que se envolvem. Os projetos e núcleos, estudantis passam, assim, a ocupar

um papel relevante na promoção da saúde mental discente, ao passo que oferecem um espaço de aprendizado mais motivador, se comparado ao ambiente da sala de aula.

3.1 Avaliação de fatores intervenientes da ocorrência da depressão no meio acadêmico na Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia

Na Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, mais recentemente, os relatos de crises de ansiedade e depressão têm sido recorrentes, assim como o afastamento das atividades acadêmicas para tratamento psicológico. No semestre 2017-1, foram matriculados 3.635 alunos do total de 4.618 com matrícula ativa. Assim, 982 alunos realizaram o trancamento do curso, devido a diversos fatores, sendo os problemas psicológicos uma das causas.

Neste sentido, foi realizado um estudo para avaliar a relação entre a ocorrência de casos de depressão autodeclaradas entre estudantes de graduação da Escola Politécnica da UFBA e a vida acadêmica. Mais especificamente, este estudo se propôs a investigar fatores relacionados com a depressão entre os estudantes; elaborar um modelo de promoção à saúde de estudantes da Escola Politécnica; discutir a influência do protagonismo estudantil como estratégia de enfrentamento do problema.

3.1.1 Métodos e Procedimentos de Estudo

O estudo envolveu a aplicação de um questionário online com o auxílio da plataforma do *Google Forms*. O questionário envolveu três categorias de análises (socioeconômica, desempenho acadêmico e qualidade de vida), com 32 questões, sendo oito discursivas e as outras de múltipla escolha, conforme indicado na Tabela I.

A amostra do estudo foi calculada em função do número total de alunos matriculados no semestre 2017-1, considerando uma amostra aleatória simples estratificada por número de alunos dos cursos, um erro amostral de 5%, um nível de significância de 95%.

A divulgação do questionário foi realizada por e-mail e redes sociais. Um total de 608 respostas (18% dos alunos) foi obtido em um período de aplicação de 15 dias no mês de julho de 2017.

A análise das respostas envolveu a distribuição de frequência de quatorze variáveis e testes qui-quadrado para avaliar as variáveis associadas aos quadros de depressão autodeclarados no meio acadêmico.

TABELA 1 - Categorias e variáveis do estudo.

CATEGORIAS	VARIÁVEIS
------------	-----------

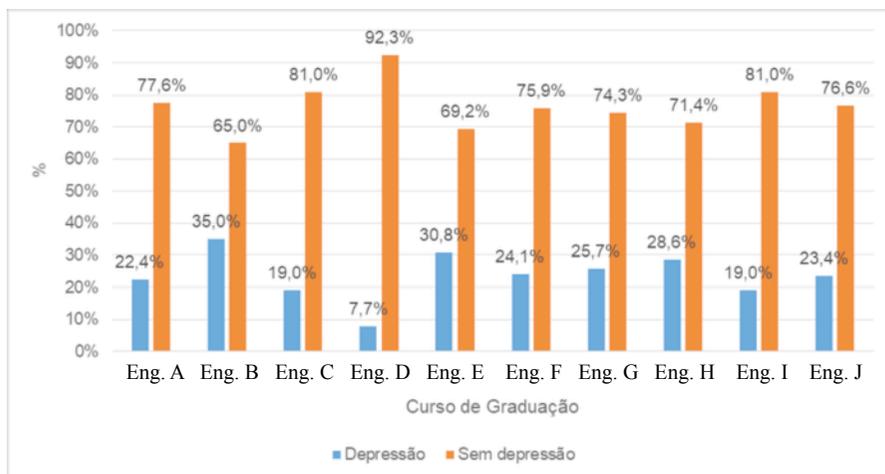
Dados socioeconômicos	Sexo
	Raça/etnia
	Habitação
	Idade
	Renda familiar
	Estado civil
Dados de desempenho acadêmico	Curso
	Ano de ingresso
	Semestre equivalente
	Desempenho acadêmico autodeclarado
	Local de conclusão do 2º grau
	Ocupação
Dados qualidade de vida	Investimento de tempo
	Grau de assistência ao ingressar na Universidade
	Grau de assistência durante a graduação
	Nível de interesse pelo curso
	Relações interpessoais dentro do meio acadêmico
	Sentimento que mais prevalece na vida acadêmica
	Grau de interferência dos sentimentos no rendimento acadêmico
	Diagnóstico de um quadro de depressão
	Grau de contribuição da vida acadêmica no quadro de depressão
	Fatores contribuintes para o quadro de depressão relacionados à vida acadêmica
	Intercâmbio
	Busca por ajuda médica
Atendimento adequado para o caso de depressão	

Fonte: Adaptado de Borja e Jesus (2011); Próprios autores (2017).

3.1.2 Importância do acolhimento estudantil e da identificação com o curso para melhoria da saúde mental no ambiente acadêmico

A Figura 1 apresenta a proporção de casos e não casos autodeclarados entre participantes da pesquisa, por curso de Graduação. Com relação aos fatores que podem ter relação com o adoecimento estudantil, pôde-se verificar que 19,4% dos alunos que declararam ter tido depressão afirmaram estar desassistidos em relação ao acolhimento durante a graduação, sem referência e isolados. Um quantitativo de 34,7% declararam-se integrados e acolhidos e 46,3% sentiam-se parcialmente acolhidos e com dificuldades para se relacionar.

FIGURA 1: proporção de casos e não casos autodeclarados de depressão entre participantes da pesquisa, por curso de graduação. Escola Politécnica – UFBA. N= 608.



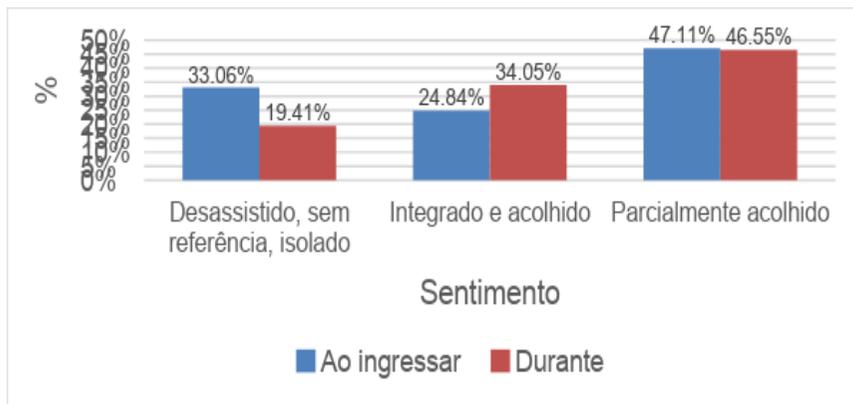
FONTE: Próprios autores (2017).

Quanto às relações interpessoais, 42% revelaram ter dificuldade para se relacionar. As relações interpessoais não só entre alunos, como também a relação aluno-professor tem papel fundamental no aspecto social do meio acadêmico. É neste contexto que, traçando um paralelo com a participação dos estudantes em núcleos e projetos estudantis, discute-se que esta pode vir a minimizar tais ocorrências de depressão quando advindas das causas abordadas acima. Como visto na Sessão

2 deste capítulo, por meio da participação do discente em núcleos e projetos protagonizados pelos próprios estudantes, cria-se através do convívio e trabalho em equipe, um engajamento e sentimento de identificação entre os alunos. Esse relacionamento, na maioria das vezes, entre alunos de semestres e até mesmo cursos diferentes podem vir a sanar vazios deixados por um acolhimento falho para com o aluno assim que ingressou na universidade.

Outro dado importante diz respeito à declaração de acolhimento sentido pelos estudantes ao ingressarem na Escola Politécnica e durante a Graduação. A porcentagem de "*Desassistido, sem referência, isolado*" teve uma redução de cerca de 15% comparado com o momento de ingresso e o período da graduação e houve um aumento de 10% daqueles que se disseram sentir "*Integrados e acolhidos*", como indicado na Figura 2. Dentre as três categorias, apesar da pequena redução, ainda predomina o sentimento de "*Parcialmente Acolhido*" entre os alunos com cerca de 47,1% ao ingressar e 46,6% durante a graduação.

FIGURA 2: resultado autodeclarado entre do grau de acolhimento e assistência ao ingressar na Universidade e durante a graduação. Escola Politécnica – UFBA. N = 608.

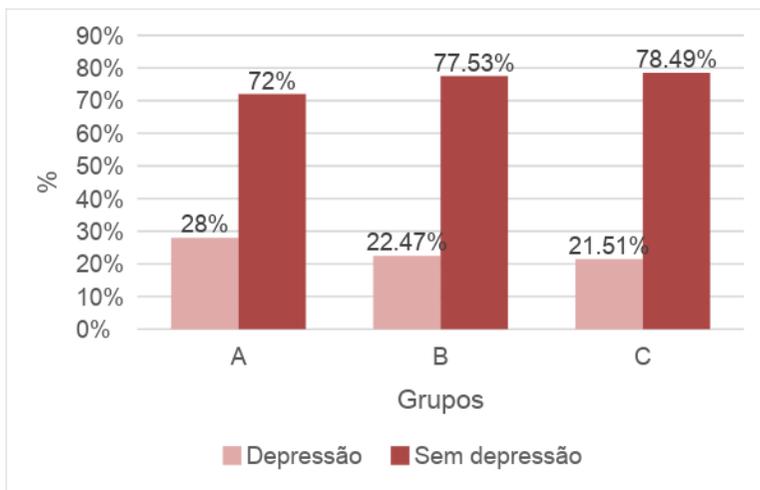


FONTE: Próprios autores (2017).

A fim de avaliar o número de casos autodeclarados de depressão de acordo com o grau de identificação do aluno pelo seu curso, fez-se uma comparação entre essas variáveis. O Grupo A composto por aqueles que declararam "*Estou cursando apenas pelo aspecto financeiro*" ou "*Escolhi por falta de opção*" ou "*Curso apenas por comodidade e status*" teve a maior proporção de casos (28%), comparado com o Grupo B composto por aqueles que declararam

"*Identifico-me, porém não é certeza que vou atuar nessa profissão*" e grupo C que afirmaram "*Eu nasci para isso*". Apesar da não associação ($p > 0,05$), esse resultado revela que aqueles estudantes que possuem uma maior identificação com o curso escolhido, apresentaram menor número de casos autodeclarados de depressão, como indicado na Figura 3.

FIGURA 3: proporção de casos autodeclarados de depressão e o grau de identificação com o curso entre os participantes da pesquisa. Escola Politécnica – UFBA. N = 608.



FONTE: Próprios autores (2017).

Esse resultado pode estar associado à motivação do aluno, que tende a ser superior em relação aos que não apresentam interesse pelo curso. Mais uma vez, pode-se traçar uma relação benéfica com a participação do aluno em projetos e núcleos estudantis, em detrimento da ocorrência de depressão no meio acadêmico. Através da atividade prática, o aluno consegue valorizar o conteúdo visto em sala de aula, criando assim, uma identificação e motivação maiores com o curso.

Foi perguntado aos alunos, quais sentimentos mais prevaleciam na vida acadêmica. Dentre as respostas, os sentimentos mais citados foram "*Falta de motivação*" (32,1%) e "*Ansiedade*" (31,2%). A Figura 4 ilustra as respostas obtidas por meio de uma nuvem de palavras, indicando quais sentimentos aparecem com uma maior frequência.

Adicionalmente, foi também questionado aos alunos se esses sentimentos interferiam no seu rendimento acadêmico em algum momento e, aproximadamente, 68% dos alunos responderam que "*Sim*", seguido por 26,5% como "*Às vezes*".

FIGURA 5: Modelo de promoção à saúde para o enfrentamento da depressão no meio acadêmico da Escola Politécnica da UFBA.



FONTE: Próprios autores (2017).

4 DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS INSTITUCIONAIS QUE CONTRIBUEM PARA UM MAIOR ENVOLVIMENTO DE DISCENTES/DOCENTES EM ATIVIDADES CURRICULARES NOS CURSOS DE ENGENHARIA

As novas exigências profissionais no século XXI pedem conceitos sólidos, criatividade, cooperação, responsabilidade, autonomia, aprendizado contínuo, capacidade de adaptação e acrescenta-se a necessidade de responsabilidade social e ambiental (PINK, 2006; GOLDBERG, 2014). Entendemos assim, que o discente necessita de encontrar um espaço para se tornar protagonista, não somente em atividades complementares à sua formação, mas também dentro da própria sala de aula.

Como observado na Sessão 3 deste capítulo, o engajamento do aluno está diretamente relacionado com a experiência e acolhida dentro da sala de aula. Assim, o lado psicológico do discente é muito afetado por matérias que acabam tornando-se meramente informativas, além da falta de metodologias práticas que condizem com a realidade profissional. Torna-se urgente, a utilização de metodologias ativas de aprendizado. Dessa forma, a vivência prática torna-se parte da

dinâmica das aulas, resultando em um ensino mais efetivo, eficiente e significativo para os alunos. A aplicação dessas metodologias aproxima o conteúdo visto em sala de aula das necessidades dos profissionais e sociedade, não relegando-a às atividades complementares.

São apresentadas a seguir as iniciativas e metodologias implementadas na Universidade São Judas Tadeu.

4.1 Uma proposta para laboratórios de exploração científica: método Q2Q (Question to Question)

Uma abordagem baseada no modelo de aprendizado ativo, que coloca o aluno como protagonista da sua formação é apresentada por intermédio de um estudo de caso específico da Universidade São Judas Tadeu. A metodologia *Question to Question* foi aplicada na reformulação da ementa de uma disciplina prática de física, resultado em um maior envolvimento dos alunos dentro de sala.

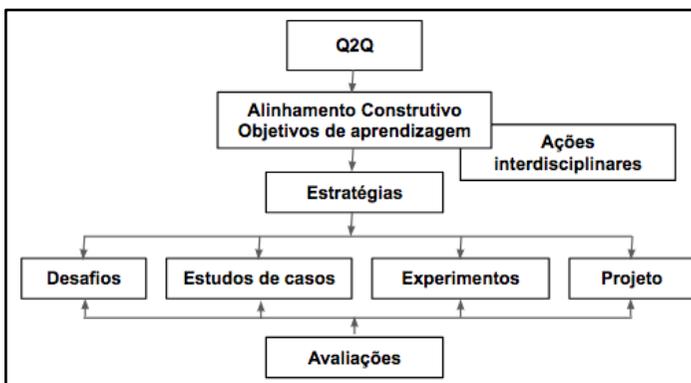
O Método Q2Q busca desenvolver conceitos fundamentais e do pensamento científico, através da observação, questionamento, formulação de hipóteses e modelagem. Tendo em vista que o aluno deve propor, executar, questionar e discutir seu método de trabalho. Este método procura modificar a lógica de concepção das disciplinas práticas na Engenharia, trazendo-as para o centro das atividades acadêmicas utilizando estratégias de aprendizagem ativa (Estudos de caso, desafios baseados em problemas reais) e valorizando a experimentação científica.

Normalmente, os Laboratórios consistem em uma série de roteiros, com procedimentos que levam a resultados pré-determinados, que são, na verdade, comprovações do que foi visto em disciplinas teóricas, estas, sim, consideradas importantes nos cursos de Engenharia.

Na proposta do método "*Question to Question*", ao invés de roteiros, os alunos recebem desafios, seja na forma de perguntas que levem à elaboração de conceitos e leis básicas da ciência, ou na forma de estudos de casos, e desafios na forma de PBL (*Problem-Based Learning*). Um projeto semestral, realizado pelos alunos paralelamente às atividades em sala de aula, complementa o rol de estratégias utilizadas no laboratório.

Essas atividades são desenhadas de forma interdisciplinar segundo os conteúdos e competências a serem trabalhados no semestre, levando em conta os Objetivos Educacionais conforme a classificação da Taxonomia de Bloom (BLOOM, 1956) e os Objetivos de Aprendizagem, listados na Taxonomia SOLO (BIGGS, 2011), partindo das competências desejadas que determinarão as estratégias e aos processos avaliativos (MARQUES, 2017), conforme ilustra a Figura 6.

FIGURA 6: Estratégias de aulas na Metodologia Q2Q.



FONTE: Próprios autores.

As atividades e as avaliações são construídas para propiciar ao aluno o desenvolvimento do raciocínio científico na elaboração de conceitos e na busca de solução de problemas.

A abordagem fundamental do método é a elaborada por René Descartes (DESCARTES, 1637), descrita no seu "Discurso do Método" e que é, ainda hoje, a base para o raciocínio científico. No seu trabalho, Descartes estabeleceu quatro passos sobre os quais baseia seu método, aqui descritos numa adaptação livre:

- Questionando as explicações existentes;
- Dividir o problema em tantas partes quantas forem necessárias (entender o problema);
- Resolver as partes, começando pelas mais fáceis, caminhando para as mais difíceis;
- Integrar as soluções e revisar o conjunto.

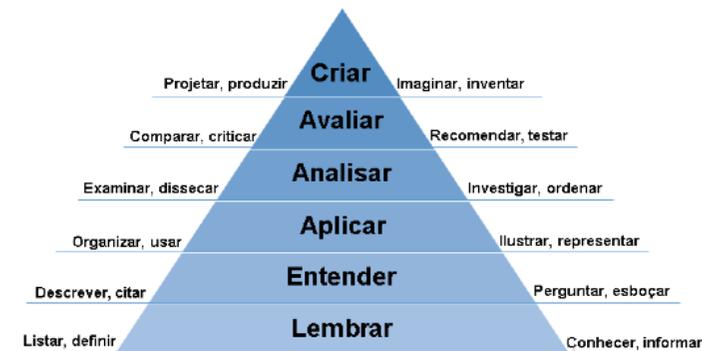
4.1.1 Taxonomias de Bloom e SOLO

A classificação dos objetivos educacionais foi criada em 1956 por Benjamin Bloom (BLOOM, op. cit) e mais recentemente foi revisada por Anderson e outros (ANDERSON, 2001) contendo uma hierarquia dos níveis de aprendizagem, conforme apresentada na Figura 7.

A Taxonomia SOLO (Structured Observation of Learning Outcomes) foi apresentada por Biggs e Tang (BIGGS, op, cit.) e utiliza os níveis de aprendizagem pelos quais os alunos do desconhecimento do assunto (no qual o aluno possui informações desconexas a respeito), aos níveis superficiais (*Uni-estrutural* -reproduzir informações- e *Multi-estrutural* - classificar informações), chegando aos níveis de

aprendizagem profunda (*Relacional* - conectar e integrar informações- e *Abstrato* -ir além da informação, modelando e criando hipóteses).

FIGURA 7: Taxonomia de Bloom e verbos associados.



FONTE: Marques (2017).

Analisando as duas taxonomias, percebe-se que, ao seguir roteiros, os estudantes normalmente não são provocados a atingir os níveis mais altos das taxonomias. As estratégias propostas no método Q2Q, definem claramente os objetivos e procuram fazer com que os alunos sejam desafiados e desejem buscar o conhecimento mais aprofundado.

As aulas de Experimentos instigam a observação, o questionamento e a formulação de hipóteses, os Estudos de Caso exigem que os conhecimentos estudados sejam utilizados para analisar situações. Os Desafios exigem a aplicação de conhecimentos e os Projetos procuram fazer com que os alunos usem os conceitos para criar soluções.

4.1.2 As primeiras experiências

A reorganização das disciplinas de laboratório começou a ser desenhada em 2017 e implantada a partir do segundo semestre do mesmo ano.

Consultando a percepção de professores (MARQUES, 2017), nota-se grande motivação com relação ao aprendizado. 64% dos professores entendem que o aprendizado no método Q2Q é mais efetivo que no método em que os alunos seguem um roteiro pré-estabelecido. Os professores também relatam uma maior motivação e envolvimento dos estudantes e reconhecem que a proposta de atividades de preparação de aula (pré-aula) é muito importante, tanto no aprendizado, quanto na motivação dos alunos para as aulas.

A maior dificuldade encontrada foi na avaliação. O sistema de verificação de aprendizagem requer que se estruture um método que permita ao professor avaliar e dar *feedbacks* aos estudantes de uma maneira rápida e clara, no sentido de permitir ao aluno a auto-regulação de seu aprendizado. O grupo de professores está, atualmente, trabalhando na criação de rubricas de avaliação (DA MATTA, 2018), de acordo com objetivos de aprendizagem. Acredita-se que esse sistema irá contribuir muito com a eficiência e a transparência do sistema de avaliação.

Essa forma de conceber os laboratórios ainda está em implantação nos primeiros semestres dos cursos de Engenharia, de forma que ainda há muito a ser feito, debatido e avaliado. As primeiras percepções, tanto de professores quanto de alunos, são bastante positivas, na sensação de envolvimento e da aprendizagem dos alunos.

Exige, também, uma nova postura do professor, mais envolvido e preocupado em perguntar do que em responder, orientando as questões para os objetivos de aprendizagens propostas. Essa não é uma tarefa de fácil assimilação e execução pelos professores. É necessário reinventar a função do professor.

O método também requer uma nova maneira de organizar fisicamente os laboratórios (TENNANT, 2010), o que inclui o acesso dos alunos aos equipamentos, normalmente "preparados" para que os alunos tenham todo (e somente) os materiais necessários.

Outro ponto crucial ainda não completamente resolvido é o da avaliação (VEENMAN, VAN HOUT-WOLTERS e AFFLERBACH 2006). Como avaliar a participação individual e a cooperação no trabalho em equipe? Como avaliar se o aluno atingiu os objetivos de aprendizagem e as competências desejadas? São questões que serão temas de pesquisa em trabalhos futuros.

5 A CONEXÃO ENTRE PROTAGONISMO ESTUDANTIL, APOIO DOCENTE E INSTITUIÇÃO DE ENSINO

A comunicação entre os pilares da universidade é de suma importância para a continuidade do processo de enaltecimento do aprendizado de forma prática, em detrimento ao modelo educacional tradicional. Fica evidente, assim, a necessidade de valorizar a conexão do corpo docente e administrativo com os discentes, fomentando a participação e diálogo dessa tríade para uma maior valorização do protagonismo estudantil.

Serão apresentados a seguir os casos de universidades mineiras: Instituto Federal de Minas Gerais - Campus Sabará e Universidade Federal de Minas Gerais. Estas experiências explicitam muito bem a importância do apoio institucional para um maior desenvolvimento dos projetos e núcleos estudantis.

5.1 Núcleo de Inovação e Desenvolvimento Empresarial de Sabará (NIDES)

O NIDES é um projeto, iniciado em julho de 2017, a partir da demanda de um grupo de estudantes que reivindicavam a necessidade de mais atividades práticas nos cursos da área de Logística, Sistemas de Informação e Processos Gerenciais do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), campus Sabará. Estes estudantes alegavam que seus cursos estavam demasiadamente teóricos e que havia o interesse de desenvolverem projetos práticos na área de formação. A partir da iniciativa de um grupo de quatro estudantes e um professor, o projeto de criação do NIDES foi submetido à Coordenação de Extensão do IFMG Campus Sabará. O projeto começou com a parceria da Associação Comercial, Industrial e Agropecuária de Sabará (ACIAS) e Câmara de Dirigentes Lojistas de Sabará (CDL). Foi criado como uma proposta multidisciplinar, com a participação dos estudantes dos cursos da Área de Gestão e Negócios, Controle de Processos Industriais e Tecnologia da Informação e Comunicação. O objetivo do projeto é oferecer soluções gerenciais e de tecnologia da informação (TI) para pequenos negócios existentes ou pessoas que queiram iniciar um novo negócio na cidade de Sabará-MG e região. O NIDES se propôs a oferecer consultorias, treinamentos e promover eventos para estímulo à inovação e desenvolvimento de novos negócios, com a participação de estudantes do ensino superior do IFMG Campus Sabará.

O público alvo deste projeto são, principalmente, os microempreendedores individuais, micro e pequenas empresas, bem como, pessoas da comunidade externa e estudantes que tenham vontade de criar um novo negócio. Atualmente, o NIDES está focado no atendimento de empreendedores encaminhados pela Secretaria de Desenvolvimento Social de Sabará, do programa Acessuas Trabalho, com o objetivo de contribuir para o acesso destes indivíduos ao mundo do trabalho. Os serviços do NIDES também propõe fomentar entre os participantes, outras possibilidades de formas organizadas para a geração de renda, como por exemplo, a aprendizagem, a economia popular solidária, o microempreendedorismo individual – MEI, entre outros.

5.1.1 O processo de criação de um núcleo estudantil multidisciplinar

A partir de Julho de 2017, o professor responsável pelo projeto, três estudantes do curso de Processos Gerenciais e um estudante do curso de Sistemas de Informação começaram fazer reuniões semanais em um espaço cedido pela Associação Comercial, Industrial e Agropecuária de Sabará (ACIAS) com o propósito de estruturar o projeto. Nas primeiras reuniões participaram outros professores da instituição e membros da ACIAS. No entanto, essa participação foi

tornando-se esporádica até que somente os quatro estudantes e o professor coordenador continuaram efetivamente participando do projeto.

