

Organizadoras:

Adriana Maria Tonini

Tânia Regina Dias Silva Pereira

DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA:

Empreendedorismo,
Indústria 4.0,
Formação do Engenheiro,
Mulheres em STEM

Autores Coordenadores:

Elzo Alves Aranha

Jorge Cândido

Luiz Carlos de Campos

Renato Martins das Neves

Marcus Vinicius Melo de Lyra

Jadi Tosta Iglesias Ventin

Shirley Cristina Cabral Nascimento

Angelo Eduardo Battistini Marques

Neusa Maria Franco de Oliveira

Paloma Maria Silva Rocha Rizol

Alessandro Fernandes Moreira

Lucas Maia dos Santos

Sueli Liberatti Javaroni

Maria Teresa Zampieri



Este livro foi organizado a partir das
Sessões Dirigidas realizadas no
XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia –
COBENGE 2019 – Fortaleza - CE, 17 a 20 de setembro de
2019.

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.

Diretoria da ABENGE

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 2019

Jeferson Spiering Böes
Carlos Almir Monteiro de Holanda
Bruno Bertoncini
Tânia Regina Dias Silva Pereira
Telma Dias Silva dos Anjos
Áurea Silva de Holanda
Leonardo Tavares de Souza
Ana Paula Lima Barbosa
Antonio Paulo de Hollanda Cavalcante

Conselho Editorial da ABENGE

Armando José Pinheiro Marques Pires – Instituto Politécnico de Setúbal
Alessandro Fernandes Moreira - UFMG
Benedito Guimarães Aguiar Neto – UFCG
José Roberto Cardoso - USP
Carlos Almir Holanda – UFC
Cláudia Morgado – UFRJ
Cleuda Custodio Freire - UFAL
Dianne Magalhães Viana – UnB
Edson Pedro Ferlin - Centro Universitário Uninter
Fabio do Prado – FEI
Gustavo Alves – IPPISEP/Portugal
Humberto Abdalla Júnior – UnB
João Bosco Laudares – PUC-MG / CEFET-MG
José Aquiles Baesso Grimoni - USP
José Alberto dos Reis Parise – PUC-Rio
João Sergio Cordeiro – UFSCar
Valquíria Villas Boas Gomes Missell - UCS
Liane Ludwig Loder – UFRGS

Luiz Carlos Scavarda do Carmo – PUC-Rio
Luciano Andreatta da Costa - UERGS
Lueny Morell – HP/EUA
Mário Neto Borges – UFSJ
Luis Maurício Martins de Resende - UTFPR
Neusa Maria Franco de Oliveira - ITA
Nival Nunes de Almeida – EGN/UERJ
Paloma Maria Silva Rocha Rizol - UNESP
Roseli de Deus Lopes – USP
Walter Antonio Bazzo – UFSC
Wayne Brod Beskow - CNPq
Zacarias M. Chamberlain Pravia – UPF

© 2019 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: 70710-200

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: Empreendedorismo, Indústria 4.0, Formação do Engenheiro, Mulheres em STEM. / Adriana Maria Tonini e Tânia Regina Dias Silva Pereira – Organizadoras – Brasília: ABENGE, 2019

137p

C749 XLVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE 2019) – Fortaleza/CE, 17 a 20 de setembro de 2019 – ABENGE

ISBN



:

1 – Educação Empreendedora; 2 – Revolução Industrial; 3 – Formação do Engenheiro; 4 – Pensamento computacional e Robótica na Engenharia; 5 – Evasão nos cursos de Engenharia; 6 – Mulheres em STEM

CDU: 658.5

SUMÁRIO

Apresentação..... 08

Capítulo 01..... 09

EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA E AS NOVAS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS EM ENGENHARIA

Elzo Alves Aranha, Jorge Candido, Alexandre de Carvalho Castro, Cynara Silde Mesquita Veloso, Daniel Guilherme Gomes Sasaki, Elis Regina Duarte, Georgia de Souza Assumpção, Karla Silva, Leandro Pimenta Peres, Nair Stem, Rodrigo Baleeiro Silva, Rodrigo Cutri, Tanatiana Ferreira Guelbert, Vânia Ereni Lima Vieira.

Capítulo 02..... 29

A EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA NO CONTEXTO DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Luiz Carlos de Campos, Renato Martins das Neves, Alex Formento, Bárbara Cristina Oliveira de Campos, Cassiano Zeferino de Carvalho Neto, Dianne Magalhães Viana, Djonny Weinziert, Gabriel Elmôr Filho, Jose Silvério Edmundo Germano, Josiane do S.A.S.O. Campos, Julia Aleksandra Lenço, Luizildo Pitol Filho, Marcela Cristina de Oliveira Rey, Marco Antonio Carvalho Pereira, Maria Vitória Duarte Ferreira, Marina Pazeti, Nival Nunes de Almeida, Renan Otvin Klehm, Simone Leal Schwertl.

Capítulo 03..... 50

PAPEL DOS ESTUDANTES NO PROCESSO DE REPENSAR A APRENDIZAGEM DOS CURSOS DE ENGENHARIA NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

Marcus Vinicius Melo de Lyra, Jadi Tosta Iglesias Ventin, Alessandro Fernandes Moreira, Amanda Luisa Silva, Breno Gomes Lemos, Camila Ribeiro Damasceno Martins, Carla César Martins Cunha, Dayane Patricia Ferreira Menezes, Douglas Ribeiro Oliveira, Ingrid Andrade Reis, Laíne Silva, Magno Corrêa De Moraes Costa, Lázaro Fabrício de França Souza, Leandro Furlam Turi, Lucas Malacarne Astore, Marcello Simão, Marcos Vinícius Rodrigues Silva, Nancy Tiemi Isewaki, Paulo José Mello Menegáz, Rosane Bodart Soares, Taciano Amaral Sorrentino, Victor Santos Carvalho Carneiro.

Capítulo 04..... 63

A UTILIZAÇÃO DE NOVAS ESTRATÉGIAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS BÁSICAS: UMA FORMA DE COMBATE À EVASÃO NOS CURSOS DE ENGENHARIA

Shirley Cristina Cabral Nascimento, Angelo Eduardo Battistini Marques, Alberto Bastos do Canto Filho, Alessandra Macêdo de Souza Lopes, Alexandre Guimarães Rodrigues, André Mauro Santos de Espíndola, Fernanda Miotto, José Benício Cruz Costa, Karen Fiuza, Liane Ludwig Loder, Luciano Nascimento Moreira, Marcus Vinícius Araújo Damasceno, Marinez Cargnin-Stieler, Marlice Cruz Martelli, Matheus Poletto, Monica Scotti, Renato Martins das Neves, Rutyele Ribeiro Caldeira Moreira, Tânia Morelato, Tiago Cassol Severo, Valquíria Villas-Boas.

Capítulo 05.....	82
------------------	----

MULHERES EM STEM NAS ESCOLAS DE ENGENHARIA

Neusa Maria Franco de Oliveira, Paloma Maria Silva Rocha Rizol, Aida Araújo Ferreira, Andréa Cristina dos Santos, Angelina Gomes Santos, Bianca Kaori Takahashi, Carlos Maurício Sacchelli, Cristiane Aparecida Martins, Dianne Magalhães Viana, Eduardo José Alécio de Oliveira, Ellen Harumi Sakata, Erika Yamada Isobata, Fernanda Pavão Navarro, Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa, Josiane do Socorro Aguiar de Souza, Julia Rodrigues Batista, Juliana Melo Bezerra, Katia Cristina Tarouquella R. Brasil, Lara Kühn Teles, Larissa da Silva Lima, Leila Ribeiro, Lilian Berton, Luana Mila de Souza Matos, Maria Margareth da Silva, Mariana Foleto dos Santos, Milena Marinho Arruda, Raquel Caratti Piani, Sofia Suely Ferreira Brandão Rodrigues, Susie Cristine Keller, Tatiana Renata Garcia, Valéria Saldanha Motta, Vanessa Batista Schramm, Vânia Soares de Carvalho.

Capítulo 06.....	103
------------------	-----

A INTERAÇÃO ENTRE AS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR E O SETOR PRODUTIVO: DESAFIOS, POSSIBILIDADES E OPORTUNIDADES PARA A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO

Alessandro Fernandes Moreira, Lucas Maia dos Santos, Amanda Luisa Silva, Bruna Silva Barbosa Pereira, Camila Ribeiro Damasceno Martins, Denizard Batista de Freitas, Flávio Kieckow, Joaquim José da Cunha Junior, Juscelino Chaves Sales, Laíne Aparecida Silva, Magno Corrêa de Moraes Costa, Matheus Alvarenga Martins, Paulo Felipe Filardi Mendonça, Paulo Vítor Guerra, Simone Ramires.

Capítulo 07.....	119
------------------	-----

O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL E ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

Sueli Liberatti Javaroni, Maria Teresa Zampieri, Angelina Gomes Santos, Carlos Maurício Sacchelli, Cristian da Rocha Duarte, Daniel Tebaldi Santos, Edson Pedro Ferlin, Elis Regina Duarte, João Victor Fabri, Lilian Berton, Renato Bolsoni Barreto, Saulo Joel Oliveira Leite, Suiane Souza Montanari, Susie Cristine Keller, Tatiana Renata Garcia.

APRESENTAÇÃO DO LIVRO

Este é o décimo primeiro livro organizado a partir dos resultados dos trabalhos apresentados e discutidos em Sessões Dirigidas (SD's) 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 SD's realizadas durante o COBENGE 2019, ocorrido em Fortaleza/CE, de 17 a 20 de setembro de 2019.

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 SD's.

A Sessão Dirigida não se inicia nem termina no período de realização do congresso. Os coordenadores e relatores das SD's 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 SD's, 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 alinham pela temática relativa aos “DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: Empreendedorismo, Indústria 4.0, Formação do Engenheiro, Mulheres em STEM”, 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 SD's.

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 01

EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA E AS NOVAS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS EM ENGENHARIA

Elzo Alves Aranha

Universidade Federal de Itajubá -UNIFEI

Jorge Candido

Elis Regina Duarte

Karla Silva

Tanatiana Ferreira Guelbert

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Alexandre de Carvalho Castro

Daniel Guilherme Gomes Sasaki

Georgia de Souza Assumpção

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca -CEFET/RJ

Cynara Silde Mesquita Veloso

Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES

Leandro Pimenta Peres

Vânia Ereni Lima Vieira

Universidade Estadual de Montes Claros -UNIFIPIMOC

Nair Stem

Rodrigo Cutri

Instituto Mauá de Tecnologia - IMT

Rodrigo Baleeiro Silva

Faculdade de Ciência e Tecnologia de Montes Claros -FACIT

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	METODOLOGIAS ATIVAS CONFERINDO HABILIDADES EMPREENDEDORAS: RELATOS DE ESTUDOS DE CASO NA UTFPR	12
	2.1 Implantação do PBL: Relatos dos estudos de caso	13
	2.2 Considerações Preliminares	15
3	PROBLEMATIZANDO A EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA COM O USO DA METODOLOGIA ATIVA JIGSAW	15
	3.1 Considerações Preliminares	18
4	METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM BASEADAS EM PROJETO COM FOCO NAS TECNOLOGIAS DIGITAIS 4.0: ENSINO HÍBRIDO APLICADO NOS CURSOS DE ENGENHARIA	18
	4.1 Considerações Preliminares	20
5	DESENVOLVENDO O EMPREENDEDORISMO NO MODO DE PENSAR POR MEIO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA NUM CURSO DE ENGENHARIA	20
	5.1 Proposta Aplicada	21
	5.2 Considerações Preliminares	25
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
7	REFERÊNCIAS	27

EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA E AS NOVAS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS EM ENGENHARIA

1. INTRODUÇÃO

A educação empreendedora é a pedra angular dos programas de graduação em engenharia de países de economia impulsionada pela inovação. No contexto brasileiro, emergem novos ordenamentos educacionais visando induzir os projetos de cursos de graduação em engenharia à abrirem caminho para a formação de engenheiros inovadores. A aprovação pelo Conselho Nacional de Educação em 23/01/2019 das Novas Diretrizes Curriculares Nacionais para as Engenharias (DCNs) foi um marco de grandes mudanças e também um novo desafio para as Instituições de Ensino Superior (IES) que ofertam cursos de graduação em engenharia. Entre os principais avanços no novo texto das DCNs encontram-se o novo perfil e as novas competências do egresso em engenharia, ancoradas sobretudo na educação empreendedora.

O novo perfil do egresso em engenharia, desenhado nas novas DCNs, devem contemplar em sua formação, não somente competências técnicas, mas competências e habilidades empreendedoras como: criar, inovar, liderar, negociar, saber trabalhar em equipe, saber ouvir e argumentar, transferir conhecimento, desenhar novas estruturas inovadoras e empreendedoras, entre outras. As competências empreendedoras estão presentes em cursos de graduação em engenharia em nível internacional (BYERS, SEELIG, SHEPPARD e WEILERSTEIN, 2013). As competências e habilidades empreendedoras são exigências das empresas contemporâneas e da sociedade de economia impulsionada pela inovação por perfil de engenheiros que promova inovação incremental ou radical, que desenhe e implemente estruturas inovadoras e empreendedoras (GIBB, 2002).

Se de um lado, a educação empreendedora é um dos eixos mobilizadores e transformadores do novo perfil do egresso em engenharia e um dos marcos desafiadores estabelecidos nas novas DCNs, por um outro lado, promove a abertura de diversas lacunas, tensões e formulação de questões nas IES. Estas questões envolvem duas naturezas. A primeira é de natureza das indústrias contemporâneas e de inovação, como por exemplo, a ampliação da riqueza nacional. A segunda é de natureza ontológica, integração e alinhamento de métodos e técnicas que estão vinculadas ao ambiente de aprendizagem (FAYOLLE, LINÁN, 2014).

Entre as questões que emergem decorrentes da educação empreendedora como um dos eixos norteadores da formação do egresso estabelecidas nas novas DCNs destacam-se: O que é educação empreendedora? O propósito da educação empreendedora é levar ao aluno a abrir novas empresas e/ou fomentar competências empreendedoras para que o egresso possa atuar em qualquer ambiente de trabalho, seja em empresas existentes ou novas empresas, setores governamentais e organizações em geral? Quais são os aspectos essenciais que devem ser levados em consideração no planejamento para a inserção da educação empreendedora nos cursos de graduação? Como capacitar professores para a inserção da educação empreendedoras nas disciplinas dos cursos de graduação em engenharia? A educação empreendedora poderá contribuir para fomentar o desenvolvimento das atividades do pensamento da mais alta ordem no aluno (criação, análise e avaliação) e competências e habilidades empreendedoras (GIBB, 2002)? Que metodologias e ferramentas integradas (Design Thinking, Aprendizagem Ativa, Taxonomia de Bloom e Aprendizagem baseada em Valor) aliadas à educação empreendedora poderão ajudar professores e coordenadores na mudança do projeto pedagógico do curso em convergência com as novas DCNs (ARANHA; DOS SANTOS, GARCIA, 2017) Quais são as novas estruturas e espaços de aprendizagem que precisam ser redesenhados e implementados para fomentar as soft skills no egresso de engenharia?

Em um levantamento preliminar da produção acadêmica brasileira em engenharia no Brasil, particularmente da educação empreendedora no ensino de engenharia, sugere que

apesar de existirem artigos acadêmicos explorando algumas dessas questões apresentadas anteriormente, ainda é necessário verticalizar estas análises, procurando obter níveis de aprofundamento, subsidiadas por experiências internacionais. As questões apresentadas anteriormente, apesar de ainda continuarem sem respostas ou respostas superficiais, em nível de produção acadêmica, constituem um dos principais desafios para grande maioria das IES brasileiras que ofertam cursos de graduação em engenharia.

A constituição do novo Grupo de Trabalho de Educação Empreendedora em Engenharia da ABENGE em associação acadêmica e científica, predominantemente do campo de engenharia, é inovadora no Brasil. Primeiro, porque rompe com o silêncio existente nas associações acadêmicas e científicas brasileiras de engenharia, em aprofundar o debate e reflexão sobre impactos e contribuições da educação empreendedora para o ensino de engenharia. Segundo, porque cria uma arena permanente de embates, reflexões teórico-metodológicas e compartilhamento de melhores práticas que poderão subsidiar a abertura de novas avenidas e trilhas, na formação do novo perfil de egresso em engenharia, ancorada na educação empreendedora.

No COBENGE 2019, a criação um espaço específico denominado de sessão dirigida (SD), sob o título Educação Empreendedora e as Novas Diretrizes Curriculares em Engenharia, pretendeu disponibilizar um conjunto de orientações, ferramentas, metodologias, abordagens e estratégias que subsidiem às IES no processo de implantação da educação empreendedora nos cursos de graduação em engenharia. A SD foi guiada pela seguinte questão básica: Que ferramentas, metodologias, abordagens e estratégias pedagógicas são essenciais para facilitar a implantação da educação empreendedora nos cursos de graduação em engenharia, visando a convergência com o perfil e competências esperadas do egresso, estabelecidas nas novas DCNs em engenharia?

Neste capítulo são apresentadas quatro experiências exitosas implantadas nos cursos de graduação em engenharia que estabelecem a conexão entre Educação Empreendedora e Aprendizagem Ativa e contribuem para dar o ponta pé no debate apoiado na questão básica estabelecida para a SD. O primeiro relato trata-se da metodologia ativa como instrumento para o desenvolvimento de habilidades empreendedoras no curso de Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O segundo relato é a aplicação do Jigsaw, técnica de aprendizagem cooperativa para o desenvolvimento desenvolvida da educação empreendedora no curso de Engenharia de Produção do CEFET/RJ. A terceira reflexão é sobre aprendizagem baseada em projeto. O quarto e último relato visa destacar atividades desenvolvidas no laboratório de Física do curso de Engenharia do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia que fomentam a educação empreendedora.

2. METODOLOGIAS ATIVAS CONFERINDO HABILIDADES EMPREENDEDORAS: RELATOS DE ESTUDOS DE CASO NA UTFPR

Os séculos de formação dos profissionais das Engenharias desenvolveram-se dentro de evoluções significativas nos sistemas produtivos (nomeadamente as quatro Revoluções Industriais), bem como alterações significativas de padrões comportamentais (geração: Veteranos, Baby Boomers, X, Y, Z, Alfa).

Em consonância com as discussões provenientes do Fórum Econômico Mundial, visando enquadramento ao moderno cenário mundial e, as novas Diretrizes Curriculares Nacionais para as Engenharias (DCNs, 2019) o Brasil precisa de um ensino mais dinâmico e prático, voltado ao projeto de soluções aos problemas reais, destacando a necessidade de que engenheiros sejam empreendedores e alinhados às novas necessidades de mercado.

Abdelrazeq et al. (2016), considerando que a educação precisa se adaptar a novos métodos para acompanhar as mudanças da Revolução 4.0, definem o Professor 4.0 como o agente que domina as novas tecnologias e as implementam eficientemente no processo

ensino-aprendizagem, fazendo uso de modernas e diferentes técnicas e tecnologias pedagógicas no sistema educacional.

Nesta busca, a UTFPR realiza, desde 2017, diferentes ações internas (Fóruns, Capacitações, Rodas de Discussões, Apoio Financeiro à novas ideias, dentre outras.), objetivando instigar os docentes a modernização de suas práxis. Em conformidade com o disposto pelas novas DCNs para os cursos de engenharia, tem sido institucionalmente estimulada a Aprendizagem Baseada em Competências que consiste em contribuir com os alunos a demonstrarem o que sabem e são capazes de fazer, dentro do contexto de um conjunto de competências bem articuladas e mensuradas por meio de avaliações de alta qualidade.

Instigadas por esse novo e dinâmico ambiente de oportunidades didáticas, 3 professoras aplicaram a metodologia PBL em suas disciplinas: Legislação para Engenharia Química; Gestão de Pessoas para Engenharia Eletrônica e Civil e; Ciclos de Potência e Refrigeração para Engenharia de Alimentos. Metodologicamente trata-se aqui de pesquisa aplicada, que interferiu ativamente na vivência dos alunos, estimulando o desenvolvimento de competências empreendedoras.

Portanto, para o desenvolvimento deste estudo, a metodologia ativa de PBL foi implantada para investigar os resultados de sua aplicação, voltada para o desenvolvimento das competências empreendedoras, em três turmas de engenharia em diferentes campus da universidade.

2.1. Implantação do PBL: Relatos dos estudos de caso

O primeiro relato refere-se à aplicação da metodologia PBL, durante o ano de 2018 no curso de Engenharia Química da UTFPR, campus Ponta Grossa, na disciplina Legislação com 17 alunos. Os mesmos foram instigados a resolverem problemas de indústrias (reportados no Serviço de Atendimento ao Consumidor SAC).

Os alunos foram divididos em 4 grupos e recebiam o problema trazido através de uma ligação no SAC da indústria. A partir desta problemática, buscaram informações que os auxiliassem a desenvolver as possíveis soluções para cada problema apresentado.

Ao final da aula os grupos apresentavam o que causou o problema reportado e quais possíveis medidas para solucionar o mesmo, bem como, de que forma o erro poderia ser evitado futuramente.

Ao final todos responderam a um questionário sobre avaliação da metodologia aplicada. As respostas foram 100% positivas com relação a conseguirem entender melhor a disciplina aplicando os conhecimentos. Também foram questionados sobre outros conhecimentos além da disciplina que precisaram aplicar, os mesmos citaram muitas outras disciplinas do curso.

Com o uso da metodologia os alunos adquiriram conhecimentos específicos da disciplina que seria toda legislação, além de desenvolver novos conhecimentos multidisciplinares.

Todas as características da educação empreendedora foram contempladas considerando a formação integrada, interdisciplinar e pela ação. Centrada totalmente no aluno como solucionador do problema e o professor apenas facilitando o processo e instigando o perfil visionário e realizador. Bem como o elo entre o processo de aprendizagem e a solução de problemas do mundo real.

O segundo caso relata a implantação da metodologia PBL na disciplina Ciclos de Potência e Refrigeração, do curso de Engenharia de Alimentos, no campus da UTFPR de Campo Mourão. Esta disciplina é ministrada no final do curso e, tem por objetivo habilitar o aluno à resolução de problemas, com soluções sustentáveis aos processos termodinâmicos, com eficiência energética. Por envolver aplicações de Termodinâmica, é tida pelos alunos como complexa e enfadonha. Os alunos eram orientados a relacionarem fluxos energéticos existentes em um determinado processo, avaliarem impactos teoricamente possíveis e, finalmente, relacionarem oportunidades de eficiência energética. Mesmo definindo o sistema e todas as etapas necessárias, os projetos eram tratados com distanciamento pelos alunos.

No primeiro semestre de 2019, uma nova abordagem com PBL foi introduzida na disciplina, reconhecendo:

- 1) O desenvolvimento cognitivo (Taxonomia de Blomm revisada por Anderson e Krathwohl) posto em prática pela orientação dos alunos por aspectos específicos de cada fase, progressivamente construídas: lembrança, entendimento, análise, síntese e criação;
- 2) Os potenciais benefícios do PBL, bem como sua importância e efetividade para área de gestão de negócios priorizando, conforme orienta Frezatti et al. (2018), o desenvolvimento de competências e de trabalho em grupo, com o foco no conhecimento prático integrado;
- 3) As características, expectativas e estímulo das gerações Y, Z e Alfa, principalmente em relação às necessidades de desafios e de orientações claras sobre as perspectivas para aliar os conhecimentos recebidos aos possíveis ganhos financeiros, a partir de projetos ou serviços prestados.

Os grupos de alunos foram orientados a criarem um manual de treinamento em eficiência energética. O treinamento feito seria em “marketing”, para o mercado de trabalho, sendo imprescindível que evidenciassem os lucros pelas novas estratégias implementadas. Os grupos considerariam a negociação com o “cliente”: sugeriu-se propor ao potencial cliente o pagamento em forma de 10 a 30% do valor economizado em energia, após 1 a 12 meses de adoção das novas ações. A nota atribuída aos grupos de alunos, seria sempre mais alta se a apresentação fosse de um caso real, ou seja, com o(s) potencial(ais) cliente(s), empresas com os problemas reais identificados. A ação, se real, seria registrada na Diretoria de Relações Empresariais (DIREC) da UTFPR para emissão de declaração aos alunos.

O projeto foi encerrado ao final da primeira quinzena de julho, em função do término do período letivo. Entretanto, a contar pela empolgação, ideias adotadas, comprometimento e dúvidas apresentadas pelos grupos de alunos, foi possível comprovar a melhora significativa das habilidades e competências adquiridas por eles em suas ações.

O terceiro caso relata as experiências de implantação do PBL, também no campus da UTFPR de Campo Mourão, para 30 alunos dos cursos de Engenharia Civil e Engenharia Eletrônica matriculados na disciplina de Gestão de Pessoas. A metodologia, baseada na proposta estabelecida pelo modelo EDLE do estudo de Aranha et al. (2017), é dividida em doze etapas, sendo que nas quatro primeiras fases o trabalho desenvolvido pelos alunos é de caráter individual. Já, a partir da quinta fase iniciam as atividades em equipe.

Para iniciar a implantação da metodologia, a primeira etapa consiste em instigar cada aluno a pensar, individualmente, em ideias inovadoras para diferentes problemas existentes na sociedade e, que tivessem, alguma relação com área de formação. Para cada etapa a ser desenvolvida a docente reafirmou que o objetivo a ser alcançado é o desenvolvimento, nos alunos, dos elementos de mais alta ordem estabelecidos pela Taxonomia de Bloom, quais sejam analisar, avaliar e criar (KRATHWOHL, 2002).

Nas primeiras entregas, os alunos estruturaram três propostas individualmente, totalizando noventa sugestões. As ideias foram sendo apresentadas para os demais colegas, que deveriam sugerir melhorias para contribuir com a solução do proponente. Para a apresentação, cada aluno precisou encontrar informações relacionadas com a natureza da solução; descrição do problema e da solução com informações quantitativas para a caracterização; descrição do mercado e interessados na solução; definição dos competidores apresentando os principais diferenciais entre a solução proposta e a solução dos concorrentes, e preparar a apresentação de um protótipo para cada solução.

Findada estas etapas, foi utilizado a estratégia do roundup para validar as ideias com os pares. A escolha da melhor ideia teve sete rodadas de apresentação. Ao término desta aula, cada aluno escolheu a ideia mais votada para continuar desenvolvendo a proposta, a qual foi apresentada na aula seguinte. A partir desta apresentação, denominada de pitch, os alunos escolheram as seis melhores ideias, por meio de votação, dentre todas as apresentadas. Os autores selecionados precisaram contratar colaboradores (os demais alunos, cujas ideias não foram selecionadas) para montar uma equipe de trabalho, que tem por objetivo apresentar o

CANVAS referente a ideia escolhida. Todos os alunos deveriam ser contemplados nas equipes.

Ressalta-se que a aplicação está em processo, ou seja, ainda não foi finalizada com a turma. A metodologia encontra-se na sétima fase, destinada a apresentação do CANVAS, referente às seis melhores ideias, pelas equipes formadas na última rodada.

Entretanto, mesmo com a metodologia ainda não finalizada já é possível constatar, preliminarmente, por meio dos relatos dos discentes ao final de cada aula, a evolução em termos de habilidades como ampliar a percepção de mundo, visão, comunicação, persuasão, liderança, trabalho em equipe, autonomia, dentre outras.

2.2. Considerações Preliminares

As metodologias ativas de aprendizagem auxiliam na formação do novo engenheiro, pois foram desenvolvidas habilidades como criatividade, trabalho em equipe, colaboração, oratória, raciocínio lógico e especialmente o espírito empreendedor.

Em especial, o PBL proporciona ao discente a aproximação com os problemas do mundo real. Neste cenário, o docente tem a responsabilidade de estimulá-los a buscar soluções que tenham potencialidade para serem realizadas. As alternativas propostas podem extrapolar a sala de aula e, quando isso acontece, o docente incentiva a continuidade da ideia por meio de oportunidades como Hotel e Incubadora Tecnológica. Neste sentido a educação empreendedora em engenharia atinge seu principal objetivo, que é criar oportunidades para o desenvolvimento de inovação visando a solução de problemas do mundo real.

3. PROBLEMATIZANDO A EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA COM O USO DA METODOLOGIA ATIVA JIGSAW

O presente trabalho iniciou-se a partir da proposta de aplicação de uma metodologia ativa de aprendizagem em uma aula real (aula não simulada), como forma de avaliação da disciplina de curso de doutorado “Inovando a Sala de Aula com Tecnologias Digitais e Estratégias de Aprendizagem Centradas no Estudante”. Essa disciplina tem como proposta fomentar o uso de metodologias ativas de aprendizagem por docentes, que possibilitem o desenvolvimento em seus alunos das seis habilidades do século XXI para educação (6 C’s of 21st century skills: Collect of information, Communication, Collaboration, Creativity, Critical thinking and Character) (MILLER, 2015).

Para o desenvolvimento da aula recorreu-se a uma turma da disciplina de Psicologia e Sociologia do trabalho do curso presencial de graduação em Engenharia de Produção do CEFET/RJ, do primeiro semestre de 2019. Dentro da matriz curricular esta é uma disciplina do quinto período, mas por não apresentar pré-requisitos, os alunos matriculados estão em variados períodos do curso (principalmente a partir do segundo). A proposta da disciplina é, além de apresentar a evolução da Psicologia e Sociologia do Trabalho, trazer discussões que permitam uma reflexão crítica sobre o trabalho em equipe, a dinâmica de grupo, estruturação das relações entre equipes, os princípios de gerenciamento da motivação e da aprendizagem e o papel do engenheiro de produção no surgimento de uma nova cultura organizacional. A dinâmica das aulas distancia-se do método puramente expositivo, propondo atividades e análises de situações como, por exemplo, as organizações apresentadas, suas dinâmicas de trabalho e modelos de produção em episódios de conhecida série da provedora de filmes via streaming Netflix, Black Mirror. Dessa forma, trabalhar como uma metodologia ativa até então desconhecida dos alunos, não seria uma proposição distante da concepção geral da disciplina.

Dentre as várias metodologias ativas disponíveis, o Jigsaw foi escolhido em função da natureza do conteúdo trabalhado na disciplina de Psicologia e Sociologia do Trabalho. A metodologia coloca o aluno no centro do processo de aprendizagem e o professor atua como

um facilitador da aula/conteúdo, propiciando a cooperação entre os alunos, o que poderia trazer ganhos posteriores para a turma e para as demais aulas da disciplina.

A aula planejada teve então como objetivo geral estimular a discussão dos alunos sobre uma educação empreendedora em Engenharia, através da utilização de uma metodologia ativa de aprendizagem, o Jigsaw. O Jigsaw é uma técnica de aprendizagem cooperativa desenvolvida no início dos anos 70 por Elliot Aronson e seus alunos da Universidade do Texas e da Universidade da Califórnia. A metodologia não é uma situação solta, muito pelo contrário, é altamente estruturada e requer além de grande planejamento anterior, muita interdependência entre os alunos, encorajando-os a participar ativamente de sua aprendizagem. Dentro de um paradigma cooperativo, o professor aprende a ser um facilitador e a compartilhar o processo de aprendizado e de ensino com os alunos, já que não se limita a dar aulas expositivas, mas sim, facilita o aprendizado mútuo, pois cada aluno passa a ser um participante ativo e responsável pelo que aprende (SOCIAL PSYCHOLOGY NETWORK, 2019). O Quadro 1, mostra como se deu o desenvolvimento da aula, seguindo a proposta das etapas previstas na metodologia adotada.

A metodologia Jigsaw não prevê que o professor exponha o conteúdo aos alunos e sim, conduza a atividade e faça intervenções pontuais, sempre que necessário. É tanto no “Grupo Base” quanto no “Grupo de Especialistas” que o aluno, ao apresentar sua parte do conteúdo aos demais, exercita as habilidades de comunicação oral, sintetização, argumentação. Ao se planejar a atividade, tinha-se em mente o desenvolvimento das seguintes habilidades não diretamente relacionadas ao conteúdo apresentado: aprendizado colaborativo, conteúdos interdisciplinares, habilidades de comunicação e apresentação, contextualização, autonomia e responsabilidade, raciocínio lógico e crítico. Os alunos utilizaram/desenvolveram as habilidades pontuadas, nas etapas “Grupo de Especialistas” e “Grupo Base”, com destaque para este último.

Quadro 1 – Etapas da aula segundo a metodologia Jigsaw

Etapas da aula de acordo com a metodologia	Detalhes da etapa
Divisão dos estudantes em grupos de cinco a seis componentes	Distribuição dos alunos nas bancadas, buscando um equilíbrio do número de alunos por sexo
Apresentação da metodologia	Explicação resumida sobre a aula, pelo professor: a metodologia Jigsaw para discutir sobre educação empreendedora em engenharia
Arrumação do "Grupo Base"	Distribuição dos pedaços de conteúdo entre os alunos - cada aluno recebeu uma cor correspondente (que indicaria o "Grupo de Especialistas")
Tempo de discussão no "Grupo de Especialistas"	Cada aluno leu seu pedaço de conteúdo, sem interagir nessa etapa
Tempo de discussão no "Grupo de Especialistas"	Os alunos debateram sua parte do conteúdo, a partir do roteiro de orientação entregue pelo professor e precisaram pensar na forma de apresentação do conteúdo para os demais colegas do seu "Grupo Base"
Discussão no "Grupo Base"	Os alunos fizeram a exposição de seus conteúdos para os colegas, explicando de forma geral e usando as "Perguntas norteadoras da discussão"
Avaliação Objetiva	Aplicação de Quiz usando o Kahoot - duas perguntas por cada parte do conteúdo, totalizando dez perguntas
Fechamento da atividade	Resumo do conteúdo abordado na aula

Fonte: Elaborado pelos autores, baseando-se em Fatarelli et al (2010).