Os cinco integrantes iniciais do projeto realizaram um planejamento estratégico utilizando a metodologia do *Balanced Scorecard* para definição da missão, visão e valores do projeto, como apresentado a seguir:

- **Missão:** ser um núcleo educacional multidisciplinar que oferece soluções organizacionais e de tecnologia da informação para pessoas e pequenos negócios de Sabará e região.
- **Visão:** tornar-se, até 2019, referência para os estudantes como o melhor projeto educacional do IFMG - Campus Sabará, promovendo soluções organizacionais e de tecnologia da informação para a comunidade, gerando valor e novos talentos.
- **Valores:** dedicação, iniciativa, inovação, qualidade, desenvolvimento humano, meritocracia e cooperação.

Foi constatado a partir das discussões do planejamento estratégico que os estudantes desejavam participar do NIDES para adquirir experiência e conhecimento.

Na etapa seguinte do planejamento, os integrantes definiram o organograma do núcleo, conforme representado na Figura 8. O NIDES foi administrativamente organizado como uma empresa para que os estudantes pudessem ter a experiência para gerenciá-la. Nas coordenações acadêmicas estariam além do professor coordenador, mais dois professores convidados. Eles dividiriam a coordenação de desenvolvimento empresarial, de inovação e empreendedorismo e de tecnologia da informação. Os quatro estudantes do projeto ficariam responsáveis pelas seguintes diretorias: marketing, qualidade, operações e tecnologia da informação.

Apenas os coordenadores acadêmicos seriam do corpo docente do IFMG, enquanto os outros cargos deveriam ser preenchidos pelos estudantes. Inicialmente, o NIDES foi integrado apenas pelos diretores e por um coordenador que concentrava as responsabilidades de todas as coordenações acadêmicas. Novos integrantes seriam recrutados para o projeto por meio de um processo seletivo que foi realizado no segundo semestre de 2017.

Com relação ao portfólio de serviços, o NIDES foi estruturado para oferecer as seguintes soluções aos seus clientes:

- **Gestão e Negócios:** consultorias e treinamentos nas áreas de finanças, estratégia, gestão de pessoas, marketing, logísticas e afins.
- **Tecnologia da Informação:** consultorias nas áreas de sistemas de gestão.
- **Inovação:** promoção de eventos, cursos, palestras e mesas redondas para estimular o empreendedorismo no município.

FIGURA 8: proposta inicial de organograma do NIDES.



FONTE: Próprios autores.

Entre Julho e Dezembro de 2017 os diretores promoveram algumas ações com o propósito de tornar o NIDES conhecido como um projeto ativo dentro do IFMG.

Inicialmente, os diretores e o professor coordenador conseguiram estabelecer uma parceria com a CTIT consultoria, um núcleo estudantil da Universidade Federal de Minas Gerais que também oferece consultorias para empreendedores e empresários. Esta parceria foi importante para o treinamento dos diretores do NIDES que até então, não possuíam experiência para oferecer os serviços estabelecidos no portfólio planejado.

A equipe do NIDES promoveu palestras para a comunidade sobre temas relevantes da área de gestão e TI como: liderança, qualidade, logística, plano de negócios, modelo de negócios e metodologias para a gestão de equipes. Essas palestras foram conduzidas pelos estudantes e tiveram participação do público interno e externo ao IFMG. O público externo vinha, principalmente, por meio do convite feito pelos parceiros do projeto.

A equipe também organizou eventos, entre eles, o evento destinado aos comerciantes da cidade intitulado "Preparando-se para as vendas de natal" e o evento "Rede de Carreiras" em parceria com o SENAC para orientação profissional para ingresso ao mercado de trabalho. Ainda em 2017, o NIDES iniciou a realização de uma consultoria na área gerencial para uma cooperativa de aposentados do município.

Essas ações geraram conteúdo que eram divulgados nas redes sociais do NIDES e também em publicações, site e rede social do IFMG. Como consequência o projeto tornou-se conhecido e uma das evidências deste reconhecimento foi o fato de que o primeiro processo seletivo teve a participação de 35 estudantes. Este número foi relevante, tendo em vista que naquele momento o IFMG Campus Sabará possuía apenas 200 estudantes de cursos superiores, divididos entre os cursos de Logística, Processos Gerenciais e Sistemas de Informação.

Ao completar um ano de existência em julho de 2018, o NIDES passou por uma importante fase de reestruturação. Os estudantes que participaram da primeira diretoria desligaram-se do projeto após a formatura sem finalizar a transição para a nova diretoria. Uma nova diretoria assumiu o projeto no primeiro semestre de 2018, mas não deu continuidade ao projeto. Para retomá-lo, a proposta do projeto foi submetida e aprovada em um edital de fomento e atualmente possui um bolsista de extensão que está no cargo de “Presidente”.

Atualmente, o projeto está focado em uma parceria com a Secretaria de Desenvolvimento Social de Sabará que tem objetivo de encaminhar indivíduos do programa Acessuas Trabalho com alguma habilidade empreendedora para serem acompanhados pelos membros do NIDES. Pretende-se dar acesso a esses indivíduos em situação de vulnerabilidade social ao mundo do trabalho, a partir do desenvolvimento dos produtos e serviços que já desenvolvem. Esta parceria tem dado sustentabilidade ao projeto, visto que garante uma demanda previsível e contínua de projetos. As parcerias antigas foram enfraquecidas pela falta de projetos e pela reestruturação com a nova equipe de estudantes.

5.1.2 Os desafios e aprendizados com a criação de um projeto estudantil

A proposta inicial do NIDES obteve grande apoio institucional da gestão do IFMG e entre os estudantes. No início de atuação, era um dos projetos com prestígio no campus Sabará. Contudo, o desligamento dos primeiros diretores e a descontinuidade da segunda diretoria prejudicou a continuidade do projeto. Inclui a um dos fracassos do projeto, a descontinuidade do processo seletivo dos novos membros. O processo seletivo foi finalizado no final do semestre de 2017. No início do período letivo de 2018 a antiga diretoria já tinha se desligado sem terminar o processo capacitação dos novos integrantes.

Para tentar minimizar os efeitos desta transição mal sucedida, o coordenador do projeto convidou diretamente alguns estudantes aprovados no processo de seleção para compor uma nova diretoria do projeto. Esta nova diretoria não obteve êxito em convocar os membros selecionados que ficaram desmotivados com a descontinuidade do

projeto. A nova diretoria também não deu continuidade às atividades do NIDES.

Em outra tentativa de reativar o projeto, o coordenador concedeu a bolsa de extensão obtida por meio de um edital de fomento de projetos a um dos estudantes que estavam na última diretoria e apresentava interesse em dar continuidade às atividades. Concomitantemente, o coordenador estabeleceu uma parceria com a Secretaria de Desenvolvimento Social do município para oferta de capacitação de empreendedores do programa Acessuas Trabalho. Essa parceria trouxe novamente um fortalecimento para o projeto, principalmente, por causa do interesse da Secretaria pelas atividades realizadas com os indivíduos encaminhados.

Desta forma, o NIDES tornou-se um projeto com uma estrutura organizacional enxuta. Atualmente, há somente um estudante bolsista na gestão do projeto. Para realizar as consultorias e workshops com os indivíduos encaminhados pela Secretaria de Desenvolvimento Social foram selecionados 9 estudantes que são os consultores do projeto. Estes consultores podem integralizar as horas dedicadas ao projeto como atividades obrigatórias de extensão. Atualmente, o IFMG Campus Sabará já possui cursos que preveem a integralização de atividades de extensão na carga horária mínima do curso.

Essa nova formação dinamizou os processos do NIDES e facilitou a comunicação entre os integrantes. A bolsa de extensão possibilitou que o coordenador pudesse exigir resultados. Quando havia somente voluntários, alguns estudantes apresentavam falta de comprometimento com o projeto, o que acabava afetando toda a equipe e o andamento das atividades.

O NIDES está na etapa de conseguir tornar-se um projeto contínuo por meio da parceria com a Secretaria de Desenvolvimento Social. Outro desafio é manter o NIDES um projeto multidisciplinar, tendo em vista que neste momento há apenas estudantes da área de Gestão. Espera-se que o crescimento do IFMG Campus Sabará aumente a procura de estudantes dos diferentes cursos da instituição pelo projeto.

Os estudantes que participaram com comprometimento relataram a importância da experiência no NIDES para a melhoria do aprendizado e da prática empresarial. No entanto, o projeto ainda precisa superar seus desafios para tornar mais atrativo para os estudantes, principalmente, dos cursos de Sistemas de Informação e do curso futuro curso de Engenharia de Controle e Automação que começará no primeiro semestre de 2019.

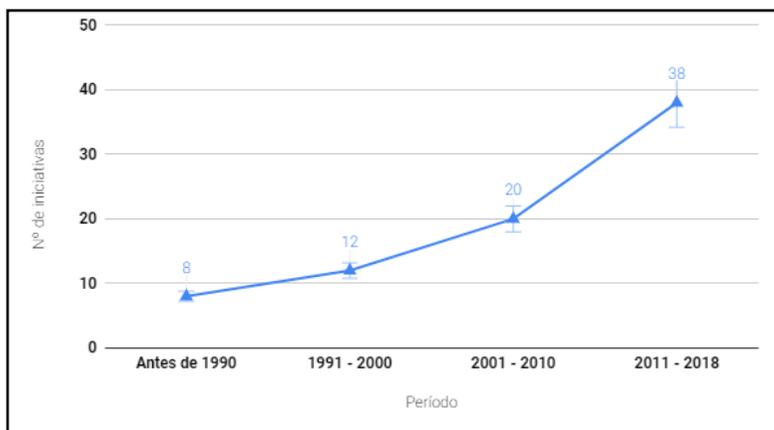
5.2 Relação entre a Administração da Instituição e o Protagonismo Estudantil

Os estudantes, em especial os que têm passado pelas universidades nos últimos anos, têm buscado maneiras de transpor a

falta de inovação, integração e multidisciplinaridade da academia. Constatando essa necessidade, diversas iniciativas estudantis começaram a surgir na Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Atualmente, existem 38 iniciativas organizadas, divididas em empresas juniores, equipes de competição, centros acadêmicos, projetos de extensão, associações dentre outras.

O elevado nível de organização e independência dessas iniciativas agregado à alta capacidade de transformação e capacitação dos alunos que as integram foram os fatores definitivos para levar em pauta o papel da educação em engenharia na UFMG. Nesse contexto, surgiram dois grandes pilares da criação, desenvolvimento e manutenção das iniciativas discentes: o protagonismo estudantil e o apoio da instituição de ensino, como administração e corpo docente.

FIGURA 9: evolução do número de iniciativas estudantis na Escola de Engenharia da UFMG entre 1990 e 2018.



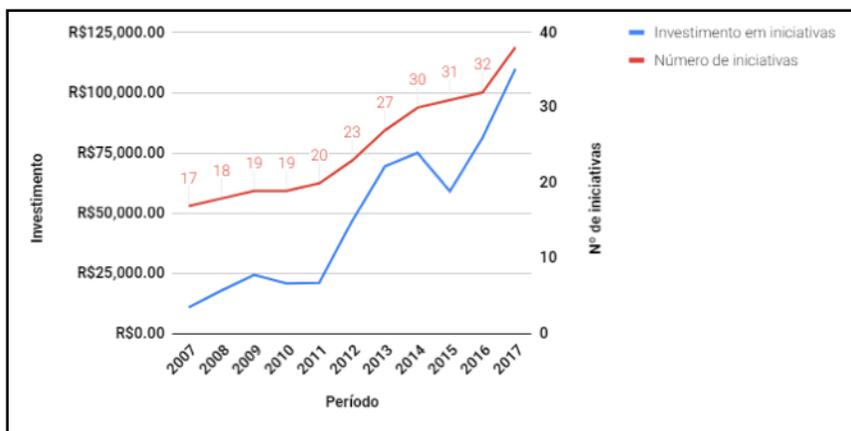
FONTE: Próprios autores.

Em pesquisa realizada com as iniciativas da Escola de Engenharia, foi possível mapear o surgimento dessas coletividades discentes ao longo do tempo, como mostrado na Figura 9.

Analisando o gráfico da Figura 9, pode-se observar que entre o primeiro e segundo período, houve um crescimento de 50% no número de iniciativas, enquanto entre o segundo e terceiro período, a evolução foi de 66%. Catalisado pela estruturação do Programa de Inovação para Educação em Engenharia - Programa ENG200, do terceiro para o último período, foi registrado um aumento de 90% de iniciativas, as quais atualmente possuem, em média, 25 alunos por organização, totalizando um engajamento de, aproximadamente, 1.000 discentes da Escola de Engenharia.

Apesar de serem essencialmente grupos estudantis, existe um segundo fator que é essencial destacar e que ajuda a explicar o crescimento da taxa de criação de novas iniciativas mostrado anteriormente. O apoio da instituição de ensino e o seu corpo docente têm tido papel fundamental no fomento e desenvolvimento dessas iniciativas estudantis. Este apoio institucional vem sendo prestado de diversas formas: financeiro, espaço físico, serviços, materiais, acesso a laboratórios, equipamentos, orientação etc. É válido ressaltar que o apoio institucional vem sendo construído de forma participativa e construído junto com as organizações. Evidenciando o compromisso institucional com as iniciativas estudantis, a Figura 10 apresenta a relação entre o crescimento do número de iniciativas e o recurso financeiro que vem sendo destinado ao longo dos anos pela Direção da Escola de Engenharia da UFMG.

FIGURA 10: relação entre o crescimento do número de iniciativas e o recurso financeiro que vem sendo destinado ao longo dos anos pela Direção da Escola de Engenharia da UFMG.



FONTE: Próprios autores.

Ainda que outros fatores também sejam significativos para explicar esse crescimento, sem dúvidas, o relacionamento e suporte financeiro oferecido pela administração da Escola de Engenharia contribuíram para a evolução das iniciativas. No mesmo período, que o número de iniciativas cresceu 90%, o investimento financeiro da Escola de Engenharia destinado aos estudantes aumentou em 425,40%.

5.2.1 A Conexão entre os pilares “Protagonismo Estudantil & Apoio Institucional” e o Programa ENG200

Apesar desses 2 pilares, protagonismo estudantil e o apoio institucional, apresentarem importância equiparável, o ponto central do estudo apresentado é a conexão entre essas duas categorias e o Programa ENG200. As iniciativas estudantis sempre tiveram demandas para a Escola de Engenharia, assim como a maior parte dos colegiados acadêmicos e departamentos administrativos sempre tiveram interesse em viabilizá-las. Entretanto, por diversas vezes, a interlocução entre as partes não foi clara e direta suficiente para atender as necessidades em sua totalidade.

Após o crescimento acelerado do número dessas iniciativas e o desenvolvimento delas, foi necessária a criação de uma interface entre os alunos e a Administração Central da Escola de Engenharia. Uma interface que tivesse um grande conhecimento dessas iniciativas e a inserção na administração da Unidade, para o gerenciamento desses e de outros mecanismos de inovação em educação existentes nesse ambiente. Nesse contexto, em 2011, foi criado o Programa de Inovação para a Educação em Engenharia - Programa ENG200. Um programa que tem como objetivo tornar a Escola de Engenharia da UFMG um ambiente favorável à inovação, se tornando um projeto referência na transformação da educação.

Tendo a participação de cinco alunos gestores, em conjunto com o professor orientador, o programa realiza eventos e projetos destinados aos estudantes de engenharia, mediante uma avaliação dos desafios e demandas do corpo discente e docente da Escola, fortalecendo a conexão entre os conjuntos e gradativamente melhorando o diálogo entre estes dois grupos. Em que pese os projetos abrangerem a educação em engenharia em todos os âmbitos, existe um cuidado especial com as iniciativas, devido ao seu potencial elevado de desenvolvimento do discente, alavancado pelo protagonismo estudantil. Dessa forma, o Programa ENG200 tornou-se uma ponte direta, que conversa, entende e organiza as demandas das iniciativas, transmitindo-as para a Administração da Escola de Engenharia. Além disso, os gestores identificam as barreiras e as necessidades que o corpo docente tem para auxiliar os alunos, viabilizando o cumprimento desse apoio.

Em meio a esses projetos, destaca-se a construção e aprovação da Resolução para Integralização de Atividades Complementares nos cursos da Escola de Engenharia da UFMG, que demonstram claramente a relevância do diálogo entre alunos e professores. Esta resolução, que regulamenta a integralização dos créditos por atividades acadêmicas curriculares complementares no âmbito dos cursos de graduação, foi criada e aprovada no ano de 2017 pela Congregação da Escola de Engenharia. É válido lembrar que a Congregação, órgão

máximo da Unidade, é formada por representantes da diretoria, colegiados de graduação e de pós-graduação, departamentos, professores, técnicos administrativos e alunos, o que demonstra o nível de comprometimento institucional com o tema tão importante que é o protagonismo estudantil. A principal motivação para sua criação foi o reconhecimento da importância das atividades complementares para a formação do engenheiro. Esse reconhecimento está ligado ao fato de serem atividades que os discentes já realizavam anteriormente mesmo sem a valorização da universidade por meio da concessão de créditos. Como citado por Moreira *et al.*, (2013):

As atividades extraclasse são de grande importância para a formação dos alunos, mas atualmente são subvalorizadas dentro da EEUFMG. Muitos alunos se formam sem tomar conhecimento de todas as oportunidades de aprendizado disponíveis fora de sala de aula. Além disso, os alunos que se envolvem em atividades como essas não desfrutam de um aproveitamento de créditos adequado na maioria dos casos.

Por outro lado, a Escola de Engenharia necessitava de uma forma organizada que regulasse a quantidade e a forma de aproveitamento dessas horas dedicadas às iniciativas pelos alunos junto aos colegiados de curso, visto o crescimento significativo do engajamento dos estudantes nessas organizações. Nesse cenário, a equipe do Programa ENG200, identificando tanto a demanda discente como docente, iniciou em 2013 a construção de um documento que regulamentaria tudo o que tange o aproveitamento em créditos desse tipo de atividade. Esse processo culminou em 2017, com a criação de uma comissão, formada por membros do Programa ENG200, da Direção da Escola de Engenharia, Coordenadores dos Colegiados Acadêmicos e membros da Congregação, que em um período de 6 meses redigiram e aprovaram a Resolução 02/2017 da Escola de Engenharia da UFMG que dispõe sobre o aproveitamento das atividades curriculares complementares e a sua valoração em créditos no âmbito dos Cursos de Graduação (RESOLUÇÃO EEUFMG 02/2017, 2017).

5.2.2 Perfil dos integrantes do Programa ENG200

O sucesso do Programa ENG200, dá-se, segundo a percepção de seus integrantes, por três principais motivos: o engajamento de seus gestores, graduandos em Engenharia, com o propósito do Programa ENG200, o acompanhamento próximo do coordenador do programa com as atividades realizadas e a liberdade para atuação dos gestores

na elaboração e execução de ações de inovação para educação em Engenharia.

Nota-se certa homogeneidade no perfil dos graduandos que ingressam como gestores do Programa ENG200. Ao comparar às demais iniciativas, em que os alunos geralmente chegam sem uma grande base prática (até mesmo no âmbito de vivência em outras oportunidades extracurriculares), o perfil dos ingressantes no Programa ENG200 são de discentes que, em geral, já envolveram-se em uma ou mais iniciativas estudantis. Tal fator permite que o gestor seja uma pessoa que tem um conhecimento do ambiente acadêmico onde está inserido e que possui uma visão crítica das necessidades dos diversos perfis que o compõe. Com a vivência prática que já possuem, os gestores tendem a valorizar o perfil inovador que intrinsicamente possuem, o que faz todos bem alinhados entre si e com o propósito do programa. Observa-se aí um ciclo importante: participação e fortalecimento das iniciativas estudantis, desenvolvimento acadêmico do graduando e da sua visão crítica da instituição, sentimento de pertencimento do aluno e senso de responsabilidade para torná-lo um agente de mudança do ambiente que está inserido. Este ciclo culmina no fortalecimento do protagonismo estudantil, ao passo que o próprio aluno desenvolva a experiência necessária e a vontade para construir um espaço de ensino mais inovador.

Neste contexto, torna-se de extrema relevância o apoio da administração e do corpo docente. A presença de um coordenador alinhado com as diretrizes e objetivos do programa é fundamental para que o mesmo possa suprir as necessidades do grupo com as demandas frente à administração da instituição. A figura do coordenador é muito agregadora no que tange à conexão com o mercado ou com a própria administração da universidade e ainda com a resolução de trâmites institucionais. No Programa ENG200, há reuniões semanais com o coordenador do programa a fim de que este esteja sempre inteirado com as atividades que são propostas, facilitando o seu papel enquanto mentor. Nota-se que com a rotatividade dos membros, o coordenador do projeto vem desempenhando também um importante papel na gestão do conhecimento do programa, relevante para a orientação dos alunos quanto à forma que devem conduzir mais efetivamente suas ações.

É importante ressaltar que a presença do coordenador não deve inibir o protagonismo estudantil. A liberdade de atuação concedida aos gestores é extremamente motivador ao aluno, mantendo-o alinhado com o trabalho que desenvolve e com o propósito de melhorar a instituição e o ensino em engenharia.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresentou como são importantes ações acadêmicas que venham abrir espaços para o protagonismo estudantil, em benefício da qualidade de formação de ensino superior. É busca constante das Diretrizes Curriculares Nacionais, tendo por base a Lei de Diretrizes e Bases da Educação, ter projetos pedagógicos de graduação com o “ensino centrado no aluno”. As experiências apresentadas neste capítulo mostraram como é importante, e necessário, construir em conjunto com a comunidade discente estes projetos pedagógicos, que têm em sua estrutura principal o aluno como protagonista de sua própria formação, valorizando o seu perfil como pessoa e suas habilidades próprias.

Adicionalmente, este capítulo apresentou um debate importante sobre a relação benéfica entre as atividades complementares realizadas pelos alunos e o aumento da qualidade da saúde mental da comunidade discente. A consolidação de projetos e núcleos estudantis dentro do ambiente universitário criam espaços para que a comunidade acadêmica possa trabalhar o tema da saúde mental, de forma a construir, em conjunto com a comunidade discente, um território para discussões afins e buscar soluções que venham aliviar as pressões psicológicas advindas de cobranças pessoais e institucionais no processo de formação superior.

Neste capítulo, buscou-se apresentar também dificuldades para estruturação dos projetos e núcleos estudantis, como a necessidade constante de apoio financeiro e a alta rotatividade dos membros. A rotatividade dos estudantes em um projeto estudantil é esperada e a substituição deve ser planejada com antecedência para não haver descontinuidade dos projetos. O uso de bolsas de extensão ou integralização de créditos curriculares mostrou ser uma das possíveis soluções para obter maior engajamento dos estudantes que participam do projeto. Vale ressaltar também, como a presença e atuação do professor orientador é importante para garantir a continuidade dos projetos, quando do desligamento dos estudantes.

A reflexão dos textos discutidos evidencia aos gestores das instituições de ensino a necessidade de medidas em relação ao apoio que deve ser dado aos projetos e núcleos estudantis. É necessário a compreensão pela própria direção das instituições de que o protagonismo estudantil é parte essencial para formação de ensino superior atualmente. Nesse contexto, a valorização institucional das iniciativas é uma ação chave, que abre espaço para outros avanços no reconhecimento da multidisciplinaridade na formação de engenheiros. O protagonismo estudantil, consequência do engajamento dos discentes nessas iniciativas, ressaltado como vimos neste capítulo pela utilização de metodologias ativas é peça fundamental para replicação de ações inovadoras na educação em engenharia.

Espera-se que as discussões aqui apresentadas possam ampliar o debate sobre a importância do desenvolvimento, da consolidação e estruturação de projetos e núcleos estudantis nos cursos de Engenharia. Essas iniciativas são fundamentais para a formação do Engenheiro de maneira mais completa e transversal, ao passo que permitem a troca de experiências e a formação de profissionais melhor preparados para atuação no mercado de trabalho e para o desenvolvimento da sociedade. Neste ambiente, no qual pode-se aplicar a teoria na prática, consegue-se também desenvolver um espaço de co-criação, empreendedorismo, inovação e desenvolvimento social, características essenciais para os novos profissionais. Espera-se assim, que a comunidade acadêmica, possa quebrar paradigmas e conquistar uma maior diferenciação de soluções que concorram em mercados complexos, competitivos, globalizados e dinâmicos.

7 REFERÊNCIAS

ANDERSON, Lorin W. *et al.* **A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing** — A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Addison Wesley Longman, 2001.

ARAÚJO, Wilson José de.; LOPES, Roberto Precci.; FILHO, Delly Oliveira.; BARROS, Paulo Marcos Monteiro de.; OLIVEIRA, Rubens Alves. Aprendizagem por Problemas no Ensino de Engenharia. **Revista Docência Ensino Superior**, v. 6, n. 1, p. 57-90, abr. 2016.

BIGGS, John; TANG, Catherine. **Teaching for Quality Learning at University**. Berkshire (England): Open University Press, 4th Edition. 2011.

BLOOM, Benjamin *et al.* **Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain**. New York: David McKay Company. 1956.

BORGES, M. N.; AGUIAR NETO, B. G. Diretrizes comparativas para os cursos de Engenharia: análise comparativa das propostas da ABENGE e do MEC. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília, v.19, n. 2, p. 1-7, dez. 2000.

BORJA, P. C.; JESUS, M. B. Stress acadêmico: um estudo junto aos estudantes de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFBA. **Anais... In: XXXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA**, Blumenau, SC, 2011.

BRANDTNER, M.; BARDAGI, M.. Sintomatologia de depressão e ansiedade em estudantes de uma universidade privada do Rio Grande do Sul. **Revista Interinstitucional de Psicologia**, v. 2, n. 2, p. 81-91, dez. 2009.