O conteúdo do texto apresentado aos alunos tomou como base, principalmente, dois artigos publicados no COBENGE de 2018 (SANTOS, ARANHA; 2018a, 2018b), que foram traduzidos, adaptados e complementados de forma a dar origem a cinco pedaços de texto (que juntos representavam o conteúdo total da aula), trabalhados um por cada “Grupo de Especialistas”. O conteúdo principal bem, como as perguntas utilizadas para orientar as discussões realizadas podem ser vistas no Quadro 2 abaixo.

Quadro 2 – Principais tópicos do conteúdo/perguntas para a discussão dos alunos

Tópicos do Conteúdo	Algumas perguntas norteadoras da discussão
Introdução: empreendedorismo na educação de engenheiros, aspectos de consenso, por que o empreendedorismo deve estar ligado à aprendizagem ativa, ao design thinking e Taxonomia de Bloom	Quais foram as principais pressões e motivos que levaram à inserção da educação empreendedora nos cursos de graduação em engenharia? Quais habilidades empreendedoras essenciais que devem integrar a educação em engenharia? O que você entendeu por empreendedorismo?
Revisão da literatura: Educação para o empreendedorismo habilidades empreendedoras, Aprendizagem ativa	O que é educação para o empreendedorismo? Quais as cinco habilidades empreendedoras segundo Filion? O que é aprendizagem ativa?
Revisão da literatura: Design Thinking	O que é o design thinking? Quais as características que alguém precisa desenvolver para usar o DT em projetos, segundo Brown? Que outras características são consideradas importantes para aqueles que utilizam o DT?
Revisão da literatura: Taxonomia de Bloom	O que é a Taxonomia de Bloom? O que é uma taxonomia? Por que é relevante apresentar a Taxonomia de Bloom para estudantes em programas de ensino superior?
Crise e lacunas na educação em engenharia no Brasil EDLE: uma ferramenta para promover o desenvolvimento de habilidades empreendedoras	Você já tinha ouvido falar sobre a CNI? Por que esta instituição está sendo trazida para uma discussão sobre educação empreendedora em engenharia? Que caminhos a CNI aponta para uma nova formação do engenheiro? O que é o EDLE? Com que propósito você acha que esse modelo foi desenvolvido?

Fonte: Elaborado pelos autores, baseando-se em SANTOS, ARANHA; 2018a, 2018b.

Como objetivos de aprendizagem esperados, além do desenvolvimento das habilidades anteriormente apresentadas, desejava-se que os alunos fossem capazes de: explicar para outras pessoas o que é uma educação empreendedora; identificar o conceito geral de aprendizagem ativa; identificar o conceito geral de Design Thinking; identificar o conceito geral da Taxonomia da Bloom; avaliar a crise e lacunas na educação em Engenharia no Brasil e identificar a ferramenta EDLE.

Para a etapa de avaliação objetiva da aula, prevista na metodologia, desenvolveu-se um conjunto de dez perguntas de múltipla escolha, duas para cada parte do texto e utilizou-se a ferramenta *Kahoot*, que é uma plataforma de aprendizagem baseada em jogos, usada como tecnologia educacional onde é possível a criação de testes que podem ser acessados por meio de um navegador da *Web* ou mesmo aplicativo para *smartphone*. Seu uso é fácil e estava adequado à proposta, permitindo a realização de um *Quiz*. A competição criada através do *Kahoot* acabou também motivando a participação do aluno, que se sentiu numa grande gincana.

Um formulário *Google* foi desenvolvido e o link encaminhado aos alunos por e-mail para que fosse possível avaliar a reação deles à aula/metodologia. O formulário, disponível em: <https://forms.gle/i7cHzeYffutoGSbv6>, foi baseado nas perguntas encontradas em Fatarel et al (2010). Foram obtidas 20 respostas ao formulário, do total de 29 alunos presentes na aula. No geral, a reação à atividade foi bastante positiva, já que 95% dos respondentes mostraram desejo de participar novamente de uma aula com a metodologia *Jigsaw* e 100% deles acreditam que discutir a formação do engenheiro seja importante para refletir sobre a sua formação profissional.

3.1. Considerações Preliminares

É possível verificar que, mesmo sem ter um currículo voltado para o empreendedorismo, como é o caso do curso presencial de Engenharia de Produção do CEFET-RJ, é viável adotar ações isoladas que fomentem uma discussão crítica acerca da formação profissional e da importância de uma preparação/visão empreendedora. Na iniciativa relatada foi observado que os alunos estiveram bastante interessados nas discussões do “Grupo Base” e principalmente na etapa final de avaliação, com o uso do Kahoot, instalando-se em sala de aula um clima de competição saudável. Através da resposta dos 20 questionários percebeu-se também uma reação positiva ao formato da aula, à metodologia Jigsaw e à discussão sobre a formação profissional do engenheiro, com ênfase no empreendedorismo.

Assim, entende-se que atividades como a apresentada neste trabalho estão alinhadas às propostas das novas DCNs para os cursos de Engenharia que apontam, no seu Art. 4º, que o perfil dos egressos deve compreender, entre outras, as características de: “comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica”, “ser capaz de interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes presenciais ou a distância, de modo que facilite a construção coletiva” e “aprender a aprender” (BRASIL, 2019, p. 37-38).

4. METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM BASEADAS EM PROJETO COM FOCO NAS TECNOLOGIAS DIGITAIS 4.0: ENSINO HÍBRIDO APLICADO NOS CURSOS DE ENGENHARIA

Inicialmente, cumpre-nos apresentar considerações sobre o ensino híbrido, considerado uma nova modalidade de ensino capaz de proporcionar novas perspectivas para o ensino superior. Destarte, não há como ignorar o uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC). Diante disso, é fundamental compreender o conceito do ensino híbrido para contextualizá-lo com o objeto do trabalho. Nesse sentido, Bacich, Neto Taznin e Trevisan (2015, p.51-52) explicam:

[...] A expressão ensino híbrida está enraizada em uma ideia de educação híbrida em que não existe uma forma única de aprender e na qual a aprendizagem é um processo contínuo, que ocorre de diferentes formas em diferentes espaços. É possível, portanto, encontrar diferentes definições para ensino híbrido na literatura. Todas elas apresentam, de forma geral, a convergência de dois modelos de aprendizagem: o modelo presencial, em que o processo ocorre em sala de aula, como vem sendo realizado há tempos, e o modelo on-line que utiliza tecnologias digitais para promover o ensino. Podemos considerar que esses dois ambientes de aprendizagem [...] tornam-se gradativamente complementares.

Desataca-se que o conceito legal do ensino a distância que permite-nos compreender a distinção dessa modalidade em relação ao ensino híbrido. Assim, o decreto nº 9.057, de 25 de maio de 2017, que regulamenta o artigo 80 da lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, apresenta um conceito legal do ensino a distância:

Artigo 1º: Para os fins deste Decreto, considera-se educação a distância a modalidade educacional na qual a mediação didático-pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem ocorra com a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação, com pessoal qualificado, com políticas de acesso, com acompanhamento e avaliação compatíveis, entre outros, e desenvolva atividades educativas por estudantes e profissionais da educação que estejam em lugares e tempos diversos (BRASIL, 2017).

Nessa perspectiva, o Ordenamento Jurídico Brasileiro, por intermédio da Portaria nº 1.428, de 28 de dezembro de 2018, dispõe sobre a oferta, por Instituições de Educação Superior - IES, de disciplinas na modalidade a distância em cursos de graduação presencial:

Artigo 1º: Esta Portaria dispõe sobre a oferta de disciplinas com metodologia a distância em cursos de graduação presencial ofertados pelas IES credenciadas pelo Ministério da Educação. Parágrafo único. Na aplicação desta Portaria, será observada a legislação

educacional que dispõe sobre atos autorizativos de funcionamento de IES e de oferta de cursos superiores de graduação na modalidade presencial e a distância. Art. 2º As IES que possuam pelo menos 1 (um) curso de graduação reconhecido poderá introduzir a oferta de disciplinas na modalidade a distância na organização pedagógica e curricular de seus cursos de graduação presenciais regularmente autorizados, até o limite de 20% (vinte por cento) da carga horária total do curso. (BRASIL, 2018).

Assim, verifica-se que, embora de maneira genérica, há previsão legal para adoção da modalidade de ensino híbrido no Brasil. Destacasse, ainda, que há previsão na Portaria nº 1.428, de 28 de dezembro de 2018 para a ampliação da carga horária das disciplinas ofertadas a distância, desde que cumpram os requisitos legais.

Após o conceito e perspectivas sobre o ensino híbrido, insta apresentar a utilização da metodologia ativa de aprendizagem baseada em projetos, que na concepção de Bender (2014, p.15):

[...] é uma das mais eficazes formas disponíveis de envolver os alunos com o conteúdo de aprendizagem e, por essa razão, é recomendada por muitos líderes educacionais como uma das melhores práticas educacionais da atualidade.

A aprendizagem baseada em projeto possibilita que o aluno seja o protagonista do processo de aprendizagem, destacando que o professor deverá se valer da inserção das tecnologias digitais de informação e comunicação nos processos de ensino e de aprendizagem.

As metodologias ativas possibilitam a problematização de situações reais, incentivando os educandos a buscar soluções, planejar estratégias, e, se aproximar do mercado empreendedor.

Ressalta-se, que quando se aplica as metodologias ativas concomitante com as tecnologias digitais no ensino de engenharia é possível obter resultados significativos. A resolução de problemas utilizando metodologias ativas através de tecnologias digitais, permite por exemplo, que um acadêmico de engenharia civil, experimente projetar, calcular e executar pontes de macarrão, considerando variáveis como o tempo, peso, resistência, dentre outras, alcançando resultados espetaculares.

Em metodologias como essa os requisitos de um projeto de engenharia são abordados desde o planejamento, orçamento e execução da obra, permitindo ao aluno uma vivência da realidade estimulando o empreendedorismo e o acesso ao mercado de trabalho.

Destaca-se, ainda que em aprendizagem por projetos as tecnologias digitais são utilizadas desde a fase de planejamento com software como o MsProjet, de projeto e simulação como o SolidWork e salas virtuais como a integração de experiência entre professores e colegas de turma, fórum de discussões, vídeo aulas, laboratório rotacional, dentre outros, transformando assim, o processo de ensino e de aprendizagem um processo enriquecedor e significativo.

Assim, o objetivo geral do presente trabalho é analisar a aplicação das metodologias ativas de aprendizagem baseada em projeto com foco nas tecnologias digitais 4.0 através do ensino híbrido aplicado nos cursos de engenharia.

Em relação a base metodológica a presente pesquisa se desenvolverá através do método dedutivo por meio de procedimento bibliográfico e documental com abordagem qualitativa. Far-se-á inicialmente uma abordagem teórica acerca do tema e análise posterior da aplicação da metodologia ativa de aprendizagem por projetos em uma turma do 8º período de engenharia mecânica em um centro universitário localizado na cidade de Montes Claros/MG que está desenvolvendo um projeto para a implementação do ensino híbrido.

Sobre a finalidade da pesquisa, Lakatos (2005, p.224) elucida:

A finalidade da pesquisa científica não é apenas um relatório ou descrição de fatos levantados empiricamente, mas o desenvolvimento de um caráter interpretativo, no que se refere aos dados obtidos. Para tal, é imprescindível correlacionar a pesquisa com o universo teórico, optando-se por um modelo teórico que serve de embasamento à interpretação do significado dos dados e fatos colhidos ou levantados.

Quanto ao levantamento de dados Oliveira (2008, 28-29) explica:

Para o levantamento dos dados, podem ser empregados os seguintes procedimentos: pesquisa documental, pesquisa bibliográfica, contatos diretos e observações de fatos e fenômenos, mediante a utilização de planilhas ou equipamentos específicos para a coleta e análise de dados do objeto de pesquisa.

Assim, o procedimento metodológico descrito, possibilitará que atinja os objetivos propostos.

4.1. Considerações Preliminares

Diante disso, é possível concluir que é necessário substituir as formas tradicionais de ensino por metodologias ativas de aprendizagem, que podem ser utilizadas como estratégias na prática pedagógica, através do ensino híbrido que viabiliza o uso de tecnologias digitais para potencializar a aprendizagem através de projetos nos cursos de engenharia, construindo uma aprendizagem significativa.

5. DESENVOLVENDO O EMPREENDEDORISMO NO MODO DE PENSAR POR MEIO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA NUM CURSO DE ENGENHARIA

Desenvolver o pensamento voltado ao empreendedorismo é um processo. Este trabalho procurou analisar as atividades desenvolvidas no laboratório de Física do curso de Engenharia do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia que visaram promover ao mesmo tempo as competências do pensar fisicamente com a visão empreendedora necessária ao futuro engenheiro.

Diversos trabalhos tratam do laboratório de Física sempre com um olhar mais técnico voltado ao aprendizado dos conceitos físicos, compreensão da natureza e seus fenômenos (VOLKWHYN et al, 2011), (LUDWIGSEN, 2015).

A disciplina Física I é oferecida anualmente a todos os alunos do 1º ano do curso de Engenharia da Escola de Engenharia Mauá (cerca de 1000 alunos – 700 diurno/ 300 noturno). A disciplina Física I é desenvolvida em duas aulas de teoria e duas aulas de laboratório (50 minutos cada) e, busca que o aluno possua ao final de sua aplicação as habilidades e atitudes dispostos na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Habilidades e atitudes.

Habilidades	
H1. Adquirir noção de ordem de grandeza na estimativa de dados e na avaliação de resultados.	
H2. Descrever e modelar problemas, implementar soluções e analisar resultados.	
H3. Determinar a incerteza presentes nas atividades experimentais.	
H4. Pesquisar e sintetizar informações, extrair conclusões e propor soluções.	
H5. Compreender e aplicar a ética e a responsabilidade.	

Atitudes	
A1. Adquirir o hábito de trabalhar em equipe.	A4. Ser criativo, curioso e crítico.
A2. Dar os passos iniciais para o desenvolvimento da autonomia.	A5. Desenvolver a capacidade de organização.
A3. Incorporar o Método Científico na modelagem e resolução de problemas que serão encontrados na prática profissional.	A6. Aplicar em todas as atividades os princípios éticos e a responsabilidade.
	A7. Promover a interdisciplinaridade dos conceitos aprendidos.

Fonte: Plano de Ensino da Escola de Engenharia Mauá

Ao analisar as habilidades e atitudes exigidas para o mercado de trabalho conforme o Fórum Econômico Mundial (Fig.1), vemos que as habilidades de criatividade, gerenciamento de pessoas, orientação ao serviço e negociação, dentre outras, são típicas de um empreendedor, e serão cada vez mais requeridas. Assim, a questão que surge é: “Como inserir o “mindset” de Empreendedorismo numa disciplina do ciclo básico de Engenharia?”

Figura 1 - Top 10 Skills – Future of Jobs Report [1]

in 2020	in 2015
1. Complex Problem Solving	1. Complex Problem Solving
2. Critical Thinking	2. Coordinating with Others
3. Creativity	3. People Management
4. People Management	4. Critical Thinking
5. Coordinating with Others	5. Negotiation
6. Emotional Intelligence	6. Quality Control
7. Judgment and Decision Making	7. Service Orientation
8. Service Orientation	8. Judgment and Decision Making
9. Negotiation	9. Active Listening
10. Cognitive Flexibility	10. Creativity

Quais seriam os objetivos de um curso de laboratório de Física? Segundo a “American Association of Physics Teachers - AAPT (KOZMINSKI J. et. Al, 2014), estes objetivos deveriam ser:

- I. A arte da experimentação: O laboratório introdutório deve engajar todo estudante em experiências significativas com processos experimentais, incluindo alguma experiência em projetar experimentos;
- II. Habilidades experimentais e de análise: O laboratório deve ajudar os estudantes a desenvolver uma série de habilidades básicas e ferramentas da experimentação e análise de dados;
- III. Aprendizagem conceitual: O laboratório deve ajudar os estudantes a dominar os conceitos básicos da Física;
- IV. Compreensão da base do conhecimento da Física: O laboratório para ajudar a estudantes compreender o papel da observação direta em Física e o distinguir a diferença entre as inferências baseados na teoria e os resultados experimentais;
- V. Desenvolver Habilidades de Aprendizagem Colaborativa: O laboratório deve ajudar o estudante a desenvolver as habilidades de aprendizagem colaborativa que serão vitais a toda sua vida profissional.

No nosso entender, o “mindset” de Empreendedorismo pode perfeitamente se encaixar no laboratório de Física, a partir da forma como as questões são colocadas para os estudantes (LUDWIGSEN, 2015).

5.1 Proposta Aplicada

No laboratório, o aluno trabalha em equipe realizando experimentos cujo objetivo é a determinação de grandezas ou relações entre grandezas de interesse na engenharia. Nas aulas iniciais do curso, são desenvolvidas habilidades de medição e organização de dados experimentais. O conteúdo do laboratório didático de Física 1 é relacionado ao conteúdo desenvolvido nas aulas de teoria. O relato dos experimentos e seus resultados são realizados tanto na forma escrita como oral, em apresentações de curta duração.

A mudança ocorreu inicialmente na própria chamada do experimento conforme exposto na Tabela 2:

Tabela 2 – Experimentos do laboratório de Física 2018-2019

2018 - Título	2019 - Título
Apresentação laboratório	Como sabemos o que sabemos? – parte 1
Medições de grandezas físicas	Como sabemos o que sabemos? – parte 2
Mesa de força	Como verificamos que um corpo está em equilíbrio de translação?
Lei de Hooke	Como representar graficamente o que medimos?
Momento de força	Desafio – análise de equilíbrio

Fonte: Apostila de Laboratório de Física – Escola de Engenharia Mauá

A apostila de experimentos passou a contar com a seguinte estruturação:

1º Lições pré-aula fazendo com que o aluno leia previamente o assunto a ser tratado na aula de laboratório;

2º Situação problema: breves questões que façam o estudante refletir sobre problemas existentes e o que ele irá desenvolver em sala de aula;

3º Story telling: texto motivador que contextualiza o assunto que será tratado em aplicações reais;

4º Atividades de exploração e análise: nelas o grupo de estudantes fará a coleta de dados e análises pertinentes, tendo ao final um questionário online, desenvolvido no Moodlerooms, onde o grupo deve responder questões atreladas aos assuntos desenvolvidos num tempo delimitado (35 min).

5º Projeto Semestral: uso de problema contextualizado na forma de projeto (Project based learning - PBL) com as seguintes características comuns:

- Trabalho em grupo (equipe de quatro alunos, resultando em seis grupos em cada aula de laboratório);
- Toda atividade é trabalho extra, em sala de aula com supervisão e avaliação por professores de laboratório;
- Cada equipe trabalha em um projeto aberto onde deve explicar conceitos físicos por meio de um experimento desenvolvido pela equipe;
- Cada equipe deve gravar um vídeo de até 5 minutos sobre o trabalho realizado expondo seus objetivos, metodologia, dados levantados e conclusões e correlacionando com alguma aplicação na Engenharia. Os vídeos são analisados com o software tracker (WEE, LEE, 2011) (BEZERRA et al, 2012).
- Visando a incentivar o aluno desenvolver as diversas capacidades cognitivas necessárias a um profissional, o estudante também deve submeter um relatório sobre seu experimento em .doc ou .pdf via Moodlerooms. Os principais itens são: resumo, sumário, objetivos, introdução, metodologia de pesquisa, resultados, discussão, conclusão e referências;
- A Atividade PBL compõe 25% da nota bimestral do laboratório.

Análise da mentalidade empreendedora no desenvolvimento das atividades.

Baseado na pesquisa desenvolvida por (BODNAR, HIXSON, 2018) (BRUNHAVER et al, 2018), a verificação de aspectos da mentalidade empreendedora no desenvolvimento das atividades foi verificada por meio da aplicação do questionário descrito na Tabela 3 a seguir:

Tabela 3 – Questionário Mindset Empreendedorismo

Fator 1: Ideação – O laboratório de Física faz com que eu:

1. Reimagine ideias existentes
2. Pense em maneiras de melhorar as soluções encontradas
3. Desenvolva novas ideias melhorando as soluções existentes
4. Desafie as coisas que são apresentadas

Fator 2: Mente Aberta – O laboratório de Física faz com que eu:

5. Esteja disposto a considerar uma ideia apresentada por outra pessoa com uma experiência de vida diferente da minha
6. Aprecie o valor que diferentes tipos de conhecimento podem trazer para um projeto
7. Aprecie o valor que indivíduos com diferentes características trazem para uma equipe
8. Reconheça que pessoas com diferentes origens podem ter ideias melhores do que eu

Fator 3: Interesse - O laboratório de Física faz com que eu:

9. Me envolva em uma variedade de atividades
10. Goste de estar envolvido em uma variedade de atividades
11. Me interesse por outras áreas

Fator 4: Altruísmo - O laboratório de Física faz com que eu:

12. Acredite que é importante que eu faça coisas que consertem problemas no mundo
13. Eu possa fazer coisas que melhoram a vida dos outros

Fator 5: Empatia - O laboratório de Física faz com que eu:

14. Melhore minha empatia em pensar como alguém se sente

Fator 6: Procura de Ajuda - O laboratório de Física faz com que eu:

15. Pense em quando preciso pedir ajuda
16. Esteja à vontade para pedir ajuda aos outros

Fator 7: Desbravador - O laboratório de Física faz com que eu:

- 17 Prefira trabalhar com o que é familiar do que com o que não é familiar (pontuação reversa)
18. Aumente minha tendência a resistir à mudança
19. Goste de trabalhar em problemas que têm soluções claras (pontuação reversa)
20. Prefira tarefas que são bem definidas (pontuação reversa)

Fator 8: Conhecimento - O laboratório de Física faz com que eu:

21. Me permite desenvolver habilidades necessárias para um engenheiro: medição e instrumentação, análise gráfica, interpretação e análise, entre outras.
22. Eu tenha uma atitude passiva, evitando a participar efetivamente das atividades experimentais.
23. O conhecimento adquirido contribui para as minhas futuras necessidades profissionais.

Fonte: Adaptado de (BRUNHAVER et. Al.,2018)

À coleta de dados obtida foi compilada na Tabela 4 a seguir:

Tabela 4 – Questionário Mindset Empreendedorismo – Dados obtidos

Questão	Concordo Totalmente	Concordo	Neutro	Discordo	Discordo Totalmente
Reimagine ideias existentes	19%	50%	31%	0%	0%
Pense em maneiras de melhorar as soluções encontradas	31%	44%	25%	0%	0%
Desenvolva novas ideias melhorando as soluções existentes	25%	38%	25%	13%	0%
Desafie as coisas que são apresentadas	44%	38%	0%	19%	0%
Esteja disposto a considerar uma ideia apresentada outra pessoa com uma experiência de vida diferente da minha	44%	44%	13%	0%	0%
Apree o valor que diferentes tipos de conhecimento podem trazer para um projeto	50%	50%	0%	0%	0%
Apree o valor que indivíduos com diferentes características trazem para uma equipe	50%	44%	6%	0%	0%
Reconheça que pessoas com diferentes origens podem ter idéias melhores do que eu	31%	56%	6%	6%	0%
Me envolva em uma variedade de atividades	19%	69%	13%	0%	0%
Goste de estar envolvido em uma variedade de atividades	13%	63%	25%	0%	0%
Me interesse por outras áreas	6%	25%	56%	13%	0%
Acredite que é importante que eu faça coisas que consertem problemas no mundo	31%	63%	6%	0%	0%
Eu possa fazer coisas que melhoram a vida dos outros	31%	56%	13%	0%	0%
Melhore minha empatia em pensar como alguém se sente	19%	50%	19%	13%	0%
Pense em quando preciso pedir ajuda	25%	69%	6%	0%	0%
Esteja à vontade para pedir ajuda aos outros	31%	56%	6%	6%	0%
Prefira trabalhar com o que é familiar do que com o que não é familiar	6%	19%	31%	19%	25%
Aumente minha tendência a resistir à mudança	0%	25%	38%	19%	19%
Goste de trabalhar em problemas que têm soluções claras	25%	13%	31%	25%	6%
Prefira tarefas que são bem definidas	25%	38%	6%	19%	13%
Me permite desenvolver habilidades necessárias para um engenheiro: medição e instrumentação, análise gráfica, interpretação e análise, entre outras.	81%	13%	6%	0%	0%
Eu tenha uma atitude passiva, evitando a participar efetivamente das atividades experimentais.	6%	19%	6%	31%	38%
O conhecimento adquirido contribui para as minhas futuras necessidades profissionais.	31%	63%	6%	0%	0%

Fonte: Própria

De modo a permitir uma análise mais aprofundada, foi atribuída nota 1 para o item Concordo Totalmente; 0,5 Concordo; 0 Neutro; -0,5 Discordo e -1 Discordo totalmente. A partir daí fez-se uma média dos valores obtidos para cada fator do Questionário Mindset Empreendedorismo chegando-se ao seguinte gráfico em radar (Fig.2):

Figura 2 - Mindset Empreendedorismo



Fonte: Própria

5.2 Considerações Preliminares

Verifica-se pela análise do gráfico obtido que as atividades do laboratório promovem um direcionamento acentuado ao fator desbravador e mente aberta devido as atividades que promovem de descoberta e construção do conhecimento. Verifica-se que ainda deve ser deixado mais explicito aos estudantes as características da ideação dentro do processo de aprendizagem.

De modo geral, o enfoque dado as características do Empreendedorismo podem ainda ser aperfeiçoado, mas aponta que o Empreendedorismo deve e pode ser incentivado não apenas em disciplinas específicas, mas também nas disciplinas básicas da Engenharia.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta SD de 2019, pode-se observar que cumpriu plenamente os objetivos estabelecidos e deu o pontapé inicial para as reflexões e debates da educação empreendedora nos projetos pedagógicos dos cursos de graduação, levando em consideração as DCNs. As quatro experiências exitosas demonstram que as IES ao abordarem a educação empreendedora a fim de atender os requisitos das novas DCNs para as engenharias, no que tange em atingir um novo perfil esperado ao egresso em engenharia, devem contemplar dois aspectos. Primeiro aspecto trata-se de desenhar componentes curriculares que levam a uma consistente formação, quanto suas competências técnicas. O segundo aspecto trata-se da conexão dos componentes curriculares com métodos e técnicas empreendedoras que levem ao desenvolvimento de competências e habilidades empreendedoras, entre as quais destacam: criar, inovar, liderar, negociar, saber trabalhar em equipe, saber ouvir e argumentar, transferir conhecimento, desenhar novas estruturas inovadoras e empreendedoras, entre outras.

O empreendedorismo quando desenvolvido de forma formal, pode contribuir para o desenvolvimento econômico regional e nacional, através de empresas de elevado crescimento ou, mesmo quando o empreendedorismo é orientado pela necessidade, pode desenvolver empresas que constituem uma importante fonte de rendimento e emprego para as populações mais vulneráveis.

O grande desafio visto nas experiências exitosas apresentados, está em como desenvolver metodologias a serem aplicadas nos cursos de engenharia, a fim de que, essas habilidades empreendedoras possam ser desenvolvidas. Outra grande preocupação está em, como definir a melhor metodologia, como também desenvolver o espírito empreendedor entre os docentes dos cursos das engenharias.

As quatro experiências apresentadas durante a SD do COBENGE 2019 apresentam diferentes iniciativas das IES, em atender as DCNs quanto as novas habilidades do egresso a ser formado.

O primeiro trabalho apresentado, relata o resultado do estudo desenvolvido em diferentes disciplinas em dois campos UTFPR. Neste estudo os resultados obtidos foram satisfatórios quanto ao uso da metodologia PBL, principalmente porque ao final desta experiência novas habilidades foram constatadas nos alunos, como: criatividade, trabalho em equipe, colaboração, oratória, raciocínio lógico e especialmente o espírito empreendedor. Embora os resultados sejam satisfatórios, observa-se que esta experiência é única, necessitando avançar, e ser trabalhada de forma sistêmica quanto curso, onde os projetos desenvolvidos sejam integrados ao curso e não isolados em disciplinas.

O segundo trabalho apresentado relata a experiência bem-sucedida em sala de aula das disciplinas de psicologia e sociologia do CEFET-RJ do curso de Engenharia da Produção, quanto a aplicação da metodologia ativa JIGSAW. Esta demonstra que é possível trabalhar o aluno principalmente no que diz respeito a desenvolver diferentes habilidades tais como: comunicação oral, sintetização, argumentação. Já o professor, nesta metodologia atua como um facilitador da aula/conteúdo, propiciando a cooperação entre os alunos. Observou-se também, que os alunos demonstraram mais interessados nas discussões do “Grupo Base” e principalmente na etapa final de avaliação, com o uso do Kahoot, criando um clima de competição saudável dentro de sala de aula.

O terceiro trabalho apresentado, relata a experiência do ensino híbrido aplicado no 8º período do curso de engenharia mecânica da UNIMONTES na cidade de Montes Claros-MG, baseados na metodologia PBL, desenvolvido simultaneamente com aplicação de tecnologias 4.0. Esta experiência demonstrou que é possível aplicar novas formas de ensino/aprendizagem, que levem o aluno a desenvolver novas habilidades, como por exemplo: projetar, calcular e executar. Foi possível concluir ao término deste trabalho, que ao substituir as tradicionais formas de ensinar por novas metodologias, haverá ganhos substanciais aos alunos, e, estas metodologias poderão se tornar novas estratégias pedagógicas aos cursos das engenharias.

O último trabalho apresentado, relata a experiência bem-sucedida de como desenvolver o empreendedorismo nas disciplinas básicas dos cursos de engenharia, aplicada a cerca de 1000 alunos do 1º ano, na disciplina de Física, do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia. Pelos dados obtidos, as atividades de laboratório promovem um acentuado senso desbravador e de mente aberta, devido que, as atividades promoverem a descoberta e a construção do conhecimento. Verificou-se ainda nos alunos a necessidade de deixar mais explícito as características da ideação dos problemas dentro do processo de aprendizagem. Esta experiência deixa claro que se pode desenvolver o espírito empreendedor em todas as disciplinas, inclusive nas chamadas disciplinas básicas das engenharias.

Como resultado da SD tem como foco estabelecer a conexão entre a educação empreendedora e as novas DCNs. Pretende-se, por meio da SD, fomentar o adensamento de propostas metodológicas e técnicas integradas, abordagens e estratégias pedagógicas, modelos, taxonomias e ontologias, seja por meio de experiências exitosas, trabalhos teórico-empírico, ensaios teóricos, artigos tecnológicos e casos de ensino, ancorados na educação empreendedora, buscando estabelecer a convergência e consonância, com os principais elementos expressos nas novas DCNs.

Levando em consideração a análise dos quatro trabalhos apresentados pelos autores na SD e discussão promovida entre pares, consideraram-se desafiadores e de importância termos como metas:

- a) Abrir uma arena de reflexão e debates sobre a inserção da educação empreendedora nos cursos de graduação em engenharia, considerando as novas DCNs;
- b) Disseminar as melhores práticas e experiências de educação empreendedora implementadas nos programas de formação em Engenharia no Brasil que contemplam os principais aspectos nas novas DCNs;
- c) Fomentar a pesquisa de novos métodos, técnicas, modelos e frameworks, abordagens e estratégias pedagógicas que estão em consonância e convergência com as novas DCNs;
- d) Disponibilizar portfólio de conhecimentos acadêmico-científico e instrumentais aos gestores das IESs que possam subsidiá-los no planejamento e implementação da inserção da educação empreendedora nos cursos de graduação em engenharia visando adequar os projetos pedagógicos às novas DCNs.

7 REFERÊNCIAS

ABDELRAZEQ A. *et al.* Teacher 4.0: Requirements of the teacher of the future in context of the Fourth Industrial Revolution, ICERI. **Proceeding of 9th Annual International Conference of Education**, Research and Innovation, p. 8221-8226, Nov. 2016.

ARANHA, E., SANTOS, P. H., GARCIA, N. A. P. EDLE: Uma ferramenta para o desenvolvimento das habilidades empreendedoras em engenharia. In: XLVV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2017, Joinville. **Anais...Joinville: ABENGE, 2017COBENGE, 2017.**

BACICH, L., TANZI N. A., TREVISANI, F. de M. (Org.) **Ensino Híbrido: Personalização e Tecnologia na Educação.** Porto Alegre: Penso. ISBN 978-85-8429-048-2.

BEZERRA JR. A. G., OLIVEIRA L. P., LENZ J. A., SAAVEDRA N. Videoanálise com o Software Livre Tracker no Laboratório Didático de Física: Movimento Parabólico e Segunda Lei de Newton; **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 1: p. 469-490, set. 2012.

BENDER. W. N. **Aprendizagem Baseada em projetos:** educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: Penso, 2014.

BODNAR C., HIXSON C. Capturing Students' Perception of Entrepreneurial Mindset: Tools for What and Why; **Journal ADVANCES IN ENGINEERING EDUCATION**, vol.7 Issue 1, 2018.

BRASIL. **Decreto nº 9.057**, de 25 de maio de 2017, que regulamenta o artigo 80 da lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20152018/2017/Decreto/D9057.htm#art24. Acesso em 30 jan. 2019.

BRASIL. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9394.htm. Acesso em 30 jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia.** Parecer CES 01/2019, homologação publicada no DOU 23/04/2019, Seção 1, p. 109. Acesso em 02 ago.2019.

BRUNHAVER S. R., LONDON J. S., BEKKI J. M., CARBERRY A. R., MCKENNA A. F. Development of the Engineering Student Entrepreneurial Mindset Assessment (ESEMA); **Journal ADVANCES IN ENGINEERING EDUCATION**, vol.7 Issue 1, 2018.

BYERS, T., SEELIG, T., SHEPPARD, S., WEILERSTEIN, P. **Entrepreneurship:** Its role in engineering education. *The Bridge: Linking Engineering and Society*, National Academy of Engineering of the National Academies, 2013, p 43(2), 35–4.

FATARELLI, I F C; FERREIRA, L. N. de A; FERREIRA, J. Q; QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem Jigsaw no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, SBQ, v. 32, n. 3, p. 161-168, 2010. Disponível em: < http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_3/05-RSA-7309_novo.pdf >. Acesso em: 20 ago. 2018.

FAYOLLE, A; LINÁN F. The future of research on entrepreneurial intentions (2014). **Journal of Business Research**, V-67, Issue 5, May 2014, p (663-666). Disponível em < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0148296313003949?via%3Dihub>>. 20 ago. 2018.

FREZATTI F., MARTINS D. B., MUCCI D. M., LOPES P. A. **Aprendizagem na área de negócios**. [S.l: s.n.], 2018.

GIBB, A. In pursuit of a new 'enterprise' and 'entrepreneurship' paradigm for learning: creative destruction, new values, new ways of doing things and new combinations of knowledge. **International Journal of Management Reviews**. 2002. pp. 233-269.

KOZMINSKI J. et al. Report prepared by a Subcommittee of the AAPT Committee on Laboratories Endorsed by the AAPT. **Executive Board November**, out. 2014.

KRATHWOHL, D. R. **A Revision of Bloom's Taxonomy: an overview**. The Ohio State University. 2002. Disponível em: <<http://www.unco.edu/cetl/sir/stating.../Krathwohl.pdf>>. Acesso em 28 jun. 2019.

LAKATOS E. M. e MARCONI M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed, São Paulo: Atlas 2003.

UDWIGSEN, D. **The Introductory Physics Lab as a Consulting Firm** Paper presented at 2015 ASEE Annual Conference & Exposition, Seattle, Washington. 10.18260/p.24891. 06/2015.

MILLER, B. S. **The 6 C's Squared Version of Education in the 21st Century**. 2015. Disponível em:< <http://flipped4science.blogspot.com/>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

OLIVEIRA M. M. **Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses**. 4.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

SOCIAL PSYCHOLOGY NETWORK. **The Jigsaw Classroom. 2000 -2019**. Disponível em: <<https://www.jigsaw.org>>. Acesso em: 07 abr. 2019.

SANTOS P. H., ARANHA E. A. The leadership development on engineering students: evidences from a Brazilian case study. In: XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. **Anais...** Salvador, BA, 2018a.

SANTOS P. H., ARANHA E. A. A statistical analysis of engineering students' entrepreneurial skills development in Brazil. In: XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. **Anais...** Salvador, BA, 2018b.

VOLKWYN T. S.; ALLIE S.; BUFFLER A.; LUBBEN F. **Physical review special topics - physics education research** 4, 010108 2008, Impact of a conventional introductory laboratory course on the understanding of measurement.

WEE L.K., LEE T. L., **Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education: A workshop for Redesigning Pedagogy**. Workshop at the 4th Redesigning Pedagogy International Conference June 2011, Singapore. <<http://conference.nie.edu.sg/2011/>> . Acesso em: 07 abr. 2019.

CAPÍTULO 02

A EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA NO CONTEXTO DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Luiz Carlos de Campos
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia – FCET/PUC-SP

Renato Martins das Neves
Faculdade de Engenharia Civil - UFPA/ITEC

Alex Formento
Luizildo Pitol Filho
Renan Otvin Klehm
Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI

Bárbara Cristina Oliveira de Campos
Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial – SENAC-SP

Cassiano Zeferino de Carvalho Neto
Instituto Galileo Galilei para a Educação – IGGE

Dianne Magalhães Viana
Josiane do S.A.S.O Campos
Universidade de Brasília – UnB

Djonny Weinziert
Fenômenos Aprendizagem LTDA – ME

Gabriel Elmôr Filho
Instituto Militar de Engenharia – IME

Jose Silvério Edmundo Germano
Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA

Julia Aleksandra Lenço
Maria Vitória Duarte Ferreira
Marcela Cristina de Oliveira Rey
Marco Antonio Carvalho Pereira
Marina Pazeti
Escola de Engenharia de Lorena – USP/Lorena

Nival Nunes de Almeida
Escola de Guerra Naval – EGN

Simone Leal Schwertl
Universidade Regional de Blumenau - FURB

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	31
2	CONTEXTO	32
3	O PAPEL DO PROFESSOR NA IMPLEMENTAÇÃO DE INOVAÇÃO NAS ESCOLAS DE ENGENHARIA, RUMO A EDUCAÇÃO 4.0	34
4	AÇÕES DESENVOLVIDAS RUMO A EDUCAÇÃO 4.0	38
	4.1 Escola de Engenharia de Lorena (EEL-USP)	38
	4.2 Universidade de Brasília (UnB)	40
	4.3 Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI)	41
	4.4 Instituto Militar de Engenharia – IME	43
	4.5 Universidade Regional de Blumenau (FURB).	45
	4.6 Instituto Tecnológico da Aeronáutica	46
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
6	REFERÊNCIAS	47

A EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA NO CONTEXTO DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

As mudanças no mundo estão ocorrendo numa velocidade cada vez mais rápida. A ciência avança a passos largos. Conceitos que há meio século pareciam futurologia, tais como inteligência artificial, robótica, impressão 3D e internet das coisas já são realidade e serão grandes responsáveis por profundas mudanças no ambiente tecnológico nos próximos anos.

A Quarta Revolução Industrial é um conceito de indústria que engloba as principais inovações tecnológicas dos campos de automação e controle e tecnologia da informação, aplicadas aos processos de manufatura, serviços, pesquisas e desenvolvimentos (SCHWAB, 2018). É na verdade a realidade onde a tecnologia industrial é eficiente por meio de inteligência artificial, agilidade, precisão e independência.

Diante desse fato a humanidade ingressou numa etapa em que utilização de tecnologias modificará totalmente a forma de viver, interagir e de trabalhar. Os impactos causados por essa revolução influenciarão o futuro dos jovens que entrarão num mercado de trabalho completamente diferente do atual.

Nessas condições é indiscutível a relevância da Educação e o papel das instituições de ensino superior no âmbito das engenharias. O ambiente do século XXI está sujeita por um intenso fluxo de mídias, informação e tecnologia digital.

Diante das modificações devidas à quarta revolução industrial, os educadores precisam se perguntar: Que engenheiro o mercado quer? Nossos alunos estão preparados para atender às demandas desse novo mercado? Quais as habilidades que esses alunos precisam desenvolver? Como nós estamos preparando nossos alunos para saírem da universidade e atender às novas demandas? Os professores e métodos de ensino atendem a essa demanda?

Esses questionamentos conduzem os educadores a se moldarem para suprir as necessidades das indústrias 4.0 ou quarta revolução industrial. Portanto, deve-se ter uma contínua inovação nas práticas pedagógicas para compreender essa transformação e formular novos conceitos educacionais, políticos, culturais, sociais e econômicos.

Diante desse cenário as escolas de engenharia têm o desafio de modificar seus métodos de ensino buscando oferecer aos seus alunos possibilidades de desenvolver, além das competências básicas em engenharia, habilidades sociais, capacidade de trabalho colaborativo e cooperativo, comunicação adequada para interpretações das informações necessárias para tomadas de decisões, inteligência emocional para reconhecer e avaliar as emoções de outros colegas de trabalho, empatia profissional, gestão de conflitos, criatividade, pensamento crítico e capacidade de solucionar problemas complexos.

Dessa forma, além da formação e competência técnica na área específica, o mercado irá demandar profissionais com formação multidisciplinar e com habilidades criativas diante da imprevisibilidade dos problemas que aparecerão.

Este capítulo tem como objetivo identificar/divulgar as experiências/ações para a implementação/utilização de estratégias no desenvolvimento de um programa de inovação institucional no ensino dos cursos de Engenharia para esse novo paradigma, educação 4.0, pretende-se apontar:

- Quais serão as competências e habilidades necessárias que os futuros profissionais da engenharia deverão adquirir para enfrentar esse desafio?
- Como desenvolver nos futuros profissionais a capacidade de ampliar o modo de pensar e agir diante de novos caminhos para a solução de problemas que surgirão no cotidiano?
- Como as escolas de engenharia deverão implementar seus cursos diante das necessidades do novo mercado de trabalho que se apresenta?

- Quais as metodologias de ensino/aprendizagem deverão ser adotadas para atingir os alvos corretos alcançar, e maneira efetiva, a capacitação profissional?

2. CONTEXTO

A Manufatura Avançada, também chamada Indústria 4.0 (PEMAB, 2016), pode ser conceituada como um conjunto de estudos e iniciativas levados a efeito pelas grandes potências manufatureiras, marcadamente a partir de 2011.

Em 2013, a Alemanha iniciou um plano de ação intitulado '*High-Tech Strategy 2020*' que teve por objetivo o desenvolvimento de uma política estratégica para o país se tornar o principal fornecedor, integrador e gerador de padrões de tecnologias de produção inteligentes. Para essa estratégia foi criado o termo '*Industrie 4.0* (ACATECH, 2013).

Também em 2011, nos Estados Unidos da América, o Conselho do Escritório Executivo de Assessores da Presidência para Ciência e Tecnologia (EXECUTIVE OFFICE USA, 2011), recomendou a inovação na manufatura como fator propulsor do desenvolvimento, utilizando o termo '*Advanced Manufacturing*' – Manufatura Avançada (e, posteriormente, '*Manufacturing USA*').

O trabalho publicado pelo Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (*National Strategic Plan For Advanced Manufacturing*) traz um planejamento de esfera nacional de apoio à pesquisa em manufatura avançada, congregando em cenários a indústria, a academia e o governo, na chamada 'Tríplice Hélice', de modo a acelerar o investimento, direcionar o modelo de educação para o trabalho futuro, criar e apoiar parcerias público-privadas e mapear os investimentos necessários e estratégicos (EXECUTIVE OFFICE USA, 2011).

A China também criou uma estratégia para demonstrar o seu posicionamento no âmbito da Manufatura Avançada, como se pode ver a seguir:

Por meio do plano Made in China 2025 (MIC2025), o país pretende crescer na cadeia de valor global, focando-se no desenvolvimento e na aplicação de tecnologias e de infraestrutura, no fortalecimento das cadeias produtivas e na priorização de áreas de atuação, de modo a resolver desafios de qualidade, consistência de produção, segurança e sustentabilidade (CONTROL ENGINEERING, 2016, p.2).

Segundo Helena Laurent (PEMAB, 2016), diretora-sênior para engajamento com governos, atuando como membro do Comitê Executivo do Fórum Econômico Mundial, "o atual ritmo de desenvolvimento tecnológico não possui precedentes na história humana e está exercendo mudanças profundas no modo de viver e trabalhar, além de estar impactando todas as áreas do conhecimento, economias e indústrias". A tecnologia computacional, está sendo cada cada vez mais utilizada em aparelhos de telefonia móvel, e abrindo oportunidades sem precedentes para conectar pessoas em todos os cantos do planeta.

Ainda, segundo essa mesma autora:

Em 2015, o Brasil iniciou um processo estruturado de desenvolvimento de sua visão para o futuro da indústria. A partir daquele ano, centenas de especialistas de todo o País – de universidades, empresas e governo – envolveram-se em diversos debates sobre os temas de inovação e tecnologia, cadeias produtivas, recursos humanos, regulação e infraestrutura" (p. 13).

De acordo com fóruns e estudos realizados, constantes na iniciativa que recebeu o título de Perspectivas de Especialistas sobre a Manufatura Avançada no Brasil (PEMAB, 2016), pode-se compreender o cenário de futuro que está em discussão:

O entendimento dos impactos dos cenários derivados do surgimento da manufatura avançada - ou Indústria 4.0 – em distintos setores industriais é crítico para os desenhos das novas estratégias de políticas industriais, de desenvolvimento de cadeias de valor, de processos de formação de recursos humanos, entre outros. Estes ambientes de cenários complexos, caracterizados por distintas alterações demográficas, econômicas, regulatórias e sociais, carregam ameaças e oportunidades a todos os países (p. 14).

Ainda neste documento, registrou-se que:

Sobre Desenvolvimento de Recursos Humanos, as temáticas mais discutidas e propostas foram relativas à Alteração do Formato e Método de Ensino, com o intuito de garantir os conhecimentos de ciência e tecnologia, mas com preparação para demais habilidades cognitivas e emocionais. Também foi consenso a necessidade de requalificação de profissionais e de parcerias multissetoriais, pilotando e implementando soluções escaláveis para os desafios da oferta de emprego e demanda de novas competências (p. 15).

Esse tema foi o que mais atenção e contribuições recebeu no conjunto dos temas gerais estudados (Tecnologia, Recursos Humanos, Regulação, Cadeias Produtivas e Infraestrutura) destacando-se ainda que Gestão da Informação e do Conhecimento Tecnológico foi uma das categorias gerais mais vinculadas a todos os subtemas, com 95% das iniciativas.

No âmbito da categoria geral de análise que pauta o desenvolvimento de pessoas para a Indústria 4.0, oito subcategorias foram listadas, a saber: 1) Habilidade básica; 2) Habilidade Cognitiva; 3) Habilidade em Gerência de Recursos; 4) Habilidade Sistêmica; 5) Habilidade Social; 6) Habilidade Técnica; 7) Integração Academia-Empresa e 8) Investimento.

Segundo PEMAB (2016):

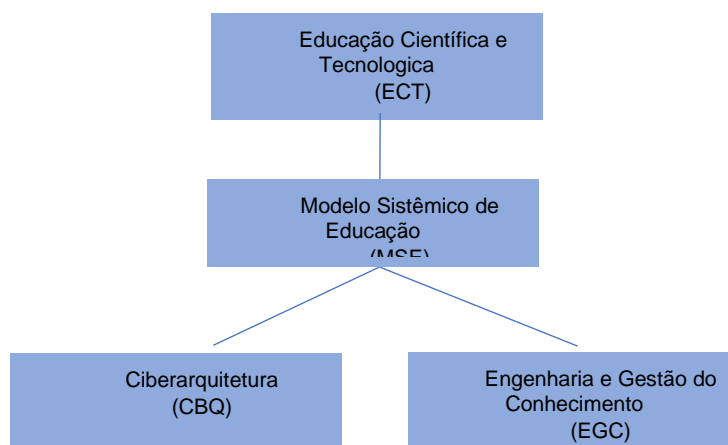
Para os especialistas, as mudanças decorrentes da Manufatura Avançada impõem desafios que exigem adaptação proativa por parte das empresas, dos governos, das sociedades e dos indivíduos. Dado o ritmo acelerado das mudanças, a ruptura dos modelos de negócios impactará quase que simultaneamente no emprego e na necessidade de novas habilidades para executá-lo, o que requererá esforço coletivo urgente para fazer os ajustes necessários e atender às novas demandas (p. 45).

Dessa forma, as mudanças no mundo do trabalho exigirão novas competências e habilidades profissionais.

Habilidades físicas cederão espaço para as habilidades cognitivas. Competências transversais, como as sociais, sistêmicas e de resolução de problemas complexos, serão um diferencial no cenário do trabalho futuro. Em todos os encontros, os especialistas foram unânimes defendendo esse posicionamento. Os especialistas explicitaram a necessidade de um novo modelo acadêmico, focado em alinhar os currículos da educação profissional e de nível superior, de modo que apoiem a formação de estudantes colaborativos e com capacidade sistêmica de executar projetos reais. No entanto, a base desses conteúdos deverá ser temática ainda no ensino fundamental, mostrando que o investimento deve ser sistêmico e não discreto para os cursos de alunos já ingressantes (PEMAB, 2016, pág. 45).

Segundo Carvalho Neto (2016), um dos pontos que chama à atenção é o que se refere à percepção de que “as habilidades físicas cederão espaço para as habilidades cognitivas” e será precisamente neste âmbito que se desenvolve o potencial contributo da ‘Educação 4.0’, como será rigorosamente definida sob a perspectiva de uma abordagem que tem sustentação no Modelo Sistêmico de Educação (MSE), na Educação Científica e Tecnológica (ECT), (CARVALHO NETO, 2006), na Engenharia e Gestão do Conhecimento (EGC), (CARVALHO NETO, 2011), e na Ciberarquitetura (CBQ), (CARVALHO NETO, 2016), como quatro eixos interligados e interdependentes, daí a denominação ‘Educação 4.0’ (CARVALHO NETO, 2018), (Ver Figura 1).

Figura 1: Visão sistêmica do modelo teórico-tecnológico que fundamenta a Educação 4.0, e seus eixos estruturadores.



Fonte: Carvalho Neto: Educação, 2018; p. 33.

Com a revolução proporcionada pelas tecnologias e mídias digitais, intensificada a partir dos anos 1990, profundas mudanças ocorreram na forma como se lida com a informação e o conhecimento e isso tem transformado de forma rápida e profunda a cultura e, mais especificamente, os padrões cognitivos dos jovens, o que acaba por afetar profundamente os processos educacionais formais praticados nas Instituições de ensino da educação básica e superior. Modelos educacionais unilaterais, monolíticos e lineares relacionados aos processos de ensino-aprendizagem já não conseguem mais responder aos desafios pedagógicos da atualidade, o que vem exigindo a construção de novas abordagens teóricas e tecnológicas mais potentes dedicadas à gestão do conhecimento (CAMPOS, 2011).

A Educação 4.0 consiste em uma abordagem teórico-tecnológica avançada para a gestão e docência na educação formal, superior e básica, que vem demonstrando por evidência de pesquisas de base científica e tecnológica seu potencial inovador e transformador para as instituições de ensino.

3. O PAPEL DO PROFESSOR NA IMPLEMENTAÇÃO DE INOVAÇÃO NAS ESCOLAS DE ENGENHARIA, RUMO A EDUCAÇÃO 4.0

Educar, contemporaneamente, envolve a transposição do passado analógico e cognitivo para o futuro digital e metacognitivo, em que será necessário que diferentes habilidades e elementos socioemocionais sejam desenvolvidos no egresso, como ser mais criativo, colaborativo e flexível, tornando-o mais crítico e capacitado para a tomada de decisões e o enfrentamento de problemas e desafios, aprendendo o tempo todo e cada um à sua maneira.

Um dos maiores desafios para essa guinada é ainda fazer com que os educadores percebam a necessidade de compreender que o mundo mudou e a maneira de se conseguir um aprendizado efetivo não é mais a mesma. A tecnologia vem contribuindo bastante para essas mudanças, mas como meio, não como fim.

A história da inovação educacional, principalmente nos Estados Unidos, resgatada pelos estudos de Hernandez et al. (2000), demonstra o que a experiência tem constatado que um processo de inovação educacional é complexo e, principalmente, que seus objetivos se diluem ou perdem o sentido, se não tiverem conexão com a concepção epistemológica e com a práxis dos professores, bem como, se não contarem com a aceitação necessária e com decisões práticas adequadas.

Isto porque processos de mudanças que ocorrem no âmbito de condutas não mecânicas, a exemplo do trabalho docente, em situações de tipo social, estão estritamente ligados aos processos cognitivos e afetivos de seus participantes (GONZÁLEZ e ESCUDERO, 1987 *apud* HERNANDEZ *et al.*, 2000). Além disso, os estudos evidenciaram que quando a

Administração escolar promoveu inovações a adoção dos professores, na maioria dos casos estudados, seguiu em outra direção.

Diante dessas mudanças requeridas pela indústria 4.0 na educação, alguns caminhos podem ser trilhados com aprender fazendo uns com os outros, a exemplo do ensino baseado em projetos; dar ênfase nas habilidades digitais na mineração de dados, mineração de conceitos, além de realizar atividades práticas que permitam ao estudante exercitar o fazer, a gestão, o empreendedorismo e as mudanças de comportamento, desenvolvendo competências como colaboração, criatividade, interdisciplinaridade, responsabilidade e ética. Como provocar as mudanças nas práticas educativas no ensino superior?

A análise da evolução do perfil didático-pedagógico do professor-engenheiro no Brasil indica que esse perfil ainda não mudou, ou está mudando lentamente. O método de ensino-aprendizagem é caracterizado por práticas da linha tradicional, em que predominam as aulas expositivas, práticas laboratoriais e provas como instrumento de avaliação (MOLISANI, 2016).

Do mesmo modo, o parque industrial no país ficou estacionado na reprodução de bens e consumo. Todavia, o mercado brasileiro exige uma formação técnico-científica fundamentada na visão ética e humanística, que favoreça o entendimento e desenvolvimento de novas tecnologias, com um senso crítico e criativo. Essas competências profissionais são percebidas em países desenvolvidos com educação de nível superior globalizada (MOLISANI, 2016).

Esse quadro se agrava quando se discute a formação do professor-engenheiro. A lei nº 9.394/1996 de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, que estabelece no Art. 66: “a preparação para o exercício do magistério superior far-se-á em nível de pós-graduação, prioritariamente em programas de mestrado e doutorado” (Brasil, 1996). Logo, exige-se o domínio do conhecimento a ser ministrado. No entanto, essa mesma lei ignora completamente a formação didática do professor do ensino superior e, para dificultar ainda mais, os serviços de supervisão e planejamento pedagógico são inexistentes.

Nas universidades existe a obrigatoriedade pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9394/96), em seus artigos 12 e 13, de um Projeto Político Pedagógico para os cursos. Esse é o instrumento que concentra a concepção do curso de graduação, os fundamentos da gestão acadêmica, pedagógica e administrativa, os princípios educacionais, vetores de todas as ações a serem adotadas na condução do processo educacional. Embora existam professores-engenheiros que se esforcem para ir além da escola tradicional, com experiências em Aprendizagem Baseada em Projetos, permanece a pergunta: como adotar a educação 4.0 sem discutir a didática e a prática pedagógica do educador no ensino superior?

Com base nas premissas contidas nessas questões fez-se um levantamento, na base Scopus com as palavras *training* (1.007.504); *students* (170.041); *engineers* (9.450); *method* (4.142); *responsibility* (194); *environmental* (64) e obteve-se dois grandes *clusters* no Software *Vosview*: “currículo e educação”. Os pontos mais quentes de palavras citadas foram “educação, humano, treinamento e educação em engenharia”. Aparecem os conceitos de “desenvolvimento sustentável, ética, aprendizado e estudantes” Dez artigos da área de engenharia foram identificados, dos quais seis são detalhados no Quadro 1.

Quadro 1 – Principais artigos identificados na base Scopus.

Autores	Título	Contribuições
<u>Lapuzina, _____, Romanov, Y., Lisachuk, L. (2018)</u>	Ética profissional como parte importante da formação de engenheiros em instituições de ensino superior técnico.	O método do estudo de caso é uma ferramenta eficaz para formar as necessidades profissionais, interesses, opiniões, valores da vida e perspectivas mundiais positivas dos futuros engenheiros.
<u>Jung, Y., Park, K., Ahn, J. (2019)</u>	Sustentabilidade no ensino superior: percepções de responsabilidade social entre universitários.	o desenvolvimento de currículos de sustentabilidade que podem melhorar a experiência de aprendizagem dos alunos
Deepa, S.R., Thenmozhi, R. (2018)	Um estudo sobre motivação entre corpo docente da academia de educação e treinamento marítimo, Chennai.	Quando os docentes que estão satisfeitos com seu trabalho têm maior probabilidade de serem criativos, inovadores e podem aumentar seu desempenho no trabalho, o contrário pode trazer ineficiências e outros efeitos negativos ao processo de aprendizado dos alunos.
<u>Sunthonkanokpong, W., Murphy, E., Tuntrakool, S. (2018)</u>	Um modelo de educação em engenharia para inovação.	A base de projetos envolve esforços colaborativos para encontrar respostas a perguntas e criar soluções para problemas e desafios.
Wahlström, B. (2018)	Pensamento sistêmico em apoio à gestão da segurança em usinas nucleares.	O pensamento sistêmico tem a ver com a criação de um entendimento dos sistemas em um ambiente. Como o comportamento macro pode ser entendido como gerado por microinterações de suas partes?
Dneprovskaya, N.V. Kulikova, S. Zolotarev, V.V. Shevtsova, I.V. (2018)	A colaboração interuniversitária dos professores durante os cursos de treinamento de TI.	Os requisitos crescentes para o conteúdo e a forma do ensino superior estabelecem novas tarefas para os docentes: formação de competências aplicadas, envolvimento dos alunos nas atividades do projeto, fornecimento de apoio on-line dos alunos, trabalho individual e do projeto.
Guntzburger, Y. Johnson, K.J. Martineau, J.T. Pauchant, T.C. (2018)	Eficocentrismo profissional e eficácia do gerenciamento de risco ético: como a abertura emocional do engenheiro medeia esse relacionamento complexo.	Engenheiros que são mais sensíveis às dimensões complexas e éticas da segurança serão mais propensos a adotar uma abordagem interdisciplinar e deliberativa para o gerenciamento de riscos.

Fonte: Autoria Própria

Utilizando-se os termos “educação 4.0” e “engenharia” no periódico Capes no Brasil, não houve identificação de registro de publicação, diferente do que se verificou nas bases Scopus (347; concentração de 2011 a 2019). Isso pode ser um indício de desinteresse e, ou atraso do Brasil em estudos no assunto.

Em outro levantamento bibliográfico com prioridade em educação 4.0, pensamento criativo e sistêmico pode-se verificar que esse método deve estar em sinergia com a formação acadêmica preparada para atender às novas demandas do mercado. Os principais autores que dão base a essa discussão são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Principais autores identificados na base Scopus.

Autores	Título	Contribuições
Tirto, T., Ossik, Y., Omelyanenko, V. (2020, no prelo)	Suporte de TIC para as redes de inovação da indústria 4.0: questões de educação e transferência de tecnologia.	O desenvolvimento de infra-estrutura digital é crucial para fornecer acesso aberto a dados e conhecimentos científicos, maior comercialização de pesquisa, inovação, produtos e serviços. É importante considerar as questões de educação e transferência de tecnologia do suporte de TIC para as redes de inovação da Indústria 4.0.
Vu Anh, T.L., Le Quoc, T. (2019)	Orientação para o desenvolvimento do programa de treinamento de engenharia mecânica na revolução industrial 4.0: Uma perspectiva no Vietnã.	A Revolução Industrial 4.0 requer educação superior para equipar os alunos com habilidades e conhecimentos básicos, pensamento criativo, capacidade de adaptação aos desafios e exigências de trabalho em constante mudança. A educação superior deve fornecer aos alunos conhecimentos e habilidades populares e pensamento criativo, pensamento sistêmico para que os alunos possam aprender sozinhos e serem capazes de se adaptar a desafios e requisitos de trabalho interdisciplinares e mutáveis
Motyl, B., Baronio, G., Uberti, S., Speranza, D., Filippi, S. (2019)	Como Mudar as Competências dos Engenheiros Futuros na Estrutura da Indústria 4.0?	Necessidade de criar um conhecimento mais amplo e melhor estruturado dos conceitos básicos relacionados. Então, esse conhecimento deve ser melhorado e integrado, considerando a revisão dos conteúdos educativos, especialmente no que diz respeito a tópicos técnicos. Uma possibilidade interessante representada pela introdução de novidades nos métodos de ensino e aprendizagem com uma interação inteligente entre os vários atores envolvidos.
Vu, T.L.A. (2018)	Construindo programas de treinamento em abordagens CDIO contra os desafios da revolução industrial 4.0 para engenharia e desenvolvimento de tecnologia.	A indústria 4.0 exige que o profissional tenha um pensamento crítico, criatividade, inovação, análise e síntese de informações, capacidade de trabalho independente e capacidade de tomada de decisão com base em uma análise de dados e provas.
<p>Método: Scopus; palavras-chave: educação 4.0 e engenharia; área: engenharia; relevância: j; período: 2011 a 2020; modalidade: artigos; Encontrados: 60 artigos de relevância e revisado por pares na Scopus.</p> <p>No Vosview a palavra principal é educação em engenharia no 1º custer foram: realidade argumentada, educação, sistemas embarcados e coisas na internet. Já no 2º cluster, inteligência artificial, pesquisa industrial, aprendizado profundo.</p>		

Fonte: Autoria Própria

Portanto, considerando que o educador é um dos principais atores na implementação de inovações nas instituições, o desafio está em como envolve-lo efetivamente no processo para que se tenha efetivamente inovações nos cursos de engenharia rumo a Educação 4.0.

Nesse sentido, as chamadas públicas de órgão de fomentos, direcionadas aos coordenadores de cursos e/ou presidentes de NDEs, poderiam contribuir para mobilizar coletivos dentro das IES para a elaboração e implementação Projetos de cursos e Projetos de Ensino inovadores. A disponibilização de recursos para gerar produtos voltados ao Ensino de Engenharia balizados pelas DCNs (2019) e, principalmente, a valorização desta produção, poderiam auxiliar as IES no engajamento de seus professores, por meio das coordenações e NDEs dos cursos de engenharias. E quiçá, contribuir para que as DCNs, juntamente com o conhecimento produzido nos fóruns realizados pela ABENGE, se materializassem nas escolas de engenharia de nosso país, na perspectiva de proporcionar uma formação aos

futuros engenheiros que atenda as novas demandas da sociedade contemporânea imersa na quarta revolução industrial.

4. AÇÕES DESENVOLVIDAS RUMO A EDUCAÇÃO 4.0

Apresentamos a seguir as experiências realizadas em algumas Instituições de Ensino Superior no Brasil, que estão desenvolvendo ações rumo a Educação 4.0. Nessas IES estão sendo realizadas experiências, com várias abordagens no processo de ensino/aprendizagem no contexto da Quarta Revolução Industrial. São elas: Escola de Engenharia de Lorena (EEL) – USP, Universidade de Brasília (UNB), Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), Instituto Militar de Engenharia (IME), Universidade Regional de Blumenau (FURB) e o Instituto de Tecnologia da Aeronáutica (ITA). Algumas ações estão focadas na capacitação dos docentes e outras no desenvolvimento dos discentes.

4.1 Escola de Engenharia de Lorena (EEL-USP)

O objetivo deste subitem é ressaltar a importância do desenvolvimento de competências transversais, a partir de metodologias ativas de aprendizagem, como fundamento essencial para formação de engenheiros preparados para os desafios advindos da Indústria 4.0.

O embasamento teórico de nossa experiência se fundamenta em vários documentos acerca das necessidades de formação dos engenheiros no contexto da quarta revolução industrial, destacando-se: as Novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para cursos de engenharia (BRASIL, 2019) e os caminhos da engenharia segundo o relatório da Unesco (2010) que destaca a necessidade de: “transformar a educação de engenharia, currículos e os métodos de ensino para enfatizar a relevância em uma abordagem de resolução de problemas para engenharia”. Este estudo já enfatiza a importância que os currículos de engenharia sejam baseados em atividades relevantes para os alunos, utilizando-se metodologias ativas de aprendizagem.

Várias são as metodologias ativas de aprendizagem, podendo destacar-se, dentre outras: Project-Based Learning (JOLLANDS; JOLLY; MOLYNEAUX, 2012), Problem Based Learning (YADAV et al., 2011), Peer Instruction (NICOL; BOYLE, 2003), Flipped Classroom (O’FLAHERTY; PHILLIPS, 2015), Case Method (CHRISTENSEN; CARLILE, 2009), Team-Based Learning (PARMELEE et al., 2012), Case-Based Learning (DEMETRIADIS et al., 2008).

Cada uma delas possui uma metodologia de aplicação diferente, mas todas tem como fundamento central o fato de que o aluno deve ser o protagonista de sua aprendizagem e o professor o facilitador desse processo (GAROFALO, 2018). Ideia essa que Paulo Freire (2002) explicitou há muitos anos, a de que as metodologias ativas estão fundamentadas na autonomia do estudante, sendo necessário que professores e instituições contribuam efetivamente para a independência do aluno.

Segundo Garofalo (2018), muitos são os benefícios que as metodologias ativas podem trazer para os alunos, tais como: autonomia, aptidão para resolver problemas, colaboração, senso crítico, protagonismo, confiança, aprendizado envolvente, empatia e responsabilidade, dentre outros. E todos esses benefícios contribuirão para a formação de um profissional preparado para enfrentar os grandes desafios que a quarta revolução industrial apresenta.

Dentre os fundamentos do curso de Engenharia de Produção da EEL-USP, o essencial é a sólida formação técnica de seus alunos, e para isso os temas centrais da indústria 4.0 (inteligência artificial, robótica, Internet das coisas, dentre outros) vem sendo trabalhados em disciplinas do núcleo profissionalizante do curso, fortemente ancorados no desenvolvimento de competências transversais em disciplinas específicas de projeto.

O curso de Engenharia de Produção da EEL-USP adota como uma de suas principais estratégias a Aprendizagem Baseada em Projetos, com maior ênfase em três disciplinas específicas de projeto: Projeto Integrado de Engenharia de Produção I (PIEP I no primeiro

semestre), Projeto Integrado de Engenharia de Produção II (PIEP II no quarto semestre) e Projeto Integrado de Engenharia de Produção III (PIEP III no sétimo semestre).