CAMARGO, Marta. **Gerenciamento de Projetos Fundamentos e Práticas Integradas**. São Paulo: Ed. Elsevier, 2018.

CAMPOS, Juliana Alvares Duarte Bonini Campos; ALMEIDA, Roberta Prando de Almeida. A Interdisciplinaridade como projeto acadêmico. **Revista Uniara**, n. 16, 2005.

DA MATTA, Eduardo Nadaletto et al; A construção do conceito de avaliação de projetos em uma equipe de professores. In: 10th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE) and 15th Active Learning in Engineering Education Workshop (ALE). **Proceedings...**Brasília, 2018. p 864-871.

DESCARTES, René. **O discurso do método**. (Tradução de Paulo Neves do livro de 1637), São Paulo: Editora L&PM, 2005.

EURICH, R. B.; KLUTHCOVSKY, A. C. G. Avaliação da qualidade de vida de acadêmicos de graduação em Enfermagem do primeiro e quarto anos: influência das variáveis sociodemográficas. **Revista psiquiátrica Rio Grande do Sul**, v. 30, n. 3, p. 211-220, 2008.

FLEURY, A.; FLEURY, M. T. L. **Estratégias empresariais e formação de competências**: um quebra-cabeça caleidoscópico da indústria brasileira. São Paulo: Atlas, 2000.

GARDNER, H. **Inteligências múltiplas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

GOLDBERG, David E.; SOMMERVILLE, Mark; WHITNEY, Catherine; **A Whole New Engineer**: The Coming Revolution in Engineering Education. ThreeJoy Associates. 2014.

HAGUENAUER, Cristina Jasbinschek; FILHO, Francisco Cordeiro. Hands On no Ensino de Engenharia. **Revista Ensino de Ciências e Engenharia**. Volume 1- No 1- Janeiro/Junho de 2010.

LESSA, C. Conferência. In: **Encontro de Educação em Engenharia, VIII. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA, UNIVERSIDADE E NAÇÃO**. Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Rio de Janeiro - RJ, nov. 2002.

MARCHETTI, A. P. C. **Aula expositiva, seminário e projeto no ensino de Engenharia**: um estudo exploratório utilizando a teoria das inteligências múltiplas. 2001. 179 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

MARQUES, Angelo E. Battistini.; GARCIA, Celso Peixoto. Question to Question, um método para laboratório de Exploração científica na Engenharia. **International Journal on Active Learning**; v. 2, no. 1, p. 43-57, jan-jun 2017.

MONTEIRO, C. F. S.; FREITAS, J. F. M.; RIBEIRO, A. A. P. Estresse no cotidiano acadêmico: o olhar dos alunos de enfermagem da Universidade Federal do Piauí. **Revista de Enfermagem**, v. 11, n. 1, p. 66-72, 2007.

MOREIRA, A. et al. Proposta de um programa de inovação na educação em engenharia - um estudo de caso. In: COBENGE, 41, 2013. Gramado. **Anais...** Brasília: Editora Forma Diagramação, 2014.

NETO, Octavio Mattasoglio; SOSTER, Tatiana Sansone. **Inovação Acadêmica e Aprendizagem Ativa (STEM-Brasil)**. Porto Alegre: Penso, 2017.

PINK, David H.; **A Whole New Mind: Why Right-Brainers Will Rule the Future**. Riverhead Books, 2006.

RESOLUÇÃO EEUFMG 02/2017. **Dispõe sobre o aproveitamento das atividades curriculares complementares e a sua valoração em créditos no âmbito dos Cursos de Graduação da Escola de Engenharia da UFMG**. Escola de Engenharia, UFMG, 2017.

ROCHA, L. A. C. **Projetos Interdisciplinares de Extensão Universitária**: ações transformadoras. Dissertação (Dissertação de Pós-Graduação em Semiótica, Tecnologias de Informação e Educação) – Universidade Braz Cubas. Mogi das Cruzes, p. 84. 2007.

SALVARO, Giovana Ilka Jacinto; QUADROS, Samantha Maciel de; ESTEVAM, Dimas de Oliveira. Projetos Profissionais de estudantes de um curso técnico em agropecuária. **Psicologia & Sociedade**, v.28, n.2, p. 309-319, 2016.

SANTOS, Fernando César Almada. Potencialidades de mudanças na graduação em Engenharia de Produção geradas pelas diretrizes curriculares. **Revista Produção**, v.13, n.1, 2003.

TENNANT, M.; MCMULLEN, C.; KACZYNSKI, C.; **Promoting Workplace-Oriented Learning**. In: Teaching, Learning and Research in Higher Education. Taylor & Francis. New York. 2010. (Chapter 8). p 111-127.

TONINI, A. M.; LIMA, M. de L. R. de. Atividades complementares: uma abordagem pedagógica para mudar o ensino de engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 28, n.1, p.36-44, 2009.

VEENMAN, Marcel V. J.; VAN HOUT-WOLTERS, Bernardette H. A. M.; AFFLERBACH, Peter. **Metacognition and learning: conceptual and methodological considerations**. Metacognition and Learning, April 2006, Volume 1, Issue 1, p. 3–14.

Capítulo IV

GESTÃO DO ENSINO DE ENGENHARIA PARA A CULTURA DA INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

Flávio Kieckow (Coordenador)

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI

Denizard Batista de Freitas (Coordenador)

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI

Simone Ramires (Relatora)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Aldo Roberto Ometto

Universidade de São Paulo –USP

Ana Carolina Bertassini

Universidade de São Paulo -USP

Caroline Daiane Radüns

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul –
UNIJUI

Cláudio Antônio de Andrade Lima

Universidade Federal de Alfenas-UNIFAL

Heloisa Helena Albuquerque Borges Quaresma Gonçalves

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO

John Paul Russo Junior.

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO

José Belo Torres

Universidade Federal do Ceará – UFC

Manuel Perez Reibold

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul -
UNIJUI

Marina de Freitas
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Mateus Felzke Schonardie
Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul -
UNIJUI

Mauro F. Rodrigues
Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul -
UNIJUI

Renan Bohrer da Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	159
2. MÉTODO DE APOIO A OPERACIONALIZAÇÃO DO ENSINO-APRENDIZAGEM	160
2.1 Estudo de caso do método proposto	161
3. GESTÃO DA CRIATIVIDADE NA FORMAÇÃO	164
3.1 Como compreender um sentido para a ligação entre sustentabilidade, inovação e criatividade?	165
3.2 Significando o termo criatividade	165
3.3 Estudo de caso	167
3.4 Análise do caso estudado	168
4. ROADMAP DE EDUCAÇÃO INOVADORA PARA INCREMENTO DE MODELOS DE NEGÓCIOS CIRCULARES	170
4.1. Aplicação	172
4.2. Análise da percepção dos discentes	172
5. INTERAÇÃO ENTRE ENGENHARIA E ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO: INSTIGANDO A CRIATIVIDADE E A INOVAÇÃO	176
5.1 Projeto Energia Amiga	177
5.2 Projeto Física para Todos	177
6. DINÂMICAS EDUCACIONAIS A PARTIR DO CONHECIMENTO ABERTO E ÉTICA HACKER	179
6.1 Relatos de experiências	183
6.2. Contribuições da ciência aberta	184
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	184
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	186

GESTÃO DO ENSINO DE ENGENHARIA PARA A CULTURA DA INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

1. INTRODUÇÃO

Os desafios da Engenharia para o século XXI impõem que alguns elementos sejam adequadamente considerados na formação dos engenheiros, tendo em vista a sua função estratégica no desenvolvimento de tecnologias sustentáveis. O fator humano é um elemento importante - a pessoa como agente, usuário e destinatário das ações de Engenharia. Essa consciência de quem ensina e de quem aprende, associada a uma formação técnica que apresente soluções inovadoras e sustentáveis, é o desafio.

Nesse sentido, o ensino de engenharia precisa ser concebido e gerido de modo a levar o estudante aprender a aprender, a fazer, a conviver e a ser. A cultura da inovação e sustentabilidade deve fazer parte de sua vida como engenheiro cidadão. As propostas curriculares, extracurriculares e pedagógicas devem ter o propósito de desenvolver competência para soluções sustentáveis e inovadores.

É mister a importância da utilização de estratégias de aprendizagem ligadas a solução de problemas, desenvolvimento de projetos sociais, criação de situações de desafios e competições, análise e soluções de casos reais na indústria, ou seja, o ensino de engenharia deve possibilitar aliar teoria e prática, e a convivência entre colegas, professores, profissionais e sociedade.

Esta proposição está em harmonia com a definição de inovação da Fundação Nacional da Qualidade (FNQ, 2013), que a define como a “promoção de um ambiente favorável à criatividade, experimentação e implementação de novas ideias capazes de gerar ganhos de competitividade com desenvolvimento sustentável”. Conforme Baregheh, Rowley e Sambrook (2009), a inovação é “um processo multiestágio através do qual as organizações transformam ideias em bens, serviços ou processos novos ou significativamente melhorados com o objetivo de progredir, competir ou diferenciarem-se com sucesso no mercado”. Os autores Tidd, Bessant e Pavitt (2008) argumentam que o entendimento da inovação como um processo traz à tona a necessidade de que ela seja gerida como tal, na forma de entradas, saídas, atividades e subprocessos, meios de controle e parâmetros, entre outros. Cooper (1993) afirma que a inovação tecnológica é um processo sequencial, como o desenvolvimento de novos produtos (NPD). Os pesquisadores O'Connor et al. (2008) defendem que a gestão da inovação deve ser consolidada por um sistema gerencial que habilite a organização a inovar de forma sistemática.

Os conceitos destes autores aplicados a formação profissional nos cursos de engenharia, deixa claro que a inovação é um processo, e, portanto, não deve ser tratada como um conteúdo curricular nos cursos de engenharia ou como uma disciplina isolada a ser inserida na grade curricular, mas sim um tema transversal que precisa ser trabalhado ao longo de toda a formação do profissional de engenharia.

Segundo Lundvall (1988; 1992b) e Freeman (1988; 1995) é necessário um ambiente favorável, um sistema de inovação bem estruturado e articulado, para possibilitar ao estudante aprender de forma independente, solucionar problemas, ter pensamento crítico e ser criativo, trabalhar em equipe e gerenciar relações interpessoais. O ambiente favorável pode ser constituído por incubadoras, parques, centros tecnológicos, programas de tutoria, empresas juniores, organizações e governo aliados na implementação de desafios e suporte. Esta é uma proposta de lidar com o ensino em engenharia implementando práticas inovadoras para desenvolver profissionais capacitados, abrangendo conhecimento e novas competências que estão além da vida acadêmica e são de suma importância para atingir o sucesso na carreira profissional.

O objetivo deste capítulo é levar o leitor (professor/gestor) a refletir sobre a necessidade de mudanças estruturais nos cursos de engenharia e nas metodologias de ensino para formar engenheiros capacitados, inovadores, com consciência sustentável. O capítulo apresenta resultados de estudos e de pesquisas que trazem elementos importantes para o desenvolvimento formativo de engenheiros com foco na gestão do ensino no contexto da inovação e sustentabilidade. Os pontos mais relevantes serão discutidos e algumas recomendações serão propostas nas considerações finais.

2. MÉTODO DE APOIO A OPERACIONALIZAÇÃO DO ENSINO-APRENDIZAGEM

Observa-se que a grande dificuldade na aplicação das metodologias ativas está na habilidade dos alunos em resolver novos problemas de forma autônoma, reflexiva e criativa. Isto fica claro, em função das necessidades que os alunos têm sobre a forma como o problema é apresentado, estes, quase sempre, desejam um método pronto de solução para um problema. Entretanto, se a prática de metodologias ativas é pouca utilizada, pode-se afirmar, de forma mais contundente, a falta de outros elementos pedagógicos como Objetos de Aprendizagem - OA, Design Instrucional - DI, Repositórios de Objetos de Aprendizagens – ROA, Ambientes Virtuais de Aprendizagens – AVA. Filatro (2008) trata esses elementos por meio da abordagem chamada de Design Instrucional Contextualizado.

Esta seção apresenta um estudo de caso de um método de apoio ao ensino-aprendizagem aplicado a uma disciplina de engenharia em que o conjunto de elementos citados acima foi utilizado.

Para o sucesso das metodologias de ensino-aprendizagem na engenharia, Yanez (2013) identifica dois aspectos importantes: a atualização de conhecimentos pelos professores e o aumento da autonomia do aluno. A atualização de docentes nas novas demandas de ensino, centradas nos alunos, é um desafio que surge em resposta a um alunado radicalmente diferente dos alunos ao que era habitual.

Prado (2011) identificou uma relação entre o construtivismo e o instrucionismo. Ele afirmou que não se pode continuar com o equívoco de “ensinar” conhecimentos a alguém, mas diz que não é contrário ao instrucionismo, mas a sua prevalência como transmissor de conhecimentos e à centralidade do professor no processo de “ensinar”. Prado (2011) conclui afirmando que instrucionismo e construtivismo são processos complementares.

As metodologias ativas, normalmente, são propostas sem a utilização ampla dos elementos pedagógicos como OA, ROA e mapas conceituais, para citar alguns elementos. Almeida (2016), Canto et al. (2017) e Torres et al. (2018) propuseram, na mesma linha, uma metodologia que utiliza os mapas conceituais e os OAs na aprendizagem significativa.

Para Braga (2014a), OAs são unidades digitais, catalogados e disponibilizados em repositórios para serem utilizados no ensino-aprendizagem. O DI propõe um o processo de desenvolvimento de OAs tendo como base as características técnicas e pedagógicas. Braga et al. (2014b), propuseram uma metodologia chamada INTERA – Inteligência Educacional Tecnologias Educacionais Recursos Acessíveis, inspirada em processos de desenvolvimento de software e nos conteúdos instrucionais, enquanto Torres et al. (2017) propuseram um método entendido como conjunto de atividades capaz de transformar informações tecnológicas e pedagógicas em OAs atendendo às necessidades da sua estrutura de desenvolvimento.

2.1 Estudo de caso do método proposto

A pesquisa foi aplicada na forma de estudo de caso e exploratória para verificar o comportamento de um método que incluía de forma ampla os elementos pedagógicos no ensino-aprendizagem. O método tem as seguintes etapas: i) descrever o objeto de estudo; ii) elaborar o mapa conceitual; iii) descrever a metodologia proposta; iv) e desenvolver os OAs.

Descrever o objeto de estudo

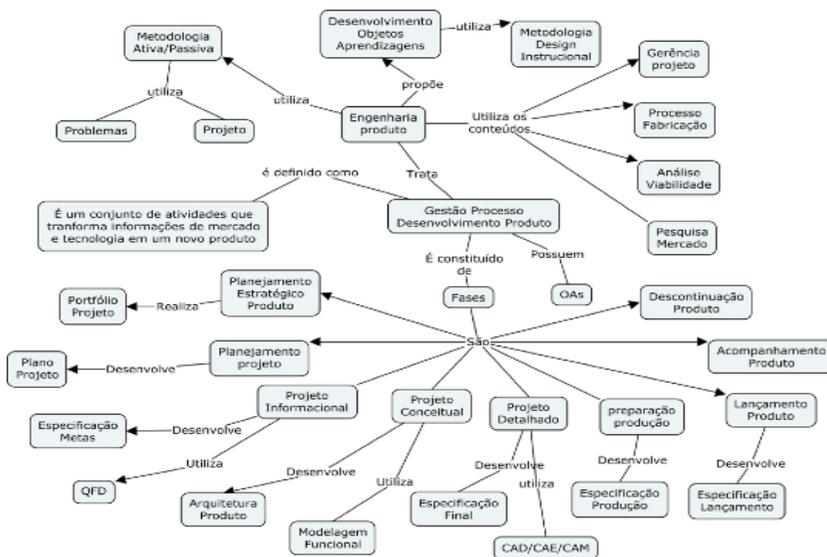
O objeto estudado foi à disciplina Engenharia do Produto do curso de Engenharia de Produção Mecânica de uma instituição federal. As

metodologias adotadas anteriormente eram centradas no professor em uma forma tradicional de transmissão e avaliação de conhecimentos.

Elaborar o mapa conceitual para a disciplina proposta

O mapa conceitual, Figura 1, mostra, além da definição do Processo de Desenvolvimento de Produto – PDP (Rozenfeld et al., 2006), os diversos elementos relacionados com a disciplina. Esse mapa é utilizado para dar uma visão dos conteúdos e mapear os candidatos a OAs a serem utilizados na disciplina.

Figura 1 - Mapa conceitual da disciplina de Engenharia do Produto.



Elaborar a descrição da metodologia adotada

A metodologia adotada foi proposta com o objetivo de dar ao aluno uma maior autonomia e integração teoria-prática por meio da solução de problemas e desenvolvimento de um projeto.

a) Planejamento da disciplina

No planejamento, as mudanças ocorreram, principalmente, nas definições da forma de apresentar os conteúdos, na elaboração de problemas e projeto e nos critérios de avaliação. Em relação aos conteúdos, o tempo de apresentação diminuiu em comparação com as metodologias anteriores, em torno de três aulas por unidade dos conteúdos abordados. Em relação às atividades de soluções de problemas e desenvolvimento de um projeto, ficou definido que os problemas seriam realizados antes do projeto, principalmente, para criar

uma base teórico-prática para sua elaboração. Os projetos, obrigatoriamente, teriam de ser de base tecnológica, principalmente tecnologia mecânica. E, por último, foram definidas a entrega de um relatório final sobre o projeto, a entrega de um protótipo e um teste de conhecimento no final da disciplina para uma avaliação individual.

b) Apresentação dos conteúdos na disciplina

Nas aulas, foram apresentados os conteúdos das unidades da disciplina de forma tradicional, mas de forma sucinta, normalmente apresentando uma síntese do conteúdo em uma aula. Vídeos e alguns textos foram disponibilizados no AVA. Dessa forma, buscou-se nessas apresentações, dar uma visão do conteúdo necessário para a realização das atividades relacionadas às soluções dos problemas e de um projeto.

c) Apresentações dos problemas e do projeto pelo professor

Os problemas eram vários, um para cada fase do PDP. O primeiro problema proposto foi para a fase de planejamento do projeto e uma parte do grupo escolheu a área de serviço e outra escolheu produtos duráveis diversos. O problema tinha uma contextualização para dar uma visão social e técnica sobre o tema. Um problema abordado na fase de projeto conceitual, por exemplo, foi o desenvolvimento de uma prensa para coletores de lixo para tentar minimizar os problemas dos catadores de lixo. A escolha do projeto era livre.

d) Apresentação das soluções pelas equipes

Os trabalhos de soluções dos problemas e do projeto pelos alunos foram realizados, parte em sala de aula e parte fora dela. Nas terças-feiras, eram apresentados os conteúdos básicos e os problemas para a disciplina. Nas quintas e terças-feiras, subseqüentemente aos conteúdos abordados, os alunos realizavam os trabalhos em sala de aula. Nas quintas-feiras, dez dias após as apresentações dos problemas, os alunos entregavam as suas soluções. A elaboração do projeto ocorreu da mesma forma dos problemas. Ao final de cada fase, os alunos faziam as apresentações parciais do projeto. Os projetos foram de diversos tipos e para ilustrar, foi desenvolvido um guindaste de brinquedo. Neste projeto, foi desenvolvido um protótipo de madeira com movimentações em várias direções com acionamento hidráulico utilizando seringas e tubos de plásticos.

e) Avaliação e discussão do problema

Depois das entregas das soluções dos problemas e das entregas parciais do projeto, a avaliação dos trabalhos era entregue em forma de um relatório para realização das alterações dos trabalhos pelos alunos.

f) Apresentação do protótipo do projeto e um teste de conhecimentos

Nesta fase, foi realizado um pequeno teste de no máximo 30 minutos para avaliar os conhecimentos adquiridos na disciplina e foram entregues o projeto na forma de um relatório e o protótipo desenvolvido pelas equipes.

Desenvolver os OAs

Nesta etapa, foram incorporados alguns OAs no AVA. Foram selecionados objetos referentes às fases do PDP e comparados com as características dos objetos desenvolvidos pela metodologia proposta por Torres et al. (2017). Como ilustração, são apresentados dois vídeos sobre o QFD, o primeiro introdutório e pode ser visto em <https://www.youtube.com/watch?v=W9Dp9kqselI> e o outro sobre a sua construção e pode ser visto em <https://www.youtube.com/watch?v=iPPE87399xM>. Além dos vídeos, foram selecionados os slides propostos pela própria editora do livro, e artigos e dissertações sobre os diversos conteúdos da disciplina.

3. GESTÃO DA CRIATIVIDADE NA FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS

Para se pensar o ensino de engenharia para uma cultura da inovação e sustentabilidade numa perspectiva humanista seriam necessárias empíricas salvaguardas cognitivas buscando responder às cinco questões, que neste artigo, foram enquadradas. A primeira, há consciência de que a apropriação desprovida de crítica na aplicação dos termos inovação e sustentabilidade pode apontar para um uso inapropriado e escaço para a vida humana associada e dos demais seres do ecossistema? A segunda, se reconhece que os termos sustentabilidade e inovação exigem a ética da responsabilidade diferenciando-os de um modismo na educação em engenharia? A terceira, em benefício de quem o ensino de engenharia deveria se debruçar para a cultura da inovação? A quarta, existe clareza no que tange aos impactos no custo-benefício de seu uso, caso sejam aplicados, sem antes se ter minimizado a cultura do individualismo exacerbado intrínseco, ao modo de produção capitalista, atrelado ao consumismo desenfreado, que vem tornando insustentáveis quaisquer ações pedagógicas, em prol de uma engenharia de interesse social, que promova a Justiça socioambiental, logo a Paz? A quinta, é possível identificar como as disciplinas que compõem os projetos políticos pedagógicos de cursos de engenharia estão sendo ministradas e percebidas pelos discentes, na atualidade em que são requeridas inovações tecnológicas, sociais e culturais?

Neste artigo foi delimitada a quinta questão que foi objeto de um estudo de caso realizado numa universidade federal localizada no estado do Rio de Janeiro utilizando os recursos estatísticos do “R Studios” que é uma linguagem de programação para gráficos e cálculos

estatísticos e uma abordagem fenomenológica (RUSSO, 2018). Os resultados da pesquisa apontaram para uma urgente reforma curricular que permita às universidades responder criativa e sustentavelmente aos desafios que se defrontam no século XXI.

3.1 Como compreender um sentido para a ligação entre sustentabilidade, inovação e criatividade?

Partiu-se da concepção de que o fator ambiental é um elemento essencial para o desenvolvimento natural da criatividade nas pessoas (LUBART, 2007; ALENCAR e FLEITH, 2010). E, indagou-se até que ponto os ambientes universitários em seus desenhos curriculares e estruturas de salas de aula são favoráveis ou não ao desenvolvimento da criatividade?

Na revisão da literatura sobre a criatividade no ambiente universitário, encontram-se estudos como o de Alencar (1995b e 1997 *apud* Alencar e Fleith, 2010), que identificaram condições que refletiam baixo incentivos ao desenvolvimento criativo. Por que será que esses autores identificaram tais indicadores? É notório que o termo criatividade pode parecer estranho e insustentável no âmbito da educação em engenharia. Ou será que não? Como considerar as engenharias sustentáveis para o desenvolvimento econômico do País e para o Bem Comum, sem atrelá-las à gestão da criatividade dos docentes e discentes, durante a formação profissional? Cabe ressaltar que o termo sustentabilidade neste artigo está imbricado aos limites e as vulnerabilidades nas relações docentes e discentes. Parece um gargalo a ser liberado quando o termo criatividade é desqualificado no âmbito das engenharias, por aqueles que o significam apenas como estética ou de interesse restrito à psicologia. Todavia, há uma visão da criatividade como um gerador de diferencial econômico, que torna o potencial criativo humano, uma competência esperada no mercado, que busca inovações culturais, tecnológicas e sociais (GONÇALVES e RUSSO, 2016).

3.2 Significando o termo criatividade

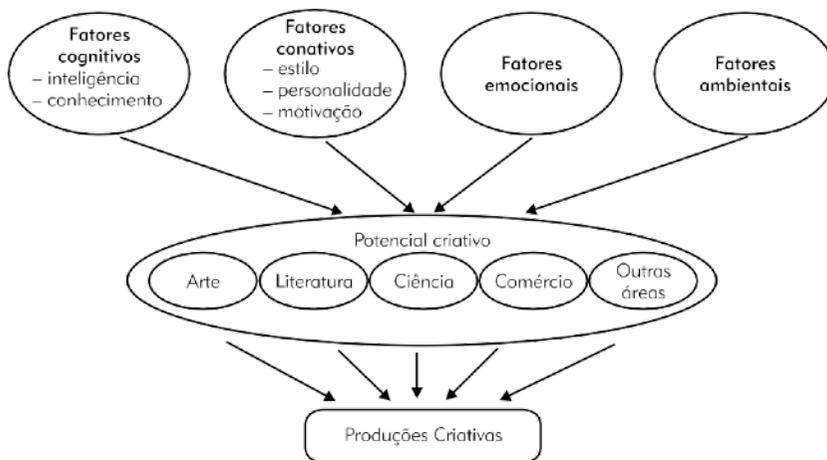
O termo criatividade deixou ser uma característica puramente ligada aos setores específicos da indústria criativa, para ser compreendido como recurso de alto valor competitivo pelas maiores economias mundiais (FLORIDA, 2011).