O objetivo de PIEP I é introduzir os ingressantes num projeto de engenharia interdisciplinar que seja realizado no próprio campus escolar, tendo como foco principal o desenvolvimento de competências transversais. O objetivo de PIEP II é colocar o aluno para trabalhar em projetos específicos propostos por empresas de pequeno e médio porte da região, uma vez que no quarto semestre, os alunos estão mais experientes e possuem maior maturidade pessoal e profissional para desenvolverem projetos de maior robustez. O objetivo de PIEP III é propor um desafio ainda maior, levando os alunos a trabalhar em problemas desafiadores em empresas de pequeno/médio porte da região.

Vários são os fatores que diferenciam as três disciplinas entre si. Uma característica que todos os projetos têm em comum é que visam o desenvolvimento de competências técnicas, aquelas necessárias para realização do projeto, e de competências transversais, aquelas que preparam o aluno para a vida real do futuro engenheiro no mercado de trabalho. As competências técnicas, normalmente, estão adequadas ao nível de conhecimento do aluno em função do semestre que ele está no seu curso.

O mais importante diferencial entre as três disciplinas está no desenvolvimento de competências técnicas, relacionadas com o resultado técnico pretendido para o projeto em si, ou no foco no desenvolvimento de competências transversais. Em PIEP I, o foco está muito mais no desenvolvimento de competências transversais, uma vez que se trata de um aluno ingressante num curso de engenharia, com idade média de 18 anos. Em PIEP II, busca-se um equilíbrio entre o processo de desenvolvimento de competências técnicas e transversais. E em PIEP III, o foco está mais no processo de desenvolvimento de competências técnicas relacionadas com o projeto realizado do que as competências transversais.

Um modelo visando o desenvolvimento de quatro competências transversais foi criado para a disciplina de PIEP I: Gestão de Projetos, Trabalho em Equipe, Comunicação e Desenvolvimento Pessoal. E posteriormente, adotado pelas duas outras disciplinas de projeto (PIEP II e PIEP III). Nesse modelo, estas quatro competências são consideradas como de “primeiro nível” e se desdobram em competências de “segundo nível”. Primeiro e segundo nível não significam uma hierarquia de competências e, sim, uma forma prática de definir as principais “características” que compõem a competência de primeiro nível. O quadro 3 apresenta estas quatro competências de primeiro nível e seu desdobramento.

Quadro 3 – Modelo de Competências da disciplina de PIEP-I

Gestão de Projetos	Trabalho em Equipe	Desenvolvimento Pessoal	Comunicação
Capacidade de Julgamento	Compreensão	Criatividade	Comunicação escrita Comunicação oral
Tomada de Decisão	Responsabilidade	Iniciativa	
Resolução de Problemas	Cooperação	Pensamento crítico	
Capacidade de organização	Relacionamento interpessoal	Flexibilidade	
Gestão do tempo	Gestão de conflitos	Liderança	
		Ética	
		Visão Humanística	

Fonte: Autoria Própria

Este modelo tem sido usado nas disciplinas de projetos visando o desenvolvimento de competências transversais. Ele não foi criado com foco na Educação 4.0, mas possui inúmeras das principais características que se deseja para um profissional preparado para os

desafios da Indústria 4.0, tais como criatividade, iniciativa, pensamento crítico, cooperação, resolução de problemas, dentre outras.

Acredita-se que a adoção da Educação 4.0 exige uma nova postura de educadores e educandos, por isso a ênfase no desenvolvimento de competências transversais, que são a base para a postura de aprender a aprender, o que é cada vez mais essencial na quarta revolução industrial.

4.2 Universidade de Brasília (UnB)

Este subitem descreve o projeto desenvolvido na Faculdade do Gama da Universidade de Brasília e trata das travessias do ensino de engenharia em busca de aprimoramento na arte da construção do conhecimento por meio de uma abordagem sistêmica, criativa e de inovação. Esse método visa oportunizar uma mudança comportamental por meio do desenvolvimento de competências relacionadas à criatividade e ética, buscando a inovação em um mundo conectado que exige múltiplas habilidades. Na busca deste objetivo são apresentadas argumentações acerca da quarta revolução industrial e a necessidade de novas práticas pedagógicas para atender os desafios na formação dos novos engenheiros.

O curso de Engenharia de Energia da Universidade de Brasília busca, na disciplina “Engenharia e Ambiente”, desenvolver competências previstas nas Diretrizes Curriculares Nacionais de Engenharia, publicadas em 2019, tais como ter visão holística, humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético, atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável. Pretende-se, dessa forma, para uma mudança de comportamento por meio de práticas em aprendizagem ativa, em particular, utilizando estudos de caso em um projeto de ação contínua de pesquisa aplicada e extensão, desde o segundo semestre de 2010. Somado a isso, enfrenta-se o desafio da construção de conhecimento em grandes turmas, com cerca de 130 alunos (Quadro 4). O exercício relatado foi realizado na turma 2019/1, com o tema construção e gestão de barragens de rejeito de mineração no Brasil e os impactos ambientais e sociais decorrentes do rompimento de duas barragens de rejeitos de minério de ferro em Minas Gerais e no mapeamento das causas técnicas do rompimento das barragens, bem como a responsabilidade da engenharia.

Os procedimentos propostos aos estudantes foram: mineração de dados, armazenamento, tratamento, elaboração de infográficos, relatoria, apresentação em uma escola pública e avaliação. Os principais temas tratados estão detalhados no Quadro 5. Cada equipe ficou responsável por um subtema, contribuindo para a construção do trabalho unificado.

Quadro 4 – Síntese do estudo de caso.

Estudo de caso sobre as barragens no Brasil em turma de 130 alunos com trabalho colaborativo realizado em equipes. Os passos metodológicos utilizados para a realização do projeto estão organizados em: (1) concepção e gestão, incluindo supervisão, monitoramento e revisão, e (2) atividades realizadas pelas equipes. O planejamento foi feito com a concepção geral do projeto, a elaboração de um Termo de Referência com o objeto, escopo, objetivos, metas, atividades responsabilidades e cronograma. As atividades das equipes consistiram em planejar e executar a coletas de dado, analisar e produzir um documento que foi utilizado para compor um documento único para toda a turma. O desenvolvimento do projeto foi avaliado continuamente em pontos de controle semanais. Duas equipes ficaram responsáveis para avaliar e validar os dados e informações coletadas por todas as equipes e redigir um documento consolidado. Esse documento foi entregue para todas as equipes, que ficaram responsáveis por comunicar os resultados com uma apresentação em escolas públicas de ensino fundamental e médio, no Distrito Federal. O compartilhamento dos resultados foi em escolas públicas de ensino fundamental e médio do Distrito Federal com uma exposição participativa e avaliação do projeto e da equipe, feita com todos os participantes (professores, estudantes, membros da equipe).

Fonte: Autoria Própria

Quadro 5 – Principais subtemas do estudo de caso.

- 1) Caracterização da participação setor de mineração de ferro na balança comercial brasileira, em relação à produção anual/exportação no período de 1950 a 2018;
- 2) Identificação e mapeamento das cadeias produtivas que utilizam o minério de ferro como matéria prima e, ou seu produto posterior, identificando os principais processos;
- 3) Identificação dos principais produtos que utilizam minério como principal componente e quantificar sua produção e venda;
- 4) Identificação e caracterização as empresas mineradoras que atuam no Brasil quanto à natureza do capital, localização das minas, produção, fase de operação (prospecção, operação e descomissionamento);
- 5) Mapeamento do processo produtivo das empresas de mineração com pensamento do ciclo de vida, identificando as etapas do processo, as principais máquinas e equipamentos utilizados, as entradas e saídas de energia, os principais insumos, produtos, resíduos sólidos, emissões e efluentes;
- 6) Identificação dos principais riscos de impactos ambientais negativos significativos sobre o meio físico (solo, ar e água) sobre o meio biótico (fauna e flora) e sobre o meio sócio econômico, bem como os mecanismos organizacionais para o controle de impactos ambientais negativos;
- 7) Identificação e mapeamento dos requisitos de responsabilidade ambiental e social, incluindo requisitos: legais, de normas de certificação ambiental e Padrões Boas Práticas institucionalizados;
- 8) Identificação e mapeamento dos *stakeholders* direta e indiretamente relacionados, caracterizando os respectivos papéis e responsabilidades;
- 9) Identificação e mapeamento dos tipos de barragens de rejeitos, incluindo a definição e caracterização da estrutura, do processo de armazenamento e controle operacional, incluindo os mecanismos de supervisão, monitoramento, e medidas de correção;
- 10) Identificação dos principais poluentes do ar, solo e água e os principais problemas ecotoxicológicos do processo de mineração;
- 11) Mapeamento dos principais registros de acidentes, identificando os principais fatos e desdobramentos;
- 12) Mapeamento dos principais registros de penalidades impostas aos responsáveis em função dos crimes ambientais no rompimento das barragens;
- 13) Mapeamento da produção técnico científica sobre poluentes, poluição, ecotoxicologia, doenças, estresses pós traumáticos e impactos sociais, em função do rompimento as duas barragens de rejeitos de minério de ferro, Mariana e Brumadinho, MG.
- 14) Realização de uma análise das causas e consequências do rompimento e as lições a serem aprendidas.

Fonte: Autoria Própria

Houve dificuldades de interpretação dos requisitos, na coleta e interpretação de dados, na geração de informações, na redação dos resultados, atraso no cronograma, trancamento e abandono da disciplina, e que foram sendo solucionados, principalmente devido à supervisão e monitoramento constantes.

O objetivo da proposta foi alcançado, no que diz respeito a levantar questões para reflexão e apresentar um exemplo de estudo de caso em que se contribui para uma visão sistêmica dos estudantes sobre a inclusão das variáveis ambientais e sociais no processo produtivo. Uma discussão foi feita e depois uma redação sobre utilização de programas computacionais para ter mais eficácia e eficiência, e ao mesmo tempo debates sobre conhecimentos de tecnologia, mudanças comportamentais, criatividade e inovação. O compartilhamento de resultados nas escolas foi relatado como uma atividade positivamente impactante para a escola e para a própria equipe, resultando em aprendizado importante, tanto na área técnica como nas interações humanas. E descrito pelos estudantes como uma atividade gratificante e enriquecedora.

O método foi avaliado positivamente pelos estudantes, que relataram ter desenvolvido, principalmente, a capacidade de trabalhar colaborativamente em equipe, com melhoria no desempenho da realização das atividades, aprendendo a ser mais pacientes, tolerantes, gerir melhor o tempo, o processo e os resultados.

4.3 Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI)

Essa instituição utiliza a tecnologia como forma a estimular os processos de ensino e aprendizagem, por meio de estratégias tais como a realidade virtual, que permite construir um

ambiente de total imersão. Nesse ambiente sem distrações externas, os alunos, estimulados por experiências sensoriais, podem efetivamente aprender e reter o conhecimento adquirido (LIAGKOU et al., 2019). Para tanto, projetou-se um aplicativo (Virtual IsCool) que emula uma escola, composta de dez salas de aula, onde o aluno tem acesso a vídeo aulas e pode responder questões em um quadro negro virtual, a respeito de diversos conteúdos relacionados ao Ciclo Rankine.

A Virtual IsCool começou como uma prova de conceito, de uma maquete em 3D, com o objetivo de propiciar ao estudante uma experiência de total imersão.

O cenário ao redor da escola foi escolhido de maneira a trazer paz e tranquilidade, apresentando um vale sem demais construções, calmo e tranquilo, sem elementos que pudesse trazer distrações ao aluno, e ao mesmo tempo servindo como algo agradável de se observar entre as aulas.

A escola é basicamente uma casa de dois andares. No térreo encontra-se a recepção, onde se mostra um vídeo aula, que explica o funcionamento do aplicativo para os alunos. Comenta-se neste vídeo que cada sala possui um conteúdo próprio, e que o acesso a cada sala é permitido uma vez que o aluno tenha cumprido satisfatoriamente a tarefa anterior.

Figura 1 - Ilustrações da Virtual IsCool



Fonte: Autoria Própria

Cada uma das dez salas tem um conteúdo próprio, que são abertas usando-se o gatilho de um dos controles. O Quadro 6, relaciona os conteúdos estudados em cada sala de aula.

Quadro 6 - Conteúdos estudados em cada sala de aula.

Primeiro Andar	Segundo Andar
Sala Conteúdo	Sala Conteúdo
1. Propriedades específicas	6. Condensadores
2. Gás ideal	7. Bombas
3. Equações Cúbicas de Estado	8. Aquecedores
4. Tabelas Termodinâmicas	9. Turbinas
5. Balanços de energia	10. Ciclo Rankine

Fonte: Autoria Própria

Como se verifica no Quadro 6, os conteúdos foram escolhidos de forma que um aluno compreenda os conceitos necessários de termodinâmica para compreender o Ciclo Rankine.

As salas de aula apresentam uma televisão em um dos cantos, onde o aluno acessa uma vídeo aula. Ao fundo pode-se notar um quadro negro, onde as questões referentes a aula são exibidas. Se o aluno achar necessário, pode pressionar o gatilho esquerdo e abrir uma calculadora convencional, com algumas operações extras, como uso de parênteses, potências e raízes.

Todos os modelos 3D foram desenvolvidos em Blender, um software de código aberto. Os modelos foram posteriormente exportados para a UnityEngine onde a aplicação foi montada e os materiais foram gerados. A programação foi feita utilizando o Visual Studio e escrita em C#.

A Virtual IsCool atualmente é distribuída, em uma versão reduzida e gratuita, em uma plataforma internacional (www.viveport.com) de jogos e aplicativos para a realidade virtual. Além disso, este modelo tem sido apresentado em várias Instituições de Ensino Superior, em palestras.

Em todas essas instituições, os assistentes da palestra se surpreenderam com o modelo proposto e avaliaram que é uma excelente alternativa não somente para o ensino, mas também para o treinamento de pessoal.

4.4 Instituto Militar de Engenharia – IME

Apresentamos o escopo de uma trilha de aprendizagem concebida e implementada inicialmente nas disciplinas Fenômenos de Transporte, Química Geral 1 e 2, e Transferência de Calor.

A trilha de aprendizagem desenvolvida se acomodou perfeitamente com a implementação de uma Sala de Aula híbrida, com a premissa da sala de aula invertida (BERGMANN & SAMS, 2016), denominada PRÉ-AULA, prosseguindo com as estratégias e os métodos de aprendizagem ativa que potencializaram o momento em sala de aula (AULA). Finalmente, foi acrescido um momento de sedimentação do conhecimento e certificação final da aprendizagem (PÓS-AULA), em que foram mapeadas e discutidas as deficiências do estudante.

A metodologia implementada pela presente trilha de aprendizagem buscou, dentre outros objetivos, manter os estudantes assíduos em seus estudos, participativos ativamente em sala de aula e, ao mesmo tempo que aprenderam o conteúdo, desenvolveram importantes habilidades e atitudes.

Os sete princípios norteadores abaixo descritos estiveram presentes ao longo da sequência de atividades que foram implementadas na trilha.

1º) O Poder da Inversão: Importante, pois quando se tem acesso ao conteúdo com antecedência, o estudante consegue mapear suas dúvidas e se sente mais seguro e autoconfiante para fazer questionamentos em sala de aula;

2º) O Conteúdo Essencial: Para permitir verticalização e aprofundamento em sala;

3º) O Poder dos Vídeos: Tendência do nativo digital, caminho sem volta e que se adapta aos estudantes, pois estes podem assistir aos vídeos quantas vezes quiserem e tiverem necessidade;

4º) A Base Científica: As disciplinas de base são preponderantes na formação do que chamamos de “Fundação do edifício”, sobre o qual construímos a profissionalização do estudante;

5º) A Avaliação Contínua: Uma das principais ferramentas para fazer valer o objetivo de manter a assiduidade no estudo do aluno;

6º) A Aprendizagem Ativa e o Desenvolvimento de Atitudes e Habilidades: Coração da metodologia, em que, com o encadeamento das atividades, são desenvolvidas importantes atitudes, habilidades e principalmente o protagonismo dos estudantes;

7º) A Metodologia Híbrida e a Dosagem Metodologia versus Tecnologia: Trata-se de uma tendência atual, pois, num futuro próximo, espera-se uma aproximação das duas extremidades (presencial e EAD) para o “blended” ou híbrido. Lembrar que a Metodologia, hierarquicamente, vem acima da Tecnologia, sendo esta apenas o meio, fato que muitas escolas confundem e acabam fazendo mais do mesmo.

A metodologia foi estruturada em três momentos: no primeiro, chamado de pré-aula ou estudo prévio, os alunos recebem previamente o conteúdo por meio de vídeo aulas, áudios, textos, links, artigos etc., com um período de tempo para estudá-los. No segundo, no momento presencial, chamado de Aula ou Encontro Presencial, os professores passam a conduzir a aprendizagem dos estudantes com atividades ativas, fazendo com que os alunos assumam o protagonismo do processo. Os professores buscam confeccionar atividades mais dinâmicas, que motivarão a troca, discussão e análise entre os estudantes.

E o terceiro momento, pós-aula, com atividades que visam à sedimentação do conhecimento e ao respectivo mapeamento de deficiências.

Abaixo, apresenta-se no quadro 7, os diferentes tipos de atividades educacionais que podem ser organizadas nos três momentos que compõe a trilha de aprendizagem:

Quadro 7 - Planejamento da Trilha de Aprendizagem.

TRILHA DE APRENDIZAGEM			
Planejamento e subdivisão de objetos educacionais em três momentos (Pré-Aula, Aula e Pós-Aula)			
BANCO DE CONTEÚDOS (Objetos Educacionais)	ATIVIDADES		
	PRÉ-AULA	AULA	PÓS-AULA
VIDEOAULAS (teoria e exercícios resolvidos)	X		
LEITURAS RECOMENDADAS (Livro, e-book, artigos, sites, outras)	X		
AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA (questões para avaliação de aprendizagem)		X	
ESTUDOS DE CASO		X	
DESAFIOS PROPOSTOS		X	
QUIZZES (questões conceituais simples)		X	
AVALIAÇÃO FINAL (com mapeamento e revisão do conhecimento)			X
TRABALHOS EM GRUPO			X
TEMAS PARA FÓRUNS			X

Fonte: Autoria Própria

Nota-se que o encadeamento de atividades da trilha de aprendizagem contempla os sete princípios norteadores e as boas práticas de importantes estratégias de aprendizagem ativa.

Dessa forma, os alunos, a cada tema do programa da disciplina, receberão inicialmente o material didático referente à Pré-Aula, para estudarem com antecedência. Nesse momento, os quatro primeiros princípios norteadores supracitados estarão presentes.

No momento Aula, os alunos são submetidos inicialmente a uma avaliação diagnóstica, com intuito de verificar como foi o estudo prévio e, de acordo com os erros e acertos desta avaliação, comentários e revisões conceituais serão conduzidas pelo professor que, após esta atividade, poderá sugerir um problema-desafio ou um caso real contextualizado para ser resolvido por grupos de alunos. A condução desta atividade pelo professor é muito importante e costuma verticalizar sobremaneira o aprendizado dos alunos onde os 5º e 6º princípios norteadores estão presentes.

O próximo momento seria o Pós-Aula, no qual as atividades de sedimentação de conteúdo são sugeridas, os alunos são submetidos a uma avaliação adaptativa final com mapeamento do conhecimento e as suas respectivas deficiências são indicadas por tema.

A cada tema que o aluno apresente deficiência, ele é automaticamente direcionado para assistir a vídeo aulas que contêm tais conteúdos e, em seguida, uma ou mais questões correlatas lhe são oferecidas para confirmar ou não que tais conteúdos foram revisados e devidamente aprendidos. Dessa forma, o sétimo princípio está presente neste momento.

A metodologia foi avaliada positivamente pelos estudantes, obtendo os seguintes resultados: maior assiduidade no processo ensino-aprendizagem; melhor rendimento por parte dos alunos; maior desenvolvimento de atitudes e habilidades; metodologia aprovada pelos alunos e otimização de espaço acadêmico.

4.5 Universidade Regional de Blumenau (FURB)

Apresentamos uma experiência piloto desenvolvida na Universidade Regional de Blumenau (FURB), em 2017, com o objetivo de investir na formação docente, para enfrentar o paradigma da Educação 4.0, utilizando-se metodologias ativas, com o apoio da Pró-Reitoria de Ensino de Graduação, Ensino Médio e Profissionalizante (PROEN/FURB) e duração de um ano. O percurso formativo foi composto por dois ciclos. O primeiro com duração de 40h, possibilitou aos professores uma imersão teórico-prática sobre a temática, e cada docente participante elaborou um Projeto de Ensino para ser desenvolvido em uma de suas disciplinas. O segundo ciclo, se caracterizou pela implementação da intervenção pedagógica e produção de relatório final com modelo proposto pela PROEN. Uma chamada para a formação docente foi realizada pela PROEN. Apenas 14 professores aderiram a proposta, dos quais oito desenvolveram e aplicaram o Projeto de Ensino, e apresentaram relatório final.

Apesar da maturidade, de estudos sobre aprendizagem/ metodologias ativas e de experiências exitosas socializadas e discutidas em vários congressos, muitos professores ainda se recusam a fazer uma aproximação, profunda e crítica, sobre metodologias ativas e/ou não se engajam nas atividades institucionais organizadas nesse sentido.

Além disso, a maioria dos docentes, dessa instituição, está alheio as novas DCNs e a discussão do novo paradigma educacional por várias razões. Acredita-se que as exigências de participação no *Stricto Sensu* relacionadas à produção científica, a falta de valorização profissional daqueles que se dedicam à produções relacionadas ao ensino, e o modelo institucional de organização e valorização das atividade dos professores, estão sem dúvida dentre os principais fatores que dificultam, e/ou impedem, o engajamento dos docentes no desenvolvimento de experimentações pedagógicas e na produção de reflexões profundas e críticas, que venham gerar conhecimento sobre organizações curriculares e práxis inovadoras.

Contudo, a condução da formação docente adotada no projeto piloto desenvolvido pela PROEN/FURB, balizada pelas compilações, de Elliot (1990) e MacDonald (1990) quanto o engajamento dos professores no processo formativo, compiladas dos estudos de Hernandez (2000), apresentou um caminho profícuo e sólido para que os professores desenvolvam Projetos de Ensino a partir de uma imersão teórico- prática, e construam, por meio da produção de relatório, reflexões e conhecimento estruturado acerca da experiência realizada. Mas como bem coloca Hernandez et al. (2000), quando o processo de inovação é promovido pela Administração de uma instituição de ensino, a maioria dos professores tende a seguir outro caminho.

4.6 Instituto Tecnológico da Aeronáutica

No período de 2017 a 2019 foi realizado o projeto de pesquisa-aplicação 'Inova ITA – Inovação na Educação em Engenharia', no âmbito do Convênio de pós-doutorado CAPES/ITA coordenado pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). O eixo central do processo concebido, sustentado e analisado sob o prisma do modelo de Educação 4.0 foi dedicado a realizar um programa de educação profissional continuada (ForCon ITA), contemplando uma certificação de pós-graduação (latu senso, aperfeiçoamento profissional), com carga horária de 180 (cento e oitenta) horas, conduzido em modelo híbrido, com oito encontros presenciais ao longo de oito meses, acompanhados por mediação remota por plataforma digital. O objetivo central da ação foi proporcionar a cada docente participante do programa uma oportunidade para, crítico-criativamente, fazer uma análise de uma componente curricular de sua responsabilidade, sob o prisma das Novas Diretrizes Curriculares para o Ensino da Engenharia, propor um design de inovação para a mesma (primeira parte do programa) e, a seguir (na segunda parte do programa) atuar como mediador do processo concebido, além de cuidar de aspectos relacionados a auto-pesquisa que pudesse gerar subsídios para um processo de inovação continuada.

Os resultados desta pesquisa serão publicados em breve, no formato de um livro que relatará a concepção, o desenvolvimento, execução e avaliação do projeto 'Inova ITA – Inovação na Educação em Engenharia'.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo teve como objetivo identificar/divulgar as experiências/ações para a implementação/utilização de estratégias no desenvolvimento de um programa de inovação institucional no ensino dos cursos de Engenharia para esse novo paradigma, educação 4.0. Com base nas percepções dos autores e na revisão bibliográfica, buscou-se responder as seguintes questões:

1. Quais serão as competências e habilidades necessárias que os futuros profissionais da engenharia deverão adquirir para enfrentar esse desafio?
2. Como desenvolver nos futuros profissionais a capacidade de ampliar os modos de pensar e agir diante de novos caminhos para a solução de problemas que surgirão no cotidiano?
3. Como as escolas de engenharia deverão implementar seus cursos diante das necessidades do novo mercado de trabalho que se apresenta?
4. Quais as metodologias de ensino/aprendizagem deverão ser adotadas para atingir os alvos corretos de capacitação profissional?

Quanto às competências e as habilidades necessárias para os futuros engenheiros, pressupõe-se que eles deverão estar aptos para formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, com capacidade de analisar e compreender os usuários dessas soluções e seu contexto; ter domínio da robótica; automação industrial; desenvolvimento de softwares; domínio da tecnologia da informação; ter visão holística e humanista; ser crítico; reflexivo; criativo; cooperativo e ético e com formação técnica; ser crítico para avaliar os impactos das soluções de engenharia nos contextos social, legal, econômico e ambiental, atendendo às Diretrizes Curriculares Nacionais para cursos de engenharia.

No que tange o desenvolvimento nos futuros profissionais a capacidade de ampliar os modos de pensar e agir diante de novos caminhos para a solução de problemas que surgirão no cotidiano, pensa-se que por meio da capacitação e treinamento dos professores, que, na maioria das vezes, são engenheiros, sem formação na área de Educação, e que buscam seus próprios métodos sem integração com os demais professores, ficando, no máximo, restritos ao seu próprio grupo de trabalho. Os professores precisam ser integrados, compreendendo a importância da inter, multi e transdisciplinaridade.

É importante trabalhar com casos reais em sala de aula em que os alunos tenham a oportunidade de desenvolver habilidades e competências. Desenvolver métodos que contribuam de diferentes maneiras para a formação do aluno por meio do desenvolvimento de comportamentos, habilidades, competência e ética. Portanto, é importante a consciência do papel do professor e sua capacitação na formação dos seus alunos.

No que diz respeito de como implementar nos cursos de engenharia as necessidades do novo mercado de trabalho julga-se que os cursos de engenharia deverão ter na grade curricular disciplinas que abordem perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática; considerando os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho; desenvolvendo nos alunos o comprometimento com a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável.

Em atenção a adoção de metodologias de ensino/aprendizagem para atender os objetivos de mercado na capacitação profissional considera-se que deverão ser utilizadas metodologias ativas em que o estudante possa construir seu próprio conhecimento e responsabilizar-se por isso. E que o estudante seja capaz de contextualizar o mundo real e integrar aos assuntos tratados em função das demandas propostas nos projetos pedagógicos do curso.

Portanto, o futuro da educação necessita que educadores e educandos representem outros papéis, novas competências e habilidades. Portanto, é importante criar uma cultura de troca de experiências entre as IES a fim de desenvolver boas práticas de ensino/aprendizagem, num trabalho colaborativo e proativo.

Da mesma forma, deve incentivar as Instituições de Ensino Superior a utilizar os avanços tecnológicos da Quarta Revolução Industrial, como forma a estimular os processos de ensino e aprendizagem, por meio de estratégias de aprendizagem ativa, que permitam aos alunos construir um ambiente de participação efetiva e colaborativa na construção do seu processo de aprendizagem.

O educador 4.0 deve ter percepção e flexibilidade para exercer o papel de mediador, orientador e pesquisador para criar novas oportunidades de aprendizagem.

6. REFERÊNCIAS

ACATECH. **Recommendations for implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0.** 2013. Disponível em: http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf. Acesso em: 21 mar. 2019.

BRASIL. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/tvescola/leis/lein9394.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2019.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida, uma metodologia ativa de aprendizagem.** Tradução de Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

CAMPOS, L. C., *et al.* In: Desafios da Educação em Engenharia: vocação, formação, exercício profissional, experiências metodológicas e proposições. pp. 113-164. In: XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. **Anais...** Blumenau, SC, Brasil, 2011.

CARVALHO NETO, C.Z. **Educação 4.0 – Princípios e práticas de inovação e docência:** Fundamentos teóricos-tecnológicos. Editora Laborciência, São Paulo, SP, 2018.

_____. **Educação Profissional Continuada:** Incerteza, equívoco e sucesso em programas de formação continuada de gestores, especialistas e professores. São Paulo: Laborciencia editora, 2016.

_____. **Espaços ciberarquitetônicos e a integração de mídias por meio de técnicas derivadas de tecnologias dedicadas à educação.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, 2006. Disponível em: <http://www.carvalhonetocz.com/publicacao-academica/>. Acesso em 03 jun. 2017.

_____. **Educação Digital: Paradigmas, Tecnologias e Complexmedia dedicada à Gestão do Conhecimento.** Tese de doutoramento defendida perante o Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011. Disponível em: http://www.carvalhonetocz.com/wp-content/uploads/downloads/2011/08/A5_TESE_CARVALHO_NETO_CZ.pdf. Acesso em 20/05/2017. Acesso em: 21 mar. 2019.

CHRISTENSEN, C. M.; CARLILE, P. R. **Course research:** Using the case method to build and teach management theory. *Academy of Management Learning & Education*, v. 8, n. 2, p. 240-251, 2009.

CONTROL ENGINEERING. **Made in China 2025:** Chinese government aims at Industry 4.0 implementation. 2016. Disponível em: <http://zip.net/bntxqc> . Acesso em: 27 set. 2016.

DEMETRIADIS, Stavros N. *et al.* The effect of scaffolding students' context-generating cognitive activity in technology-enhanced case-based learning. **Computers & Education**, v. 51, n. 2, p. 939-954, 2008.

ELLIOT, J. Teachers as researches; implications for supervision and for teacher education. **Teaching & Teacher Education**, p. 1-26,1990.

Executive Office Of The President President's Council Of Advisors On Science And Technology. **Accelerating US Advanced Manufacturing.** 2011. Disponível em: <http://zip.net/bxtycq>. Acesso em: 21 mar. 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 22ª ed. São Paulo: Paz e Terra; 2002.

GAROFALO, D. **Como as metodologias ativas favorecem o aprendizado.** Nova Escola. 2018. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/11897/como-as-metodologias-ativas-favorecem-o-aprendizado> . Acesso em: 21 mar. 2019.

GONZÁLEZ, M, T. & ESCUDERO, J.M. **Innovación educativa: teorías y proceso de desarrollo.** Barcelona:Humánitas, 1987.

HERNANDEZ, F. et al. **Aprendendo com inovações nas escolas.** Tradução: ROSA, E. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

JOLLANDS, M., JOLLY, L.; MOLYNEAUX, T. Project-based learning as a contributing factor to graduates' work readiness. **European Journal of Engineering Education**, 37(2), 143-154, 2012

LIAGKOU, V. et al. **Realizing Virtual Reality Learning Environment for Industry 4.0.** *Procedia CIRP* 79 (2019) 712–717

MacDONALD,B. Critical Introduction. In: J. RUDDUCK. **Innovation, Involvement and Understanding.** Milton Keynes: Open Universty Press, 1990.

MEC/CNE/CES. Resolução nº 2, de 24 de Abril de 2019. **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.** DOU – Imprensa Nacional, 2019.

MOLISANI, André Luiz. **Evolução do perfil didático-pedagógico do professor-engenheiro.** *Educ. Pesqui.* [online]. 2017, vol.43, n.2, pp.467-482. Epub Sep 26, 2016. ISSN 1517-9702. <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-9702201608149237>.

NICOL, David J.; BOYLE, James T. Peer instruction versus class-wide discussion in large classes: A comparison of two interaction methods in the wired classroom. **Studies in higher education**, v. 28, n. 4, p. 457-473, 2003.

O'FLAHERTY, Jacqueline; PHILLIPS, Craig. The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. **The internet and higher education**, v. 25, p. 85-95, 2015.

PARMELEE, Dean et al. Team-based learning: a practical guide: AMEE guide no. 65. **Medical teacher**, v. 34, n. 5, p. e275-e287, 2012.

Perspectivas de Especialistas Brasileiros sobre a Manufatura Avançada no Brasil (PEMAB). 2016.

<http://www.mcti.gov.br/documents/10179/35540/29.11+Perspectivas+para+manufatura+avan%C3%A7ada/a8dd15cc-5525-47ab-a45a-dc02c0a47c49>. Acesso em: 17 jun. 2017.

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial**. World Economic Forum, Editora Edipro, São Paulo, SP, 2018.

YADAV, Aman *et al.* Problem-based learning: Influence on students' learning in an electrical engineering course. **Journal of Engineering Education**, v. 100, n. 2, p. 253-280, 2011.

UNESCO. **Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for development**. 2010. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001897/189753e.pdf> . Acesso em 17 jun. 2019.

CAPÍTULO 03

PAPEL DOS ESTUDANTES NO PROCESSO DE REPENSAR A APRENDIZAGEM DOS CURSOS DE ENGENHARIA NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

Marcus Vinícius Melo de Lyra
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Jadi Tosta Iglesias Ventin
Universidade Federal da Bahia - UFBA

Alessandro Fernandes Moreira
Amanda Luisa Silva
Camila Ribeiro Damasceno Martins
Laíne Silva, Magno Corrêa De Moraes Costa
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Breno Gomes Lemos
Douglas Ribeiro Oliveira
Marcello Simão
Marcos Vinícius Rodrigues Silva
Nancy Tiemi Isewaki
Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)

Carla César Martins Cunha
Ingrid Andrade Reis
Leandro Furlam Turi
Lucas Malacarne Astore
Paulo José Mello Menegáz
Rosane Bodart Soares
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Dayane Patricia Ferreira Menezes
Lázaro Fabrício de França Souza
Taciano Amaral Sorrentino
Victor Santos Carvalho Carneiro
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	52
2	AÇÕES ESTUDANTIS DE MELHORIA DO ENSINO-APRENDIZAGEM NAS ENGENHARIAS.	53
	2.1 A utilização de <i>peer-mentoring</i> como ferramenta de acolhimento de alunos de engenharia.	53
	2.2 O programa ENG200 na Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (EEUFMG)	54
	2.3 Protagonismo estudantil na implementação de novas estratégias de ensino-aprendizagem: O caso do concurso de Terra armada no Centro Universitário Patos de Minas (UNIPAM)	56
	2.4 Uma reflexão sobre a contribuição do Programa de Educação Tutorial na formação do perfil do Engenheiro: O caso do PET Elétrica da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)	58
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
4	REFERÊNCIAS	60

PAPEL DOS ESTUDANTES NO PROCESSO DE REPENSAR A APRENDIZAGEM DOS CURSOS DE ENGENHARIA NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

1. INTRODUÇÃO

O contexto de atuação dos engenheiros é tema de constantes mudanças desde o surgimento das primeiras escolas destinadas à sua formação, na segunda metade do século XVIII, tendo ocorrido com maior velocidade a partir das últimas décadas do século XX (SILVEIRA, 2005). Porém, a última grande transformação no ensino de engenharia ocorreu apenas a partir de meados do século XX, ao fim da Segunda Guerra Mundial e início da Guerra Fria, momento no qual o currículo de graduação baseado no domínio de ferramentas práticas de engenharia foi reconstruído a partir de uma forte base científica (DUDERSTADT, 2008), dando início a uma dissociação entre ensino e prática de engenharia (CRAWLEY, 2001). A formação do engenheiro de base científica permaneceu valorizada até os anos 80, quando se percebeu que, além da ciência, algo mais era necessário na formação dos engenheiros. Ao fim dessa década, ocorreu uma intensa discussão a respeito do ensino de engenharia (SPLITT, 2003).

Compreender o processo de aprendizado do estudante têm motivado o desenvolvimento e aplicação de diversas teorias pedagógicas por professores e coordenadores, nas últimas décadas (SMITH et al., 2013). O que se compreende é uma mudança do perfil do aluno e em suas motivações, que é acelerada pela velocidade com que as informações são compartilhadas atualmente. Enquanto isso, as Instituições de Ensino Superior (IES) avançam paulatinamente em busca de atender as necessidades de uma nova geração de discentes (SELINGO, 2018). Esse descompasso reflete nos cursos de engenharia brasileiros que são, em sua maioria, planejados com foco na transmissão de conhecimento que parte do professor em direção do aluno, com uso de metodologias que não proporcionam o desenvolvimento de habilidades laterais no discente a formação completa de engenheiros e engenheiras para o amplo mercado de trabalho.

Além disso, um dos desafios enfrentados pelos gestores de IES e coordenadores de cursos é a elevada taxa de evasão dos cursos (REIS; CUNHA; SPRITZER, 2011; TOSTA; FORNACIARI; ABREU, 2017). As justificativas desses estudantes estão, em alguns casos, relacionadas com a dificuldade de aprendizado, que pode ser consequência da falta de identificação com as metodologias utilizadas. Canais de comunicação entre estudante, instituição e professor são mecanismos essenciais para entender as necessidades existentes no processo de ensino-aprendizagem. A cultura de feedbacks já é uma realidade de mercado, no entanto, ainda está distante de ser tão eficiente nas organizações de ensino. Esse tipo de atividade, quando realizado entre instituição, professores e estudantes pode ser significativa para formação do jovem profissional (eg. soft skills) e para a implementação de práticas que melhor se adequem ao perfil do discente (BENJAMIN, 2012; BJORKLUND; PARENTE; SATHIANATHAN, 2002).

Com base nessa lacuna existente entre a formação universitária de engenheiros e o mercado, as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCNs) (BRASIL, 2019a) e as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira (DEESB) (BRASIL, 2018) propõem o aprimoramento do currículo dos cursos de engenharia brasileiros e concordam quanto à indissociação da formação profissional com a formação pessoal e cidadã do estudante. Como explicitado em Brasil (2018), que incentiva:

[...] a promoção de iniciativas que expressem o compromisso social das instituições de ensino superior com todas as áreas, em especial, as de comunicação, cultura, direitos humanos e justiça, educação, meio ambiente, saúde, tecnologia e produção, e trabalho, em consonância com as políticas ligadas às diretrizes para a educação ambiental, educação étnico-racial, direitos humanos e educação indígena;

E no parecer das DCNs (BRASIL, 2019b, p. 39) quando trata dos Projetos Pedagógicos do Curso (PPC) e orienta ao

[...] estímulo das atividades que articulem simultaneamente a teoria, a prática e o contexto de aplicação, necessárias para o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso, incluindo as ações de extensão e a integração empresa-escola.

É através dessa ótica que Moreira et. al. (2013) comenta que é fundamental a participação em projetos acadêmicos e/ou extracurriculares para uma formação mais completa, com mais proximidade aos reais desafios existentes no mercado. Dessa maneira, com objetivo de enriquecer o processo de desenvolvimento de práticas efetivas de melhoria de ensino-aprendizagem, este capítulo discute a importância do papel do discente na construção de ações de desenvolvimento da qualidade da sua aprendizagem nas áreas de engenharia. Essa discussão dá-se através da apresentação de casos de desenvolvimento de projetos onde estudantes são atores ativos na proposição, implementação e gestão de ações.

O capítulo é dividido em tópicos referentes a ações desenvolvidas por estudantes para melhoramento do ensino de engenharia que compatibilizam com o proposto nas DCNs, como fomento de políticas de acolhimento e atividades complementares

2. FOMENTO DE AÇÕES ESTUDANTIS PARA MELHORIA DA EDUCAÇÃO DE ENGENHARIA

2.1. A utilização de peer-mentoring como ferramenta de acolhimento de alunos de engenharia

A educação de engenharia, principalmente em seu ciclo básico, é um dos grandes desafios à motivação dos alunos ingressantes. É uma das principais discussões da área de educação de engenharia a significativa taxa de retenção e de evasão desses cursos (Oliveira *et al.*, 2013; Passos *et al.*, 2017). Segundo Gaioso (2005), a desistência no ensino superior (ou evasão) é entendida como um fenômeno social complexo e tem como um dos resultados a ação de interromper o ciclo de estudos. A retenção, por outro lado, é entendida como o ato de não conseguir atingir a nota admissível para ser aprovado na disciplina (chamado também de evasão anual média). Esses dois fenômenos fazem parte dos maiores problemas que afligem as instituições de graduação nos dias atuais (SILVA FILHO, 2007).

Diante desses desafios, algumas instituições utilizam o *peer mentoring* como estratégia para atenuar as principais causas de desistência nos seus cursos e integrar os estudantes que se encontram em maior vulnerabilidade (LIN; HSU, 2012; MCCAVIT; ZELLNER, 2016; VICKERS; MCCARTHY; ZAMMIT, 2017). Segundo Holland, Major & Orvis (2012), *peer mentoring* tradicionalmente é uma relação hierárquica entre um profissional de menor experiência ou júnior (o *mentee*) e outro profissional mais experiente (o mentor). Segundo Chaves (2014) há vários modelos de *Mentoring* usados nas instituições de ensino superior, com o objetivo de contemplar a realidade de cada universidade.

Na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró - RN, o quadro de evasão e retenção é semelhante a outras Instituições de Ensino Superior (IES). De acordo com o relatório da Pró-reitoria de graduação da UFERSA, curso de Ciência e Tecnologia (C&T) integral, cerca de 1060 alunos cancelaram suas matrículas entre 2010 e 2015. O relatório apresentou uma relação de aproximadamente 100 concluintes no curso de Ciência e Tecnologia Noturno para 700 cancelamentos de matrícula, no mesmo período (UFERSA, 2016).

A partir desse cenário, os estudantes do curso de C&T juntos à Coordenação do curso de C&T da UFERSA, implementaram um projeto de *peer mentoring* entre os alunos ingressantes (*mentees*) e alunos veteranos no curso (mentores). O projeto busca desenvolver autonomia do aluno ingressante e por fim sua independência, enquanto beneficia os mentores

através de desenvolvimento de habilidades laterais e organizacionais, como proatividade, planejamento de atividades e orientação.

Para que o modelo *peer-mentoring* se adaptasse à realidade da UFERSA, foi realizada uma pesquisa de ecossistema com os estudantes do Curso Interdisciplinar em C&T e dos cursos de Engenharia, por meio de um questionário. Esse questionário gravitou em torno de “Quais habilidades são necessárias para evitar a desistência no âmbito acadêmico?”. As questões foram desenvolvidas com objetivo que o aluno refletisse sobre quais habilidades, competências e aspectos da sua vida universitária o auxiliavam na decisão de permanecer estudando em uma IES. As respostas foram coletadas via escala Likert e tabulados via somatório. As habilidades/competências mais votadas foram selecionadas e condensadas entre si para servirem como tema central de encontros regulares entre estudantes veteranos, estudantes ingressantes e professores da própria instituição.

Com base nos dados do questionário, o grupo de coordenação agrupou os temas de maior relevância para os alunos e os organizou em seis sessões, que, atualmente, fazem parte da rotina de encontros quinzenais do *mentoring* durante o semestre. Durante as semanas intercaladas é realizado o planejamento de reunião seguinte entre os alunos veteranos e os professores tutores. Os assuntos trabalhados, em cada reunião de *mentoring*, são:

- Tema 1: *Peer-mentoring* e informações sobre projetos extracurriculares, bolsas e como utilizar as plataformas digitais da UFERSA e os auxílios ao estudante (esportes, núcleo psicopedagógico, moradia, etc);
- Tema 2: Como desenvolver e manter foco, planejamento e organização de tempo para os estudos;
- Tema 3: Autoconhecimento e controle de emoções/Controle de ansiedade;
- Tema 4: Como desenvolver proatividade e mudança de hábitos desenvolvimento de hábitos positivos no âmbito acadêmico;
- Tema 5: Como planejar o currículo para a vida profissional e acadêmica;
- Tema 6: Como preparar apresentações e falar em público;

Os encontros têm duração de duas horas e são organizados em uma roda de conversa, onde os *mentees* expõem suas ânsias, dificuldades ou dúvidas e os tutores e mentores, suas experiências sobre o tema proposto. Logo após, os mentores apresentam ferramentas, aplicativos, sites e outros instrumentos que possam auxiliar os ingressantes na superação dessas dificuldades, bem como sugestões da sua própria experiência e vivência universitárias. E, por fim, é realizado um momento de avaliação reflexiva do encontro, inspirado em uma modalidade particular de *feedback* formativo, o *debriefing* (BORGES *et al.*, 2014), no qual os participantes poderão apresentar suas impressões sobre o encontro, a dinâmica do grupo, o tema abordado e fazer sugestões.

2.2. O programa ENG200 na Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (EEUFMG)

Com o objetivo de fomentar o protagonismo estudantil nos novos paradigmas do ensino na Engenharia e reforçar o papel dos estudantes no processo de repensar a aprendizagem dos cursos de engenharia, foi criado em 2011, na Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (EEUFMG), o Programa de Inovação para Educação em Engenharia - Programa ENG200. O programa busca meios de prover um ensino de excelência e condizente com os desafios do novo século e melhorias que possibilitem o desenvolvimento profissional e pessoal dos alunos que frequentam a EEUFMG, resguardando todas as iniciativas inovadoras de cada um de seus cursos.

O programa consiste em uma série de projetos (ações) a serem realizados separadamente e gerenciados por um estudante ou por um grupo de estudantes. O ENG200 é gerido por cinco estudantes de graduação que desenvolvem atividades de planejamento, promoção e gerenciamento de ações voltadas para aperfeiçoamento da experiência do estudante de engenharia durante a graduação. Cada ação possui seus objetivos próprios e conta com a colaboração de diversos integrantes da Escola de Engenharia para ser executada com sucesso. Para facilitar o planejamento e o acompanhamento, estas ações são agrupadas em sete subgrupos separados em duas frentes de trabalho, conforme listadas a seguir (MOREIRA *et al.*, 2013).

FRENTE A – FORMAÇÃO: os grupos de ações desta frente estão relacionados à formação dos alunos, e incluem as melhorias no currículo e na qualidade do ensino.

- Atividades complementares: contém as ações que tratam das atividades acadêmicas optativas realizadas fora do ambiente de sala de aula, como empresas juniores, projetos acadêmicos de desenvolvimento social e econômico, visitas técnicas a empresas de excelência, engajamento em competições de engenharia, movimentos estudantis e atividades esportivas, que complementam o aprendizado e formação dos alunos.
- Ensino: contém as ações que procuram aprimorar o processo de ensino e aprendizagem do aluno dentro das salas de aula e a transmissão de conhecimento por parte do corpo docente.
- Matriz Curricular: nesse grupo estão as ações que se relacionam com melhorias curriculares, como revisão da distribuição de créditos, flexibilização de currículos e oferta de novas disciplinas dentre outros.

FRENTE B – ESTRUTURAÇÃO: os grupos de ações que fazem parte desta frente se referem a melhorias na estrutura e na organização da Escola de Engenharia.

- Comunicação: reúne as ações que tem como objetivo facilitar e potencializar a transmissão de informações e ideias para a comunidade interna e externa à Escola.
- Eventos: abrange as ações que tratam da organização de eventos na Escola de Engenharia, tanto para o público interno quanto para o externo, sejam eles eventos com enfoque técnico, cultural, de integração ou de complementação da formação do estudante.
- Infraestrutura: reúne as ações que resultarão em melhorias e inovação na infraestrutura da Escola, a partir da criação de espaços diferenciados para estudo e troca de materiais entre os alunos, por exemplo.
- Órgãos e instituições: esse grupo contém as ações que visam a estruturação e/ou criação de novos órgãos na Escola de Engenharia, bem como o relacionamento institucional da Escola de Engenharia com a Sociedade.

O projeto ENG200 já possui duas ações consolidadas na EEUFMG, o Engenharia Recebe e o Desafio de Introdução à Engenharia. O Engenharia Recebe é referência em protagonismo estudantil para outras instituições, que o usam como exemplo para desenvolvimento de projetos semelhantes. O Engenharia Recebe é uma recepção semestral aos 450 estudantes ingressantes nos 11 cursos da EEUFMG. O evento tem uma semana de duração e é organizado inteiramente pelos alunos gestores do programa, com o apoio financeiro e logístico da direção da Escola e de voluntários, membros das diversas iniciativas estudantis da EEUFMG.

A programação da semana conta com palestras e oficinas, com participação direta de alunos envolvidos em diversas atividades complementares da Escola, por exemplo empresas juniores, PETs e Diretórios Acadêmicos. Dessa forma, os alunos ingressantes são melhor acolhidos, o que resulta na diminuição da evasão e melhoria no bem estar dos estudantes em geral.

O Desafio de Introdução à Engenharia é uma disciplina ministrada por alunos em parceria com os professores e é baseado na metodologia de *Design Thinking*, para os recém ingressos nas graduações de Engenharia. A disciplina é desenvolvida para 15 encontros, em que 8 desses encontros são planejados e lecionados pelos discentes do ENG200. A disciplina permite ao estudante ingressante o contato com ferramentas de comunicação, de

gerenciamento e execução de projetos, além de desenvolver a capacidade de resolução de problemas (RANGER; MANTZAVINOU, 2018). Dentre os 11 cursos de engenharia da EEUFMG, 8 participam do desafio de engenharia. E ao final do período do desafio, os grupos formados durante o desafio devem apresentar um *pitch* da solução para um problema lançado no início do desafio.

Além dessas ações, o ENG200 também desenvolve atividades complementares na EEUFMG. Um destaque foi a elaboração da resolução de atividades complementares para flexibilização curricular dos cursos da Escola de Engenharia da UFMG, liderada pelos gestores do Programa ENG200. Esta resolução foi aprovada em 2017 e definiu quais atividades complementares iriam contabilizar créditos para formação complementar, homologando que todos os cursos da Escola de Engenharia da UFMG deveriam integralizar um mínimo correspondente a oito créditos (equivalentes a 120 horas integralizadas), ganho significativo aos graduandos em engenharia que pleiteiam uma formação mais completa.

Em destaque, um dos grandes resultados do ENG200 foi sua atuação como facilitador da criação do Centro de Referência em Inovação para Educação em Engenharia - CRIEE no ano de 2018. O CRIEE é um órgão complementar da Escola de Engenharia que visa promover o desenvolvimento contínuo de atividades que contribuam para a formação dos engenheiros da Escola, por meio da proposição, aperfeiçoamento e apoio a práticas e metodologias nos três pilares da universidade: ensino, pesquisa e extensão de forma transdisciplinar. A institucionalização do CRIEE foi a maneira encontrada pelo Programa ENG200 de perpetuar os projetos realizados pelo programa, além de expandir suas atividades e aumentar as parcerias em prol dos objetivos estabelecidos para a inovação da educação em engenharia.

2.3. Protagonismo estudantil na implementação de novas estratégias de ensino-aprendizagem: O caso do concurso de Terra armada no Centro Universitário Patos de Minas (UNIPAM)

Como já discutido previamente no capítulo, a aprendizagem significativa evoluiu de um modelo tradicional baseado na transmissão/recepção de conhecimento, para um processo no qual o estudante desenvolva as competências necessárias às suas atividades profissionais. Nesse contexto, cabe ao professor desenvolver, juntamente com alunos e instituição, atividades que estimulem a integração do conteúdo teórico com a prática. Dentro desse processo, o professor tem a liberdade de participar como mediador do caminho de aprendizagem (MARTINS, 2016).

Nessa perspectiva, a Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM) reestruturou a Semana Acadêmica. O modelo anterior, baseado em palestras onde o estudante participava como ouvinte, foi substituído por um modelo de atividades práticas e concursos, com objetivo de destacar a participação do estudante na construção da solução de problemas de engenharia.

Dessa forma, os estudantes do Grupo de Pesquisas de Geotecnia e Mecânica dos Solos da UNIPAM participaram da elaboração de protótipos para um concurso de terra armada. Foi papel desses estudantes o desenvolvimento do mecanismo de avaliação, a preparação dos materiais necessários, bem como a realização de atividades de monitoria e mentoria das equipes participantes do concurso. O concurso baseou-se na atividade denominada “Desafio de Taludes”, promovida pelo Grupo de Estudos em Geotecnia da Universidade Federal do Paraná (GEGEO UFPR).

O desenvolvimento do concurso dividiu-se em etapas em que, inicialmente os estudantes do Grupo de Pesquisas em Geotecnia e Mecânica dos Solos da UNIPAM buscaram fundamentação teórica e a normatização para a técnica de Terra Armada. Em seguida, determinou-se um modelo de protótipo de muro de arrimo, composto por uma caixa de MDF de dimensões (0,20x0,20x0,20)m, com uma das faces abertas para fixação do paramento feito com uma folha sulfite formato A4.

Definiu-se o agregado areia como material de preenchimento, sendo necessário proceder com a sua caracterização física no Laboratório de Mecânica dos Solos. Os estudantes realizaram também o ensaio de Cisalhamento da areia e a resistência à tração das tiras de

papel A4. Com os resultados de caracterização dos materiais envolvidos, fez-se o dimensionamento das tiras de papel de acordo com o modelo proposto por Fontana e Santos (2011) e Braja (2007), delimitando-se o comprimento final das tiras de papel, sendo a espessura do papel, o fator de segurança e o teor de umidade da areia definidos pelo projetista.

Cada estudante do Grupo de Pesquisa desenvolveu os cálculos e projetos individuais de Terra Armada, simulando cargas de projeto e analisando as cargas distribuídas e pontuais através do ensaio de resistência à compressão axial na prensa universal EMIC DL 20000.

Diante dos resultados encontrados nas simulações, os estudantes do Grupo de Pesquisas desenvolveram uma planilha no MS Excel, para facilitar os dimensionamentos e a análise das distribuições de tensões, visto que participaram do concurso alunos do 1º ao 9º período.

O Grupo de Pesquisas elaborou o edital do concurso, limitando suas diretrizes, orientações e materiais de entrega para avaliação. De acordo com a programação da IX Semana Acadêmica, que ocorreu em maio/2019 no horário de aulas do turno noturno, foram disponibilizados três dias para as atividades do concurso.

Para acompanhamento das atividades, designou-se um monitor para auxiliar cada equipe. Os monitores eram compostos por alunos do próprio curso, integrantes do grupo de Pesquisas em Geotecnia e Mecânica dos Solos, que participaram da idealização do modelo de terra armada, possibilitando uma linguagem mais direta entre os estudantes.

Para nivelar a competição, os monitores foram orientados a não interferir nas soluções de projeto proposto pelos alunos participantes do concurso. Com isso, os monitores conseguiram observar as próprias dúvidas que eles tiveram durante a criação do protótipo, percebendo que assim como eles, muitas dúvidas eram recorrentes, e que muitas estratégias utilizadas não seriam adequadas uma vez que os mesmos já haviam testado em momento anterior a competição.

O primeiro dia foi realizado no Laboratório de Informática e dedicado à introdução e conceitos teóricos da Terra Armada, seguido do dimensionamento das tiras na planilha de cálculo. Para o segundo dia programou-se o encerramento dos cálculos do projeto; o desenvolvimento do croqui e cortes manuais e a execução do protótipo de Terra Armada no Laboratório de Mecânica dos Solos.

Por fim, no terceiro dia, fez-se a conferência do material de entrega previsto no edital e o rompimento dos protótipos montados pelas equipes para verificação da resistência à compressão axial no Laboratório de Resistência dos Materiais.

A partir dessa atividade pôde-se compreender o comportamento de maciços de solo reforçado em escala reduzida, o que instigou questionamentos pertinentes sobre cálculo, disposição das tiras de papel (que simulavam o reforço) e os esforços atuantes na estrutura. Além disso entende-se que quando o próprio aluno participa da elaboração de dinâmicas que visam a compreensão do conteúdo ministrado, é comum que os mesmos percebam características que possam gerar dúvidas que os professores não conseguiriam visualizar. Há ainda uma facilidade de comunicação entre os alunos, visto que há uma correspondência de vocabulário devido a faixa etária. Essa linguagem comum contribui para um diálogo mais efetivo, o que otimiza o processo de aprendizagem dos participantes.

A confecção do modelo reduzido de Terra Armada foi um momento de aprendizagem e troca de conhecimento sem a dependência de um professor transmitindo o conhecimento para os alunos. Esses levantaram questões e debateram entre si, discutindo as soluções de problemas por eles mesmos levantados. Contudo, a supervisão dos professores sobre os debates permitia aos mesmos sanar dúvidas maiores que os próprios alunos não eram capazes de naquele momento solucionar e absorver os problemas relacionados à aprendizagem.

2.4.A contribuição do Programa de Educação Tutorial na formação do perfil do Engenheiro: O caso do PET Elétrica da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Considerando-se a heterogeneidade cultural e de formação prévia entre os ingressantes dos cursos de engenharia no Brasil, as DCNs de Engenharia preveem sistemas de acolhimento para os ingressantes pelas Instituições de Ensino Superior. Segundo parecer do Conselho Nacional de Educação (BRASIL, 2019b, p. 34),

Esses programas devem contemplar o nivelamento de conhecimentos, o atendimento psicopedagógico, além de outros, que possam influir no desempenho dos estudantes no curso. Esse acompanhamento e apoio aos estudantes podem contribuir, de maneira decisiva, para o combate à grande evasão verificada nos cursos de Engenharia – aproximadamente de 50%. Desse ponto de vista, chama-se a atenção para a contribuição positiva das Empresas Juniores e grupos especiais (como o Programa de Educação Tutorial (PET), MEC/SESu), entre outros, para o engajamento dos estudantes com as atividades dos cursos.

O PET foi criado em 1979 pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e era denominado Programa Especial de Treinamento, visando majoritariamente a excelência no treinamento técnico dos alunos participantes. No final de 1999 o programa foi transferido para a Secretaria de Educação Superior (SESu) do Ministério da Educação e, em 2004, passa a ser identificado como Programa de Educação Tutorial. O programa visa realizar, dentro da universidade brasileira, o modelo de indissociabilidade do ensino, pesquisa e extensão. Assim, além de um incentivo à melhoria da graduação, o PET pretende estimular a criação de um modelo pedagógico para a nossa universidade, de acordo com os princípios estabelecidos na Constituição Brasileira e na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) (BRASIL, 2013).

As atividades extracurriculares que compõem o Programa têm como objetivo garantir aos alunos do curso oportunidades de vivenciar experiências não presentes em estruturas curriculares convencionais, visando a sua formação global como aluno/indivíduo, ou seja, uma formação tanto técnica quanto social e humana. As novas experiências vividas por seus participantes no desenvolvimentos das atividades planejadas anualmente, favorecem sua formação acadêmica, tanto para a integração no mercado profissional como para o desenvolvimento de estudos em programas de pós-graduação; e, além disso, trabalham, de forma prática, competências que vão desde a parte gerencial, de recursos humanos, de planejamento, até o amadurecimento como cidadãos consciente e de pensamento crítico, inseridos numa sociedade cheia de desafios técnicos, econômicos, socioculturais, entre outros, os quais precisam ser enfrentados por eles. A inserção do PET dentro do curso permite que as capacidades adquiridas se disseminem para os alunos do curso em geral, modificando e ampliando a perspectiva educacional de toda a comunidade.

Para compreender a relevância do PET na formação dos estudantes de engenharia, tomou-se o estudo de caso do PET do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Essa análise foi realizada por meio da ótica dos tutores do programa no Departamento de Engenharia Elétrica (DEE) da IES quanto o impacto do PET na formação dos estudantes durante seu mandato como tutor do programa.

A aprovação do grupo PET Engenharia Elétrica e o início de suas atividades aconteceu no ano de 2006. Desde o início, o grupo registra suas atividades por meio de documentos, a fim de preservar sua memória. Até o momento, o grupo teve quatro tutores: Moisés Ribeiro (06/2006 a 09/2010); Raquel Vassalo (10/2010 a 06/2012); André Ferreira (07/2012 a 05/2014) e Paulo Menegáz (06/2014 até a 11/2019 - presente data).

Do histórico documental do programa pôde-se destacar que durante seu período como tutor, Moisés Ribeiro observou a carência de interesses por parte dos alunos de engenharia, por questões humanas/sociais, devido ao fato de serem majoritariamente pragmáticos. Esses conhecimentos poderiam ser enriquecedores na formação de um engenheiro, devido aos diversos desafios que são encontrados no mercado de trabalho e que demandam

capacidades além do conhecimento técnico adquirido nas aulas tradicionais. Ele também mostrou que deveria haver uma conexão dos alunos de graduação com os grupos de pesquisa da universidade, para que, dessa forma, pudesse haver uma troca rica de conhecimento que favorecesse o desenvolvimento científico-tecnológico. É importante ressaltar que nessa época o colegiado de curso estava em fase de plena revisão curricular, quando se buscava um novo projeto pedagógico do curso que se propusesse a ampliar a formação dos alunos com disciplinas que desenvolvessem a multidisciplinaridade. Outra preocupação do professor era separar o PET de uma Iniciação Científica, deixando claros os diferenciais do projeto e seu foco mais abrangente e amplo. O projeto mais marcante no período de sua tutoria foi o Projeto Itueta, onde se estudou o contexto e os impactos relacionados à construção da Usina Hidrelétrica de Aimorés no Rio Doce, localizada na divisa entre os estados do Espírito Santo e Minas Gerais.

Com a planejada saída de Moisés, Raquel Frizera Vassallo assume a tutoria do grupo. Na época, o contexto acadêmico era diferente e os alunos não costumavam permanecer no grupo por muito tempo, devido a estágios e intercâmbios. Este fato acabou se tornando um problema no sentido da continuidade dos trabalhos. Portanto, nos processos seletivos de integrantes, prezava-se mais a disponibilidade do aluno e seu perfil que aspectos como alto coeficiente de rendimento, pois a disposição e o interesse em participar das ações do grupo tinham um valor mais para o sucesso e a subsistência do mesmo. Além disso, verificava-se o quanto o aluno era antenado e inteirado com a realidade, o quanto se relacionava com a leitura, a política, a engenharia, a situação do país, a expressão de ideias dele e de outras pessoas, entre outros. Vale ressaltar que, para a tutora, o PET era uma vitrine do curso para os alunos, pois ao desempenhar seu papel nos projetos, a transformação e o desenvolvimento do petiano era tal que fazia com que outros alunos do curso também fossem instigados a querer participar do programa.

Ela e o grupo tentaram dar ênfase aos três pilares de Pesquisa, Ensino e Extensão. Diferentemente do primeiro tutor, Raquel procurou focar seus esforços no trabalho com novas tecnologias da engenharia e nos minicursos ofertados aos alunos de engenharia. Uma das participações dos petianos que ocorreu em nível internacional foi a apresentação do projeto da Caneta Tátil (um trabalho realizado em parceria com a medicina). Outro projeto marcante foi a organização e participação do PET Elétrica no SUDESTE PET em 2012 realizado na Ufes. Raquel também investiu em projetos de assistencialismo social como uma das formas de se praticar a extensão na engenharia e quebrar a resistência dos alunos a estas práticas.

André Ferreira foi o tutor seguinte e, na sua visão, o PET poderia “alavancar” a graduação, no sentido de distribuir oportunidades aos alunos nas áreas de pesquisa, ensino e extensão, além e atuar em áreas como o combate a evasão, avaliação do curso e dos professores. O professor acreditava que a sua aproximação com o Colegiado de Curso e com o Departamento de Engenharia Elétrica (DEL) seria um facilitador em sua proposta de trabalho, já que na época ele estava assumindo a vice chefia do DEL. Nessa época, o grupo realizou diversos trabalhos em cooperação com laboratórios do DEL, dentre eles o Laboratório de Automação Inteligente (LAI), o Laboratório de Supercondutividade Aplicada (SUPERA) e o Laboratório de Telecomunicações (LabTel).

Paulo José Mello Menegáz assumiu a tutoria do grupo em junho de 2014 e permanece como tutor até a presente data. No início, o tutor procurou incentivar ainda mais a participação dos petianos como agentes diretos no planejamento, na tomada de decisões, na execução e na avaliação das atividades desenvolvidas pelo grupo, permitindo que, na vivência prática do dia a dia do grupo, fossem aperfeiçoadas as competências inerentes ao mundo da engenharia, que talvez não tenham tanta oportunidade de desenvolver em outras atividades acadêmicas do curso.

O tutor também tem investido na ampliação dos minicursos oferecidos pelo grupo, não somente aos alunos do curso de engenharia elétrica da UFES, mas também a alunos de outros cursos e de outras instituições públicas ou privadas. Além disso, o tutor tem tentado levar o grupo a um equilíbrio maior de suas atividades segundo o tripé ensino-pesquisa-extensão. Ele entende que a extensão não pode ser vista apenas como a prática de atividades

assistencialistas, mas, deve ir além, proporcionando uma troca de experiências e de conhecimento entre a academia e a sociedade de diversificadas formas. Nos últimos anos, tanto o tutor quanto grupo têm se identificado com questões relativas à qualidade do ensino e à identificação de barreiras que dificultam o aprendizado. Nessa linha, o grupo hoje desenvolve atividades de acompanhamento de egressos, além de atividades que buscam identificar impactos na saúde física e mental dos alunos, dentre outras.

Por fim, embora as quatro experiências apresentadas nessa tenham metodologia de execução e objetivos específicos diferentes umas das outras, todas possuem como elementos comuns o foco na melhoria da experiência do estudante de engenharia e o protagonismo de grupos estudantis que conseguiram empreender dentro de suas instituições soluções para sua própria carência. Nesses exemplos, foi o discente, auxiliado pela instituição e docentes, que visualizou, planejou e propôs a solução para a lacuna na sua formação. A abertura de espaços para ações desse nível aumenta o engajamento dos demais estudantes e dá oportunidades para formação de profissionais com espírito de liderança e visão holística desenvolvidos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudanças orientadas pelas DCNs das engenharias de 2019, norteiam os cursos, rumo a um maior alinhamento entre a educação de profissionais de engenharia e as necessidades de um mercado dinâmico e globalizado. E, embora o processo administrativo de mudanças curriculares e atualização de projetos político-pedagógico dos cursos de engenharia partam principalmente dos professores e gestores, é necessária uma construção participativa das estratégias em prol da melhoria do ensino e aprendizagem da engenharia no Brasil.

Nesse sentido, a participação dos estudantes no processo de implantação de mudanças pode extrapolar a simples validação de novos projetos, e efetivar-se com a abertura de espaços para discentes sugerirem e participarem da elaboração dessas propostas com poder de voz igual aos demais sujeitos da gestão de educação de engenharia. As experiências apresentadas neste capítulo demonstram como a participação dos discentes nos espaços de tomada de decisão enriquece o produto final, a experiência durante o curso de graduação em engenharia.