Para Howkins (2001) por um lado as pessoas e as organizações criativas estão se aperfeiçoando profissionalmente e os negócios estão se tornando a cada dia mais dependentes da criatividade devido a situação atual da economia mundial, onde as empresas começam a perceber que devem orientar seus negócios por outro lado, além do lucro imediato, e investir em inovações tecnológicas orientadas às

necessidades do mercado e do cliente. Sendo assim, o pensamento criativo passou a ser observado como uma peça-chave para o desenvolvimento de novos processos, métodos de produção, sistemas logísticos e modelos de gestão. Além disso, como elemento cognitivo da produção e do consumo, que geram mudanças de paradigma tornam a criatividade uma das palavras de ordem do processo produtivo (SILVESTRE FRIQUES, NUNES e GONCALVES, 2013).

Quanto à conceituação do termo, para Lubart (2007), a criatividade é a capacidade de realizar uma produção que seja ao mesmo tempo nova e adaptada ao contexto na qual ela se manifesta. Esta noção da criatividade como uma competência que pode resultar na produção de algo novo, está diretamente relacionada com sua relevância econômica, a ótica mercadológica e a inovação. E a partir desta premissa os engenheiros ao exercerem a profissão serão cobrados por competências e a criatividade pode ser uma delas. Sobre a importância no mercado, cabe considerar a relação entre criatividade e inovação. Conforme Bruno-Faria, Vargas e Martinez (2013) “pode-se considerar a criatividade como insumo fundamental para a existência da inovação”, tornando-a um elemento valorizado no mundo do trabalho. Os autores citam que partindo desta premissa relacional as ideias criativas emergem de indivíduos ou grupos, onde as pessoas são os elementos centrais para a existência da criatividade, e que necessitam de condições pessoais e ambientais para gerar inovações no contexto de trabalho. Em relação aos fatores que influenciam o desenvolvimento da criatividade, neste estudo, foi considerada a abordagem múltipla da criatividade que, de acordo com Lubart (2007), delimita o construto como a combinação particular de fatores relevantes do indivíduo, como capacidades intelectuais e traços de personalidade, além do contexto ambiental. No contexto da abordagem múltipla, a criatividade depende de fatores cognitivos, conativos, emocionais e ambientais, conforme a Figura 2.

Figura 2 - Representação da abordagem múltipla da criatividade



Fonte: Lubart (2007)

Alencar e Fleith (2003) consideraram o comportamento criativo como resultado da convergência de seis fatores distintos e inter-relacionados: (a) inteligência, (b) estilos intelectuais, (c) conhecimento, (d) personalidade, (e) motivação e (f) contexto ambiental. Com base na temática deste estudo, destaca-se o fator contexto ambiental. Segundo esses autores “é mais fácil desenvolver a criatividade das pessoas mudando as condições do ambiente, do que tentando fazê-las pensar de modo criativo.

3.3 Estudo de caso

Diante destas delimitações, levantou-se para o estudo uma suposição inicial: a criatividade é um elemento produtivo, importante para o mercado por gerar valor através da inovação e que depende de fatores pessoais e, especialmente, ambientais para ser desenvolvida. E, foi operacionalizada uma análise simples exploratória, utilizando o “R” a partir das percepções discentes e docentes sobre as práticas docentes em sala de aula de uma escola de engenharia de produção de uma universidade federal localizada no estado do Rio de Janeiro, que foi objeto do estudo de caso.

Esta análise teve como propósito identificar pontos para discussão acerca dos estímulos docentes em sala de aula que poderão propiciar (ou não) o desenvolvimento da criatividade, tornando plausível aos egressos corresponderem com competências e atitudes criativas ao mercado, que busca profissionais que pensam fora da caixa, inovadores e solucionadores de problemas antigos e novos. Entretanto, sem ter o objetivo de apresentar divergências entre o que foi controverso

destacado pelos discentes e o que foi pontuado pelos docentes; e sim apontar balizadores respeitando o método de pesquisa que foi o fenomenológico.

A amostra foi composta de 147 inventários respondidos por 65 discentes dentre 202 sobre 24 disciplinas. Cabe o reforço de alertar que o mesmo aluno pode ter respondido sobre mais de uma disciplina e em média cada discente respondeu a 2,3 inventários. Três inventários respondidos de uma disciplina (disciplina J) foram descartados, pois não foi obtido o mínimo de respostas de discentes na disciplina. Deste total, quanto à distribuição por gênero, 57 (49,6%) eram do sexo feminino e 58 (50,4%) eram do sexo masculino. A idade média dos respondentes foi de 24 anos, a amplitude entre 20 e 32 anos. Quanto ao período em que cursavam na universidade, 14 (12%) dos respondentes cursavam entre o primeiro e quinto período e 101 (88%) cursavam entre o sexto e décimo período. Ressalta-se que o estudo analisou as disciplinas do ciclo profissionalizante, então era esperado a prevalência dos respondentes cursando períodos da segunda metade do curso. A amostra docente foi composta por 21 inventários respondidos sobre suas respectivas disciplinas. Um inventário respondido de uma disciplina (disciplina J) foi descartado, pois não foi obtido o mínimo de 5 respostas de discentes na disciplina. Do total das disciplinas avaliadas 13 (59%) eram ministradas por docentes do sexo feminino e nove (41%) por docentes do sexo masculino. A idade média dos respondentes foi de 45 anos, com amplitude entre 35 e 65 anos. O tempo médio em que os respondentes lecionam como professores universitários foi de 13 anos e o tempo médio lecionando na universidade estudada de seis anos.

3.4 Análise do caso estudado

Por fator, referindo-se a média, a ordem decrescente de pontuação na escala foi: Fator 2 (Clima para Expressão de Ideias), Fator 4 (Interesse pela Aprendizagem do Aluno), Fator 1 (Avaliação e Metodologia de Ensino) e Fator 3 (Avaliação e metodologia de ensino). Os resultados permitem realizar considerações e suposições para discussões e formulações de hipóteses ou suposições para outros estudos, quais sejam:

a) Os dados analisados indicaram que os discentes da amostra avaliaram de forma menos positiva todos os 37 fatores do *Inventário de Práticas Docentes para a Criatividade na Educação Superior* quando relacionados com a percepção dos docentes. Estes dados se assemelham aos resultados dos estudos realizados por Castro (2015). Dentre os fatores que podem ter influenciado (ou não) nas respostas dos docentes, uma pista pode ser o autoengano expresso na determinação na escala de Likert, que não entrou em consonância com

a percepção dos discentes, que são os destinatários num processo ensino-aprendizado. Além disso, a análise do valor médio das duas visões (discente e docente) pode gerar vieses, pois o distanciamento de percepção entre graduandos e ministrantes de disciplina pode ser fruto da própria visão divergente que possuem quanto ao nível de significância de cada item do inventário.

b) O Fator 3 - Avaliação e metodologia de ensino - foi avaliado por discentes e docentes com médias menores que os demais. Isto pode indicar que os docentes promovem ideias criativas, mas que carecem de métodos didáticos e de avaliação que estejam equiparados ao nível do debate e do pensamento criativo dentro de sala. Este resultado reforça o argumento de Fleith (2000 apud Fleith e Alencar et al., 2010) abordado durante problematização deste estudo, sobre os docentes terem conhecimento dos fatores de estímulo à criatividade dentro da sala de aula, mas que estes possuem uma carência de conhecimento de como desenvolver a criatividade neste ambiente.

c) Na análise individual de cada disciplina, chamou à atenção a variação significativa em nove (9) disciplinas entre a percepção dos discentes em relação aos docentes, variando abaixo de -20% em praticamente todos os fatores. Três destas tiveram variações abaixo de -40%. Mais uma vez cabe salientar os possíveis vieses, no entanto, destaca-se esse item como um dos principais pontos de discussão levantados neste estudo.

Os desafios da formação de engenheiros frente à criatividade, inovação, sustentabilidade pode-se apontar para a necessidade de um debate quanto à revisão dos métodos de avaliação e ensino pautados no desenvolvimento da criatividade. Além disto, os resultados revelaram questões outras para investigações além das cinco enquadradas no estudo, como o distanciamento considerável da percepção entre alunos e professores em 37% das disciplinas quantificadas neste estudo. Outro ponto a ser destacado foi que, devido ao foco na engenharia de produção, o estudo fez um recorte para avaliar apenas as disciplinas profissionalizantes específicas desta modalidade da engenharia e não avaliou as disciplinas do ciclo básico em relação aos estímulos criativos. Sendo assim, considera-se pertinente novas abordagens que tenham como objetivo avaliar os estímulos em classe do ciclo básico dos cursos de engenharias.

Pela análise dos resultados obtidos conclui-se que os estímulos docentes em sala de aula são balizadores no processo de desenvolvimento de criatividade ou não. Pela limitação do instrumento não se pode apontar exatamente quais são os pontos críticos nas práticas docentes em sala de aula.

4. ROADMAP DE EDUCAÇÃO INOVADORA PARA INCREMENTO DE MODELOS DE NEGÓCIOS CIRCULARES

O modelo econômico linear de produção consumo-descarte, em curso há mais de 250 anos, promove esgotamento de recursos naturais e intenso descarte de resíduos, com perdas significativas de energia e valor. De acordo com Nascimento (2012), a irracionalidade ecológica deste modelo passou a ser evidenciada segundo com a percepção de uma crise ambiental global junto a ideia de sustentabilidade que ganhou corpo e expressão política na adjetivação do termo desenvolvimento, materializado no emblemático Relatório Brundtland (1987), Our Common Future, quando se estabeleceu o conceito de Desenvolvimento Sustentável (DS).

Já no ambiente dos negócios, a complexidade do DS passou a ecoar mais forte com o *triple bottom line 21st century business*, termo cunhado por John Elkington em 1997, incorporando na agenda empresarial a busca de um resultado triplice, focado na prosperidade econômica, na qualidade ambiental e na justiça social (ELKINGTON, 1997).

A eco eficiência passa a ser valorizada a partir de então. Avanços tecnológicos e processos produtivos mais eficientes passam a extrair em 40% a mais de valor econômico das matérias primas do que há trinta anos atrás. Por outro lado, a demanda cresceu bem mais, 150% neste mesmo período. Cerca de 65 bilhões de toneladas de matérias primas entraram no sistema em 2010, com expectativa para que esse volume seja de 82 bilhões em 2020 (EMF, 2017). Pelo esgotamento dos recursos, as oportunidades do modelo linear estão chegando cada vez mais perto do seu limite (UNIDO, 2015). Além disso, este modelo tem se mostrado ineficaz para enfrentar os principais desafios da sociedade contemporânea, como a pobreza, geração de renda, mudanças climáticas, escassez hídrica, e perda de biodiversidade. Do ponto de vista de negócio, é um modelo que aumenta o risco de “quebra” da cadeia de suprimentos e aumenta a volatilidade dos preços de recursos naturais, em especial das commodities.

Um dos caminhos para o enfrentamento desse problema é pela inovação, adotando um modelo econômico circular que se apresenta com o objetivo de desassociar o desenvolvimento econômico ao consumo de recursos e geração de externalidades negativas, sendo impulsionado pelas atuais tendências relacionadas à digitalização, servitização, compartilhamento, maior conectividade, agilidade no acesso a informações, integração de cadeias de valor, entre outras.

O conceito de Economia Circular (EC) tem origem em diversas escolas e linhas de pensamento, que construíram a base para o debate sobre desenvolvimento sustentável, tais como: Ecologia Industrial, Gestão do Ciclo de Vida, Economia de Performance, dentre outras.

Entende-se que as atividades econômicas em uma Economia Circular geram e recuperam valores de produtos e serviços, mantidos por longo prazo e para todas as partes envolvidas no sistema econômico. O primeiro passo para a transição da lógica linear para a circular consiste em analisar as oportunidades de inovação nos modelos de negócios das empresas, possibilitando a criação de melhores processos, produtos e serviços, e expandindo a proposição de valor, capturando valores perdidos e não percebidos por todas as partes interessadas. Os recentes relatos de casos exitosos da indústria brasileira a partir de inovações em modelos de negócios circulares como Produto como serviço, Compartilhamento, Simbiose Industrial, Extensão da vida do produto, Insumos circulares, Recuperação de recursos e Virtualização reforçam as oportunidades para esta transição (CNI, 2018).

Mas, para que a Economia Circular ganhe escala e realize todo o seu potencial, é necessário criar as condições facilitadoras para essa transição, como, políticas públicas de alavancagem, infraestrutura voltada a circularidade, tecnologias inovadoras e educação em Engenharia alinhada a este novo modelo.

A EC pede por aprendizado contínuo e rápido, necessários para adaptação ao constante fluxo de mudança. Uma organização apenas irá evoluir se seu aprendizado for maior do que o fluxo de mudanças pelo qual passa o mundo.

A Associação Brasileira de Educação em Engenharia-ABENGE em conjunto com em conjunto com o Mobilização Empresarial pela Inovação da Confederação Nacional da Indústria-MEI- CNI apresentou, em março de 2018, proposta de revisão das diretrizes nacionais curriculares para cursos de engenharia abarcando as novas tendências e princípios do DS e EC como a adoção da visão do ciclo de vida, abordagem sistêmica e engajamento de diferentes *stakeholders* na viabilização das soluções (ABENGE; MEI/CNI, 2018).

Nesse contexto, esta seção visa responder questionamentos que tem como objetivo identificar lacunas de conhecimento, valores associados DS e EC e promover reflexões que contribuam com a construção de *Roadmap* de educação em engenharia acelerando a transição para modelos de negócios voltados à Economia Circular. Um roteiro para implementação de inovação pedagógica exige documentação, ambição e criatividade para responder a três questões fundamentais: "Onde estamos agora?", "Onde queremos chegar?" E "Como podemos chegar lá?". Desta forma apresenta-se as questões de pesquisa: 1) Qual é a percepção dos discentes de cursos de engenharia em relação ao grau de proficiência em DS e EC? 2) Qual a importância dada as temáticas do DS e EC nos cursos de engenharia? 3) A atitude mental (*mindset*) dos discentes no desenvolvimento de produtos de

graduação após o aprendizado de fundamentos de EC apresentam incorporação de novos valores associados a circularidade?

4.1. Aplicação

A pesquisa é exploratória, de natureza aplicada, com abordagem quanti-qualitativa pela aplicação de questionários semi-estruturados (*survey*) para compreensão da percepção de conhecimento de estudantes de engenharia, complementada com abordagem qualitativa por meio de rodas de conversas com alunos de dois cursos de engenharia da EESC-USP e três da UNIFAL-MG.

Os questionários semiestruturados foram elaborados de acordo com recomendações de Gil (2007), a partir de adaptação do modelo desenvolvido por Azapagic et al., (2005), com atualização de temas, ferramentas e aspectos institucionais e legais do Brasil. Já a análise documental e de conteúdo é realizada de acordo com Bardin (2011), bem como os instrumentos de observação e confirmação qualitativa roda de conversa.

A apreensão da percepção de proficiência em DS e EC foi favorecida pela aplicação de questionários a estudantes de 4º e 5º anos das engenharias Ambiental, Minas, Produção e Química das duas universidades em estudo. Em relação ao perfil dos participantes 76% com idade entre 20-25 anos e 62% do gênero feminino. Contemplou quatro seções na avaliação da proficiência em DS: i) 16 questões ambientais; ii) 14 de legislação, políticas e padrões ambientais; iii) 13 de ferramentas e abordagens tecnológicas; iv) 10 sobre fundamentos do DS. Cada seção usou quatro escalas de percepção, a posteriori convertidas numericamente para obtenção da Métrica de percepção média (Mpm), a saber: 1 = Nunca ouvi falar; 2 = Já ouvi falar, mas não consigo explicar, 3 = Tenho algum conhecimento e 4 = Tenho bastante conhecimento. Já a avaliação da importância do desenvolvimento sustentável utilizou-se de escala de quatro níveis: 1 = não é importante, 2 = possivelmente importante, 3 = importante e 4 = muito importante.

Os resultados obtidos são comparados com outras instituições de ensino de engenharia do exterior tais como os publicados por Azapagic et al., (2005), como as iniciativas curriculares de inclusão dos princípios da economia circular no ensino de engenharia divulgados pela “*Circular economy and curriculum development in higher education*” (EMF, 2015).

4.2. Análise da percepção dos discentes

As respostas as questões ambientais chuva ácida, poluição do ar, mudanças climáticas, aspectos ambientais, resíduos sólidos dentre outras, se concentraram majoritariamente nos níveis elevados 3 e 4.

Já em relação aos fundamentos do DS, conforme resultados apresentados na Figura 1a, com Mpm= 2,88, apontam deficiências com destaque aos itens “princípio da precaução” e “engajamento das partes

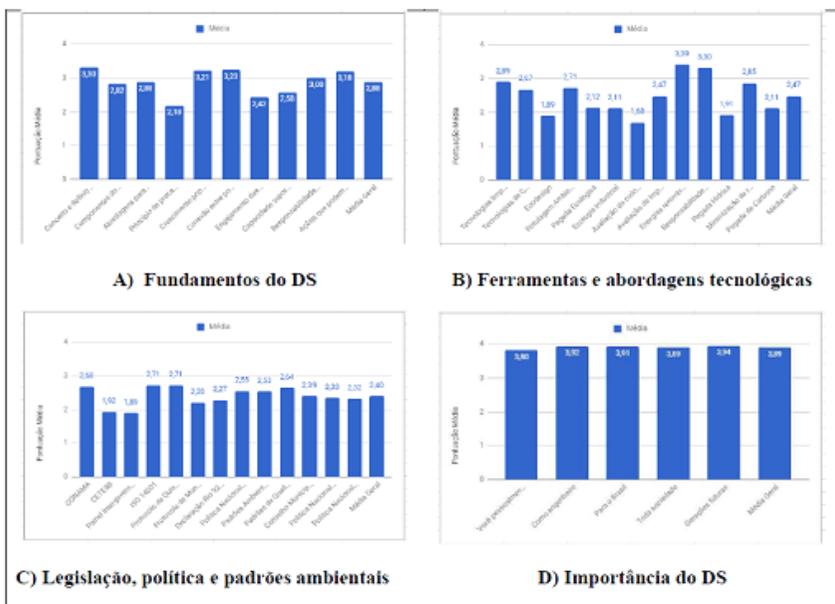
interessadas”. Já em relação a ferramentas e abordagens tecnológicas com Mpm= 2,47, conforme apresentado na Figura 1b, observa-se lacunas mais abrangentes, onde ferramentas atuais como Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), Pegada Hídrica e Ecodesign, já utilizadas por empresas de vanguarda, apresentaram percepções médias abaixo de 2.

No que concerne aos aspectos institucionais e legais da relação entre prática da engenharia e meio ambiente, com Mpm = de 2,40, observa-se deficiências ainda mais acentuadas, conforme mostrado na Figura 3c, com abrangente incidência de superficialidade do conhecimento sobre estes assuntos.

Na a captura de valor do DS para os alunos nas cinco dimensões: pessoal, como engenheiro, para o Brasil, para toda a sociedade e gerações futuras, os resultados apresentados na Figura 3d, evidenciam a elevada importância, cabendo apenas a ressalva que cerca de 20 % dos entrevistados consideraram importante, na dimensão pessoal, com as demais dimensões permanecendo valoradas como muito importante

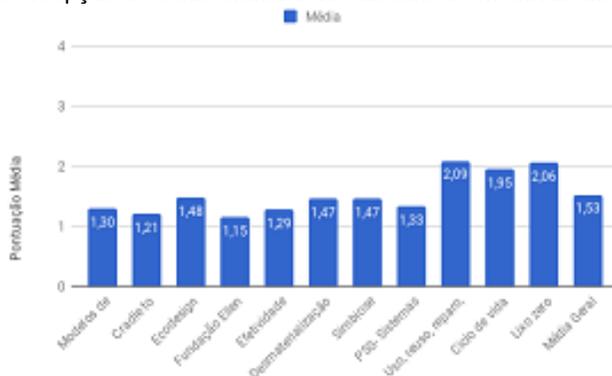
Aplicado a discentes de cursos que não contemplam a aprendizagem para a Economia Circular em seus projetos pedagógicos, os resultados apresentados na Figura 4 apontam fortes evidências do limitado conhecimento de temáticas fundamentais ao desenvolvimento de competências para atuação em modelos de economia circular, com médias abaixo de 2,0, isto é, nunca ouvi falar ou não sei explicar.

Figura 3 – Percepção de conhecimento dos discentes e o DS.



Depreende-se assim que as referidas lacunas possam estar associadas a ausência de um referencial pedagógico teórico conceitual que oriente o desenvolvimento de habilidades necessárias para o entendimento de problemas e proposição de soluções na compreensão da emergência do saber ambiental alinhadas aos princípios e instrumentos do DS e EC.

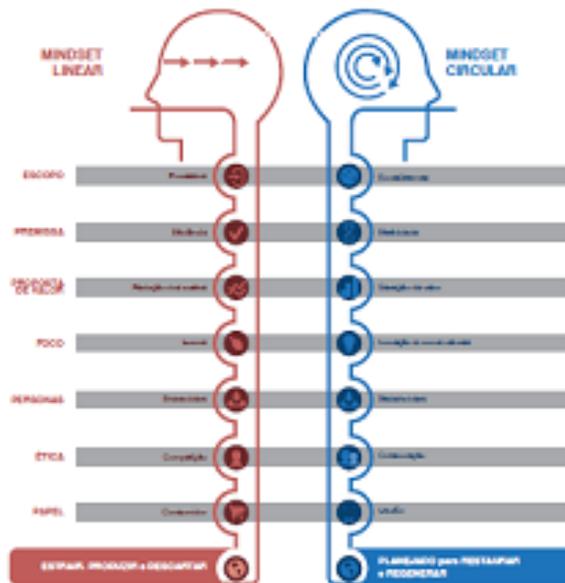
Figura 4 – Percepção de conhecimento dos discentes em temáticas de EC.



Já nas turmas onde se desenvolveu os fundamentos da Economia Circular junto a projetos integrados por metodologia ativa, realizou-se estudo exploratório quanto a evidências de incorporação dos novos valores associados a EC em relação ao Linear, caracterizados no questionamento da predominância dos valores na execução dos trabalhos de finalização de curso, conforme ilustrado na Figura 5.

Os resultados não apontaram evidências de alteração significativa de *mindset*, permanecendo a predominância dos valores, crenças e preferências associadas ao modelo linear.

Figura 5 – Transição de *mindset* linear para circular



Fonte: Orneto et al., 2016.

Nas rodas de conversa grande parte dos participantes da pesquisa destacaram acreditar nos benefícios para a sociedade dos modelos de negócios circulares e relataram dificuldades de trabalhar com a inovação nesta área devido a cultura arraigada de economia linear tanto no ambiente universitário quanto nos postos de estágio e mundo do trabalho.

A avaliação da proficiência dos alunos da Engenharia em DS e EC revelaram importantes lacunas de conhecimento em legislação ambiental, ferramentas e tecnologias para prática profissional que propiciam reflexões e considerações que podem contribuir para aprimoramentos de projetos pedagógicos que levem a maior

compreensão da emergência do saber ambiental e dos instrumentos fundamentais a construção de modelos de negócios circulares que possam levar a uma melhor formação de engenheiros propulsora de inovações ecossistêmicas.

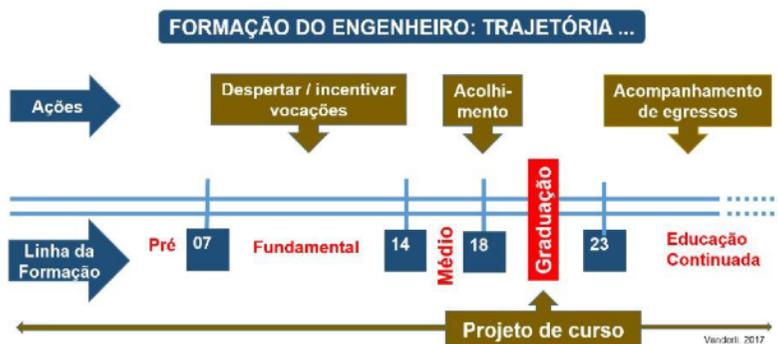
5. INTERAÇÃO ENTRE ENGENHARIA E ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO: INSTIGANDO A CRIATIVIDADE E A INOVAÇÃO

A trajetória de formação de um engenheiro começa muito tempo antes do seu ingresso na faculdade de engenharia, começa a partir do ensino fundamental e médio, onde suas aptidões e vocações são despertadas, como pode ser visualizado na Figura 6, extraída da proposta de diretrizes para o curso de engenharia (ABENGE, 2018). A partir dessa premissa, é extremamente importante a aproximação e interação de alunos de graduação de engenharia e alunos do ensino fundamental e médio, juntamente com seus professores. Uma das formas ou mecanismos para esta interação é o desenvolvimento de projetos conjuntos.

Nesse contexto, o curso de Engenharia Elétrica da Unijuí, mantém, mediante projetos de Extensão Universitária, duas ações contínuas e diretamente voltadas para estudantes do Ensino Fundamental e Médio, são os projetos “Energia Amiga” e “Física para Todos”, respectivamente.