Esse capítulo se propôs expor ações e práticas desenvolvida por estudantes, para ilustrar a capacidade de movimentos estudantis (Centros Acadêmicos, PET, Movimento Empresa Júnior, ABENGE Estudantil, etc.) e grupos independentes de estudantes em empreender soluções efetivas e replicáveis em favor de melhoria do seu próprio sistema educativo. Esses projetos fomentam uma formação mais completa através de capacitação técnica e social. Os estudantes participantes de tais projetos são orientados a analisar problemas, organizar soluções sustentáveis em suas localidades, planejar sua execução e aperfeiçoar o processo em próximas ações.

Dessa maneira, reitera-se a necessidade de processos de ensino e aprendizagem cooperativos, que permitam o discente e o docente reinventarem estratégias para alcançar os objetivos propostos. E entende-se que os discentes são peça fundamental na atualização dos PPCs e melhoria didática dos cursos de engenharia no Brasil, uma vez que o estudante é usuário final de novos produtos e projetos voltados para formação de melhores engenheiros.

4 - REFERÊNCIAS

BENJAMIN, C. Feedback for enhanced student performance: Lessons from simple control theory. **Engineering Education**, v. 7, n. 2, p. 16–23, 2012.

BRAJA, M. das. **Fundamentos de engenharia geotécnica**. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2007. 610 p. Tradução EZ2translate.

BRASIL. **Parecer CNE/CES no. 1/2019**. Dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharias. Brasília, DF: Ministério da Educação, [2019b].

Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/marco-2019-pdf/109871-pces001-19-1/file>. Acesso em: 11 mar. 2020.

_____. Ministério da Educação. Resolução no. 2, de 24 de abril de 2019. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 abr. 2019, Seção I, p. 43, 2019a.

_____. Ministério da Educação. Resolução no. 7, de 18 de dezembro de 2018. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 dez. 2018, Seção I, p. 49, 2018.

_____. Ministério da Educação e Cultura. Portaria no. 343 de 24 de abril de 2013. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 24 abr. 2013, Seção I, p. 24, 2013.

CRAWLEY, E. F. The CDIO Syllabus: A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education. Massachusetts: **Massachusetts Institute of Technology**, 2001.

BORGES, Marcos C. *et al.* Avaliação formativa e feedback como ferramenta de aprendizado na formação de profissionais da saúde. **Revista da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e do Hospital das Clínicas da FMRP Universidade de São Paulo**, Ribeirão Preto, p.324-331, 2014.

BJORKLUND, S. A.; PARENTE, J. M.; SATHIANATHAN, D. Effects of faculty interaction and feedback on gains in student skills, **32nd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference**, 2002.

CHAVES, L.J, *et al.* A tutoria como estratégia educacional no ensino médico. **Revista Brasileira de Educação Médica**. 2014; 38 (4): 532-541.

DUDERSTADT, J. J. Engineering for a Changing World: A Roadmap to the Future of Engineering Practice, **Research, and Education**. Michigan: **The Millennium Project**, University of Michigan, 2008.

FONTANA, G. B.; SANTOS, A. A. dos. **Análise de dimensionamento de solo reforçado tipo terra armada**. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/handle/1/201>. Acesso em: 20 mai. 2019.

GAIOSO, Nátalia Pacheco de Lacerda. O fenômeno da evasão escolar na educação superior no Brasil. 2005. 75 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – **Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Católica de Brasília**, Brasília, 2005.

HOLLAND, Jonathan M.; MAJOR, Debra A.; ORVIS, Karin A. Understanding how peer mentoring and capitalization link STEM students to their majors. **Career Development Quarterly**, v. 60, n. 4, p. 343–354, 2012.

LIN, Yii nii; HSU, Angela Yi ping. Peer mentoring among doctoral students of science and engineering in Taiwan. **Asia Pacific Education Review**, v. 13, n. 4, p. 563–572, 2012.

MARTINS, J. A. de *et al.* Perfil do professor de engenharia: desenvolvimento de competências nos contextos de aprendizagem ativa. In: **Desafios da educação em engenharia: Perfil do professor, aprendizagem ativa e multidisciplinar, processo de ingresso, inovação e proposições**. / Vanderlí Fava de Oliveira, Octávio Mattasoglio Neto e Marcos José Tozzi – Organizadores – Brasília: ABENGE, 2016. 200 p.

MCCAIVIT, K.; ZELLNER, N. E.B. Persistence of physics and engineering students via peer mentoring, active learning, and intentional advising. **European Journal of Physics**, v. 37, n. 6, 2016.

MOREIRA, A. *et al.* Proposta de um programa de inovação na educação em engenharia - um estudo de caso. In: **XXLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, 2013. Gramado. **Anais...** Brasília, 2014.

OLIVEIRA, V. F.; ALMEIDA, N. N.; CARVALHO, D. M.; PEREIRA, F. A. A. Um Estudo sobre a Expansão da Formação em Engenharia no Brasil. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 32, n. 3, p. 37–56, 2013.

- PASSOS, A. A. *et al.* Profile and Academic Performance of the Engineering Student in Basic Cycle Disciplines. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 36, n. 2, p. 16–26, 2017.
- PROGRAD, UFERSA. **Dados evasão, retenção e sucesso da graduação**, 2016. Disponível em: <<https://prograd.ufersa.edu.br/relatorios/>>. Acesso em: 21 mar. 2018.
- RANGER, B. J.; MANTZAVINOU, A. Design thinking in development engineering education: A case study on creating prosthetic and assistive technologies for the developing world. **Development Engineering**, v. 3, n. March, p. 166–174, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.deveng.2018.06.001>>. Acesso em: 21 mar. 2018.
- REIS, V. W.; CUNHA, P. J. M. DA; SPRITZER, I. M. DA P. A. Evasão no ensino superior de engenharia no Brasil: Um estudo de caso no CEFET/RJ. In: XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. **Anais...** Blumenau, SC, 2011.
- SELINGO, J. J. *The Future Learners An Innovative Approach to Understanding the Higher Education Market And Building A Student-Centered University*. 2018.
- SILVA FILHO, R. L. L.; MOTEJUNAS, P. R.; HIPÓLITO, O.; CARVALHO MELO LOBO, M. B. DE. A evasão no ensino superior Brasileiro. **Cadernos de Pesquisa**, v. 37, n. 132, p. 641–659, 2007.
- SILVEIRA, M. A. *A Formação do Engenheiro Inovador: uma visão internacional*. Rio de Janeiro: Ed. PUC-Rio, **Sistema Maxwell**, 2005.
- SMITH, K. A.; SHEPPARD, S. D.; JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T. Pedagogies of Engagement: Classroom-Based Practices. **Journal of Engineering Education**, v. 94, n. 1, p. 87–101, 2013.
- SPLITT, F. G. The Challenge to Change: On Realizing the New Paradigm for Engineering Education. **Journal of Engineering Education**, vol. 92, n. 2, p. 181-187, abr. 2003.
- TOSTA, M. DE C. R.; FORNACIARI, J. R.; ABREU, L. C. POR QUE ELES DESISTEM? Análise da evasão no curso de engenharia de produção, UFES, CAMPUS SÃO MATEUS. **Revista Produção Online**, v. 17, n. 3, p. 1020–1044, 2017.
- VICKERS, Margaret; MCCARTHY, Florence; ZAMMIT, Katina. Peer mentoring and intercultural understanding: Support for refugee-background and immigrant students beginning university study. **International Journal of Intercultural Relations**, v. 60, n. February 2016, p. 198–209, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijintrel.2017.04.015>>. Acesso em: 21 mar. 2018.

CAPÍTULO 04

A UTILIZAÇÃO DE NOVAS ESTRATÉGIAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS BÁSICAS: UMA FORMA DE COMBATE À EVASÃO NOS CURSOS DE ENGENHARIA

Shirley Cristina Cabral Nascimento
Universidade Federal do Pará – UFPA

Angelo Eduardo Battistini Marques
Instituto Mauá de Tecnologia – IMT

Alberto Bastos do Canto Filho
Liane Ludwig Loder
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Alessandra Macêdo de Souza Lopes
Alexandre Guimarães Rodrigues
Marlice Cruz Martelli
Renato Martins das Neves
Universidade Federal do Pará – UFPA

André Mauro Santos de Espíndola
Fernanda Miotto
Karen Fiuza
Matheus Poletto
Monica Scotti
Tânia Morelatto
Tiago Cassol Severo
Valquíria Villas-Boas
Universidade de Caxias do Sul – UCS

José Benício Cruz Costa
Secretaria de Estado de Educação do Pará – SEDUC/PA

Luciano Nascimento Moreira
Rutyele Ribeiro Caldeira Moreira
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET MG

Marcus Vinícius Araújo Damasceno
Marinez Cargnin-Stieler
Universidade do Estado do Mato Grosso – UNEMAT

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	65
2	EVASÃO NOS CURSOS DE ENGENHARIA: DESAFIOS E POSSIBILIDADES	66
	2.1 Diagnóstico	66
	2.2 Estratégias de combate à retenção e evasão	67
	2.3 Aprendizagem significativa em ciências básicas	68
	2.3.1 Sala de aula invertida	69
	2.3.2 Gamificação	69
	2.3.3 <i>Peer Instruction</i>	70
	2.3.4 Aprendizagem baseada em projetos (PBL ou PjBL)	70
3	CONTRIBUIÇÕES ARTICULADAS AO TEMA	71
4	SÍNTESE DA DISCUSSÃO	79
5	REFERÊNCIAS	80

A UTILIZAÇÃO DE NOVAS ESTRATÉGIAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS BÁSICAS: UMA FORMA DE COMBATE À EVASÃO NOS CURSOS DE ENGENHARIA

1. INTRODUÇÃO

A evasão estudantil no ensino superior é um problema social, nela estão inseridas perdas atribuídas a todos os atores envolvidos, de diferentes ordens e graus. Em se tratando de perdas econômicas, sabe-se que o Brasil não consegue formar engenheiros suficientes para atender à demanda associada aos avanços tecnológicos. De acordo com a Revista Exame (2019), a consultoria especializada em recrutamento Page Personnel constata que a demanda em 2018 por engenheiros foi de até 35% maior comparada ao ano anterior.

Apesar do número de matrículas nos cursos de engenharia ter aumentado nos últimos anos, principalmente em razão da política de ações afirmativas do governo federal, a desistência de permanecer no curso ainda nos primeiros semestres é uma realidade nas instituições de ensino superior. As causas dessa evasão estão relacionadas às questões pessoais do ingressante, influenciada também pela formação escolar anterior desse aluno, que chega no ensino superior com déficit de conhecimentos e não consegue acompanhar a intensa rotina de estudos exigida, culminando assim em reprovações sucessivas.

Nesse cenário, dados da literatura apontam as práticas pedagógicas defasadas como um fator que gera desmotivação nos alunos, o modelo clássico de ensino - professores falando, alunos ouvindo - parece não ser bem-sucedido em atender as demandas das novas gerações.

As exigências profissionais do 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, SOMMERVILLE, 2014). Sendo assim, é notório que o discente necessita encontrar um espaço para se tornar protagonista, não somente em atividades complementares à sua formação, mas também dentro da própria sala de aula.

Os docentes por sua vez precisam, então, considerar ações pedagógicas inovadoras, concebendo novas propostas para os processos de ensino e de aprendizagem, conceber estratégias, na tentativa de criar condições para uma aprendizagem significativa e o consequente aumento dos índices de aprovação e diminuição dos índices de evasão.

São exatamente essas estratégias que guiam as reflexões apresentadas neste capítulo, que teve origem nas discussões realizadas no âmbito de uma Sessão Dirigida desenvolvida no XLVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, com os seguintes objetivos:

1. apresentar, discutir, analisar e compartilhar as experiências da utilização de novas estratégias no ensino de ciências básicas como forma de combater à evasão nos cursos de engenharia.

2. Dar início a um processo de reflexão coletiva a respeito de como os professores que ministram as ciências básicas nas engenharias podem se preparar para fazê-lo de maneira contextualizada e, conseqüentemente, em consonância com as especificidades requeridas pelos graduandos das diferentes engenharias.

O capítulo é organizado em seções por meio das quais busca-se refletir a respeito dos principais pontos discutidos nos trabalhos apresentados na supracitada Sessão Dirigida e nos debates que sucederam tais apresentações.

Na sequência, são apresentadas as iniciativas dos autores deste capítulo no que diz respeito à utilização de novas estratégias no ensino de ciências básicas nas engenharias, visando a diminuição da retenção e evasão.

Finalizando o capítulo, apresenta-se alguns desafios a serem enfrentados para que propostas envolvendo estratégias de combate à evasão nas engenharias possam efetivamente ser postas em prática nas operacionalizações dos projetos pedagógicos.

2. EVASÃO NOS CURSOS DE ENGENHARIA: DESAFIOS E POSSIBILIDADES

2.1 Diagnóstico

Segundo dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) a partir dos anos de 1990, houve um aumento significativo no número de instituições e matrículas no ensino superior. Essa expansão foi possível através da ampliação na oferta de vagas pela iniciativa privada, que juntamente com as políticas públicas destinadas ao ensino superior - como a interiorização das universidades, FIES, SISU, ensino à distância, programas de inclusão e de ações afirmativas - vêm garantindo o acesso à educação superior, por parte da população oriunda da escola pública e baixa renda, na busca por qualificação.

Em dez anos, as matrículas em cursos superiores (presenciais e a distância) mais que dobraram: de 3.036.113, em 2001, passaram para 6.379.299, em 2010. Em cursos de engenharia, as matrículas passaram de 264.894 em 2005, para 420.578 em 2009. Apesar dessa expansão, o país ainda não consegue formar engenheiros em número suficiente para atender às demandas do mercado de trabalho, o que indica a necessidade de um esforço maior para ampliar as condições de permanência e conclusão em favor dos estudantes. Por sua vez, as elevadas taxas de reprovação e evasão em cursos de engenharia, apontam para um problema bastante complexo. Motivados por diferentes razões, uma parcela não pequena de alunos desiste de seguir no curso ainda nos primeiros semestres.

De acordo com dados do Instituto Millenium, nas universidades públicas 19% dos alunos desistem do curso já no segundo ano, taxa que atinge 30% nas faculdades privadas. Passada essa fase, a evasão vai se reduzindo. Um dado interessante é que a evasão é muito parecida entre as regiões do Brasil, o que indica que o fator regional não parece importante para explicá-la. Além disso, a desistência nos cursos de licenciatura e bacharelado também é muito similar. Por fim, os números mostram que a evasão é um pouco mais alta nos cursos de ciências, matemática e computação e menor nos cursos de humanidades e saúde.

A taxa de desistência acumulada em cinco anos no ensino superior para os que entraram na faculdade em 2010 foi de 49%. No setor privado a evasão foi de 53%, ao passo que nas faculdades públicas a desistência foi de 40%. A média nacional de evasão nos cursos de engenharia entre 2001 e 2011 é de 50%. Para se aumentar o número de formandos em engenharia, em um primeiro momento, não haveria necessidade de aumentar o número de cursos e de vagas, basta desenvolver projetos inovadores e mecanismos de combate às altas taxas de evasão (OLIVEIRA *et. al.*, 2013).

Poucas instituições no Brasil têm feito um trabalho sistemático para diagnosticar as reais causas da evasão, no entanto os dados disponíveis na literatura apontam cinco razões principais para o abandono dos cursos:

- Problemas pessoais e familiares
- Falta de identificação com o curso
- Dificuldade em conciliar trabalho e estudos
- Problemas financeiros
- Deficiências na formação básica que não permite acompanhar o curso

Barlem *et al.* (2012) afirmam que entre os motivos que levam o estudante a evadir-se de um curso, podem estar relacionados ao próprio universo discente, tais como imaturidade, desconhecimento ou insuficiência de informações sobre o curso em que ingressou, dificuldade de adaptação ao meio acadêmico, problemas financeiros, familiares ou, ainda, insatisfação com o sistema de ensino ou, até mesmo, descontentamento com a profissão escolhida. Quando o aluno não encontra mais sentido em continuar no curso escolhido, ele perde a motivação de estudar. A consequência disso não é outra, senão a evasão.

Grande parte dos ingressantes de engenharia ao chegar à universidade, experimenta mudanças que afetam significativamente a sua vida ao longo do primeiro ano de formação: mudança de cidade, mudança de hábitos de estudos, aumento na carga horária de aula, necessidade de estudar fora do ambiente de sala de aula em uma intensidade não

desenvolvida por ele até então, ter que aprender a gerir sua vida de maneira mais independente, a organizar-se financeiramente, administrar sua nova casa, assim como uma liberdade que não dispunha quando morava junto ao seu núcleo familiar. Todas essas situações e as novas atribuições requerem tempo, energia, interferem diretamente no desempenho acadêmico do aluno e conseqüentemente a sua permanência no curso.

Uma realidade comum entre alunos que frequentam cursos noturnos é a dificuldade em conciliar trabalho e estudo. Principalmente para famílias de baixa renda, na qual todos os membros têm que trabalhar, a rotina exaustiva de oito ou mais horas por dia, faz com que o aluno tenha que escolher entre trabalhar e estudar; esse problema atinge pelo menos a metade dos alunos, segundo dados do Instituto Millenium. A dificuldade financeira atinge tanto os alunos de instituições privadas que não conseguem mais pagar as mensalidades, quanto os de universidades públicas que também arcam com custos como transporte, alimentação e compra de materiais. Tudo isso pode pesar na balança no final do mês, forçando-os a deixar os estudos de lado.

Se na graduação presencial a evasão já é um desafio, a Educação a Distância enfrenta-o de maneira mais intensa, pois os alunos que se evadem trabalham e estudam, alegam falta de tempo e têm dificuldades de se adaptar à metodologia do ensino a distância, que tem como requisito autonomia e disciplina.

É fato que uma parcela significativa de ingressantes de engenharia inicia o curso com um conhecimento específico de física, química e matemática abaixo do necessário para acompanhar as disciplinas. Essa carência de conteúdo, de domínio operacional e conceitual das ciências básicas, aqui tratado como *déficit de conhecimento*, muitas vezes representa um empecilho profundamente limitante à continuidade e ao aprofundamento dos seus estudos no período de formação universitária. A formação anterior, à medida que não fornece ao aluno elementos suficientes para que ele se aproprie de toda fundamentação teórica, não permite a aquisição das competências mínimas necessárias, isso se reflete no desempenho acadêmico e o ciclo reprovação-retenção-evasão se estabelece. As reprovações sucessivas geram sofrimento e frustração pois, uma vez que o aluno não apresenta progressos, ele se sente desmotivado a continuar no curso.

2.2 Estratégias de combate à evasão e retenção

A evasão de estudantes do ensino superior é fenômeno complexo, comum às instituições universitárias no mundo contemporâneo, ou seja, trata-se de um problema internacional. Exatamente por esta característica, sua relevância e abrangência vêm sendo objeto de estudos nos últimos anos, uma vez que as perdas para quem inicia e não termina o curso são significativas.

A formação escolar anterior do aluno ingressante juntamente com os problemas curriculares, notadamente os de natureza didático-pedagógica, vinculados a metodologias tradicionais, ancoradas na transmissão e na repetição de conteúdos, figuram na literatura como fatores que influenciam fortemente a evasão nas IES brasileiras.

A precária formação escolar de muitos universitários, devido à fragilidade do ensino básico, é um fator determinante nas dificuldades por eles enfrentadas. As conseqüências dessa fragilidade principalmente para os ingressantes são visíveis, pois a capacidade de resolver problemas e o desenvolvimento de raciocínio lógico são considerados muito enfraquecidos. A "falta de base" do aluno impacta diretamente no desempenho acadêmico nas disciplinas do início do curso, podendo levar o aluno a reprovações sucessivas e muitas vezes à desistência.

Nos últimos anos, observa-se um acréscimo no número de matrículas nas universidades federais e paralelamente a isso um aumento de alunos socioeconomicamente vulneráveis, principalmente em razão da lei 12.711/2012, que dispõe sobre o ingresso por meio de cotas. Nesse contexto, considerando que a questão socioeconômica tem impacto direto na continuidade dos estudos, a assistência estudantil vem como uma excelente estratégia para a democratização da educação.

O Programa Nacional de Assistência Estudantil (PNAES), regulamentado pelo Decreto nº 7.234, de 19 de julho de 2010, tem a finalidade de ampliar as condições de permanência dos jovens na educação superior pública federal, com os seguintes objetivos:

Art. 2º São objetivos do PNAES:

I - democratizar as condições de permanência dos jovens na educação superior pública federal;

II - minimizar os efeitos das desigualdades sociais e regionais na permanência e conclusão da educação superior;

III - reduzir as taxas de retenção e evasão; e

IV - contribuir para a promoção da inclusão social pela educação.

De uma maneira geral, o objetivo do PNAES é proporcionar aos alunos carentes condições de permanência na universidade, para que possam concluir com sucesso sua graduação. Os alunos ingressantes, que apresentam lacunas de conhecimento em virtude da formação básica deficiente, recebem inclusive assistência psicopedagógica. É, portanto, uma ação de caráter assistencial, em que o principal objetivo é a conclusão do curso dos alunos socioeconomicamente vulneráveis, reduzindo a taxa de evasão e de retenção.

Um comportamento apresentado pelos ingressantes desde o ensino básico é a passividade, os alunos se acostumaram a um processo de padronização da aprendizagem: entre, sente, escute, anote e exercite. Isso acomoda o aluno numa postura passiva e as instituições em vez de formar profissionais e cidadãos proativos, formam espectadores. O estudante não cria nada, não é levado a refletir, não se envolve no processo de ensino, a não ser como um espectador passivo. Apesar de algumas instituições adotarem uma metodologia moderna de ensino, a prática docente e a pedagogia que norteiam a dinâmica de ensino-aprendizagem na maioria das instituições ainda seguem o modelo tradicional, focado no “decoreba” em vez de estimular o pensamento crítico, a interpretação e o questionamento. Logo, aulas expositivas, livros cansativos e avaliações engessadas funcionam como verdadeiros desestimulantes para os alunos.

Dados da literatura mostram que os anos iniciais do curso são os que exercem maior impacto sobre o universitário e por isso, os professores devem considerar ações pedagógicas inovadoras, devem desenvolver práticas metodológicas qualificadas, motivadoras e significativas para que o acadêmico interaja, criando um vínculo com a instituição de ensino. Algumas instituições buscam a solução na interdisciplinaridade para que o curso se torne mais atraente aos olhos do aluno, investem em atividades acadêmicas que estimulem síntese de conteúdos, integração de conhecimentos e articulação de competências, na perspectiva de desenvolver habilidades, capacidade crítica, de reflexão, favorecendo assim a permanência em seus respectivos cursos.

As universidades, apoiadas nas recentes Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia, homologadas pelo Ministério da Educação, empreendem esforços no sentido de inovar no processo de ensino-aprendizagem, fazendo uso dos recursos midiáticos contemporâneos, redes sociais e ambientes virtuais de aprendizagem, de forma a estimular o aluno a desenvolver a sua autonomia nos estudos.

Ainda alinhada às DCN's estão os programas de acolhimento e nivelamento ao aluno ingressante, ofertados por meio de cursos extracurriculares como forma de “preparar” o aluno para a jornada de disciplinas dos anos iniciais do curso, principalmente para o discente que teve uma formação escolar anterior deficiente, para que possibilite o mesmo reforçar as bases do conhecimento, preencher lacunas de aprendizagem e acima de tudo, ganhar autonomia e autoconfiança.

2.3 Aprendizagem significativa em Ciências Básicas

Atualmente, as ciências cognitivas, ancoradas na psicologia, pedagogia e neurociências, apontam que a aprendizagem efetiva de um novo conceito ocorre a partir da relação com os

conceitos pré-existentes (Pink, 2006), permitindo a participação do aluno no seu processo de aprendizagem, de forma que a simples "transmissão" de informações e fórmulas não assegure, de fato, a aprendizagem.

Por isso, é crucial ao estudante que ele entenda o significado do que está aprendendo. Se prestarmos atenção, os maiores índices de evasão estão nos dois primeiros anos (quando são ministradas as disciplinas básicas) e uma das razões apontadas é a falta de identificação com o curso. Portanto, pode-se concluir que, na maior parte das vezes, os alunos não vêem significado em aprender, por exemplo, Cálculo, ou Física, não percebendo a relação dessas disciplinas com a sua atuação profissional.

Neste trabalho pretendemos mostrar várias experiências de sucesso que ainda estão sendo implementadas e aperfeiçoadas de como as Instituições podem atuar tanto no acolhimento quanto na significação do aprendizado e na motivação dos alunos ingressantes. Projetos, atividades de Extensão Universitária, utilização de Metodologias Ativas de Ensino e Aprendizagem, contextualizados tanto à realidade dos estudantes quanto à ação profissional irão trazer significado ao aprendizado e, portanto tornarão a formação acadêmica mais inserida nas expectativas tanto do estudante quanto do mercado de trabalho, no qual este, num futuro breve, irá atuar.

2.3.1 Sala de aula invertida

Segundo Quintilhano e Tondato (2017), as novas tecnologias de informação e comunicação inovam o âmbito educacional, reorganizam o processo de interação professor e aluno, assim como reconfiguram o espaço de ensino utilizando aportes tecnológicos como recursos eficazes para o processo de ensino-aprendizagem.

Nesse contexto, Bishop e Verleger (2013) definem Sala de Aula Invertida como uma técnica educacional que consiste em duas partes: atividades de aprendizagem interativas em grupo em sala de aula e outra que é desenvolvida por meio do uso das tecnologias digitais.

A sala de aula invertida é caracterizada, de acordo com Valente (2014), como uma forma de e-learning, em que os conteúdos e as instruções são estudados de maneira on-line antes da aula presencial, onde se realizam atividades práticas como resolução de problemas e projetos, discussão em grupo, dentre outros.

2.3.2 Gamificação

Gamificar, prática idealizada por McGonigal (2011), é usar elementos típicos das dinâmicas de jogos para desenvolver atividades que não são jogos. Um dos principais motivos para gamificar uma prática pedagógica é alcançar graus mais elevados na motivação da aprendizagem e engajamento dos estudantes, por exemplo a partir de resoluções de problemas.

Kapp (2012), que fez um estudo contextualizando a gamificação e a educação, afirma que gamificar contempla o uso de competências, mecânicas, estéticas e pensamentos dos jogos para engajar pessoas, motivar a ação, promover a aprendizagem e resolver problemas. Destaca que essa prática deve ser desenvolvida usando todos os elementos dos jogos digitais que forem apropriados ao contexto escolar, não apenas elementos que remetam a pontuação e recompensas, mas que possam aprimorar competências relevantes ao estudante, tais como: colaboração, pensamento estratégico, cooperação, reflexão (pensamento crítico), autonomia, domínio de conteúdo, hábitos de estudo, etc.

A metodologia tem a vantagem de atender às demandas profissionais no século XXI, cujas exigências incluem aprendizado rápido, consistente e eficaz para o mercado de trabalho.

2.3.3 Peer Instruction

A Peer Instruction (instrução por pares), criada pelo professor Eric Mazur (1997), é um método de ensino interativo que envolve os estudantes no seu processo de aprendizagem. O foco central das aulas são os conceitos básicos da disciplina que, por meio de testes conceituais, levam os alunos a discutirem mais profundamente os temas fundamentais.

A característica central da instrução por pares está calcada nas ideias de aprendizagem colaborativa de Vigotski (O'Donnel, 1999) mostra que, muitas vezes, pares que estão nos mesmos níveis de aprendizagem se comunicam e aprendem melhor do que a partir da explicação de um "expert". Assim, partindo de conceitos fundamentais, a troca de experiências entre os pares leva à construção de conceitos sólidos que, devidamente acompanhados pelo professor leva a uma maior compreensão. Segundo o mesmo Vygotski, a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP)

A aplicação do método é relativamente simples e conta com ferramentas digitais que podem ser acessadas pelos alunos utilizando celulares, como Kahoot, Socrative, Pool Everywhere, Plickers, Mentimeter. O professor tem a função de preparar os testes conceituais e lançar, na forma de testes, as perguntas aos estudantes e conduzir a discussão entre eles. As respostas aos testes servem de balizamento ao professor a respeito do nível de compreensão da turma. Uma vez que os alunos construíram os conceitos, o professor formaliza a teoria, por demonstração prática, dedução ou mesmo aula expositiva.

Vários relatos indicam o sucesso do método em diferentes áreas de conhecimento. A atividade pode, inclusive, ser "*gamificada*" atribuindo-se pontos para acertos, criando uma motivação em querer acertar.

2.3.4 Aprendizagem baseada em projetos¹ (PBL ou PjBL)

Para os alunos dos cursos de Engenharia, projetos são atividades estimulantes e motivadoras que, quando bem elaboradas, são bastante significativas para o aprendizado. Projetos são desafiadores porque provocam a necessidade do aluno conectar os conhecimentos das diversas disciplinas para alcançar a solução do problema proposto.

Dessa forma, a proposta do projeto deve ser bem articulada com os assuntos abordados nas disciplinas e também levar em consideração o nível de aprendizado dos alunos, para que o projeto seja desafiador (e, portanto, provoque a aprendizagem) em um grau que possa ser cumprido pelos alunos, visto que tentar fazer algo além das suas possibilidades pode causar mais frustração do que motivação. Aqui retornamos ao conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal de Vygotski (O'Donnel, op cit.) pois o projeto deve ser, como dito anteriormente, suficientemente complexo para que o aluno se sinta motivado a aprender, mas não extremamente difícil, o que poderá fazer com que o estudante se sinta incapaz de evoluir.

Como, em geral, projetos são atividades executadas em equipes, a colaboração entre pares, que ensinam e aprendem mutuamente, com a ajuda do professor orientando as atividades e fornecendo as informações necessárias no momento adequado, são uma excelente forma de aprendizagem profunda e significativa.

Métodos de execução de projetos, como Design Thinking, SCRUM, podem ser aplicados com sucesso na orientação a alunos iniciantes. Entre as várias experiências de ensino por projetos, destacamos o CDIO que é um método simples e de fácil assimilação pelos alunos iniciantes e, ao mesmo tempo, completo na sua execução. O CDIO foi criado no Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) e parte da afirmação que o "*Engenheiro deve ser capaz de Conceber, Projetar, Implementar e Operar sistemas complexos de alto valor*

¹ Há várias denominações que, essencialmente, significam a mesma coisa: Project-Based Learning, que alguns chamam de PBL e outros de PjBL, Project-Led Engineering Education (PLEE), Project-Approach Engineering Education, entre outros.

agregado em um ambiente moderno de trabalho colaborativo, criando sistemas e produtos" (CDIO Initiative, 2017).

O CDIO é dividido em quatro fases:

- Concepção: formulação do problema e condições de contorno do projeto;
- Projeto: planejamento, cálculos, modelamento e elaboração das soluções possíveis;
- Implementação: montagem e testes preliminares;
- Operação: testes finais e operação.

Como se trata de um método simples e plenamente aplicável aos projetos, alunos iniciantes passam a ter uma boa noção da importância da metodologia de projetos, organização do tempo e da equipe e, normalmente bons resultados são alcançados nesse método.

3. CONTRIBUIÇÕES ARTICULADAS AO TEMA

Na Universidade Federal do Pará como forma de combater à evasão nos cursos de engenharia foi criado o Programa de Cursos de Nivelamento da Aprendizagem em Ciência Básicas para as Engenharias – PCNA, que vem desde 2011 desenvolvendo e aplicando estratégias inovadoras de ensino aprendizagem, no âmbito de seus cursos de nivelamento da Universidade.

Alinhado com as demandas criadas pelos decretos nº 6096/2007 e nº 7234/2010, que dispõe sobre o REUNI, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei 9.394/1996), o Plano Nacional de Educação (Lei 10.172/2001), a Portaria Normativa nº 39/2007, que institui o Programa Nacional de Assistência Estudantil – PNAES e o Decreto 7.234, de 19 de julho de 2010 que regulamenta o PNAES/MEC, que visa ampliar as condições de permanência do estudante, combatendo a evasão, em 2011 foi instituído, em parceria com a Pró-Reitora de Extensão da UFPA (PROEX), o Projeto de Cursos de Nivelamento para Ciências Básicas para as Engenharias (PCNA). O projeto foi criado com o objetivo de diminuir o déficit de aprendizagem dos discentes que ingressam para os cursos de Engenharia do ITEC que se caracteriza por apresentar insuficiência de conhecimentos adquiridos nos anos de escolaridades anteriores e que repercute na atual formação, que exige o avanço progressivo de complexidade de conhecimentos e a sua inter-relação com os conteúdos inerentes a sua formação acadêmica.

Desde 2011 o projeto tem atendido, preferencialmente, os ingressantes dos cursos de graduação em engenharia da UFPA e oferece um conjunto de ações voltadas para a melhoria do processo ensino-aprendizagem nas ciências básicas para as engenharias, a saber: química, física e matemática.

A primeira e mais importante estratégia consiste da realização de cursos de nivelamento de Química, Matemática e Física Elementar, visando reforçar os conhecimentos de base. Muitos alunos apresentam lacunas de conhecimento, que precisam ser preenchidas para que consigam acompanhar as disciplinas do ciclo básico. O sucesso no início da vida acadêmica depende muito dos conhecimentos de base, de modo que os alunos que não o possuem, enfrentam maiores dificuldades nas disciplinas de Cálculo I, Física Fundamental I e Química I.

As aulas presenciais são realizadas antes do período letivo da Instituição, tem duração de três semanas e conta com a atuação de monitores em sala de aula. São realizados testes antes e depois dos cursos para que seja possível acompanhar o desempenho dos alunos inscritos. Alunos com bom desempenho e frequência recebem certificados com a devida carga horária (20, 25, 30 e 40h), que podem ser contabilizadas como atividades complementares.

Mais precisamente, a certificação de maior carga horária corresponde a um desempenho excelente (nota final >9), 30h corresponde a um desempenho bom (7 < nota final < 9), 25h seria equivalente a um desempenho regular (5 < nota final < 7). Em contrapartida, o cursista recebe certificação mesmo que não consiga ter desempenho satisfatório, desde que tenha

assiduidade nos cursos de nivelamento (frequência >70). Nesse caso, o cursista recebe certificação de 20h. Todo aluno que recebe certificação de curso de nivelamento recebe o status de aluno cursista PCNA. Aquele aluno que por qualquer motivo não fez ou não concluiu curso de nivelamento (ou seja, não atingiu 70% frequência, independente de rendimento acadêmico obtido no curso) é referenciado como não cursista PCNA.

Com o intuito de motivar os alunos, uma vez que o nivelamento não é obrigatório, o desafio é buscar métodos de ensino inovadores que possibilitam ao aluno ter uma posição mais ativa na aprendizagem. Dessa forma, apresentamos algumas Metodologias Ativas que se tornaram recursos importantes à proposta.

- **Questionário de escala de atitudes em relação à matemática**

Esse questionário é aplicado aos alunos ingressantes nos cursos de Engenharias. Usa-se uma escala do tipo Likert com 20 proposições, sendo 10 positivas e 10 negativas, cada uma com 5 possibilidades de resposta: discordo totalmente, discordo, indiferente, concordo e concordo totalmente, pontuadas de 0 a 4, respectivamente. É importante ressaltar que este tipo de questionário não tem resposta certa ou errada, apenas constitui uma ferramenta útil na identificação do sentimento de cada indivíduo com relação à matemática.

- **QuickMath**

O programa QuickMath desenvolvido por alunos do curso de Engenharia Elétrica da UFPa tem o objetivo de fornecer ao usuário respostas rápidas e simples para o estudo da Matemática Básica e do Cálculo 1. Este programa recebeu o nome de QuickMath, pois como sugere o nome, tudo ocorre de maneira rápida, basta um clique para que um determinado conceito seja exibido na tela do computador de maneira bem simples e direta. O software disponibiliza ao usuário as seguintes funções: resumos de conteúdos, exercícios propostos com respostas, construção de gráficos e a interação usuário/programa, onde o usuário pode fornecer ao programa as informações de um dado problema e verificar com apenas um clique a sua resposta. O programa foi desenvolvido na linguagem *MatLab Guide*. Pretende-se disponibilizar esse software para todos os alunos dos cursos de engenharia da UFPa, para que os mesmos usem esse programa como uma ferramenta complementar e motivacional nos seus estudos de Matemática Básica e de Cálculo 1.

- **Gamificação**

É a dinâmica nomeada de “7 a 1 na Álgebra” cujo objetivo geral é revisar e desafiar os alunos com questões de Álgebra e Aritmética de uma maneira divertida e interativa. Neste torneio, adaptou-se às regras de um jogo de futebol a fim de fazer os alunos se sentirem participantes de uma partida. A metodologia consiste na disputa entre duas equipes, formadas por cinco ou seis participantes. Cada jogador tem sua posição definida comparativamente com as do futebol: atacantes, zagueiros e goleiro. Também há uma lista de exercícios para os alunos responderem antes da metodologia a fim de servir como base de estudo, seguindo a ideia de preparação extraclasse da filosofia do *Team Based Learning*.

- **Torneio de Função**

No torneio de função, referente ao capítulo de funções, os assuntos considerados são: (1) domínio e imagem, (2) tipos de função, (3) função do 1º grau, (4) função do 2º grau, (5) função exponencial, logarítmica e inversa e (6) função composta e definida por mais de uma sentença. Para cada assunto, é entregue um envelope com seis questões de níveis variados: 3 fáceis, 2 médias e 1 difícil. O aluno, no primeiro momento, responde às questões individualmente e, caso não consiga, discute entre pares. Cabe destacar que são delimitado um tempo para cada envelope. Portanto, organização e planejamento são fundamentais.

- **Quiz de TrigoGeo**

Os assuntos são de trigonometria e geometria. Nesta atividade, o primeiro momento constitui em apresentar uma série de questões para toda a turma e, isoladamente, os alunos respondem em determinado intervalo de tempo. Dependendo do resultado, o monitor organiza a tarefa em uma de três situações distintas. Para coletar as respostas, recorre-se à plataforma Plickers, a qual permite, por meio de placas com QR CODE, obter um feedback imediato das respostas dos alunos. Essas placas possuem um código diferente e, dependendo da posição em que o aluno as apresenta para o monitor, a plataforma entende uma alternativa que pode

variar de “A” até “D”. Caso menos de 30% da turma acerte, o assunto é novamente explanado, porém de forma diferente; se mais de 70% respondem corretamente, o monitor entende que os alunos absorveram o conteúdo da questão e, portanto, faz breves relatos; por último, se tiver um percentual de 30 a 70% de acertos, a questão é levada para ser discutida em equipes.

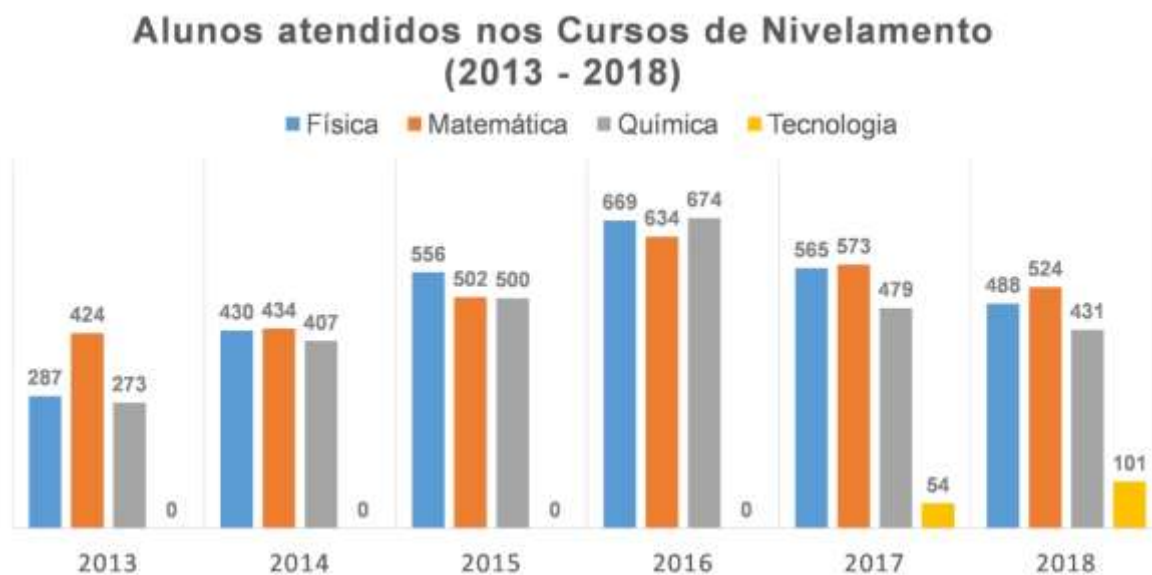
Os alunos desenvolvem as suas resoluções individualmente, posteriormente em equipes e ao final de cada atividade, há discussões e feedback parciais.

O programa desde a sua criação em 2011 vem alcançando resultados muito significativos, mas foi a partir de 2013 que o projeto começou a ter visibilidade e assim aumentar o número de alunos participantes. A figura 1 abaixo mostra um levantamento de alunos atendidos de 2013 a 2018. Durante o período de vigência do projeto, mais de 4.000 alunos foram atendidos.

Em 2017 foi inserido um módulo chamado Tecnologia, no qual os ingressantes têm a oportunidade de aprender arduíno, programação em C e Eletrônica Digital.

Ao final do semestre letivo verificam-se as taxas de aprovação dos alunos que realizaram o nivelamento. Os indicadores demonstram que o percentual de aprovados entre os alunos que fazem o nivelamento é maior do que entre os que não fazem.

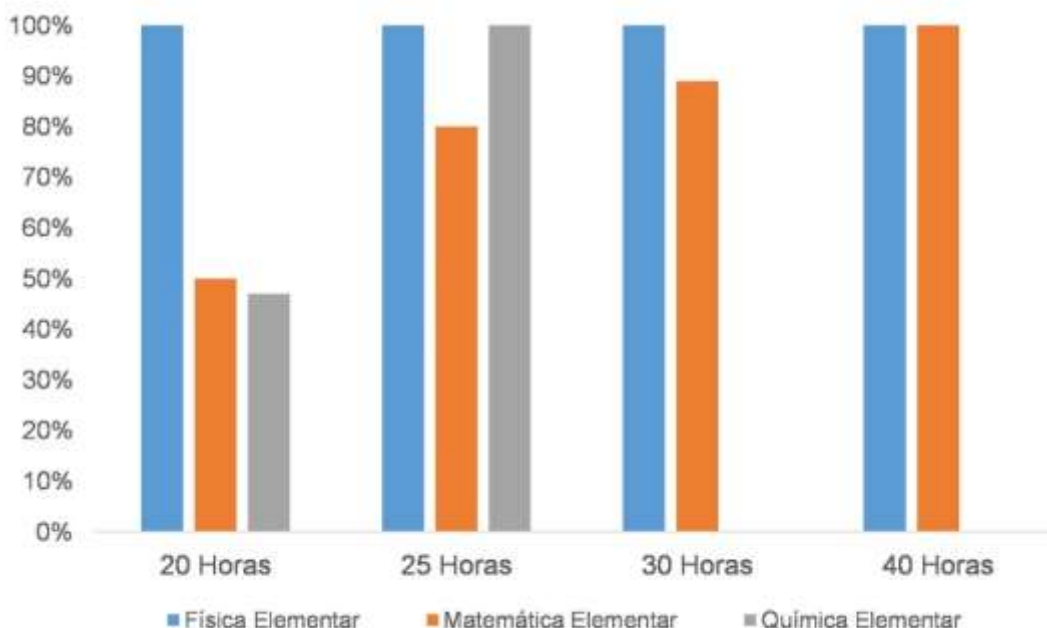
Figura 1 – Número de alunos atendidos nos cursos de nivelamento



Fonte: Rodrigues (2016)

Em relação aos ingressantes de Engenharia Civil do primeiro semestre de 2016, todos que fizeram o nivelamento foram aprovados na disciplina Física Fundamental I. A Figura 2 mostra a carga horária obtida no nivelamento e os percentuais de aprovados nas disciplinas de Cálculo I, Física Fundamental I e Química I. A cor azul refere-se a comparação cursistas PCNA para a disciplina de Física I. As cores laranja e cinza referem-se respectivamente às comparações correspondentes para as disciplinas de Cálculo e Química.

Figura 2 - Percentuais de aprovação dos cursistas PCNA nas disciplinas de Física I, Cálculo I e Química Geral em função de carga horária obtida em cada curso de nivelamento.



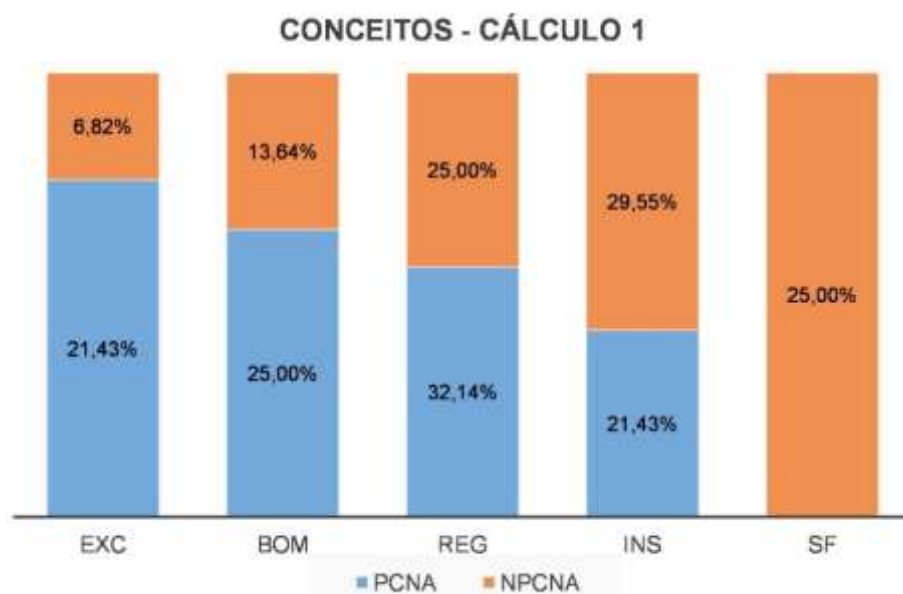
Fonte: Nascimento et al. (2017a)

Ao se observar a Figura 2, percebe-se que na disciplina de Cálculo I, o percentual de aprovados é diretamente proporcional à carga horária obtida no nivelamento, ou seja, o percentual de aprovados foi máximo entre os que obtiveram máximo desempenho no nivelamento. Exceto na disciplina Física I, o percentual de reprovados é maior entre os alunos que apresentaram desempenho mínimo no nivelamento, posto que na referida disciplina todos os cursistas PCNA foram aprovados, independente da carga horária obtida no nivelamento.

Vejamos agora uma comparação de desempenho acadêmico entre cursistas PCNA e alunos que não fizeram ou não concluíram curso de nivelamento na disciplina de Cálculo I do 1º semestre de 2016 no curso de Engenharia Química.

Observa-se que a quantidade de alunos que fizeram o nivelamento e foram aprovados com conceito bom (B) foi o dobro em relação aos que não fizeram e os que foram aprovados com conceito excelente (E) foi mais que o triplo. O número de alunos reprovados na disciplina é menor entre os alunos que fizeram o nivelamento e o mais importante: a evasão só ocorreu entre os alunos que não fizeram o nivelamento. Esse resultado é muito positivo e demonstra que o nivelamento pode ser muito vantajoso para o aluno, pois influencia diretamente o seu desempenho acadêmico.

Figura 3 – Comparativo de conceitos entre alunos cursistas e não cursistas.



Fonte: Nascimento et al. (2017b)

A visão do PCNA é reforçar e ampliar os conhecimentos dos discentes recém-chegados aos cursos de Engenharia. A correspondência entre as notas e as cargas horárias observadas em relação ao percentual de aprovados, auxilia na visualização desses dados. É importante ressaltar também a disponibilização de recursos feitos pelo programa para que o aluno possa aprimorar seus conhecimentos mesmo após o início efetivo do semestre.

Com base no exposto, o programa PCNA demonstrou ser um modelo a ser seguido por todas as universidades que possuem cursos de graduação em engenharia, o que também pode ser usado para cursos que possuem disciplinas semelhantes no primeiro ano de graduação.

A experiência de aprendizagem ativa na Universidade de Caxias do Sul foi apresentada com uma disciplina nova, chamada de Tópicos de Ciências Exatas, cujo objetivo principal é o ensino de funções matemáticas utilizando casos de ensino da Física e da Química. Em um momento que se fala muito sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais, é pertinente levantar questões sobre como construir estratégias e métodos de aprendizagem ativa que possibilitem ao estudante construir conhecimentos novos, bem como competências, para lidar de forma adequada com a realidade.

Segundo Ausubel (2012), processos de ensino e de aprendizagem, coerentes com esta tendência, necessitam estar focados cada vez mais em ações dos estudantes diante de situações que favoreçam a interação, a colaboração, a troca de conhecimentos e o desenvolvimento de aprendizagens significativas.

Esta disciplina introdutória é nova no currículo, em substituição ao tradicional curso de Pré-Cálculo e tem como objetivo principal reduzir a evasão, melhorar o desempenho e auxiliar os estudantes a desenvolver habilidades importantes que irão ajudá-los durante seu curso de graduação e sua vida profissional (HERREID & SCHILLER, 2013).

A metodologia das aulas foi baseada principalmente na utilização de estratégias e métodos de aprendizagem ativa, tais como sala de aula invertida, casos de ensino, aula expositiva dialogada, com um projeto paralelo desenvolvido ao longo do semestre.

As aulas acontecem em uma sala de aula especialmente montada para a disciplina, designada para receber até 90 estudantes, com mesas que se encaixam na forma de hexágono, muitos quadros brancos ao longo de três paredes, dois sistemas de reprodução de vídeo e um sistema de reprodução de áudio com caixas de som espalhadas pela sala, e microfones para os professores.

Os temas norteadores da disciplina são as funções lineares, quadráticas, logarítmicas, exponenciais e trigonométricas, divididas em duas áreas. Na primeira área são apresentadas as funções lineares e quadráticas, e na segunda área as funções exponenciais, logarítmicas e trigonométricas, paralelamente com o projeto que aconteceu ao longo da disciplina.

Ao final da primeira e da segunda área os estudantes são submetidos a uma avaliação individual tradicional a fim de aplicar o que aprenderam. A nota final é calculada por média harmônica a partir de três notas: duas provas individuais e uma nota composta do projeto final e mais as tarefas realizadas ao longo do semestre.

Durante o semestre, uma estratégia e um método de aprendizagem ativa são escolhidos para pautar a disciplina: sala de aula invertida e casos de ensino. A abordagem pedagógica da sala de aula invertida, onde os estudantes realizam atividades de aprendizagem em casa, é utilizada na forma de tarefas diversas no momento pré-aula e compõe parte da nota final.

Estas atividades são compostas de leitura de um texto, apropriação de conteúdo assistindo um vídeo, realização de uma simulação computacional ou exercícios etc. Após a realização, o estudante deve postar no ambiente virtual uma produção associada, que consiste em um resultado, uma análise, um pequeno parecer, um ou mais gráficos, dependendo do tipo de atividade pedida.

Todas as atividades são posteriormente conferidas e analisadas, discutidas ou diretamente utilizadas em sala de aula, seja como introdução, pré-requisito para as atividades de aula, fechamento de algo que foi visto ou somente como uma atividade extra para melhor entendimento dos conceitos abordados.

São utilizados problemas de Química e Física para aplicação dos temas estudados, na forma de casos de ensino e exemplos de aplicações de exercícios em cenários contextualizados, de maneira que os estudantes possam compreender a importância do entendimento dessas funções em Ciência e Tecnologia, uma vez que artigos anteriores têm mostrado que estes métodos promovem o pensamento crítico e maior engajamento por parte dos estudantes (CARR, BOWE & NI FHLOINN, 2013; HERREID & SCHILLER, 2013).

Em diferentes momentos há a necessidade de intervenções tradicionais, e nestas situações a aula expositiva dialogada, com métodos interativos de perguntas e respostas, com paradas para resolução de exercícios, é utilizada em blocos de 20 a 40 minutos. Após o período da aula expositiva, os estudantes realizam uma série de exercícios e problemas de Física e Química, onde aplicam o conhecimento de funções e tiram dúvidas. Os três professores ficam à disposição dos estudantes para responder dúvidas, recapitular conceitos mal compreendidos e ajudar na compreensão dos problemas apresentados, e frequentemente, boa parte dos estudantes utilizam o tempo de modo produtivo.

O trabalho iniciou-se no primeiro semestre de 2018, planejado por oito professores e ministrado por três professores juntos em sala de aula, ensinando Matemática, Física e Química, envolvendo no máximo 90 alunos cada semestre.

As observações em sala de aula e a análise das notas mostraram que os estudantes que fizeram as atividades esperadas da sala de aula invertida tiveram o melhor desempenho geral, não apenas em resultado numérico, mas principalmente comportamental.

Comparações numéricas de número de reprovações e desistências com a disciplina antiga de Pré-Cálculo, indicam que embora os índices de reprovação continuem os mesmos, o índice de cancelamentos diminuiu. Análise qualitativa de comparação dos estudantes que fizeram a disciplina nova em relação aos que faziam a disciplina de Pré-Cálculo, indicou que a metodologia adotada melhora o engajamento dos estudantes no processo de aprendizagem.

Este estudo não é uma análise completa do fenômeno analisado, mas foi possível evidenciar que a metodologia traçada para esta disciplina possui potencial para promover aprendizagens significativas, diminuir a evasão e os índices de retenção.

O programa denominado de Formação de Células Cooperativas (FOCCO), estimula estudantes a atuarem como protagonistas e tem como objetivo aumentar a taxa de permanência e aprovação nos cursos de graduação, além de formar profissionais competentes, proativos e habilitados para o trabalho em equipe.

O programa foi implantado com ingressantes de Engenharia Civil da Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT), envolvendo o ensino de cálculo diferencial através da metodologia da aprendizagem cooperativa. A proposta disponibiliza noções de cooperatividade dentro do ambiente acadêmico, contribui para minimizar os problemas de ensino-aprendizagem, de relacionamento, de comportamento, de rejeição aos conteúdos das disciplinas na área de Matemática e também para elevar os índices de aprovação, reduzindo assim a evasão.

A aprendizagem cooperativa é uma metodologia de ensino-aprendizagem que começou a ser difundida a partir da década de 80, tendo como principais difusores, os pesquisadores David W. Johnson e Roger T. Johnson da Universidade de Minnesota. Segundo esses autores, para que o trabalho cooperativo seja eficiente e produtivo no ensino-aprendizagem são necessários: interdependência positiva, responsabilidade individual, interação face a face, habilidades interpessoais e processamento grupal.

Uma característica dessa aprendizagem que a difere do modo tradicional é a sua interação social, ou seja, não há como se estabelecer um trabalho cooperativo se não for possível a interação face a face entre os alunos, permitindo assim que os alunos interajam e compartilhem seu conhecimento, melhorando a sua compreensão individual e mútua sobre um determinado conteúdo.

Este estudo foi desenvolvido na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, considerada a que apresenta maiores dificuldades dentre as disciplinas ofertadas no ciclo básico de disciplinas dos estudantes. O público alvo, são ingressantes de engenharia, recém-chegados do ensino médio, com idade entre 16 a 20 anos, que conhecem o Programa FOCCO durante a Acalouração institucional, além disso recebem incentivo da coordenação do curso, de professores e articuladores, que trabalham ativamente na divulgação do programa.

As atividades são desenvolvidas por grupos denominados de células, compostos por alunos e um professor articulador, que tem a função de preparar o material didático, distribuir tarefas e organizar as atividades a serem realizadas. Além das atividades curriculares, são realizadas também dinâmicas de grupo com a finalidade de manter a coesão do grupo e desenvolver a empatia entre seus membros. As atividades se diversificavam para cativar e garantir a permanência dos celulosos no grupo, mas sempre voltadas para atividades cooperativas.

Entre as atividades que merecem destaque, estão: resolução de exercícios propostos, resolução de provas anteriores, aplicação de simulado preparatório para as avaliações e participação de professores do primeiro semestre durante as células.

O programa iniciou-se no primeiro semestre de 2012 e ao longo dos anos vem se aprimorando, neste trabalho relata-se os resultados obtidos com relação ao rendimento acadêmico através das notas dos 47 alunos matriculados na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I no primeiro período de 2016. Ao fim do semestre foi possível verificar que 36,17% dos alunos matriculados foram aprovados, resultado considerado além do esperado.

Ao analisar o desempenho dos celulosos ativos, observou-se que 95% destes foram aprovados, evidenciando que a participação no programa foi um fator determinante para a aprovação dos acadêmicos na disciplina em estudo. Portanto, acredita-se que o comprometimento e o empenho dos celulosos foi fundamental para obter êxito numa atividade cooperativa, representando um elevado índice de aprovação, um desempenho superior ao alcançado pelos demais alunos matriculados na disciplina, bem como superior ao que geralmente é observado nas disciplinas de Cálculo ofertadas em cursos de Engenharia.

Ademais, os resultados evidenciam que metodologias ativas de ensino-aprendizagem, notadamente a aprendizagem cooperativa, contribuem para um melhor rendimento acadêmico, influenciando diretamente os índices de aprovações.

Desde a implementação do Programa de Formação de Células Cooperativas (FOCCO) junto às disciplinas dos primeiros semestres, foi observado uma redução gradativa no número de vagas remanescentes existentes no curso, esse número está diretamente relacionado com a evasão.

Por exemplo, dados cedidos pela coordenação do curso indicam que no ano de 2017 havia 37 vagas remanescentes e atualmente esse número é de apenas 06 vagas, o que corrobora com uma das propostas do programa que é a redução da evasão no âmbito da UNEMAT. Dessa forma, conclui-se que a probabilidade de êxito na referida disciplina está relacionada com a participação ativa nas células, mostrando-se a necessidade de se buscar cada vez mais metodologias de ensino-aprendizagem em que os alunos participem ativamente do seu aprendizado.

A experiência de aprendizagem ativa na Universidade Federal do Rio Grande do Sul com uma disciplina nova, chamada de Aprendizagem Autônoma I, cujo objetivo principal é promover em seus alunos a habilidade de aprender de forma autônoma e continuada.

Diferentemente das práticas do ensino básico, no ensino universitário o tempo em sala de aula é reservado para o entendimento de conceitos, presumindo-se que o estudante reservará um tempo fora da sala de aula para a resolução de problemas ou desenvolvimento de projetos.

Esta diferença fundamental entre as práticas de Engenharia e as práticas adotadas por grande parte das instituições de ensino básico parece justificar boa parte da evasão que ocorre, especialmente nas primeiras etapas dos cursos: acostumados a resolver problemas de ciências exatas durante os períodos de aula, muitos estudantes se acostumam a realizar uma breve revisão de conteúdos no dia anterior às provas e mantêm este método de estudos após ingressar na universidade.

A metodologia utilizada é a Problem Based Learning (PBL), utilizando-se questionários semanais. Os problemas apresentados aos estudantes referem-se a conceitos do ensino médio e das disciplinas ministradas na primeira etapa do curso (Cálculo, Física e Eletricidade). A disciplina não possui aulas presenciais e o sistema de avaliação é composto por duas notas que são ponderadas na forma de uma média harmônica entre as notas dos questionários e as notas das três provas.

A análise dos resultados permitiu constatar a existência de uma distribuição bimodal de desempenho indicando a existência de dois grupos distintos: um grupo com conceito médio "A", e no outro extremo um grupo onde a maioria dos estudantes foi reprovada na disciplina, com conceitos "D" e "FF" (FF: reprovação por falta de frequência).

Os estudantes que responderam ao questionário considerando seu ensino básico adequado obtiveram um melhor desempenho, o que converge com a conclusão da análise das dúvidas trazidas que os alunos trouxeram aos monitores, indicando que lacunas relacionadas ao ensino básico são uma das principais causas de baixo desempenho nas primeiras etapas do curso.

Uma relevante conclusão refere-se ao fato de que a interação entre colegas se revelou um dos principais meios de esclarecimento de dúvidas dos alunos. Identificado como um "efeito colateral", pois a habilidade de construir networks de estudo não constava como um dos objetivos originalmente propostos, a versão atual foi remodelada de forma a construir um ambiente propício a aprendizagem por pares.

No Centro Federal Tecnológico de Minas Gerais (CEFET MG), foi implantado o programa de aula invertida envolvendo o ensino de cálculo para ingressantes de engenharia. A proposta também conhecida como *flipped classroom*, estimula a autonomia e o protagonismo nos alunos, uma vez que antes da aula começar, o aluno tem a tarefa de estudar previamente o assunto.

Essa iniciativa serviu como construção dos dados para uma pesquisa, ainda em andamento, cuja questão diretriz é: "Quais desafios e possibilidades emergem de uma experiência de Sala de Aula Invertida na disciplina Cálculo I em um curso de Engenharia de Computação?".

Inicialmente, o formato da metodologia foi baseado em uma *playlist* de vídeo-aulas, oriundas de outras instituições, organizada pela docente da disciplina, disponíveis gratuitamente no site www.youtube.com. Junto com as vídeo-aulas os alunos recebiam também o cronograma de aulas.

Anteriormente às aulas presenciais, os alunos assistiam as vídeo-aulas, faziam resumos sobre o assunto do dia e na sala de aula o professor fazia um breve resumo do conteúdo no quadro. Em seguida, os alunos, reunidos em duplas, faziam exercícios e resolviam problemas de aplicação selecionados pelo professor, com o auxílio do livro texto.

Ao final do primeiro semestre de 2017, um questionário semiestruturado foi aplicado aos 22 alunos que cursaram a disciplina Cálculo I e foram até o final do semestre; os demais haviam abandonado. Isso mostra que, aparentemente, a metodologia não produziu resultados satisfatórios no que tange a desistência (evasão) na disciplina. Contudo, 21 alunos acreditam que a metodologia parece ser mais eficiente que a metodologia tradicional (resultado da análise dos questionários).

Quanto os pontos positivos referentes à metodologia adotada os alunos apontaram: que o aluno tem mais tempo para focar no conteúdo, que o momento da aula era muito proveitoso, que eles já chegam na sala de aula com uma “noção” da matéria, que eles podem ver e rever a aula quantas vezes forem necessárias para o entendimento, que tiveram mais facilidade de aprendizado, que conseguem gerenciar melhor o tempo de estudo e lazer e que sobra mais tempo na sala de aula para sanar as dúvidas.

Já entre os pontos negativos destacam-se: “vídeo aulas muito chatas”, “necessário muita disciplina própria”, “nem sempre as vídeo-aulas são boas”, “algumas vídeo-aulas confusas” (trechos retirados dos questionários). Neste sentido, se pode observar que a maioria dos pontos negativos, apontados pelos alunos, fez referência à qualidade das vídeo-aulas ou ao formato delas.

Em julho de 2018 os professores submeteram junto à Diretoria de Extensão e Desenvolvimento Comunitário – DEDC do CEFET MG, um projeto de extensão universitária, intitulado “Canal do cálculo: um objeto de aprendizagem”, tendo sido aprovado em 10º lugar entre todos os 9 campi do CEFET MG. Desde agosto de 2018, o projeto conta com o auxílio de três estudantes do curso de Engenharia de Computação, estando vinculados dois deles como bolsistas e um deles como voluntário.

O resultado dessa iniciativa foi enriquecedor principalmente porque essa experiência foi capaz de ressignificar o conceito do tripé ensino-pesquisa-extensão no contexto da formação em engenharia na instituição.

4. SÍNTESE DA DISCUSSÃO

Cada Instituição encontra o seu caminho possível, partindo das experiências anteriores e da realidade local e social dos seus alunos. Entre os diversos relatos de ações abordados na Sessão Dirigida do COBENGE 2019, podemos verificar que em todos eles houve a utilização de pelo menos uma estratégia de Aprendizagem Ativa. A partir dos relatos de aplicação de estratégias colaborativas, o que se nota é um maior envolvimento e interesse dos alunos e consequente melhoria no desempenho, refletido, em geral, em maiores notas e índices de aprovação.

As intervenções e orientações dos professores no início das atividades e também em momentos de dúvida se mostram necessárias ao bom resultado das ações. As experiências relatadas passam, via de regra, por aperfeiçoamentos ao longo dos anos, razão pela qual o apoio institucional e a continuidade são de suma importância nos resultados, que na maioria dos relatos vão melhorando ao longo dos semestres de aplicação, não só pela correção de rumos mas também pelo engajamento dos alunos que, ao perceberem os resultados, vão se engajando e se comprometendo cada vez mais.

Nas experiências com maior tempo de implantação também se relatam melhoras de desempenho na sequência do curso, visto que, com bases mais sólidas, a aprendizagem profunda e significativa faz com que os conceitos estejam mais firmemente presentes no modo com que o aluno utiliza as ferramentas conceituais de Cálculo e Física. Ações realizadas para melhorar a compreensão das ferramentas fornecidas pelas Ciências Básicas, contextualizando sua aplicação na Engenharia, além de tornar mais interessante o assunto, fortalecem os princípios básicos sobre os quais a atuação do Engenheiro se apoia.

Há também um fator mais difícil de ser medido, que é a responsabilidade do aluno perante o seu processo de formação. Como afirmado anteriormente, os alunos chegam com uma postura passiva em relação à sua responsabilidade na própria formação. O início do curso, e da vida universitária para a maioria dos alunos, é o momento em que ele está aberto à nova realidade e, por isso, um momento importante para que o estudante tenha a possibilidade de tomar posse do seu aprendizado. A aprendizagem colaborativa, aplicada logo no início do curso, é uma forma efetiva de concretizar essa atitude.

Claro que todas as experiências devem passar por aperfeiçoamentos ao longo do tempo e se atualizar, inclusive com o uso de ferramentas tecnológicas, para que os resultados possam ser mais consistentes.

5. REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view. Springer Science & Business Media, 2012.

BARLEM, Jamila G. T. et al. Opção e evasão de um curso de graduação em Enfermagem: percepção de estudantes evadidos. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, Porto Alegre, v. 33, n. 2, p. 132-138, jun. 2012.

BISHOP, J. L.; VERLEGER, M. A. The Flipped Classroom: A Survey of the Research. In: ASEE ANNUAL CONFERENCE & EXPOSITION, 120., 2013, Atlanta. **Anais...** Washington DC, American Society for Engineering Education, 2013. p. 1-18.

BRASIL, Constituição Federal. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

BRASIL. **Decreto nº 6.096**, de 24 de abril de 2007. Institui o programa de apoio ao plano de reestruturação e expansão das Universidades Federais - reuni. Diário Oficial da União, Brasília, p.7, 24 abr. 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. Gabinete do Ministro. **Portaria Normativa No. 39**, de 12 de dezembro de 2007. Institui o Programa Nacional de Assistência Estudantil – PNAES.