A seguir, relata-se as principais ações de ambos os projetos como forma de incentivar o gosto pela Ciência. Sobretudo, procura-se despertar o interesse pela aplicação, o que acontece por meio da Engenharia, como forma de inovação na gestão do ensino de Engenharia.

Figura 6 – Trajetória da formação do Engenheiro



Fonte: Apresentações Oliveira, Vanderli (2017)

5.1 Projeto Energia Amiga

O Projeto Energia Amiga iniciou em 2017, com o objetivo de apresentar às turmas dos terceiros e nonos anos do ensino fundamental das escolas de Ijuí/RS os conceitos sobre a eletricidade aplicada no dia a dia, o consumo consciente da energia e os cuidados acerca dos riscos com a eletricidade. A apresentação das informações para as turmas do terceiro ano é feita através de um jogo de tabuleiro, onde as peças são os próprios alunos. Nas turmas do nono ano, os alunos recebem explicações e práticas com o uso de miniaturas de casas e pessoas, onde um circuito elétrico liga lâmpadas e simula a passagem de corrente elétrica pelo corpo humano, ou seja, o choque elétrico. Além disso, cada aluno recebe um livro sobre o tema do projeto, sendo um específico para o terceiro ano, e outro para o nono ano. Os livros foram desenvolvidos pelos graduandos do curso de Engenharia Elétrica da Unijuí, sob orientação de um professor. Com isso, percebem que a energia elétrica faz parte do cotidiano e é importante usá-la de forma consciente e segura.

O projeto possui atividades em 18 escolas na cidade de Ijuí/RS, totalizando 38 turmas (21 turmas do terceiro ano e 17 turmas do nono ano), somando 801 alunos. As escolas fizeram a adesão ao projeto de forma espontânea, após a apresentação do mesmo para os diretores, durante e a reunião de planejamento das atividades, em fevereiro de 2018.

Durante as atividades nas escolas (jogo e atividade prática) os alunos se mostraram participativos, com o relato de inúmeras situações que presenciaram ou até mesmo vivenciaram (choque elétrico), relacionadas a riscos elétricos. Também, se percebeu as situações de riscos elétricos nas instalações das escolas, o que desencadeou uma nova ação, em um projeto paralelo, com o governo do Estado do RS, que visa a adequação das instalações elétricas das escolas. Neste momento, o projeto Energia Amiga está em fase de inscrição do segundo desafio, a confecção de redação e desenho. As Figuras 7, 8, 9 e 10 apresentam os materiais utilizados nas atividades.

5.2 Projeto Física para Todos

O projeto Física para Todos da Unijuí, por sua vez, possui mais de 20 anos. Há 2 anos vem realizando, dentro de uma de suas ações, as Oficinas de Robótica. O desenvolvimento desta tarefa iniciou-se com atividades intensivas de montagem de robôs para lutas de sumô. Depois evoluiu para Oficinas, com cronograma ampliado, introduzindo aos participantes conceitos de sobre Eletrônica, Mecânica e Software para construção, Automação e Programação dos Sistemas Robóticos, para dar suporte técnico para uma atividade final específica de fechamento do projeto.

Figura 7 – Livro 3º ano



Figura 8 – Livro 9º ano



Figura 9 – Jogo 3º ano



Figura 10 – Atividade prática 9º ano

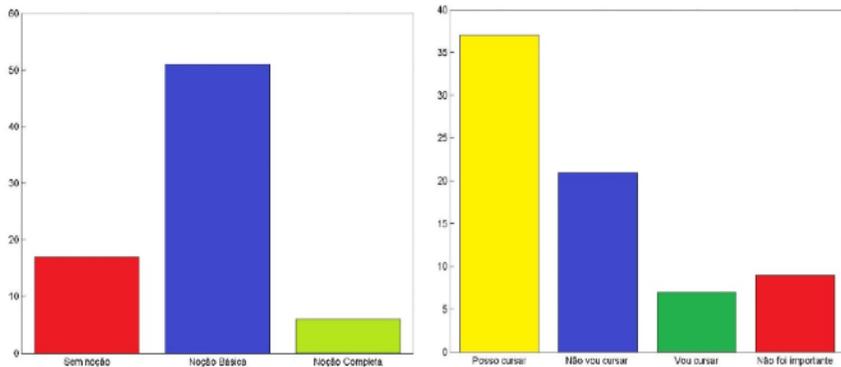


As oficinas de robótica utilizam metodologia inovadora e mostram-se eficientes ao apresentar os conteúdos teóricos na prática. Aplica-se como ferramenta pedagógica a sala de aula invertida Alberton e Amaral (2013), ou seja, os alunos fazem a prática e depois aprendem a teoria ao modificar sua aplicação, em funcionamento. Assim, o objetivo da oficina não é apenas difundir a robótica nas escolas, mas também proporcionar aos alunos criar aplicações práticas com componentes eletrônicos, como microcontroladores e suas linguagens de programação, sensores e atuadores.

Em 2017 foram atendidas 10 escolas e cerca de 80 alunos. Em 2018 dobrou o número de escolas (20) e participaram cerca de 150 alunos. O interesse despertado pela área de Engenharia foi relatado no artigo publicado no COBENGE 2017, apontando que cerca de 60% dos participantes poderiam cursar Engenharia como graduação e 75% conseguiram conhecimentos de programação médio ou superior

(RODRIGUES *et al.*, 2017). A Figura 11 aponta as avaliações a partir de questionários de livre participação aplicados.

Figura 11 – Conhecimentos básicos de programação e impactos na escolha profissional



Fonte: (RODRIGUES *et al.*, 2017)

Percebe-se que há um impacto significativo sobre os participantes e mesmo aqueles que não demonstram ser importante essa tarefa, tiveram a oportunidade de vivenciar uma aplicação que, certamente, poderá auxiliá-los na escolha profissional futura.

Cabe salientar que as ferramentas utilizadas foram baseadas em tecnologias livres e de acesso simplificado. Com isso, buscou-se atingir um público maior e facilitando a participação e continuidade das práticas por parte dos alunos, em períodos posteriores ao projeto.

Essas atividades relatadas envolvem os alunos de graduação do curso de engenharia elétrica, que além de trabalharem os conteúdos para as oficinas (um exercício de aprendizagem), têm que exercitar a criatividade e inovação para montar e desenvolver as aplicações nas oficinas realizadas pelo projeto junto as escolas.

6. DINÂMICAS EDUCACIONAIS A PARTIR DO CONHECIMENTO ABERTO E ÉTICA HACKER

Como definido pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Brasil, 1996), a universidade é o "local de domínio e cultivo do saber" e a instituição responsável pela formação profissional e técnica de cientistas e engenheiros. A necessidade de complementar a graduação com cursos de especialização e pós-graduação - que ainda assim permanecem desatualizados - evidencia a ineficiência das práticas tradicionais de ensino usadas nas universidades. A inserção de novas tecnologias no ensino tem se resumido a trocar a ferramenta

educacional, mas não a metodologia de ensino (PEZZI et al. 2017), que continua sendo majoritariamente o método bancário, criticado desde o século XIX, no qual o estudante não é agente, mas receptor passivo de informações.

A introdução de novas tecnologias de aprendizado e produção de conhecimento na universidade requer pesquisa e desenvolvimento de novas dinâmicas e metodologias de ensino. Desta necessidade, nasce em 2012 o Centro de Tecnologia Acadêmica (CTA), no Instituto de Física (IF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). O CTA pesquisa e desenvolve instrumentação científica, mas que por sua metodologia baseada na ciência cidadã, no conhecimento aberto e na ética hacker, resulta em um laboratório de criação e experimentação de novas dinâmicas de ensino. Busca desenvolver estas tecnologias com um caráter inter e transdisciplinares e promover a colaboração, autonomia e auto-gestão das estudantes (PEZZI et al. 2017). Com isso, o CTA tem conseguido promover a cultura de inovação e sustentabilidade em estudantes de engenharia e física. Sendo assim, nesta sessão é discutida a inovação e sustentabilidade a partir das experiências do CTA.

A ciência cidadã é uma metodologia em que projetos com finalidades científicas contam com apoio de não-cientistas na coleta ou análises de dados (SOARES e SANTOS, 2011). Comumente excluídas do processo científico, essas pessoas contribuem através da obtenção ou análise de dados, por exemplo, viabilizando uma pesquisa que seria inviável sem este apoio. Mais do que isso, a ciência cidadã, por levar o processo científico para fora das instituições de pesquisa convencionais, permite que as demandas de pesquisa e ciência partam das comunidades envolvidas no processo. Essa metodologia de ciência contribui para a produção da ciência de relevância para os grupos envolvidos no processo e atenta as problemáticas locais das comunidades a qual beneficiam (SOARES e SANTOS, 2011; PEZZI et al., 2017).

O conhecimento aberto é, segundo a *Open Knowledge International* (OKI), todo conhecimento que qualquer um pode livremente acessar, usar, modificar e compartilhar para qualquer propósito (sujeito a restrições que mantenham o caráter de abertura) (OKI, sem data, UNESCO, 2012). Associados ao conhecimento aberto estão os movimentos de ciência aberta e tecnologias livres. A ciência aberta é uma metodologia de pesquisa e produção de conhecimento fundamentados na liberdade de acesso ao conhecimento. Existem muitas definições de ciência aberta, trazendo relevância para os diferentes aspectos da ciência: dados, publicações, instrumentos, recursos educacionais, fluxo de trabalho, etc (BEZJAK et al., 2018). Se pensada pelo seu aspecto de produção de conhecimento, pode ser resumida pela mesma definição de “conhecimento aberto”.

Segundo Pezzi et al. (2017), para que um experimento seja por completo um processo científico aberto e cidadão, os instrumentos científicos devem ser ferramentas livres, mas também os dados e resultados do experimento devem ser disponibilizados publicamente. Essas ferramentas são tecnologias livres, como o software livre (SL) e o *hardware* aberto e livre (HAL), e seguem, cada um com suas peculiaridades, a definição de conhecimento aberto.

A ética hacker traz três conceitos centrais para organização interna do grupo: a autogestão e autonomia - ambos baseados na valorização das habilidades das participantes, em contraposição à de uma autoridade; e a colaboração - que reforça o caráter descentralizado do desenvolvimento e das tomadas de decisão (PRETTO, 2017; PEARCE, 2012). Além disso, traz a ideia de que a produção de conhecimento pode ser divertida (PRETTO, 2017; PEZZI et al., 2017).

A participação colaborativa, estimulada pela liberdade e abertura do conhecimento, promove uma competição que recompensa a criatividade e capacidade de inovação, e não apenas o acesso a meios privilegiados de produção (ABDO, 2015). A ausência de limitações ao acesso do conhecimento facilita a extensão universitária, promovem a revisão por pares e levam a mais visibilidade e interação com a sociedade, o que resulta em um desenvolvimento científico e tecnológico mais dinâmico e ágil (PEZZI et al., 2017; PEARCE, 2012).

Essencial para autonomia e autogestão é que os colaboradores do grupo façam parte da tomada de decisões e da organização e gestão do grupo. As decisões e discussões são feitas principalmente nos encontros semanais, espaço aberto para todas os colaboradores⁴. Um esquema de rotação de gestão estimula que os participantes do CTA organizem e se responsabilizem pela reunião. Um método similar é usado para a organização de eventos; cada atividade possui um gestor, que tem como responsabilidade atribuir funções e garantir que a atividade seja realizada.

As experiências de gerir um grupo, ou projeto, participar das decisões desses, ou organizar um evento real, não são encontradas nas disciplinas tradicionais de gestão, mas são experienciadas pelas estudantes do CTA. Quando responsáveis por um projeto, ou evento, reais, os estudantes têm de lidar com imprevistos, irresponsabilidades e frustrações, também reais. Mas também são estimuladas pela satisfação de presenciarem uma atividade (bem sucedida) da qual fizeram parte da organização⁵. Estas experiências preparam os

⁴ Os registros dos encontros periódicos podem ser encontrados em <http://cta.if.ufrgs.br/projects/suporte-cta/boards/7>.

⁵ Lista de eventos e atividades promovidas pelo CTA ou em que o CTA participou <http://cta.if.ufrgs.br/projects/suporte-cta/wiki/Eventos>.

estudantes de engenharia para ambientes mais próximos dos reais e motivam os estudantes a aprenderem sobre o assunto.

Das experiências individuais e coletivas, manuais de gestão de projetos e organização de eventos são construídos colaborativamente. No espaço virtual do CTA se encontra uma extensa lista de guias sobre diversos aspectos da organização do CTA, bem como ferramentas de gestão de projetos⁶. A exemplo, o "Manual do CTA" contém as informações básicas para gestão e organização do CTA e dos projetos. Esses guias são o resultado do aprendizado de quem vem antes, mas também a fonte de conhecimento de quem vem depois.

Para manutenção da metodologia descrita, é importante a presença de professores orientadores. Sua postura de respeito e valorização da fala dos estudantes serve como exemplo a ser seguido. Neste espaço é importante que os professores tirem suas vestes de provedores de luz aos alunos, permitindo que a diversidade de saberes se pronuncie. Por serem estudantes em formação, os professores têm a responsabilidade de esclarecerem suas dúvidas técnicas do projeto, apoiarem a estruturação dos projetos, suas etapas e metas, bem como auxiliarem na gestão de recursos e garantirem que o projeto segue as metodologias do grupo. Eles têm também o papel de avaliarem e monitorarem o andamento do projeto, com a possibilidade de intervirem quando este não estiver adequado.

Para estender o alcance do conhecimento produzido no centro, oficinas gratuitas de ferramentas livres vêm sendo disponibilizadas pelos estudantes ao público ao longo dos anos, mas estas repetem o padrão de bancada. Para quebrar com esta lógica, o CTA promove também *Hackatons*⁷.

Os participantes desses *hackatons* são desafiados a solucionar, colaborativamente, problemas de algum projeto real do CTA, ou a desenvolverem e fabricarem um produto específico. A conexão com o mundo real e a percepção de que o conhecimento gerado não será inútil, motiva as participantes a contribuírem com o projeto. Este desenvolvimento propicia uma extensão do aprendizado para além do espaço e momento da atividade. Os *hackatons* carregam a metodologia do CTA e propiciam que estudantes não envolvidos com o centro tenham experiências similares condensadas em um pequeno período de tempo.

⁶ Guia de gestão de projetos em http://cta.if.ufrgs.br/projects/suporte-cta/wiki/Manual_do_CTA#Modelo-de-Organiza%C3%A7%C3%A3o-de-Projetos

⁷ Guia de organização de uma hackatona em http://cta.if.ufrgs.br/projects/suporte-cta/wiki/Organiza%C3%A7%C3%A3o_de_Eventos#Hackatona-e-Mutir%C3%B5es

6.1 Relatos de experiências

Em 2015 a sirene escolar do Colégio de Aplicação da UFRGS foi danificada. O custo de manutenção da sirene e de aquisição de uma nova eram altos e motivou a direção da escola a pedir para que estudantes do CTA Jr. desenvolvessem uma nova. A partir de então, estudantes de ensino médio, supervisionadas por estudantes de licenciatura em física, iniciaram o desenvolvimento do projeto. O trabalho resultou uma sirene com mais funcionalidades do que a sirene comercial usada anteriormente. Após concluírem o ensino médio, alguns destes estudantes permaneceram no desenvolvimento da sirene com o objetivo de torná-la um produto comercial. Este caso exemplifica o potencial que a colaboração, autonomia e conhecimento livre tem de fomentar a inovação e de permitir a co-construção no espaço que circunda as estudantes. No ensino superior, essa metodologia poderia ser usada para co-construção de laboratórios científicos, com estudantes trabalhando para desenvolver equipamentos científicos de alta tecnologia que seriam usados para ensino e pesquisa dentro da própria universidade.

O projeto Estações Meteorológicas Modulares (EMM) tem sido base para o aprendizado e crescimento profissional de diversos estudantes. Estima-se que mais de 40 estudantes de ensino fundamental, médio, graduação e pós-graduação, além de professoras de todos os níveis e profissionais liberais, tenham colaborado, em diferentes níveis, neste projeto. Projetos com este caráter tem um apelo grande entre os estudantes pela possibilidade de aprender enquanto contribui para um projeto de relevância ambiental e social.

O acúmulo de conhecimento do projeto impulsiona as estudantes envolvidas sem perder o caráter aberto e livre. A exemplo, em 2017, três estudantes de engenharia física e colaboradoras do CTA foram selecionadas para participar da Residência Hacker do *Red Bull Basement* com o projeto das EMM e criaram um iniciativa de ensino independente, agraciada com o Mozilla Mini-grant. A EMM foi base para três trabalhos de diplomação em engenharia física, uma dissertação de mestrado e é foco de uma tese de doutorado (ambos realizados por um engenheiro físico pelo Programa de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto e Meteorologia).

O envolvimento do centro com um projeto de meteorologia traz à tona discussões sobre sustentabilidade e meio ambiente além dos aspectos técnicos associados ao projeto. Ao invés de obrigar que as estudantes envolvidas apenas leiam sobre o assunto, um problema é exposto aos estudantes (no caso, a falta de estações meteorológicas de baixo custo) e é na caminhada (guiada pelo conhecimento aberto e ética hacker) que estes estudantes aprendem sobre as problemáticas sociais e ambientais associadas ao problema. A diversidade do espaço em que estão inseridos e a colaboração irrigam esta caminhada com

diferentes perspectivas de mundo, permitindo que as soluções desenvolvidas sejam inovadoras não só no sentido técnico, mas também social.

6.2. Contribuições da ciência aberta

À medida que o conhecimento gerado e produzido no espaço transpassa as barreiras disciplinares, colabora para construção de um ensino em ciência inter e transdisciplinar, que alcança aspectos do conhecimento além da própria disciplina da ciência. Aspectos como a ciência cidadã e a promoção a colaboração e abertura do conhecimento incentivam a participação da sociedade, permitindo que problemáticas ambientais e sociais façam parte do processo científico e desenvolvimento tecnológico.

A possibilidade de copiar uma ideia, ou trabalho, como trazido neste texto, se aproxima mais de uma "vela acendendo a outra", do que com "saquear um navio" (OLIVA, *apud* PRETTO, 2017). Ao contrário de apenas copiar os ensinamentos de uma professora, ou livro, estudantes tem a oportunidade de aprender enquanto contribuem em um projeto de impacto social e ambiental.

Acreditamos que espaços como o do CTA tem o potencial de proporcionar um ensino adequado para os desafios do século XXI, o que implica estimular a capacidade de inovar e de garantir a sustentabilidade das atividades humanas, a partir da disseminação de uma cultura de colaboração, liberdade de conhecimento e pensamento crítico, obtida como resultado de exercícios de planejamento e desenvolvimento colaborativos de projetos livres. Assim, as instituições de ensino de engenharia ganhariam muito ao implementar espaços físicos e digitais análogos ao CTA, ou seja, onde a comunidade pode desenvolver, organizar e publicar projetos, que podem ser parte de alguma(s) disciplina(s) ou não. Uma proposta inicial é que o corpo docente pense a implementação de métodos de ensino por projetos como um grande projeto – com desenvolvimento voltado à documentação e reuniões abertas e periódicas para revisão dos objetivos e atividades –, mantendo uma organização entre projetos e disciplinas e estimulando apresentações de sugestões.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

A inovação é o assunto que está em pauta na maioria dos fóruns, congressos, semanas acadêmicas e projetos políticos-pedagógicos de cursos de engenharia. Há um consenso que são necessárias soluções inovadoras em desenvolvimento de processos, produtos e problemas sociais, no qual o engenheiro tem participação direta e precisa ter formação para isso. Muitos cursos de engenharia têm criado disciplinas específicas de empreendedorismo e de inovação na expectativa de

suprir esta lacuna na formação dos engenheiros. Este capítulo procura abordar o problema como sistêmico. Os autores entendem que os cursos de engenharia precisam trabalhar o assunto de forma transversal ao longo da formação do profissional, contagiando os estudantes em formação com o “vírus” da criatividade e sustentabilidade. As ações no ensino precisam ser planejadas e gerenciadas de forma estruturada em acordo com o perfil desejado para o profissional. O capítulo apresenta uma proposta de gestão para implementar a cultura da inovação e sustentabilidade, com considerações a partir de relatos de pesquisa, estudos de caso e experiências que podem ser úteis no processo de reestruturação dos PPCs em acordo com as novas diretrizes curriculares.

A seguir são apresentadas as sínteses das contribuições dos pesquisadores participantes deste capítulo.

A segunda seção, “Método de Apoio Operacionalização do Ensino-Aprendizagem” enfatiza a importância do uso de metodologias ativas para um melhor aprendizado e propõe um método para operacionalizar o ensino envolvendo os aprendizes no processo de criação de objetos de aprendizagem (OA), dando autonomia para os estudantes criarem soluções de problemas reais de engenharia. O problema pode ser abordado de forma interdisciplinar e envolver vários professores de diferentes áreas. Ressalta-se a importância da qualificação dos professores para o uso de metodologias ativas para o ensino proposto nesta seção.

A terceira seção “Gestão da Criatividade na Formação de Engenheiros” discute a criatividade como uma competência na formação deste profissional. Deve ser tratada de forma múltipla nos cursos de engenharia, ou seja, a criatividade depende de fatores cognitivos, conativos, emocionais e ambientais. O gestor do curso e os professores devem ter um olhar sistêmico para estimular o desenvolvimento desta competência no estudante. A pesquisa identificou que o estímulo docente é um balizador no processo para desenvolver ou não a criatividade.

“O Desenvolvimento Sustentável e Economia Circular” são discutidos na quarta seção. A pesquisa identifica que o pensamento linear é predominante na formação dos engenheiros. O modelo de ensino atual não está sendo eficaz para mudar a maneira de pensar do egresso, é necessário um *Mindset*, a começar pelos docentes, e um *Roadmap* de educação em engenharia se desejar mudanças inovadoras.

A seção “Engenharias com o Ensino Fundamental e Médio: Interação para Criatividade e Inovação” expõe a fragilidade do ensino no ciclo básico do ensino fundamental e médio. As lacunas precisam ser trabalhadas a partir da educação básica para formar um engenheiro

com qualidade por ocasião da graduação. O relato de experiência da quinta seção mostra que a formação de conceitos, habilidades e competências importantes para o perfil do engenheiro precisam ser despertadas no ensino fundamental e médio, sendo necessária uma interação entre universidade e escolas básicas, entre alunos e professores.

A última seção dá uma abertura para diversas dinâmicas educacionais a partir do Conhecimento Aberto e Ética *Hacker*. A ênfase está na criação de ambientes (ecossistemas de inovação) que favoreçam a interação de estudantes, professores, comunidade e empresas, em torno de necessidades e problemas reais, onde todos aprendem, trocam experiências, encontram soluções inovadoras, de caráter inter e transdisciplinares e de forma colaborativa. Estas práticas fazem parte do desenvolvimento da ciência e tecnologias. Neste modelo, estudantes tem autonomia e auto-gestão para realizar seus estudos e pesquisas. A ciência aberta se baseia numa metodologia de pesquisa e produção de conhecimento fundamentados na liberdade de acesso ao conhecimento, permitindo ao usuário, melhorias. Ambientes como o CTA/UFRGS (Centro de Tecnologia Acadêmica), que permitam desenvolver atividades dessa natureza, impactarão na capacidade de inovar e de garantir a sustentabilidade das atividades humanas.

A gestão do ensino envolve outros elementos importantes que não foram contemplados neste capítulo, como por exemplo a avaliação. Há necessidade de se criar práticas para avaliar os potenciais de inovação ao longo da formação acadêmica do engenheiro, assim como analisar desempenho, criar indicadores para mensurar a eficácia do sistema de ensino para a formação do profissional, estabelecer equipes de melhoria de processos, aprendizado e competências. É necessário estabelecer práticas de controle e de melhoria continua.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDO, A.H. Direções para uma academia contemporânea e aberta. In: ALBAGLI, S.; MACIEL, M. L.; ABDO, A.H. (Org.). **Ciência aberta, questões abertas**. Brasília: Ibict, 2015; Rio de Janeiro: Unirio, 2015. Disponível em: <doi.org/10.18225/978-85-7013-109-6>. Acesso em: 26 dez. 2015.

ABENGE; MEI/CNI. Inovação na educação em engenharia - Proposta de diretrizes para o curso de engenharia – Associação Brasileira de Educação em Engenharia - ABENGE Disponível em: http://www.abenge.org.br/file/Minuta%20Parecer%20DCNs_07%2003%202018.pdf. Acesso em: 26 dez. 2015.

ALBERTON, B. A. V.; AMARAL, M. A. **Oficinas de Robótica para Alunos do Ensino Médio**: Introduzindo a Computação para Novos Ingressantes. II Congresso Brasileiro de Informática na Educação. PP 306-315. CBIE, 2013.

ALENCAR, E. M. L. S.; FLEITH, D.S. Criatividade na educação superior: fatores inibidores. **Avaliação: revista de avaliação do ensino superior**, Sorocaba, v. 15, n. 2, p. 201-206, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aval/v15n2/a11v15n2.pdf>>. Acesso em: 13 maio. 2018.

ALMEIDA, L. M. W, FONTANINI, M. L. C. Aprendizagem Significativa em atividades de modelagem matemática: Uma investigação utilizando mapas conceituais. **Investigações em Ensino de Ciências**. V15(2), pp. 403-425, 2016.

AZAPAGIC, A; Perdan,S; Shallcross. How much do engineering students know about sustainable development? The findings of an international survey and possible implications for the engineering curriculum. **European Journal of Engineering Education**, v.30, n.1, 1-19, 2005. DOI: 10.1080/03043790512331313804

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo. Edições 70, LDA, 2011.

BAREGHEH, A.; ROWLEY, J.; SAMBROOK, S. Towards a multidisciplinary definition of innovation. **Management Decision**, v. 47, n. 8, 2009, p. 1323-1339.

BEZJAK, S.; CLYBURNE-SHERIN, A.; CONZETT, P.; FERNANDES, P.; GÖRÖGH, E.; HELBIG, K.; KRAMER, B.; LABASTIDA, I.; NIEMEYER, K.; PSOMOPOULOS, F.; ROSS-HELLAUER, T.; SCHNEIDER, R.; TENNANT, J.; VERBAKEL, E.; BRINKEN, H.; HELLER, L. **Open Science Training Handbook**. Zenodo, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1212496>.

BRAGA, J. *et al.* **Objetos de Aprendizagem**. Volume 2 - Metodologia de Desenvolvimento. Santo André, SP. Editora da UFABC, 2014b.

_____. **Objetos de Aprendizagem**. Volume 1 - Introdução e Fundamentos. Santo André, SP. Editora da UFABC, 2014a.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília, 1996. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

BRUNDTLAND, G. H. (Org.). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: FGV, 1987.

BRUNO-FARIA, M. F., VARGAS, E. R., & MARTÍNEZ, A. M. **Criatividade e inovação nas organizações**: desafios para a competitividade. São Paulo: Atlas, 2013.

Business. Capstone, 1997.

CANTO, A. B., DE LIMA, J. V., TAROUCO, L. M. R. Mapas Conceituais de projeto: Uma ferramenta para projetar objetos de aprendizagem significativa. **Ciência Educacional**, Bauru, v. 23. n. 3, p. 723-740, 2017.

CASTRO, M. S. F. Desenvolvimento da criatividade no ensino superior: percepções da criatividade docente e discente na formação acadêmica. Revista Liberato. **Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 16, p. 26-46, 2015. Disponível em: < http://www.liberato.com.br/sites/default/files/arquivos/Revista_SIER/v.16%2C%20n.26%20%282015%29/04-art29-criatividade-30-set.pdf> Acesso em: 05 mai. 2018.

CNI. **Economia circular**: oportunidades e desafios para a indústria brasileira /Confederação Nacional da Indústria. – Brasília: CNI, 2018.

COOPER, R. G. **Winning at New Products**: accelerating the process from idea to launch. Reading: Addison-Wesley Publishing, 1993.

ELKINGTON, J. **Cannibals with forks**: the triple bottom line f 21st century

EMF - ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Circular economy and curriculum development in higher education**. 2015. Disponível em: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org>.

_____. **Uma economia circular no Brasil**: Uma abordagem exploratória inicial. 2017. Disponível em: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/publicacoes>.

FILATRO, A. C. **Learning Design com fundamentação teórica-prática para o Design Instrucional Contextualizado**. Tese apresentada a Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2008.

FLORIDA, R. **A ascensão da classe criativa**. Tradução: Ana Luiza Lopes. Porto Alegre: L&PM, 2011.

FNQ. **Fundação Nacional da qualidade**. Critérios de Excelência, 20^a Edição, 128p. São Paulo, 2013.

FREEMAN, C. Japan: A New National System of Innovation? In: G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg, L. Soete (eds.), **Technical Change and Economic Theory**. London and New York: Pinter Publisher (pp. 330–348). 1988.

_____. The 'National System of Innovation' in Historical Perspective. **Cambridge Journal of Economics**, vol. 19, n. 1, pp. 5–24. 1995.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 4ª ed. 10. Reimpre. São Paulo: Atlas S.A, 2007.176p.

GONÇALVES, H. H. A. B. Q., H.H.; RUSSO, J.P. **Criatividade**: novo desafio para a formação do engenheiro da indústria 4.0. In: XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), João Pessoa, 2016.

HOWKINS, J. **The Creative Economy**: How People Make Money From Ideas. New York: Penguin, 2001.

LUBART, T. **Psicologia da criatividade**. Porto Alegre: Artmed, 2007. Disponível em: <http://www.larpsi.com.br/media/mconnect_uploadfiles/c/a/cap_01qqwt.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2018. cap. 1.

LUNDVALL, B-Å. (1988). "Innovation as an Interactive Process: From User-producer Interaction to the National System of Innovation," in G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg, L. Soete (eds.), **Technical Change and Economic Theory**. London and New York: Pinter Publisher (pp. 349–369).

_____. "User-producer Relationship, National Systems of Innovation and Internationalization," **National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning**. Pinter Publisher (pp. 45-67). 1992b.

NASCIMENTO, E. P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos avançados**. v.26, n.74, 2012 UNITED NATIONS Industrial Development organization – UNIDO. Green Growth: From labour to resource productivity. Best practice examples, initiatives and policy options, 2013.

O'CONNOR, G. C. *et al.* **Grabbing Lightning**: Building a Capability for Breakthrough Innovation. San Francisco: John Wiley & Sons, 2008.

OLIVEIRA, Vanderli. **Diretrizes Inovadoras para Educação em Engenharia**. VII Fórum de Gestores das Instituições de Educação em Engenharia, 16 de novembro de 2017, Brasília/DF.

OPEN KNOWLEDGE INTERNATIONAL (OKI). **Definição de conhecimento aberto**. Sem data. Disponível em: <https://opendefinition.org/od/2.0/pt-br/>. Último acesso em Junho de 2018.

PEARCE, J. M. Open source research in sustainability. Sustainability: The **Journal of Record**, v.5, n. 4, p. 238-243, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1089/sus.2012.9944>. Acesso em: 26 dezembro de 2015.

PEZZI, R. P.; FERNANDES, H. M.; BRANDÃO, R. V.; FREITAS, M. P. P.; ALVES, L. S.; SILVA, R. B.; TAVARES, J. L. S.; WEIHAMANN, G. R.

Desenvolvimento de tecnologia para ciência e educação fundamentado nos preceitos de liberdade do conhecimento: o caso do Centro de Tecnologia Acadêmica. Brasil: Liinc em revista, 2017.

PRADO, C.; VAZ, D. R.; ALMEIDA, D. M. Teoria da Aprendizagem Significativa: elaboração e avaliação de aula virtual na plataforma Moodle. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília, 2011 nov-dez; 64(6): 1114-21.

PRETTO, N. de L. **Educações, Culturas e Hackers, escritos e reflexões.** Salvador: EDUFBA, 2017.

RODRIGUES, M. F.; SCHONARDIE, M. F.; ABAIDE, A. R.; TONIAZZO, N. A. Importância das Oficinas de Robótica para despertar o interesse pelas ciências exatas nos alunos do Ensino. **Coleção – Desenvolvimento, Tecnologias e Educação: diálogos multidisciplinares.** Volume III. 2017.

ROZENFELD, H. *et al.* **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo: Saraiva, 2006.

RUSSO, J.P. **Análise das percepções discentes e docentes de um curso de engenharia de produção sobre os estímulos à criatividade em sala de aula.** Trabalho de final de curso de graduação. Unirio. 2018.

SILVESTRE FRIQUES, M.; NUNES, T. H. L.; GONCALVES, H. H. Novo Nicho de atuação para o engenheiro de produção. In: XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE 2013), 2013, Gramado. **Anais...** Gramado: ABENGE, 2013. v. 1. p. 1-15.

SOARES, M.D.; SANTOS, R.D.C. Ciência cidadã: o desenvolvimento popular em atividades científicas. **Ciência Hoje.** v. 47, n. 281, p. 38-43. 2011.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Gestão da Inovação.** Porto Alegre: Bookman, 2008.

TORRES, J. B., MENDES, A. & SOUZA, M. V. Design para acessibilidade e inclusão [livro eletrônico] / organizado por Vania Ribas Ulbricht, Luciane Fadel e Claudia Regina Batista. **Especificação de um projeto para desenvolvimento de objetos de aprendizagem interativo.** pp. 235-249. — São Paulo: Blucher, 2017.

_____. O Mapeamento de conhecimentos em rede como estratégia de ensino e aprendizagem – uma visão ampliada de um AVA – Ambiente Virtual de Aprendizagem. **Revista da ABENGE**, vol. 39, Nº 1, 2018, pp. 13-25.

UNESCO. **Declaração REA de Paris em 2012.** Congresso Mundial sobre recursos educacionais abertos (REA) de 2012. Paris, França,

2012. Disponível em: http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/CI/WPFD2009/Portuguese_Declaration.html. Acesso em 20 de julho de 2018.

UNIDO. United Nations Industrial Development Organization. **Global Green Growth: Clean Energy Industrial Investments and Expanding Job Opportunities**, Vol. I, 2015.

YAÑEZ, C. S. Propuesta para implementar un sistema de gestión del conocimiento que apoye el diseño de un curso online. **Revista Chilena de Ingeniería**, vol. 21 N° 3, 2013, pp. 457-471.

CAPÍTULO V

MULHERES NA ENGENHARIA: DESAFIOS E POSSIBILIDADES

Raquel Quirino

Bruna de Oliveira Gonçalves

Mislene Aparecida Gonçalves Rosa

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais- CEFET-MG

Adriana Maria Tonini

Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP

Maria Rosa Lombardi

Fundação Carlos Chagas- FCC- DPE/SP

Lindamir Salete Casagrande

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Kristiane Mattar Accetti Holanda

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico –
CNPq

Ângela Maria Freire de Lima e Souza

Claudio Henrique Costa Cerqueira

Felipe Guilherme Melo

Márcio André Fernandes Martins

Rosana Almeida Nascimento

Universidade Federal da Bahia – UFBA

Christiane Roberta Fernandes Guarnier

Fabício Lopes e Silva

Gabrielle Silva de Andrade

Júlio César Valente Ferreira

Rafaelli de Carvalho Coutinho

Tayana Moreira Dias

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca –
CEFET- RJ

Fernanda Tomé
Joici Rizzo
Júlia Giacomet
Marcele Toldo Dariva
Valquíria Villas-Boas
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Bárbara Xavier de Melo do Nascimento
Dianne Magalhães Viana
Luana Mila de Souza Matos
Josiane Aguiar de Souza
Universidade Federal de Brasília – UNB

Lucio Garcia Veraldo Junior
Mariana Ferreira Benessiuti Motta
Regina Elaine Santos Cabette
Centro Universitário Salesiano de São Paulo – UNISAL

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	195
2. MULHERES NA ENGENHARIA: REPRESENTAÇÃO DAS BOLSISTAS DE PRODUTIVIDADE EM PESQUISA (PQ) DO CNPQ	198
3. O “BAIXO INTERESSE” DAS MULHERES PELAS ENGENHARIAS	202
4. VIOLÊNCIA SIMBÓLICA DE GÊNERO NA ENGENHARIA	204
5. AÇÕES EXITOSAS EM BUSCA DA IGUALDADE DE GÊNEROS NA ENGENHARIA	207
5.1 O Grupo de Estudos de Gênero da Escola da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – PoliGen	208
5.2 O Projeto “Encorajando Meninas em Ciência e Tecnologia - EMC&T” da Universidade Caxias do Sul	212
5.3 O Projeto “Meninas na Robótica”, Campus Nova Iguaçu do CEFET/RJ	214
CONSIDERAÇÕES FINAIS	217
REFERÊNCIAS	218

MULHERES NA ENGENHARIA: DESAFIOS E POSSIBILIDADES

1. INTRODUÇÃO

Não é raro o entendimento do senso comum de que as diferenças biológicas ainda são representativas para direcionar as carreiras que homens e mulheres devem seguir. Diversas pesquisas (Quirino, 2011; Lombardi, 2005 e 2013; Hirata e Kergoat, 2007; Carvalho e Casagrande, 2011, dentre outras), discutem questões relacionadas à divisão sexual do trabalho e às relações de gênero nos espaços educacionais e no mundo do trabalho, com destaque para a participação da mulher nos espaços públicos, sua crescente escolarização e a sua conquista gradual por áreas de atuação pouco usuais ao público feminino em décadas passadas, particularmente, as engenharias.

Melo, Lastres e Marques (2004), ao traçarem um quadro da inserção das mulheres no sistema científico, tecnológico e de inovação no Brasil, evidenciam que, não obstante o aumento expressivo de mulheres com nível universitário e um crescente número de mulheres profissionais engajadas em atividades científicas, a participação feminina na produção e transmissão do conhecimento relacionado ao campo da tecnologia e da inovação ainda está aquém da presença feminina nas universidades. Haja vista o reduzido número de mulheres bolsistas nas áreas de C&T.

Por razões históricas, a presença feminina é menor em áreas tradicionalmente ocupadas por homens, especialmente nos setores das engenharias e na pesquisa tecnológica aplicada.

As mulheres brasileiras se destacam no campo das ciências sociais e humanidades em geral, e têm uma participação igualitária ou levemente maior na química, biotecnologia e ciências da saúde. Já nas ciências exatas e nas chamadas “ciências duras”, principalmente nas subáreas da engenharia a participação feminina ainda é baixa, constatando que as áreas tecnológicas das engenharias e das ciências exatas ainda continuam sendo um reduto masculino (INEP, 2017).

Estudos como os de Hirata (2002), afirmam que tal desigualdade permanece porque a tecnologia ainda é conjugada no masculino. O que ocorre é uma desigual divisão sexual do trabalho nas áreas tecnológicas, designando às mulheres funções mais repetitivas e empobrecidas tecnologicamente, o que dificulta a sua ascensão profissional nessas áreas.

Lombardi (2006) analisando o campo de trabalho da Engenharia, esclarece que:

[...] considerando o princípio preconizado nesse enfoque conceitual como fio condutor da análise, entendeu-se, assim, que as relações sociais de sexo que perpassam a área profissional da engenharia, repousam, em primeiro lugar, sobre uma relação hierarquizada entre homens e mulheres, tratando-se de uma relação de dominação e de poder do grupo de engenheiros do sexo masculino sobre o grupo de engenheiras (LOMBARDI, 2006, p. 110).

Ao levantar hipóteses para explicar a pequena presença das mulheres na Engenharia, Lombardi e Gonzalez (2016) argumenta que existem algumas limitações impostas pela profissão, sua origem militar, as condições adversas de algumas especialidades, o comando de equipes masculinas e a ideia da incompatibilidade entre engenharia e uma dada concepção de feminino, contrária às matemáticas, à racionalidade, à objetividade, à não predisposição à competição - características atribuídas à engenharia e ao masculino.

Carrilho e Yannoulas (2011, p. 38) esclarecem que no interior do campo das engenharias há também subdivisões, sendo, as engenharias “duras”, praticamente um monopólio masculino, uma vez que “quanto maior a detenção de tecnologia, menor é a presença feminina”. Destarte, Lombardi (2006, p. 129) aponta para uma “nova divisão sexual do trabalho internamente às especialidades da Engenharia”, entendida como o “restabelecimento da ordem de gênero no interior desse campo profissional a cada nicho novo de trabalho que se abre”.

As mulheres engenheiras encontram mais limitações no exercício de áreas mais voltadas à produção industrial tradicional, como a mecânica e a metalurgia, e menor resistência em áreas menos tradicionais, como a engenharia de alimentos e a sanitária. Além dessa barreira, muitas profissionais são alocadas em funções que exigem habilidades relacionais, afastando-se dos trabalhos de cunho técnico mais denso e que, na área, possuem maior prestígio (LOMBARDI, 2006).

Lombardi (2013) discorre também sobre os indícios de segregação horizontal: a inserção feminina preferencial em determinadas especialidades, o exercício profissional mais concentrado em atividades de projetos, nos laboratórios, no ensino; e a segregação vertical - a conhecida dificuldade de ascender em postos de direção e/ou chefia de equipes masculinas, em indústrias e canteiros de obra.

Para se compreender melhor a disparidade de gênero nas áreas tecnológicas, sobretudo nas engenharias, é oportuno investigar os desafios que as mulheres vivenciam e suas possibilidades e perspectivas de inserção e atuação no mercado de trabalho como engenheira. Assim, busca-se neste texto discutir os estereótipos e marcadores de gênero e o sexismo presentes na formação profissional e nas relações de trabalho na área da engenharia, dentre outros aspectos, bem como iniciativas de diversas instituições no sentido de atrair meninas e reduzir as desigualdades de gênero nessa área.

Em relação à inserção das mulheres nas áreas tecnológicas, para Olinto (2011), no Brasil, entre as profissões menos procuradas pelas mulheres estão aquelas das áreas da engenharia. Segundo Lombardi (2016), elas ocupam apenas 18% dos empregos formais nessa área, ao passo que nas áreas de saúde, tais como odontologia, 51% dos cargos são ocupados por mulheres. Embora se evidencie o aumento dessa proporção, quando comparada aos dados de 2004 (14%) e 2009 (15,8%), o ingresso das mulheres na engenharia ainda não é um processo consolidado. Apesar do aumento da participação feminina cursando universidades e de sua crescente inserção no mercado de trabalho formal, comparada às outras áreas, sua participação nas engenharias continua tímida.

Tabak (2015) alega que a influência de estereótipos sexuais ainda se manifesta nas escolhas profissionais, definindo carreiras como sendo “femininas” ou “masculinas”. A essa ideia está associada a visão de que é muito difícil, ou mesmo impossível, fazer carreira em áreas tecnológicas e ao mesmo tempo constituir família. Isso se dá pela atribuição da responsabilidade exclusiva dos cuidados com a casa e os filhos à mulher/mãe e a associação de que a engenharia é reduto masculino.

Carvalho e Casagrande (2011) sobre a presença escassa de mulheres nas engenharias, afirmam que:

[...] a área tecnológica é tida como um domínio masculino, especialmente após a revolução industrial e a consolidação do capitalismo, quando a tecnologia passa a ser o motor do aumento da produtividade e das inovações que estão diretamente relacionados à esfera pública, isto é, área considerada masculina (CARVALHO E CASAGRANDE, 2011, p. 30).

Para as mulheres que se dedicam a uma carreira no campo tecnológico há o enfrentamento de “problemas e dificuldades para exercer a profissão, como tem sido constatado nos estudos realizados em numerosos países, e que foram motivo de denúncias em encontros

que reúnem mulheres engenheiras” (TABAK, 2015, p. 183). Dentre essas barreiras, foram evidenciados:

[...] os preconceitos e a falta de apoio e de incentivos por parte da própria família e da sociedade, a falta de perspectiva no mercado de trabalho, a responsabilidade pelos filhos, a tensão na relação conjugal, o teto de cristal, o assédio moral e sexual. Entre as consequências que isso acarreta para as mulheres é fácil perceber a baixa autoestima e o excesso de autocrítica, o medo a ocupar cargos de visibilidade (TABAK, 2015, p. 97).

A superação das diferenças entre homens e mulheres na engenharia requer o incentivo a estudos que possam focalizar os diversos aspectos das relações de gênero e da divisão sexual do trabalho que se estabelecem desde a experiência escolar e que perpassam o mercado de trabalho, incluindo as posições ocupadas nas mais altas hierarquias profissionais. Assim, a maior participação feminina na engenharia pode implicar em transformações sociais e econômicas com um impacto favorável para a sociedade. O crescente interesse demonstrado pelos governos norte-americanos e europeus na criação de programas que incentivem o interesse feminino pelas carreiras nas áreas tecnológicas é um indicador do potencial econômico que este contingente feminino representa.

Um maior acesso feminino ao conhecimento científico e tecnológico é essencial para um melhor desempenho delas em diferentes níveis sociais e profissionais, haja vista o reduzido número de mulheres em cargos de decisão nas empresas, em instituições educacionais e de pesquisa e nos órgãos governamentais, o que dificulta a implementação de políticas públicas e medidas que estimulem uma maior participação feminina na engenharia.

2. MULHERES NA ENGENHARIA: REPRESENTAÇÃO DAS BOLSISTAS DE PRODUTIVIDADE EM PESQUISA (PQ) DO CNPq

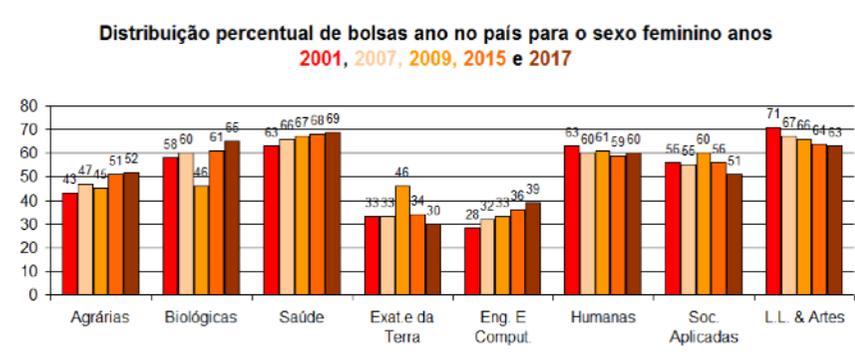
Conforme já discutido, no Brasil, os dados de graduandos por sexo demonstram que as mulheres, apesar de adentrarem mais do que os homens no ensino superior, predominam em cursos de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (MORAES e CRUZ, 2018). Em ciências biológicas e da saúde, existe uma igualdade com os homens, enquanto nas áreas tecnológicas, mais especificamente na engenharia, a supremacia é masculina. Essa desigualdade entre os gêneros muitas vezes tem uma explicação que considera uma adaptação natural dos

homens às ciências exatas, enquanto a área de humanas seria mais facilmente assumida pelas mulheres (LOMBARDI, 2005). Esse fenômeno da segregação existe desde as primeiras socializações das meninas que são preteridas na lida com equipamentos técnicos, tendo como consequência uma maior vivência dos meninos com o ferramental tecnológico (BAHIA e LAUDARES, 2013).

O CNPq, agência do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), tem como principais atribuições fomentar a pesquisa científica e tecnológica e incentivar a formação de pesquisadores brasileiros. Criado em 1951, desempenha papel primordial na formulação e condução das políticas de ciência, tecnologia e inovação. Sua atuação contribui para o desenvolvimento nacional e o reconhecimento das instituições de pesquisa e pesquisadores brasileiros pela comunidade científica internacional.

Considerando a Bolsa de Produtividade em Pesquisa (PQ) – concedida pelo CNPq a pesquisadores/as que se destacam entre seus pares, valorizando sua produção científica – vê-se que as pesquisadoras mulheres das áreas de Engenharias e Ciências Exatas e da Terra são minoria em comparação com as de outras áreas do conhecimento (Figura 1).

FIGURA 1 – Segregação horizontal: pesquisadoras PQ pelas grandes áreas do conhecimento



FONTE: CNPQ (2018)

Ainda é possível perceber a segregação horizontal no Programa MCTIC/CNPq Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs) que mobiliza e agrega, de forma articulada, os melhores grupos de pesquisa em áreas de fronteira da ciência e em áreas estratégicas para o desenvolvimento sustentável do país; impulsiona a pesquisa científica básica e fundamental competitiva internacionalmente; estimula o desenvolvimento de pesquisa científica e tecnológica de ponta associada a aplicações para promover a inovação e o espírito

empreendedor, em estreita articulação com empresas inovadoras. A Figura 2 mostra a segregação horizontal de coordenadoras nas diversas áreas, quando comparadas ao número de coordenadores do sexo masculino. Mais uma vez, verifica-se que é baixo o percentual de engenheiras em relação às demais áreas analisadas.

FIGURA 2 – Engenheiras coordenadoras de INCTs do CNPq

Participação Feminina na Coordenação dos INCT's (2014)				
Temas	Sexo do Coordenador			% Feminino
	Feminino	Masculino	Total	
Ciências Agrárias e Agronegócio	2	10	12	16,67
Energia	0	10	10	0,00
Engenharia e Tecnologia da Informação	1	12	13	7,69
Exatas	0	11	11	0,00
Humanas e Sociais Aplicadas	4	7	11	36,36
Ecologia e Meio Ambiente	6	15	21	28,57
Nanotecnologia	1	9	10	10,00
Saúde	4	33	37	10,81
Total	18	107	125	14,40

FONTE: CNPq (2018)

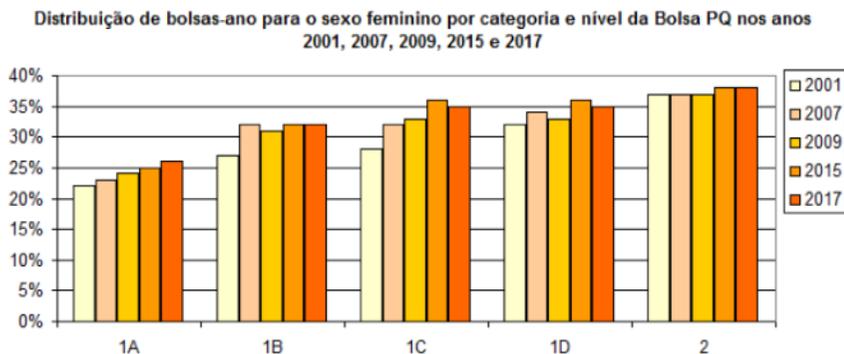
Da década de 1990 para a de 2000 foram abertos novos cursos de Engenharia por todo o país. De 16,5% de mulheres concluintes no período de 2001 a 2010, tal proporção passou para um patamar de 30% nos anos seguintes. Todavia, o diploma de engenheira não significa, necessariamente, a inserção no mercado de trabalho (MORAES e CRUZ, 2018).

O processo de democratização do ensino superior de uma forma geral possibilitou um maior ingresso das mulheres na engenharia, porém ainda distante de um número expressivo, tanto no ensino superior como no mercado de trabalho.

Dando continuidade à análise das bolsistas de produtividade em pesquisa do CNPq, considerando que as bolsas PQ possuem um nível hierárquico variando de 1A, 1B, 1C, 1D e 2, em ordem decrescente de

valorização, percebe-se que há uma segregação vertical entre as pesquisadoras do CNPq. Conforme a Figura 3, verifica-se que a maioria das pesquisadoras mulheres estão no nível 2, e a minoria no nível 1A.

FIGURA 3 – Segregação vertical: pesquisadoras PQ do CNPq



FONTE: CNPq (2018)

A fim de induzir o aumento de mulheres nas carreiras de Engenharas e área afins, ações do CNPq foram empreendidas para minimizar o impacto dos números de bolsistas apresentados. Em 2013, o CNPq lançou a Chamada MCTIC/CNPq/SPM-BR-Petrobrás 18/2013 – Meninas e jovens fazendo Ciências Exatas, Engenharias e Computação, com o montante disponível de R\$ 11 milhões de recursos, incluindo parceiros como Secretaria Nacional de Políticas para as Mulheres (SPM) e BR Petrobrás S.A, tendo apoiado 325 projetos.

A primeira ação lançada pelo CNPq nesse contexto foi a Chamada CNPq/VALE S.A. Nº 05/2012 – Forma-Engenharia, decorrente da parceria entre o CNPq e a VALE S.A. Essa Chamada teve por objetivo o apoio financeiro a projetos que visassem estimular a formação de engenheiros no Brasil, combatendo a evasão que ocorre principalmente nos primeiros anos dos cursos de engenharia e despertando o interesse vocacional dos alunos(as) de ensino médio pela profissão de engenheiro(a) e pela pesquisa científica e tecnológica, por meio de forte interação com escolas do ensino médio, tendo apoiado 502 propostas com um montante da ordem de R\$ 12 milhões.

Com ações do tipo das exemplificadas, o CNPq vem cumprindo sua missão de fomentar a Ciência, Tecnologia e Inovação e atuar na formulação de suas políticas, contribuindo para o avanço das fronteiras do conhecimento, o desenvolvimento sustentável e a soberania nacional. Espera-se que essas ações possam se transformar em uma política pública, de modo a melhorar os dados aqui apresentados,

porém, torna-se imprescindível problematizar e compreender as causas do baixo interesse e as diversas dificuldades das mulheres nas áreas de engenharia, bem como outras ações existentes para minimizar tal situação.

3. O “BAIXO INTERESSE” DAS MULHERES PELAS ENGENHARIAS

Os cursos e o mercado de trabalho para as áreas de Engenharia são dilemas a serem enfrentados pelas mulheres em quaisquer das modalidades ainda que este cenário esteja mudando na busca da igualdade de oportunidades junto ao público masculino, seja na gestão ou na parte técnica. Para Dobson (2012), a equidade é algo almejado em uma sociedade democrática que tem como base a justiça nos princípios de igualdade de oportunidades.

No Brasil, dados do INEP (2017) indicam que 28% dos concluintes nos cursos de engenharia são mulheres, no entanto, no exercício da profissão a presença masculina ainda é muito superior. Razões para tal disparidade representativa são encontradas desde os primeiros anos escolares, na convivência familiar e no contexto social e cultural.

Para diversificar os campos de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (do inglês, *Science, Technology, Engineering and Mathematics* - STEM) devem-se combater os estereótipos e preconceitos que permeiam a sociedade e refletir acerca das possíveis razões para o baixo interesse das mulheres por essas áreas desde os anos de formação iniciais.

Analisando e comparando os desempenhos de meninos e meninas nos primeiros anos escolares é possível notar que a disparidade de interesse e desempenho ocorre na fase entre o início e o fim da adolescência e agrava a diminuição da participação feminina nos anos subsequentes. No Brasil, o desempenho de meninas em matemática no 3º ano do ensino fundamental é superior ao dos meninos, porém esse resultado muda drasticamente ao se comparar a pontuação no 6º ano.

O relatório da UNESCO (2018) aponta que a desvantagem das meninas não é baseada na habilidade cognitiva, mas nos processos de socialização e aprendizagem nos quais elas são criadas e têm sua identidade formada, bem como suas crenças, seus comportamentos e suas escolhas. Ainda de acordo com o relatório, existem três âmbitos que influenciam fortemente as meninas a se afastarem das carreiras de STEM:

- Âmbitos familiar e de pares – crenças e expectativas dos pais, nível de instrução dos pais, seu status socioeconômico e outros fatores domésticos, assim como a influência dos pares.
- Âmbito escolar – fatores inerentes ao ambiente de aprendizagem, incluindo o perfil dos docentes, suas

experiências, crenças e expectativas, os currículos, os materiais e recursos de aprendizagem, as estratégias de ensino, as interações estudante-docente, as práticas avaliativas e o ambiente escolar em geral.

- Âmbito social – normas sociais e culturais relacionadas à igualdade de gênero e estereótipos de gênero na mídia.

O baixo número de mulheres em engenharia e tecnologia é observado também em outros países do Ocidente. Dados da primeira década do século mostram que as mulheres representavam apenas 11% da força de trabalho de engenharia nos EUA, 10,5% no Canadá e de 8,5% no Reino Unido. Em situação também abaixo de 15% encontravam-se Suíça, Áustria, Finlândia e Irlanda. Tal discrepância de gênero verificou-se menos acentuada em alguns países do leste europeu como, Bulgária, Croácia, Chipre, Letônia, Lituânia e Romênia com a proporção da força de trabalho de engenharia superior a 25%. Também a Austrália se mostrou desigual em relação ao gênero, com as mulheres ocupando menos de 10% dos quadros de engenharia (DOBSON, 2012).

Conforme divulgado no Engenharia Data – Sistema de Indicadores de Engenharia no Brasil, do Observatório de Inovação e Competitividade, vinculado ao Instituto de Estudos Avançados da USP (Universidade de São Paulo), ao fim de 2015, o Brasil contava com um total de 266.063 indivíduos nas ocupações de Engenharia, sendo que destes 50.160 eram do sexo feminino, o que representa 18,8% do total. Ocorreu um sensível aumento em termos absolutos das mulheres no mercado de trabalho, pois o percentual relativo ao total de engenheiros ocupados se manteve estável ao longo da década 2000-2010, em torno de 16% (IOC, 2011).

Considerando o desempenho de homens e mulheres concluintes dos cursos de engenharia no Brasil, a partir dos resultados do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE), verifica-se que não diferença estatisticamente significativa entre o desempenho desses estudantes, a ponto de sustentar o afamado estereótipo sexual nesta área do conhecimento. Os resultados mostram que apesar dos estudantes de engenharia do sexo masculino apresentarem um desempenho moderadamente superior, no ENADE 2011 e 2014, as suas notas não se diferenciam significativamente das notas das estudantes do sexo feminino.

Em outra pesquisa, realizada por Veraldo Júnior, Motta e Cabette (2018) com alunas dos cursos de engenharia no Centro Universitário Salesiano de São Paulo – UNISAL, na sua unidade de Lorena, há uma percepção delas quanto a desvalorização das mulheres no mercado de trabalho, com predominância ao favorecimento e reconhecimento do

sexo masculino. Independente disso, a grande maioria das entrevistadas (84%) estão satisfeitas com a área escolhida, o que mostra o potencial a ser conquistado pelo público feminino nas diversas áreas da engenharia.

Destarte, a questão sexo não deve ser considerada como um critério para avaliação de conhecimentos, competências e habilidades desses profissionais. Possivelmente a reduzida participação das mulheres no mercado de trabalho da engenharia pode ser explicada qualitativamente também pela violência simbólica de gênero que perpassa essas áreas.

4. VIOLÊNCIA SIMBÓLICA DE GÊNERO NA ENGENHARIA

A violência simbólica é “suave, insensível às suas próprias vítimas” [...] “doce e quase sempre insensível”. Na teoria, é possível perceber a objetividade da experiência subjetiva de relações de dominação, desfazendo o equívoco de se considerar que a violência simbólica minimiza o papel da violência física (BOURDIEU, 1995, p.7; 45; 47). “Nesta perspectiva, a violência não se resume a atos de agressão física, decorrendo igualmente, de uma normatização na cultura, da discriminação e submissão feminina”, uma vez que o avanço do processo de civilização, ocorrido entre os séculos XVI e XVII, corresponde a um recuo da violência bruta e um aumento de lutas simbólicas (SOIHET, 1997, p.4).

Bourdieu (1995) afirma que essa construção é resultante de um poder inscrito no corpo dos dominados sob formas de esquemas de percepção e de disposições (a admirar, respeitar, amar, etc.) que o tornam sensível a certas manifestações simbólicas de poder. Embora haja uma adesão à dominação, não se pode atribuir às mulheres a responsabilidade por sua própria opressão. Soihet (1997, p.4) também diz que a “violência simbólica supõe a adesão dos dominados às categorias que embasam sua dominação” e “a resignação, ingrediente importante da educação feminina, não significa senão a aceitação do sofrimento enquanto destino de mulher” (SAFFIOTI, 1987, p.35).

Para Soihet (1997), até nos dias atuais, a sensibilidade associada às mulheres é vista como uma preparação, uma antecipação ou uma forma menor do pensamento racional, sendo esse atribuído, dos homens. Assim, “o elogio da sensibilidade feminina, excluindo-a da racionalidade, revela essa modalidade de violência” (SOIHET, 1997, p. 10). Também se traduz como violência a destinação do homem à ordem pública e a mulher à ordem privada, evidenciando o substrato da violência simbólica quando se evidenciam as relações assimétricas entre os gêneros, sendo seu significado enraizado no simbólico, no mental, no doméstico (SOIHET, 1997).

A destinação de mulheres a algumas profissões mais adequadas ao gênero feminino e a áreas menos remuneradas compromete a total emancipação feminina e pode resultar em uma mulher dividida e culpada. No entanto, “dialeticamente, a prática daquelas atividades - professora, enfermeira, assistente social etc.- foi fundamental para a ampliação dos horizontes femininos”. E assim, “comprovando sua competência, mergulhando na compreensão da rede intrincada dos poderes e dos saberes, assumem cada vez mais a construção de sua própria história”. Soihet (1997, p. 20) discute que a sobrevivência da sociedade requer o nascimento e a socialização de novas gerações, entretanto, a instauração de estabelecimentos coletivos acessíveis - restaurantes, creches, lavanderias- possibilitariam às mulheres partilhar as tarefas que se cristalizaram como suas.

Bandeira e Batista (2002, p. 126), ao escreverem sobre o preconceito e discriminação como formas de violência, evidenciam que uma sociedade que admite o acesso de alguns a bens materiais ou a bens culturais está condenada a instauração da violência, seja ela nas formas materiais e simbólicas. Para as autoras, “o preconceito é a mola central e o reprodutor mais eficaz da discriminação e de exclusão, portanto da violência.”

Preconceitos e discriminação de gênero quando estudantes optam por cursos tradicionalmente masculinos, como mulheres na engenharia, são evidenciados no cotidiano e constatados em pesquisas. Entendendo preconceito e discriminação também como violência verifica-se que “a violência simbólica manifesta-se no meio universitário de diversas formas, em diferentes campos” (CASAGRANDE e SOUZA, 2016, p. 82).

Lombardi (2005, p. 127) afirma que, de um modo geral, o “processo de democratização da Educação Superior possibilitou uma importante progressão na entrada de mulheres nas escolas de engenharia”, mas, “os mecanismos de controle social destinados a garantir a masculinidade das engenharias de um modo geral e de determinadas especialidades, em particular, continuam em ação, como é o caso das brincadeiras e piadinhas.”

Também Casagrande e Souza (2016) ao estudar trajetórias dos/as estudantes no meio universitário, apontam obstáculos e desafios colocados para uns/umas e não para outros/as. Os depoimentos dos/as entrevistados/as demonstram que o meio acadêmico está permeado do que Bourdieu (1995) denominou de violência simbólica. Uma violência que se manifesta de forma sutil e que muitas vezes sequer é percebida como tal. Cabe destacar que a maioria dos/as participantes percebe as situações como violentas, mas reagem de modo diferente, dependendo da fonte. Quando a manifestação de preconceito parte dos/s colegas, a reação é imediata, porém, quando esta parte de um/a professor/a, há

limitações pelo temor de represálias. Cabe destacar que tal comportamento desses profissionais da educação é deplorável. Agir de forma preconceituosa dificulta e às vezes impossibilita a permanência de modo especial das mulheres nas engenharias. Nenhum/a estudante de licenciatura fez esse relato.

Os dados apontam ainda que tanto homens quanto mulheres percebem as barreiras que são impostas a quem ousa fugir do padrão socialmente construído para cada um dos sexos. Parece-nos importante destacar que as pessoas que decidiram participar desta pesquisa, as/os respondentes da entrevista virtual, se mostraram bastante politizados e empáticos em relação à temática, o que é um dado relevante, do ponto de vista da análise dos dados. Talvez um posicionamento machista ou pelo menos desinteressado nas questões de gênero tenha tido um efeito marcante, afastando uma parte dos/as estudantes alvo deste estudo.

Na percepção dos/as participantes a maternidade e a paternidade têm interferência na vida acadêmica e profissional de homens e mulheres, entretanto os impactos na vida das mulheres são mais intensos e duradouros. Os/as depoentes percebem essas dificuldades e as possibilidades de as enfrentar. O apoio familiar constitui uma opção para que as universitárias que engravidam possam se manter no curso, porém, fica evidente que essa trajetória se tornará mais demorada do que para o pai da criança.

Há mais semelhanças do que contrastes entre as trajetórias das mulheres no ambiente universitário das duas universidades pesquisadas. As categorias de raça e classe também foram consideradas no trabalho, porém, o estudo reforça o argumento de que o gênero é uma categoria fundante na determinação das assimetrias observadas em diferentes contextos sociais. Aspectos culturais que marcam os contextos das universidades e *campi* pesquisados demonstraram menor impacto no percorrer dos labirintos acadêmicos do que o gênero. As manifestações de preconceito e de discriminação não diferiram entre os *campi*, um situado em Curitiba-PR e o outro em Salvador-BA.

Nota-se que a trajetória de meninas/moças/mulheres se torna mais pesada do que a dos meninos/moços/homens. A elas são impostos obstáculos muitas vezes imperceptíveis, mas que dificultam a trajetória no meio acadêmico e a inserção posterior no mercado de trabalho. É o que Lima (2013) denomina de “labirinto de cristal”. A autora argumenta que, diferentemente do “teto de cristal” que se apresenta apenas no topo das carreiras, o labirinto acompanha as mulheres durante toda sua trajetória acadêmica e profissional. O preconceito sobre a capacidade feminina nas engenharias se apresenta como “paredes” desse labirinto, obrigando as mulheres a percorrer um caminho mais longo e com mais

barreiras para se aproximar do sucesso. As meninas/moças/mulheres passam sua vida acadêmica percorrendo labirintos e buscando saídas para situações que lhes são impostas de forma desnecessária e injusta.

Para diversificar os campos de ciência, tecnologia, engenharia e matemática deve-se combater os estereótipos e preconceitos que permeiam a sociedade. Incentivar mais meninas e mulheres a entrar nestas áreas vitais para o desenvolvimento do país requerem atenção especial ao ambiente em salas de aula e locais de trabalho e em toda a nossa cultura (DOBSON, 2012). Nesta perspectiva, tanto as escolas de engenharia devem atrair as jovens estudantes quanto os gestores do setor devem estabelecer políticas de incentivo para que as meninas não sacrifiquem uma carreira pela questão de gênero.

Evidencia-se, ainda, a necessidade de ações que diminuam a incidência de violência simbólica no meio universitário, envolvendo toda a comunidade universitária, uma vez que o preconceito e a discriminação partem tanto do corpo docente como do discente.

5. AÇÕES EXITOSAS EM BUSCA DA IGUALDADE DE GÊNEROS NA ENGENHARIA

Se a evolução das estatísticas de ensino e de emprego sobre a presença feminina nas engenharias nas últimas décadas não entusiasma, os movimentos de mobilização de engenheiras e estudantes de engenharia demonstram vitalidade e dinamismo, embora sejam pouco visíveis.

Desconhecida ou pouco visível, a mobilização feminina se inicia em pequena escala, no âmbito do cotidiano e das micros relações sociais, mas carrega grande potencial de transformação. Costuma se iniciar pela iniciativa de algumas mulheres que, de alguma maneira se sentem sós e desconfortáveis nas escolas, empresas e instituições, sindicatos, ainda hoje, ambientes masculinos, machistas e sexistas. Essas experiências não existem há quinze anos, elas vêm inserindo dinamismo no campo profissional e são promotoras de mudança social e por isso, inovadoras. Desenham um contraponto ao cenário quase estático mostrado pelas estatísticas.

Intervenções necessitam ser realizadas de forma mais contundente para aumentar o interesse e envolvimento de meninas em STEM e perpassam pelos quatro âmbitos apontados pela UNESCO (2018):

- Individual - construir habilidades específicas e motivar as meninas para essas áreas;
- Familiar e de pares – esclarecendo falsas concepções de gênero; difundir conhecimentos acerca da carreira e dos profissionais de STEM; indicar os percursos para o ingresso nessas áreas;

- Escolar – atuar junto aos docentes no sentido de tratar percepções equivocadas; capacitar para a implementação de currículos e avaliações neutras quanto ao gênero;
- Social – atuar para que normas sociais e culturais respeitem a equidade de gênero e promover políticas e legislação nesse sentido; combater estereótipos de gênero nos meios de comunicação.

5.1 O Grupo de Estudos de Gênero da Escola da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - PoliGen

Uma experiência exitosa de mobilização feminina, no âmbito da formação em nível de graduação em engenharia, é o Grupo de Estudos de Gênero da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - PoliGen.

Constituído em 2012, o PoliGen teve origem no PoliGNU - Grupo de estudos de software livre da Poli-USP⁸ que, em comemoração ao Dia Internacional da Mulher, propôs a realização do debate “As mulheres e o mundo digital”. O debate teve ampla receptividade no ambiente acadêmico e ensejou o interesse e a necessidade de aprofundar tais reflexões de maneira coletiva, estimulando a formação do PoliGen. Consolidado, o PoliGen existe há seis anos e tem uma composição mista, homens e – principalmente- mulheres entre estudantes da graduação, pós-graduação e professores/as da Escola Politécnica.

Além da criação de um site⁹ e de um grupo no Facebook¹⁰, o grupo organiza-se a partir de uma lista de discussão interna de e-mails.

Durante alguns anos constituíram um grupo de estudos de gênero baseado em leitura e discussão de textos. Entre suas principais atividades está a organização mensal de debates e palestras com convidados para discutir temáticas ligadas às relações de gênero no ambiente acadêmico e nas engenharias (os Papos PoliGen).

Participam de um grande número de palestras, encontros e debates sobre questões feministas e/ou sobre as mulheres nas tecnologias e na engenharia. Por manterem inicialmente forte integração com o PoliGNU, as temáticas relacionadas à área da

⁸ “O PoliGNU existe desde 2009; é formado por estudantes de diversos cursos da Escola Politécnica e de outros cursos da USP; se dedicam ao desenvolvimento e à divulgação de tecnologia, software e cultura livres, especialmente relacionados à engenharia”. Consulte: <http://polignu.org/>

⁹ <http://poligen.polignu.org/>

¹⁰ <https://www.facebook.com/groups/poligen/>

computação e software livre destacaram-se entre os interesses do grupo nos primeiros anos, o que também levou à participação de seus integrantes em atividades fora do ambiente acadêmico, tais como a Campus Party¹¹ e a RodAda Hacker¹². No contexto da universidade, o grupo tem sido convidado com frequência para participar de atividades em diferentes unidades da USP, além de se articular com outros coletivos da USP¹³.

Alguns exemplos de atividades externas e internas ao campus e à Poli: convite para participar da 1ª Semana de Ciência, Tecnologia, Inovação e Desenvolvimento, realizada na capital paulista e na Câmara Municipal e da Semana da Diversidade, organizada pelo Centro Acadêmico da Faculdade de Economia e Administração da USP (ambas em outubro de 2014); Convite da FEBRACE- Feira brasileira de ciência e engenharia¹⁴ para entrega de prêmios aos participantes que se destacaram (fevereiro, 2016); Convite do Grêmio Politécnico para realização de palestra/roda de conversa, sobre as questões de gênero na USP nos “Eventos Politizados”(fevereiro, 2016).

No contexto da Escola Politécnica, o PoliGen costuma realizar intervenções durante a recepção de calouros e debater criticamente as atividades do IntegraPoli¹⁵, como comprovamos nos dois anos de acompanhamento, uma conquista obtida em fins de 2014. Nessa ocasião, em uma audiência com a diretoria, foram-lhe concedidos 10 minutos na Semana de Recepção, com a possibilidade de distribuição, como documento oficial, de informações sobre o que fazer nos casos de

11 Vide: brasil.campus-party.org/

12 Vide: rodadahacker.org

13 Por exemplo, a Frente Feminista da USP e o USP Diversidade.

14 A FEBRACE é um programa nacional de estímulo à cultura científica, à inovação e ao empreendedorismo na educação básica (fundamental e média) e tem como principal objetivo estimular novas vocações em Ciências e Engenharia através do desenvolvimento de projetos criativos e inovadores. É promovida por meio do Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI) da Escola Politécnica da USP.

15 O IntegraPoli é uma atividade de integração organizada pelo Grêmio Politécnico em que ocorre uma tradicional gincana que tem sido palco de machismo e violência contra os/as calouros/as. A 32ª. Edição, de março de 2013, em que um dos itens da gincana, por exemplo, era “*ejacular em um desconhecido ou jogar elásticos em uma caloura de biquíni*” (Jornal do Campus, março 2013), provocou fortes reações contrárias, tendo sido retirada da pauta por exigência da diretoria da Poli.

machismo na Universidade. O PoliGen tem uma ação contínua de combate institucional ao machismo na escola e no campus, que é uma das principais linhas de ação do grupo. Para tanto, de um lado faz denúncias formais exigindo o posicionamento da diretoria a respeito de atividades propostas na lista do IntegraPoli que incitam a violência contra as alunas ingressantes; de outro, promove ações, para conscientizar as calouras da Escola Politécnica sobre os reais significados das 'brincadeiras' do trote. Em reconhecimento de sua atuação, O PoliGen foi convidado pela ONU Mulheres para participar de campanha nacional com foco nos trotes universitários (janeiro de 2015).

Outra atividade regular do PoliGen é a participação na FEBRACE-Feira brasileira de ciência e engenharia, realizada anualmente na POLI, destinada à apresentação de trabalhos de estudantes de nível médio e técnico. Na FEBRACE 13 (março de 2015), o PoliGen instituiu dois prêmios para incentivar o interesse das meninas pelas ciências exatas, tecnologia e engenharia: o Prêmio "Anna Frida Hoffman¹⁶" e o Prêmio "Marília Chaves Peixoto¹⁷". Inicialmente havia a ideia de premiar as alunas que apresentaram trabalhos na feira, o que se concretizou através de entrevistas com algumas delas, perguntando sobre as razões de terem escolhido as profissões técnicas e temas correlatos. As entrevistas compuseram um vídeo que foi postado no Facebook do grupo.

O PoliGen é, dessa forma, um grupo ativo e reconhecido tanto na Escola Politécnica, como na USP e fora dela. Internamente à Escola Politécnica, é reconhecido a ponto de "no momento em que se processa uma discussão interna sobre estrutura de poder e governança, visando a alteração do Estatuto da USP, por exemplo, a Diretoria da Poli consultou o PoliGen" (LOMBARDI E GONZALEZ, 2016, p.175).

O PoliGen constitui-se como um grupo informal, de adesão espontânea, em que as decisões são tomadas por consenso coletivo aproximando-se da autogestão, característica que garante a participação democrática dos membros e a agilidade na ação. A informalidade do grupo e a rotatividade dos seus membros, contudo, contribui para a incerteza, tanto da sua própria continuidade, como das

16 O Prêmio "Anna Frida Hoffman" foi atribuído para dois projetos na área de engenharia, um individual e outro em grupo. O nome do prêmio é homenagem à primeira mulher a se graduar na Escola Politécnica de São Paulo como engenheira química na turma de 1928;

17 Foi atribuído para dois projetos na área de exatas, um individual e outro em grupo. O nome do prêmio é homenagem à primeira mulher a ingressar na Academia Brasileira de Ciências no ano de 1951, devido a grande repercussão internacional de seus trabalhos em conjunto com o marido sobre funções convexas.

suas linhas de ação. A partir de 2014, à medida que novas gerações de estudantes se integraram ao grupo e a antiga coordenadora foi se afastando, os debates originais sobre questões de gênero na computação, nas exatas e nas engenharias têm ficado em segundo plano, em favor da discussão de pautas feministas como a violência contra as mulheres, sexualidade e diversidade de orientação sexual.

Essa inflexão nos propósitos originais não desqualifica essa experiência, ao contrário, mostra sua permeabilidade à diversidade de opiniões e orientações, caracterizando-o como um grupo vivo e dinâmico em que a temporalidade das relações sociais e os diferentes interesses - convergentes e contraditórios- continuam representados, em interação, conflito e transformação, em ressonância com o que acontece com a sociedade brasileira. A outra face dessa inflexão nos rumos do PoliGen pode levar ao distanciamento definitivo dos objetivos originais e da perda da relevância obtida nos primeiros anos junto às instâncias decisórias da Poli, por exemplo. O jogo está jogado e o futuro de curto e médio prazos do PoliGen ainda está em aberto.

Como um espaço para discussões e opiniões sobre as relações de gênero e os lugares das mulheres na sociedade e no âmbito universitário das engenharias, sobre a diversidade e sobre as pautas feministas de modo geral, o PoliGen tem proporcionado o contato de alunas e alunos, professores e dirigentes com tais temáticas, promovendo conscientização, contribuindo para problematizações e visões críticas com relação à organização social, à Escola Politécnica e às experiências individuais.

Nos últimos seis anos, tempo de existência do PoliGen, a discussão nacional sobre diversidade na sociedade, sobre relações de gênero na família, no trabalho, nas escolas se disseminou e o protagonismo feminino nas mais diversas áreas tem ficado mais evidente. Se, de um lado, aquela discussão tem gerado conflitos e polarização das opiniões, de outro, trouxe à tona questões que eram invisíveis. Em sinergia com esse movimento mais amplo, a atuação do PoliGen tem contribuído para mudanças nas relações sociais de gênero, como a melhor convivência e o maior respeito entre os dois sexos, quando comparado ao passado não muito distante.

Nesse sentido, a luta das/os estudantes do PoliGen pelos direitos e demandas das mulheres em geral e das engenheiras, em particular, introduziu um elemento inovador e perturbador, promovendo reações positivas ou negativas, nunca indiferentes. Esta experiência de mobilização feminina tem aportado dinamismo para o campo profissional das engenharias, partindo do microcosmos da Escola Politécnica da USP.

5.2 O Projeto “Encorajando Meninas em Ciência e Tecnologia - EMC&T” da Universidade Caxias do Sul

Para incentivar as mulheres a ingressar nas áreas de Ciências Exatas e Tecnologia, a Universidade de Caxias do Sul (UCS), a partir do Programa Engenheiro do Futuro (Villas-Boas, 2010; Villas-Boas e Martins, 2012; Tessari e Villas-Boas, 2013), criou em 2009, o Encorajando Meninas em Ciência e Tecnologia (EMC&T).

Este projeto teve início em 2009. As atividades ocorrem durante todo o ano, nas sextas-feiras à tarde, e têm o objetivo de incentivar e encantar meninas do Ensino Médio não só para as Engenharias, mas também para os cursos de Ciências Exatas e Tecnologias. Para participar do EMC&T, as meninas devem estar no segundo ano Ensino Médio das escolas públicas ou particulares de Caxias do Sul ou região.

A aprendizagem baseada em problemas nas atividades proporcionadas no EMC&T faz com que as meninas se tornem participantes ativas e críticas na construção de seu próprio conhecimento, enquanto os professores atuam como facilitadores da aprendizagem. Esse método faz com que as meninas usem sua percepção e lógica para trabalhar com as atividades desenvolvidas ao longo do ano, desenvolvendo também autonomia e a capacidade de aprender a aprender.

Baine (2009) trata das estratégias mais significativas para encantar meninas em Ciências Exatas, entre elas estão atividades mãos na massa, bate papos com mulheres importantes na pesquisa científica, atividades envolvendo o trabalho em grupo e a colaboração, atividades com aplicação no cotidiano e atividades baseadas em solução de problemas. Todas essas estratégias são desenvolvidas no EMC&T.

O projeto compreende diversas oficinas que são realizadas por professores da própria universidade. Eles planejam uma oficina em que as meninas devem se envolver com situações-problema do cotidiano para entender como os profissionais da área trabalham.

Durante o ano, são planejadas oficinas que contemplam todas as áreas das Ciências Exatas e de Tecnologia. Neste ano (2018), as oficinas são: Conhecendo o conhecido! Quem são e como são produzidos os materiais poliméricos?; Tecnologia da Informação; Sólidos geométricos; Ciência no Cinema; Robótica; Engenharia Química; Óptica; Energia & Meio Ambiente; Mãos na massa com a Engenharia Civil; Observação astronômica; Feminismo e Ciência; Astronomia; A preservação dos oceanos começa com pequenas atitudes, você pode fazer toda a diferença; Aerodesign; Uso de Lignocelulósicos para a produção de Etanol; Um passeio pela Química e Tratamento de águas, efluentes e geração de Biogás.

De 2009 a 2016, o EMC&T tinha em sua proposta oficinas com atividades mão na massa e oficinas de bate papo com estudantes e

profissionais de diversas áreas das Ciências Exatas e Tecnologia. Porém, ao longo das edições realizadas, verificou-se que as meninas tinham maior interesse pelas atividades mais práticas. Logo, nas últimas duas edições do projeto (2017 e 2018), as oficinas de bate papo foram retiradas do cronograma, dando espaço para aquelas mais dinâmicas.

O processo de seleção para as vagas do referido projeto é realizado através da divulgação de professores colaboradores das escolas do Ensino Médio e dos bolsistas e professores da Universidade de Caxias do Sul, por meio de ferramentas como a página no Facebook do programa Engenheiro do Futuro.

Para participar, as meninas devem escrever uma redação explicando o motivo pelo qual elas gostariam de integrar-se com o projeto. Muitas escrevem que adorariam participar para conhecer melhor estas áreas que são pouco exploradas nas escolas, além de ser uma ótima oportunidade de se inteirar com a universidade e a vida acadêmica. Outras explicam que já decidiram por não seguir as áreas das Exatas, mas que têm muita curiosidade sobre estas profissões. No entanto, a maioria das meninas relatam nas redações que ainda não sabem a profissão que querem seguir e gostariam de conhecer mais a fundo as áreas tecnológicas.

O projeto Encorajando Meninas em Ciência e Tecnologia, proporcionado pelo Programa Engenheiro do Futuro da Universidade de Caxias do Sul, vem obtendo ótimos resultados desde sua primeira edição, em 2009. Aproximadamente, 450 meninas já participaram das oficinas, onde destas, em torno de 47,3 % decidiram seguir nas áreas de Ciências Exatas e Tecnologia.

As oficinas demonstram com mais clareza as opções das diversas Engenharias que existem, não somente as tradicionais, como: engenharia mecânica, civil e química. Além disso, proporciona às estudantes um maior contato também com a Física, Química, Matemática, Biologia e Informática, sempre com o escopo de relacionar Ciência e Tecnologia com todas estas áreas.

Para ter-se um registro da evolução das meninas durante o projeto, são aplicados questionários, na primeira e na última oficina realizada durante o ano, para identificar as concepções prévias no ensino de ciências dessas estudantes, como por exemplo questões sobre a conceituação de Ciência. Observa-se uma evolução muito grande da percepção delas sobre este assunto ao decorrer da participação no projeto. Inicialmente, a maioria das meninas demonstram muita confusão ao explicar o que é ciência, sem conhecimento de fato sobre o assunto. Já no questionário aplicado no final do ano, na última oficina, elas conseguem explicar com mais propriedade o significado de Ciência, relacionando-a diretamente com Tecnologia, e de que os

progressos realizados em qualquer lugar do mundo ocorrem devido ao trabalho árduo de pesquisas relacionadas com Ciência e Tecnologia.

O EMC&T possibilita também que as meninas tenham contato com os laboratórios da Universidade. Além disso, pode-se observar que muitas, ao ingressar nos cursos das áreas de C&T da UCS, escolhem trabalhar como bolsistas de iniciação científica, como é o caso das bolsistas do Programa Engenheiro do Futuro.

É válido salientar também que muitas garotas que entraram no projeto por curiosidade, já com a decisão de seguirem em áreas de Humanas e Saúde, mudaram sua opinião e escolheram as áreas das Exatas. As principais justificativas são de que as oficinas do projeto demonstraram com clareza como essas áreas são importantes para a evolução da humanidade e de que com treino e estudo, a Matemática e a Física, que são as ferramentas dessas profissões, se tornam fáceis e tranquilas de trabalhar.

Este projeto vem colhendo resultados positivos desde 2009 e, atualmente, na sua 9ª edição, as oficinas e didática apresentadas estão sempre em constante evolução para garantirem uma aprendizagem significativa e despertarem o interesse das meninas para a área de C&T.

É notável que o projeto influencia mais meninas a escolherem as profissões que culturalmente são conhecidas como masculinas, além de inserir as garotas no meio científico, auxiliando assim no progresso para que um dia não haja tabus entre as escolhas das profissões.

5.3 O Projeto “Meninas na Robótica”, *Campus Nova Iguaçu do CEFET/RJ*

Como forma de suprir uma necessidade atual existente nos cursos de graduação, as atividades extracurriculares surgem de forma cada vez mais imponente no meio acadêmico. Capaz de proporcionar experiências e desenvolver competências para além do ambiente da sala de aula, por exemplo, no caso do campus Nova Iguaçu do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), essas atividades se personificam na forma de grupos de projetos, empresas juniores e equipes de competição, como a Bodetronic, voltada para a área de robótica e envolvendo os estudantes dos cursos de engenharia existentes no campus: Engenharia de Controle e Automação, Engenharia Mecânica e Engenharia de Produção.

A Bodetronic é a equipe formada por alunos das graduações em engenharia e dos cursos técnicos do campus Nova Iguaçu e tem como objetivo principal a aplicação da robótica em projetos que causem impacto na sociedade, seja um projeto de combate entre robôs entre equipes estudantis, um projeto de robótica educacional voltado para as escolas das redes municipais e estadual da região da Baixada

Fluminense ou projetos por demanda da comunidade ou movimentos sociais. Qualquer projeto realizado é planejado e organizado pelos estudantes, de modo que estes desenvolvam suas competências tecnológicas e organizacionais como, por exemplo, a captação de recursos e a capacitação dos membros da equipe. Este projeto tem suas atividades realizadas nas dependências do Núcleo de Pesquisa em Mecatrônica (NUPEM). O acesso à equipe ocorre através de processo seletivo realizado pelos membros da equipe, envolvendo dinâmicas de grupo e testes de aptidão.

Além de responsável não só pelas competições, mas também por buscar formas de contribuir com a sociedade de forma a agregar conhecimento ou melhoria da qualidade de vida, a BODETRONIC situa-se em um cenário de demandas diversas, considerando a realidade da localidade em que se insere, a Baixada Fluminense.

A Baixada Fluminense é a região do Estado do Rio de Janeiro integrada por 11 municípios: Belford Roxo, Duque de Caxias, Japeri, Magé, Mesquita, Nilópolis, Nova Iguaçu, Paracambi, Queimados, São João de Meriti e Seropédica. Estes municípios são considerados como cidades dormitórios. Apesar de possuírem diversas indústrias em seus territórios, o dinamismo econômico ainda não é suficiente para gerar postos de trabalho suficientes para atender toda a população economicamente ativa da região. Além disso, são municípios cujos baixos valores de Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) são incrementados pela carência em serviços de saúde, educação e saneamento, dentre outros (AZEVEDO, 2011).

Desta forma, com este cenário, o projeto Meninas na Robótica surgiu, através da Bodetronic, como uma das respostas a esta carência existente. O projeto visou atacar uma temática, que apesar de forma genérica estar em foco na sociedade atualmente, ainda é muito esquecido quando o assunto é visto dentro das áreas de tecnologia. A atuação da mulher nestes campos somente mereceu um aporte específico do Governo Federal em 2005, com o primeiro programa de políticas científicas para a equidade de gênero no sistema científico e tecnológico.

Em setembro de 2016, as atividades se iniciaram. Foram realizados ao longo deste ano, eventos em seis escolas da rede estadual de ensino da Baixada Fluminense, com, no mínimo, duas palestras. As palestras foram divididas em dois turnos (manhã e tarde).

No ano de 2017, mais três escolas foram visitadas até o final do primeiro semestre. Além dessas atividades, apresentamos no próprio CEFET/RJ campus Nova Iguaçu durante a semana de extensão de 2016 e na recepção dos calouros de 2016/2, 2017/1 e 2017/2.

Nas escolas visitadas, lidamos com pessoas do primeiro ao terceiro ano do ensino médio e buscamos trabalhar o questionamento

sobre a ideia de trajetória acadêmica-profissional. Além disso, abordamos o tema da engenharia, buscando debater as questões que permeiam os mitos sobre os cursos de engenharia.

Buscou-se também desconstruir o estereótipo que especifica a engenharia como uma área masculina, onde só os homens são capazes de atuar. Isto foi promovido ao se mostrarem exemplos de mulheres que persistiram no sonho de ser engenheira, em atuar nessa área totalmente machista, de forma a mostrar que elas eram capazes de fazer algo que contribuísse para o mundo de uma forma geral; lançar luzes em mulheres que foram capazes de conquistar seu espaço no mercado competitivo e altamente sexista, mulheres que fizeram algo que ninguém teve a coragem de fazer antes e mulheres que contribuíram para algum avanço tecnológico, fizeram parte do nosso conteúdo de palestras.

Para as palestras dos ingressantes do CEFET/RJ, o objetivo foi incentivá-los a se manterem no curso, mesmo com todas as dificuldades que eles poderiam vir a passar nos próximos períodos. Também se abordou o tema de mulher na área, mostrando as possíveis barreiras que elas poderiam encontrar durante o curso, incentivando-as a não desistir por isso e como lidar com isso.

O projeto Meninas na Robótica surgiu não apenas com o desejo de mostrar a essência da engenharia de forma a ser algo além de um curso de exatas, como uma forma de arte capaz de atuar mudando o presente em que vivemos, mas também na forma de um catalisador que ajuda a sociedade nesta evolução dos conceitos que permeiam o papel da mulher. Através de palestras essa nova forma de visão, cuja ideia é interagir com os alunos, principalmente meninas, tanto do ensino médio como da graduação, a ampliem seus horizontes e enxergarem de forma corajosa a entrada nessas áreas tecnológicas.

O desafio posto ao longo das palestras foi o fato dos meninos desejarem participar, demandando então abordagens que não fugissem do objetivo proposto, mas que, por outro lado, abrangesse o público.

O projeto Meninas na Robótica surgiu não apenas com o desejo de mostrar a essência da engenharia de forma a ser algo além de um curso de exatas, como uma forma de arte capaz de atuar mudando o presente em que vivemos, mas também na forma de um catalisador que ajuda a sociedade nesta evolução dos conceitos que permeiam o papel da mulher. Através destas palestras, buscou-se essa nova forma de visão, cuja ideia é interagir com os alunos, principalmente meninas, tanto do ensino médio como da graduação, ampliem seus horizontes e enxergarem de forma corajosa a entrada nessas áreas tecnológicas.

As palestras tiveram a ideia de romper os conceitos engessados existentes, mostrando o papel do engenheiro atual, principalmente no que diz respeito a mulheres na área de engenharia. Trocando

experiências, respondendo perguntas, demonstrando exemplos que muitas vezes influenciam cada aluno naquela sala, mas que passam despercebidos mesmo para pessoas que já estão na graduação, buscando então mostrar que muito do que se é visto por aí, não existe apenas em filmes, mas também não é mágica, é engenharia!

Como grande desafio, comum aos projetos de protagonismo estudantil, tem-se a questão da renovação dos componentes da BODETRONIC, a interrupção do projeto ocorreu pois, as proponentes assumiram outras responsabilidades na equipe, além do fato de estarem nos períodos finais de curso.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma realidade que vem sendo discutida há décadas entre feministas e estudiosas das relações de gênero na sociedade em geral, no mundo do trabalho e, mais recentemente, no campo da Ciência e Tecnologia é a persistência de hierarquias entre os gêneros no conhecimento, no trabalho, nas relações cotidianas, que aparecem, por exemplo, quando se estabelece socialmente que as profissões mais valorizadas social e financeiramente são destinadas predominantemente aos homens, ou quando as mulheres aumentam sua inserção em determinadas profissões e estas perdem seu status diante da sociedade, passando a ser menos valorizadas.

Várias razões têm sido aventadas para a ausência feminina nas engenharias, incluindo fatores culturais, crenças sociais, o ambiente de aprendizagem que tende a limitar o interesse feminino em STEM, crenças relacionadas às diferenças quanto às habilidades cognitivas e, principalmente, o preconceito limitando o progresso das mulheres nas áreas científicas e de engenharia.

Pelo exposto, apreende-se que apesar das diversas conquistas auferidas pelas mulheres no mundo do trabalho e acadêmico, inclusive em áreas pouco usuais de atuação feminina, como as engenharias, os princípios organizadores da divisão sexual permanecem inalterados.

Assim, são evidenciados pequenos deslocamentos e atitudes de enfrentamento e rompimento com padrões socialmente estabelecidos, mas, as mulheres ainda continuam a traçar caminhos profissionais marcadamente diferentes dos seguidos pelos homens e são menos valorizadas.

Ainda que transgridam o *status quo* e busquem caminhos profissionais em áreas e profissões consideradas redutos masculinos, as dificuldades de permanência e ascensão na carreira escolhida (incluindo a violência simbólica) evidenciam segregações, desvalorização do trabalho da mulher e a criação de guetos e engenharias mais feminizadas, bem como a alocação delas em funções precárias e desqualificadas, apesar de sua qualificação.

Ações, como as expostas nesse texto, a fim de aproximar as meninas das áreas de STEM objetivando e reduzir as desigualdades de gêneros nas áreas da engenharia devem ser realizadas por órgãos públicos, instituições educacionais, empresas, organizações não governamentais e pela sociedade civil em geral.

7 REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Aline Oliveira. **Análise do IDH do Estado do Rio de Janeiro**. Monografia (Curso de Ciências Econômicas) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Três Rios, 2011.

BAINE, C. **Engineers Make a Difference: Motivating Students to Pursue an Engineering Education**. Springfield: Engineering Education Service Center, 2009. 141 p.

BAHIA, Mônica Mansur; LAUDARES, João Bosco. A engenharia e a inserção feminina. Seminário Internacional Fazendo Gênero 10 (**Anais Eletrônicos**), Florianópolis, 2013.

BANDEIRA L, BATISTAS. Preconceito e discriminação como expressões de violência. **Revista Estudos Feministas**. (10) 1:119-41, 2002. Disponível em: < <http://www.jstor.org/stable/43596096>> .Acesso em: 12 dez. 2017.

BOURDIEU, Pierre. **A Dominação Masculina**. Tradução Maria Helena Kuhner. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

CARRILHO, Anabelle; YANNOULAS, Silvia Cristina. Construindo novos túneis: subterfúgios das engenheiras para deslocar as fronteiras da divisão sexual da ciência e da tecnologia. **INTERthesis**, Florianópolis, v. 8, nº2, jul/dez. 2011. Disponível em: < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/interthesis/article/view/1807-1384.2011v8n2p36>>. Acesso em: 21 ago. 2017.

CARVALHO, Marília Gomes de; CASAGRANDE, Lindamir Salete. Mulheres e ciência: desafios e conquistas. **INTERthesis**, Florianópolis, v.8, nº2, jul./dez. 2011. Disponível em: < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/interthesis/article/view/1807-1384.2011v8n2p20>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

CASAGRANDE, Lindamir Salete; SOUZA, Ângela Maria Freire de Lima e. Para além do gênero: mulheres e homens em engenharias e licenciaturas. **Estudos Feministas**, Florianópolis, v. 24, n. 3, p. 825-850, set. 2016. ISSN 1806-9584. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/ref/article/view/46752>>. Acesso em 29 mar. 2017.

DOBSON, I. R. It's a man's world: the academic staff gender disparity in engineering. In: **21st Century Australia Global Journal of Engineering Education**: Volume 14, Number 3, 2012.

HIRATA, Helena. **Nova Divisão Sexual do Trabalho?** Um olhar voltado para a empresa e a sociedade. São Paulo: Boitempo, 2002.

HIRATA, Helena; KERGOAT, Danièle. Novas configurações da divisão sexual do trabalho. **Cadernos de Pesquisa**, v. 37, n. 132, set./ dez. 2007. Disponível em: <http://scielo.br/pdf/cp/v37n132/a0537132>. Acesso em: 20 dez. 2016.

IBGE. **Estatística de Gênero**: uma análise dos resultados do censo demográfico 2010. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv88941.pdf>>. Acesso em: 5 de Dezembro de 2017. Acesso em: 12 dez. 2017

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO Teixeira – **INEP**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/>. Acesso em 18 mar. 2014.

IOC. Observatório de Inovação e Competitividade. Engenharia Data – **Sistema de Indicadores de Engenharia no Brasil**, Instituto de Estudos Avançados da USP (Universidade de São Paulo), 2015. Mimeo.

KERGOAT, Danièle. Divisão sexual do trabalho. In: HIRATA, Helena (org). **Dicionário crítico do feminismo**. São Paulo: UNESP, 2009.

LIMA, Betina Stefanello. O labirinto de cristal: as trajetórias das cientistas na física. **Estudos Feministas**, v.21, edição 3, dez/2013. Disponível em: <http://www.forquap.cefetmg.br/galerias/arquivos_download/Labirinto_de_cristal_mulheres_na_fisica.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2017.

LOMBARDI, Maria Rosa. **Perseverança e resistência**: a Engenharia como profissão feminina. 2005. 292 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação. Campinas, 2005. Disponível em: < <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000348602>>. Acesso em: 13 abr. 2017.

LOMBARDI, Maria Rosa. A engenharia brasileira contemporânea e a contribuição das mulheres nas mudanças recentes do campo profissional. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 2, n. 2, 2006.

LOMBARDI, Maria Rosa. Engenheira & gerente: desafios enfrentados por mulheres em posições de comando na área tecnológica. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v.2, nº3, 2006. Disponível em: <

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/viewFile/2485/1599>>. Acesso em 05 dez. 2017.

LOMBARDI, Maria Rosa. Engenheiras brasileiras: inserção e limites de gênero no campo profissional. **Cadernos de Pesquisa**, v.36, n.127, jan/abr, p.173-202, 2006.

LOMBARDI, Maria Rosa. Formação e docência em Engenharia na ótica do gênero: um balanço de estudos recentes e dos sentidos da feminização. In: YANNOULAS, Silvia. **Trabalhadoras-análise da Feminização das Profissões e Ocupações**. Brasília: Editorial Abaré, 2013, p. 111-136.

LOMBARDI, Maria Rosa; Gonzalez, D. de F. Engenharia e gênero. As mutações do último decênio no Brasil; in Paiva Abreu, A.R.; Hirata, H.; Lombardi, M.R. (orgs.) **Gênero e trabalho no Brasil e na França**. Perspectivas interseccionais. São Paulo, Ed. Boitempo, 2016; p. 171-180.

MELO, Hildete Pereira de. LASTRES, Helena Maria Martins. MARQUES, Teresa Cristina de Novaes. Gênero no sistema de ciência, tecnologia e inovação no Brasil. **Revista Gênero**. V. 4, N. 2 (2004). Disponível em <http://www.revistagenero.uff.br/index.php/revistagenero/article/view/247>. Acesso em 12 abril 2018.

MORAES, Adriana Zomer de; CRUZ; Tânia Mara. Estudantes de Engenharia: entre o empoderamento e o binarismo de gênero. **Cadernos de Pesquisa**, v.48, n.168, abr/jun, 2018. p.572-598.

OLINTO, Gilda. A inclusão das mulheres nas carreiras de ciência e tecnologia no Brasil. **Incl. Soc., Brasília**, v. 5, n. 1, jul./dez. 2011. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/inclusao/article/view/1667>>. Acesso em: 26 abr. 2017.

QUIRINO, Raquel. **Mineração também é lugar de mulher!** Desvendando a (nova!?) face da divisão sexual do trabalho na mineração. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação - Universidade Federal de Minas Gerais – FaE/UFMG, 201.

SAFFIOTI. Heleith. **O poder do macho**. Rio de Janeiro: Moderna, 1987, v.10.

SOIHET, Rachel. Violência simbólica: saberes masculinos e Representações femininas. **Revista Estudos Feministas**, v.5, n.1 (1997). Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/ref/article/view/12558>. Acesso em:12 dez. 2017.

TABAK, Fanny. Apesar dos avanços: obstáculos ainda persistem. *Cadernos de Gênero e Tecnologia*, Curitiba, nº33, jan./jun. 2015. Disponível em: < <https://periodicos.utfpr.edu.br/cgt/article/view/6164/3815>>. Acesso em 15 ago. 2017.

UNESCO. **Decifrar o código**: educação de meninas e mulheres em ciências, engenharia e matemática (STEM). Brasília, 2018.

VERALDO JUNIOR, Lucio Garcia. MOTTA, Mariana Ferreira Benessiuti. CABETTE, Regina Elaine Santos. Percepção de engenheiras recém-formadas quanto ao mercado de trabalho. **Anais...** XLVI congresso Brasileiro de Engenharia (COBENGE). Salvador, BA, 03 a 06 set. 2018. Anais.

VILLAS-BOAS, V. UCS-PROMOVE: The engineer of the future, **European Journal of Engineering Education**, v. 35, n. 3, p. 289-297, 2010.