BRASIL. **Decreto nº 7234**, de 19 de julho de 2010. Dispõe sobre o Programa Nacional de Assistência Estudantil – PNAES. Diário Oficial da União, Brasília, p.5, 20 jul. 2010.

BRASIL. **Lei nº 10.172**, de 9 de janeiro de 2001. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. Disponível em <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10172.htm>. Acesso em: 20 nov. 2019.

CARR, M.; BOWE, B.; NÍ FHLOINN, E. Core skills assessment to improve mathematical competency. *European Journal of Engineering Education*, v. 38, n. 6, p. 608-619, 2013.

CDIO (2017). The CDIO Initiative. Disponível em <<http://www.cdio.org>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

E. MAZUR, *Peer Instruction: A User's Manual* (Prentice Hall, Upper Saddle River, 1997), v. 1, p. 253.

GOLDBERG, David E.; SOMMERVILLE, Mark; WHITNEY, Catherine; *A Whole New Engineer: The Coming Revolution in Engineering Education*. ThreeJoy Associates. 2014.

HERREID, C. F.; SCHILLER, N. A. Case Studies and the Flipped Classroom. *Journal of College Science Teaching*, v. 42, n. 5, p. 62-66, 2013.

KAPP, Karl. **The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education**. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

MCGONIGAL, Jane. **Reality is broken: why games make us better and how they can change the world**. Nova York: The Penguin Press, 2011.

NASCIMENTO, Shirley et al. Influência de um programa de nivelamento no desempenho de graduandos de Engenharia Civil. In: XLVV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2017, Joinville. Anais...Joinville: ABENGE, 2017a.

_____. A importância do PCNA no desempenho de graduandos de Engenharia Química da Universidade Federal do Pará. In: XLVV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2017, Joinville. Anais...Joinville: ABENGE, 2017b.

O'DONNELL, A. M. **Cognitive Perspectives On Peer Learning**. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 1999.

OLIVEIRA, V. F. *et al.* Um estudo sobre a expansão em engenharia no Brasil. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 37-56, 2013.

QUINTILHANO, S. R.; TONDATO, R. A Sala De Aula Invertida Como Estratégia Pedagógica: Aplicação Na Engenharia De Produção. In: XXXVII Congresso Nacional de Engenharia de Produção, Joinville. **Anais...**Joinville, 2017

PATI, C. Estes engenheiros são mais procurados agora. E a carreira a longo prazo? **Revista Exame**, 2019. Disponível em <https://exame.abril.com.br/carreira/estes-engenheiros-sao-mais-procurados-agora-e-a-carreira-em-longo-prazo/>. Acesso em: 20 jan. 2020.

PINK, David H.; **A Whole New Mind: Why Right-Brainers Will Rule the Future**. Riverhead Books, 2006.

RODRIGUES, A.G. PCNA: História, Resultados e Perspectivas. **Jornal Beira do Rio**. Opinião. Belém, 2016. Disponível em: <http://www.beiradorio.ufpa.br/index.php/2016/59-131/76-opniao-pcna-historia-resultados-e-perspectivas>. Acesso em: 26 nov. 2019.

VALENTE, J. A. Blended learning e as mudanças no Ensino Superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, Curitiba, Edição Especial, n. 4, p. 79-97, 2014.

CAPÍTULO 05

MULHERES EM STEM NAS ESCOLAS DE ENGENHARIA

Neusa Maria Franco de Oliveira
Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)

Paloma Maria Silva Rocha Rizol
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
Campus Guaratinguetá

Aida Araújo Ferreira
Eduardo José Alécio de Oliveira
Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa
Sofia Suely Ferreira Brandão Rodrigues
Vânia Soares de Carvalho
Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE) Campus Recife

Angelina Gomes Santos
Lilian Berton
Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)
Campus São José dos Campos

Andréa Cristina dos Santos
Dianne Magalhães Viana
Josiane do Socorro Aguiar de Souza
Katia Cristina Tarouquella R. Brasil
Luana Mila de Souza Matos
Universidade de Brasília (UnB)

Carlos Maurício Sacchelli
Susie Cristine Keller
Tatiana Renata Garcia
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Campus Joinville

Valéria Saldanha Motta
Instituto Militar de Engenharia (IME)

Larissa da Silva Lima
Milena Marinho Arruda
Vanessa Batista Schramm
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Cristiane Aparecida Martins
Juliana Melo Bezerra
Lara Kühn Teles
Leila Ribeiro
Maria Margareth da Silva
Raquel Caratti Piani

Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)

Bianca Kaori Takahashi

Ellen Harumi Sakata

Erika Yamada Isobata

Fernanda Pavão Navarro

Julia Rodrigues Batista

Mariana Foletto dos Santos

Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Campus Guaratinguetá

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	85
2	ESTADO DA ARTE	86
	2.1 Iniciativas governamentais no combate às desigualdades	87
	2.2 Projetos para aumentar a representatividade feminina em STEM no Brasil	87
	2.2.1 Meninas na ciência - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	88
	2.2.2 Engenheiras da Borborema - Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)	89
	2.2.3 Mulheres nas Exatas - Instituto de Ciência e Tecnologia / Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)	90
	2.2.4 STEM IME - Girls to girls - Instituto Militar de Engenharia (IME)	92
	2.2.5 Meninas na STEM por meio de IC - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE/Campus Recife)	92
	2.2.6 Meninas Velozes - Universidade de Brasília (UnB)	94
	2.2.7 Mulheres em STEM2D - Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).	95
	2.2.8 WIE <i>Women in Engineering</i> - Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (UNESP)	98
3	ANÁLISE DAS INICIATIVAS	99
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	100
5	REFERÊNCIAS	101

MULHERES EM STEM NAS ESCOLAS DE ENGENHARIA

1. INTRODUÇÃO

Estudos apontam uma discrepância numérica, em relação ao gênero, no que diz respeito às áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM). Esta diferença aparece nas graduações e atuação profissional nas áreas mencionadas. Vamos contextualizar este cenário apresentando ações, sob diversos aspectos, que buscam tornar a distribuição de gêneros nas áreas de STEM mais equânime. Vejamos algumas estatísticas para entender a participação feminina nas áreas acadêmicas em STEM.

Lombardi (2015) assevera que as participações das mulheres nas áreas de engenharia apresentaram crescimento. A autora aponta que em 2003, no Brasil, a representação feminina nas engenharias era de 16,8%; já em 2013 houve um aumento para 20,6% de mulheres atuando nessas áreas. Embora vejamos um progresso, este ainda é insuficiente para estabelecer-se a simetria entre homens e mulheres.

Ainda considerando o Brasil, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), órgão vinculado ao Ministério da Educação (MEC), divulgou o Censo da Educação Superior. Neste relatório (INEP, 2016), em relação aos vinte cursos com maior número de matrículas, temos no de Engenharia Elétrica 13,1% de mulheres matriculadas, na Engenharia Mecânica 10,2%, Engenharia Civil 30,3%, Engenharia de Produção 35,2%, mostrando assim os baixos níveis percentuais de mulheres matriculadas nas engenharias consideradas.

No que diz respeito à pesquisa, apesar do aumento considerável da presença feminina nos últimos anos, conforme mostram os dados do Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico (CNPq), nas áreas de STEM ainda é bem pequena tal participação. Na área de Matemática as mulheres são somente 15% dos pesquisadores, se considerarmos a área editorial de Matemática o percentual é ainda menor, 10% (TOPAZ e SEN, 2016). Nas engenharias, alcança em média apenas 16,4% de representatividade de pesquisadoras para os cursos de Engenharia Mecânica, Elétrica, Naval e Oceânica, Aeroespacial e Física (CNPq, 2013). De uma forma geral, o perfil do docente, tanto nas instituições públicas, quanto nas privadas é do gênero masculino (INEP, 2017).

Dados da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), apontam que mundialmente temos 30% de mulheres no ensino superior nas áreas de STEM. Porém, existem diferenças significativas em relação aos cursos escolhidos: há cursos com o número de matriculadas muito baixo, TIC (3%), Ciências Naturais, Matemática, Estatística (5%), Engenharia, Produção Industrial e Construção (8%), sendo as taxas mais altas as dos cursos de saúde e bem-estar (15%) (UNESCO, 2018).

A disparidade em relação à equidade de gênero também pode ser observada pelos indicadores da situação da mulher no mercado de trabalho. Apesar de ter havido um aumento da participação da mulher no mercado de trabalho, o que ainda não foi solucionado é o problema da baixa representatividade feminina em algumas profissões tradicionalmente ocupadas pelos homens, como revelam Lázaro e Montechiare (2014).

Essa sub-representatividade do gênero feminino nas áreas de STEM acontece até mesmo nos países mais desenvolvidos. Nos Estados Unidos a distribuição de postos de trabalho nas áreas de STEM apresenta a seguinte distribuição: homens (76%) e mulheres (24%), contra a distribuição de homens (52%) e mulheres (48%) em todos os outros empregos (BEEDE et al, 2011)

Mais especificamente, 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

mostrou-se desigual em relação ao gênero, com as mulheres ocupando menos de 10% dos quadros de engenharia (DOBSON, 2012).

A baixa representatividade das mulheres nas áreas de STEM tem raízes profundas e coloca uma barreira prejudicial no avanço rumo ao desenvolvimento sustentável, almejado na Agenda 2030 da ONU, por meio dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Buscar meios para maior representatividade das mulheres nas áreas de STEM e a permanência delas nessas áreas são desafios a serem enfrentados por todos os países (BOLZANI, 2017).

O ODS 4 pode ser relacionado à promoção da participação, autonomia e emancipação das mulheres nas áreas de tecnologia, uma vez que trata da educação de qualidade e apresenta uma meta que inclui a ampliação do número de bolsas de estudo para o ensino superior, incluindo programas de formação profissional, de tecnologia da informação e da comunicação, programas técnicos, de engenharia e científicos em países desenvolvidos e outros países em desenvolvimento (UNITED NATIONS, 2016).

O ODS 5 trata, de forma contundente, da necessidade de se alcançar a igualdade de gênero e empoderamento de mulheres e meninas, aborda vários pontos onde o universo feminino se encontra vulnerável ou desassistido de alguma forma. Podemos destacar os seguintes tópicos: acabar com toda forma de discriminação contra mulheres e meninas, igualdade de oportunidades para a liderança em todos os níveis, dar às mulheres direitos iguais aos recursos econômicos, aumentar o uso de tecnologias de base para promover o empoderamento das mulheres e, citando na íntegra, “Adotar e fortalecer políticas sólidas e legislação aplicável para a promoção da igualdade de gênero e o empoderamento de todas as mulheres e meninas em todos os níveis” (MARTINS et al, 2018).

Ainda, a UNESCO (2005), em seu relatório “Decifrar o código: educação de meninas e mulheres em ciências, tecnologia, engenharia e matemática (STEM)”, reconhece, que o desenvolvimento da educação nas áreas de STEM é de fundamental importância no escopo da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (UNITED NATIONS, 2016) para se atingir outros ODS.

As causas que levam ao cenário de baixa representatividade de mulheres nas áreas STEM são várias, a convivência familiar com seus papéis estabelecidos a partir dos gêneros, o contexto social e cultural do papel da mulher na sociedade, os incentivos e restrições às ações das crianças e adolescentes, desde as brincadeiras e brinquedos na mais tenra idade, a falta de modelos femininos na situação de líderes, bem como de profissionais nas áreas das ciências exatas. Enfim traçar um diagnóstico exato não é possível, mas apresentar propostas (MARTINS et al, 2018; BEZERRA et al, 2018a; PIANI et al, 2017), para minimizar tais efeitos é o que estamos construindo com os diversos grupos que tratam da inserção de mulheres nas áreas de STEM.

Na busca para solução da questão “Como incentivar mulheres nas áreas de STEM”, projetos têm sido desenvolvidos. Na próxima seção, será feita uma descrição de ações bem-sucedidas no incentivo, apoio e fixação das mulheres nas áreas das ciências exatas e tecnologia.

2. ESTADO DA ARTE

Uma ampla diferença de gênero persistiu ao longo dos anos em todos os níveis das carreiras nas áreas de STEM em todo o mundo. Embora a participação das mulheres no ensino superior tenha aumentado, elas ainda são sub-representadas. E, o potencial inexplorado de mulheres totalmente treinadas e credenciadas representa importante oportunidade perdida não só para as mulheres em si, mas também para a sociedade como um todo (TACSIR, GRAZZI e CASTILLO, 2014).

Assim, visando reverter este quadro, várias iniciativas vêm sendo desenvolvidas para estimular mulheres a ingressarem e permanecerem nas STEM, conforme mostra a publicação da UNESCO, “Decifrando o Código: educação de meninas e mulheres em

ciências, tecnologia, engenharia e matemática” (UNESCO, 2019). Este mesmo documento enfatiza que os fatores inerentes ao ambiente de aprendizagem, incluindo o perfil dos docentes, suas experiências, crenças e expectativas, os materiais e recursos de aprendizagem, as estratégias de ensino, as interações estudante-docente e o ambiente escolar em geral são estratégias que se sobrepõem e influenciam a participação, o desempenho e o avanço de meninas e mulheres nos estudos e carreiras de STEM, com todos eles interagindo de forma complexa.

Buscar meios para maior representatividade das mulheres nas áreas de STEM e a permanência delas nestas áreas são desafios a serem enfrentados por todos os países. Visando despertar o interesse pelas áreas de STEM de jovens estudantes do ensino fundamental e médio, diversas iniciativas têm sido criadas em diferentes instituições de ensino e regiões do Brasil, sendo algumas delas apresentadas nesta seção.

2.1. Iniciativas governamentais no combate às desigualdades

Mesmo havendo alguma diminuição, as desigualdades persistem e esta realidade contribui para o abismo econômico e social entre homens e mulheres, destinando estas últimas a posições desfavoráveis com relação aos primeiros. Tal situação demandou ações do Estado Brasileiro para a promoção da igualdade de gênero.

Pode-se dizer que foram três marcos históricos no Brasil que redirecionaram o conjunto das políticas públicas no país voltadas para a valorização da mulher. O primeiro marco histórico foi a criação da Secretaria de Políticas para as Mulheres da Presidência da República em 2003. Ela ampliou a perspectiva de gênero e fomentou a inclusão do tema em todas as políticas públicas brasileiras. O segundo marco aconteceu em 2004 com a criação do Plano Nacional de Políticas para as Mulheres (PNPM). A PNPM é uma diretriz para a implementação de planos, programas e projetos no Brasil até a atualidade. Já o terceiro marco, em 2009, se refere ao monitoramento da PNPM, no caso, o lançamento do Observatório Brasil para a Igualdade de Gênero nos governos municipais, estaduais e federal na implementação das políticas para as mulheres.

Desde então, leis, planos, programa, projetos e ações para a igualdade de gênero no âmbito federal surgiram no sentido de minorar problemas e buscar soluções para questões sociais relacionadas à segurança, saúde, educação e trabalho.

Na educação formal, especificamente, no ensino superior, o MEC lançou editais exclusivos para mulheres em 2013 e 2018: Chamada Pública MCTI/CNPq/SPM-PR/Petrobras nº 18/2013, Meninas e Jovens Fazendo Ciência; Chamada CNPq/MCTIC Nº 31/2018 - Meninas nas Ciências Exatas, Engenharias e Computação. Esses editais originaram projetos ligados aos cursos de ciências exatas e engenharias em universidades de todo o país, em parceria com escolas públicas.

2.2. Projetos para aumentar a representatividade feminina em STEM no Brasil

Há diversos projetos sendo realizados em todas as regiões do Brasil para aumentar a participação feminina nas áreas de STEM. Alguns exemplos em computação cadastrados na SBC (Sociedade Brasileira de Computação) são: Trazendo Meninas para a Computação (UCS); Gurias na Computação (Unipampa); Mulheres e Jovens na Computação (IFRS – Bento Gonçalves); Meninas Digitais UFSC (UFSC - Araranguá); Meninas, Computação e Música (UTFPR - Cornélio Procopio); Emíli@s – Armação em Bits (UTFPR – Curitiba); #include <meninas.uff> (UFF); Meninas Digitais - Regional Mato Grosso (IFMT e UFMT); Meninas comp (UnB); Projeto 3 (UFRN); SciTech Girls’ Project (UFAM); Cunhantã Digital (UFAM) e Mulheres nas Exatas (UNIFESP). Em Engenharias temos os grupos STEM2D (ITA); STEM IME - Girls to girls (IME); Meninas na Ciência (UFSC), Engenheiras da Borborema (UFCG) e WIE Women in Engineering - UNESP Guaratinguetá.

Diversas ações têm sido realizadas pelos projetos, tais como, palestras, workshops, cursos e oficinas. Tais atividades buscam ampliar a visão da educação e as ações são organizadas por docentes e estudantes universitárias(os), que na maioria das vezes trabalham de forma voluntária. A seguir são apresentadas as principais atividades desenvolvidas por alguns desses grupos, a saber: (1) Meninas na ciência (UFSC); (2) Engenheiras da Borborema (UFMG); (3) Mulheres nas Exatas (UNIFESP); (4) STEM IME - Girls to girls (IME); (5) Meninas na STEM por meio de IC (IFPE), (6) Meninas Velozes (UnB), (7) Mulheres em STEM2D (ITA) e (8) WIE - UNESP Guaratinguetá.

2.2.1. Meninas na ciência - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Esse grupo tem, ao longo dos anos, levado Ciência e Tecnologia para os alunos de ensino médio, em especial, buscando motivar estudantes do sexo feminino. Neste sentido, algumas ações foram desenvolvidas. Duas ações são aqui descritas:

Projeto meninas na ciência

Esse projeto foi realizado junto à Escola de Educação Básica Oswaldo Aranha, no ano de 2014/2015, com quatro alunas, de idades entre 15 e 17 anos. Também foi selecionada uma professora para acompanhar as alunas e uma estudante de engenharia da UFSC – Joinville. Foram realizados encontros no Laboratório de Inovação e Desenvolvimento de Produtos – LiD, onde foram realizadas uma série de oficinas tecnológicas, com kits didáticos e materiais de apoio. A primeira oficina desenvolvida foi sobre pontes, a segunda oficina realizada foi sobre jogos educativos, outras oficinas foram na área de energia, utilizando kits de Energia Eólica, Solar e Hidráulica (SACHELLI *et al*, 2016).

Após a realização das oficinas propostas, foram determinados temas para pesquisa e apresentados os seus respectivos professores orientadores. Os temas abordados foram: Energias sustentáveis, Jogos Educativos e Satélites. No decorrer do projeto foram realizadas reuniões, para apresentação dos resultados obtidos por cada bolsista em suas pesquisas aos seus orientadores. Tais reuniões possibilitaram que os orientadores respondessem a possíveis dúvidas, de modo a orientar as alunas na continuidade das atividades.

Em paralelo às atividades de pesquisa, as bolsistas participaram do Curso Básico de Robótica e, na sequência, também participaram do Curso de Fabricação Sustentável. Nos cursos, as participantes tiveram a oportunidade de aprender a utilizar um software CAD, desenvolvendo um chaveiro com o tema sustentabilidade, e depois acompanharam a fabricação dos mesmos em uma impressora 3D. Também foram abordados os temas de biomateriais e processos de soldagem e injeção, sendo realizadas aulas de laboratórios. Durante o curso foram realizadas duas visitas técnicas, em uma Cooperativa de Reciclagem, e em um Museu de Ciência e Tecnologia. Ao final do projeto, as alunas realizaram uma apresentação sobre as atividades de pesquisa desenvolvidas durante o ano aos seus orientadores. Também foi solicitada uma avaliação, onde as alunas do ensino médio e a professora consideraram as atividades propostas muito interessantes e motivadoras, sendo que todas mencionaram que tinham grande interesse em continuar seus estudos na área de Ciência e Tecnologia.

Chegou-se à conclusão que o desenvolvimento deste projeto proporcionou para as estudantes uma grande quantidade de conhecimento e a verificação das atividades profissionais da área de tecnologia, podendo desta maneira terem mais informações para embasar suas escolhas futuras. Os objetivos propostos no projeto foram atingidos, chegando a bons resultados através da assiduidade e comprometimento de todas as estudantes e da professora.

Jogo MemóriaXX

Esta iniciativa, desenvolvida em 2018/2019, buscou criar um jogo que apresentasse, aos jogadores, mulheres que marcaram a ciência com seus feitos, a fim de incentivar a inserção feminina nesta área.

MemóriaXX é um jogo de cartas, composto por 12 pares de cartas, onde cada par tem como base uma mulher que fez história na ciência, com uma foto da cientista no verso, porém as frentes das cartas do par são distintas. Uma das cartas do par mostra o nome, a formação e o ano de nascimento e morte (se aplicável), e a outra carta do par mostra os feitos desenvolvidos que contribuíram para a ciência.

Com as cartas dispostas aleatoriamente de forma que todas as fotos estejam voltadas para baixo, o jogo inicia. Devem-se ler todas as frentes das cartas e ir correlacionando os nomes, formações e anos apresentados, com os feitos das cientistas. Escolhem-se duas cartas que se complementam e mostram as informações da mesma mulher. As cartas então podem ser viradas para a conferência: se as duas cartas mostrarem o retrato da mesma mulher, aquele par está fora do jogo, caso não, deve-se voltar à disposição inicial até que se encontre o par certo.

As mulheres apresentadas nas cartas desenvolveram marcos na ciência dentro de todas as áreas, desde a primeira mulher a ingressar em uma graduação de ciências no Brasil, àquelas que realizaram pesquisas e descobertas na área médica, as que ganharam premiações Nobel, ou que realizaram descobrimento de elementos químicos.

A motivação para o desenvolvimento desse jogo foi a desigualdade de gênero presente dentro da ciência e o pouco reconhecimento das mulheres que ao longo dos anos trouxeram desenvolvimentos significativos. O jogo tem como principal objetivo dar visibilidade às grandes conquistas das mulheres na Ciência e motivar as meninas a ingressarem em uma área científica, buscando acabar com a desigualdade hoje existente. Espera-se que levando este jogo nas escolas e disponibilizando os seus arquivos para uso, as jovens sejam impactadas e motivadas para que realizem estudos na área de exatas. Cabe salientar que o jogo se encontra ainda na fase de testes, porém já teve um ótimo recebimento por parte de alunos de escolas públicas que frequentam o Espaço de Ciência e Tecnologia da UFSC Joinville.

2.2.2. Engenheiras da Borborema - Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Em 1999, o IEEE (Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos) formalizou a criação de um grupo denominado IEEE WIE (*IEEE Women In Engineering*), cujo objetivo principal é encorajar as meninas a buscarem carreiras nas áreas de STEM, bem como reter as mulheres que atuam nestas áreas. Em 2018, o IEEE WIE contava com mais de 21 mil membros, se tornando uma importante rede global para promoção das mulheres em STEM.

Ao final de 2015, na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em Campina Grande/PB, foi criada uma ramificação estudantil do grupo denominado IEEE WIE, cujo objetivo era desenvolver localmente a missão do IEEE WIE, por meio da ação de um grupo de voluntários, homens e mulheres, alunos de cursos de graduação e pós-graduação da UFCG. No mesmo ano, o IEEE WIE UFCG idealizou a proposta de um projeto para encorajar alunas de escolas públicas da cidade a buscarem uma carreira em STEM. Assim, em 2016, o projeto Engenheiras da Borborema passou a ser executado em parceria com escolas públicas no Município ao longo do ano letivo das escolas. Em 2019, o projeto Engenheiras da Borborema está em sua quarta edição e consolidou uma metodologia própria, se tornando uma referência para outros grupos de afinidade estudantil do IEEE WIE, que passaram a replicar as atividades do projeto em outros Estados do país. Por este projeto, o grupo IEEE WIE UFCG já recebeu vários prêmios de reconhecimento do IEEE, incluindo uma premiação de nível mundial.

Projeto Engenheiras da Borborema

O projeto Eng. da Borborema foi assim denominado em referência à cidade de Campina Grande, na Paraíba, que fica localizada no Planalto da Borborema e é popularmente conhecida como a Rainha da Borborema. A seguir são apresentadas as atividades contempladas no projeto, os materiais utilizados, e os papéis e responsabilidades dos principais atores envolvidos.

O projeto é dividido em quatro núcleos: (i) palestras e visitas técnicas; (ii) oficinas de novas didáticas para o ensino de física e matemática; (iii) oficinas Arduino; e (iv) oficinas de energias renováveis. Para cada núcleo, é designado um coordenador de núcleo. Para avaliação do projeto, é aplicado um questionário no início das atividades e no final de cada módulo das oficinas para acompanhar o avanço das turmas beneficiadas. A seguir é apresentado um detalhamento da metodologia envolvida em cada um dos núcleos, com os materiais e métodos necessários.

1) Oficinas de novas didáticas para ensino de física e matemática:

Esta atividade é baseada no programa TISP (acrônimo em inglês para *Teacher In Service Program*) do IEEE. Durante as oficinas, são formadas equipes, lideradas por meninas, que são desafiadas a resolver um problema real, por exemplo, (ex. construir com canudos de plástico e cliques de papel a torre mais alta que suporte o peso de uma bola de golfe). Além da consolidação dos conteúdos aprendidos em sala de aula, esta atividade ajuda no desenvolvimento de outras habilidades, tais como: trabalho em equipe; gerenciamento de tempo e de recursos; etc.

Materiais utilizados: materiais de baixo custo e fácil acesso (canudos de plástico, cliques, papel, cola, etc.), apostila.

2) Oficinas de Arduino:

Ao longo dessas oficinas, um projeto de engenharia é implementado utilizando a plataforma Arduino, cujo passo a passo é apresentado no material didático distribuído. Cada oficina tem duração de duas horas/aula. Ao final das oficinas, o projeto elaborado deve ser apresentado na mostra pedagógica da Escola.

Materiais utilizados: kits Iniciantes V7 para Arduino (Com Arduino UNO R3), kits Avançado V3 para Arduino, notebook, apostilas e material de apoio.

3) Oficina de energias renováveis:

Cada oficina é dividida em dois módulos, apoiados por um material didático distribuído para cada participante: (i) Módulo teórico para exposição teórica de conceitos relacionados a energias renováveis; e (ii) Módulo prático para montagem e teste de alguns modelos e protótipos. Cada oficina tem duração de duas horas/aula. Ao final das oficinas, o projeto elaborado deve ser apresentado na mostra pedagógica da Escola.

Materiais utilizados: kits didáticos de energias renováveis, apostilas e material de apoio.

4) Palestras e visitas técnicas:

Para as palestras, as seguintes tarefas são executadas: levantamento na região de profissionais mulheres das áreas de STEM, que se destacam em suas carreiras; contatar e convidar palestrantes; confeccionar material de divulgação das palestras, buscando estimular a presença dos meninos para que eles também desenvolvam um pensamento crítico; organizar a palestra. Uma das palestras deve acontecer durante a mostra pedagógica da Escola. Para as visitas técnicas, as tarefas incluem: contatar os laboratórios da UFCG que possam receber os alunos da escola; providenciar o transporte; guiar a visita.

2.2.3. Mulheres nas Exatas - Instituto de Ciência e Tecnologia / Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)

Em 2018 no ICT/UNIFESP foi criado o projeto de extensão Mulheres nas Exatas que visa desenvolver atividades internas, para os alunos de graduação, e atividades externas, para alunos de escolas públicas do ensino fundamental e médio. A seguir, são apresentadas as principais atividades desenvolvidas.

Palestras

Foram realizadas palestras que colaborassem no processo de empoderamento das mulheres nas áreas de STEM e também investissem na formação das futuras gerações. As palestras contaram com a participação de estudantes e profissionais que já atuam na área compartilhando suas experiências. As seguintes palestras foram realizadas:

- 1) “As mulheres mais importantes na história da computação”. Realizada no Ada Lovelace Day. Nesta palestra, foi apresentada de forma breve a biografia das principais mulheres que contribuíram para a computação.
- 2) “Lideranças: a presença feminina nos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia”. Realizada no Dia Internacional da Mulher, na qual apresentou-se diversas pesquisadoras brasileiras que contribuíram para a ciência brasileira.
- 3) “Recepção dos Calouros 2019: Representatividade Feminina na Área de Exatas”. Nesta, apresentou-se o projeto Mulheres nas Exatas UNIFESP para os calouros e a importância de mulheres seguirem carreiras nas áreas de STEM.
- 4) “Pyladies”. A palestra falou sobre a linguagem Python e o movimento internacional criado para incentivar mulheres na computação.

5) “Como entrar em uma faculdade pública e a importância das mulheres nas exatas. ” Realizada na Fundação Hélio Augusto de Souza (FUNDHAS) a qual atende jovens em vulnerabilidade social. Nesta, foram apresentadas as principais universidades públicas de São José dos Campos: UNIFESP, FATEC, ITA E UNESP, a forma de ingresso por meio do ENEM/SISU e a importância de as mulheres cursarem ensino superior. Verificou-se que muitos jovens destas escolas não conheciam a oferta de cursos em instituições públicas na região. É possível que esta seja uma realidade também em outras regiões, de forma que se avalia que atividades como esta podem fazer diferença na vida de muitos jovens, por abrirem os horizontes de possibilidades após concluído o ensino básico.

Monitorias e cursos

Também foram realizadas monitorias e cursos de programação para alunos ingressantes no ICT/UNIFESP, crianças e adolescentes. Apesar destas atividades não serem exclusivamente voltadas para mulheres, acredita-se que introduzir as áreas de ciência e tecnologia para crianças e adolescentes possa auxiliar a desmistificar e atrair mais mulheres para áreas de exatas. Além disso, muitos alunos depois de ingressarem na graduação encontram diversos tipos de dificuldades e acabam se frustrando. Oferecer monitorias e programas que ajudam e motivam esses alunos seriam opções interessantes para evitar desistências e evasões, que têm altas taxas entre as jovens graduandas nas áreas de STEM. As seguintes monitorias e cursos foram ofertados:

1) Monitoria de Lógica de Programação (LP) para alunos ingressantes no curso de Bacharel e Tecnologia do ICT/UNIFESP. Essa disciplina apresenta histórico de alta taxa de reprovação e o objetivo foi oferecer apoio extraclasse para os alunos.

2) Curso de programação em Scratch para crianças do Projeto Decolar. O Decolar atende alunos dos 6º anos do Ensino Fundamental de São José dos Campos, considerados dotados e talentosos.

3) Curso de programação em Scratch para adolescentes da Fundação Hélio Augusto de Souza (FUNDHAS) que atende jovens em vulnerabilidade social de São José dos Campos – SP.

2.2.4. STEM IME - Girls to girls - Instituto Militar de Engenharia (IME)

No ano de 2018 surge a iniciativa STEM IME - *Girls to girls*, estruturada por um grupo de alunas do IME, com apoio da Alumni IME, associação de ex-alunos do IME. A inspiração para a criação dessa iniciativa vem de uma visita das nossas alunas ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), onde conheceram a iniciativa STEM2D.

O interessante é que essa demanda de criação de um grupo de apoio a mulheres em STEM surge de forma espontânea entre as alunas do IME. O projeto está voltado para a área de educação STEM, visando estabelecer o estado da arte, focando nas engenharias, em particular no IME. Ele se subdivide em várias abordagens como capacitação nas áreas de STEM, STEM como método para a Educação, palestras, ações em parcerias com as escolas públicas no entorno do IME, elaboração de oficinas didáticas.

Na parte de capacitação temos a proposta de estudar a bibliografia relevante sobre STEM, bem como participação em congressos, palestras e eventos que tratem deste tema.

Em relação às palestras, as alunas que integram a iniciativa STEM IME – *Girls to girls* realizam palestras em colégios, cursos e eventos. Os temas são a Engenharia, o IME como universidade e as opções de carreira militar ou civil. A abordagem destes temas busca mostrar que mulheres podem atuar em todos os setores, que a habilidade intelectual para uma área específica do conhecimento não é determinada por gênero e que nas áreas de STEM a mulher pode ser bem-sucedida profissionalmente, respondendo a uma crescente necessidade de profissionais nessas áreas.

As oficinas englobam vários conteúdos nas áreas de STEM, por exemplo: Foto na lata, Foguete d'água, Fluorescência e fosforescência, dentre outras. Grupos de 25 a 30 alunas oriundas de escolas públicas participam dessas atividades que são ministradas no IME. Estas atividades foram realizadas ao longo de três a quatro domingos por semestre com a duração de quatro horas.

O grupo de meninas é distribuído entre as alunas envolvidas no projeto para um acompanhamento mais atento e particularizado, possibilitando o entendimento das dificuldades que passam e o que elas sonham em fazer. Assim, a ideia é que se consiga apresentar as oportunidades que elas não sabem que têm, auxiliando na busca de cursos populares ou doação de material didático. Este acompanhamento faz parte da atividade de monitoria realizado pelo STEM IME.

Outra ação é a de prospectar novas oficinas, fazendo um estudo dos conteúdos mais viáveis para o preparo destes materiais didáticos, visando expandir o projeto para meninas matriculadas no Ensino Médio.

2.2.5. Meninas na STEM por meio de IC - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE/Campus Recife)

Em 2013 foi criado, com financiamento de dois projetos de pesquisa, o Laboratório de Geotecnologias e Meio Ambiente (LabGeo) do IFPE/ Recife. Em seguida, outros dois projetos foram aprovados por agências de fomento, os quais possibilitaram a ampliação das instalações do LabGeo e a criação do Laboratório de Desenvolvimento e Extensão Tecnológica e Robótica (Dexter). Estes dois laboratórios abrigam diversos projetos de pesquisa desenvolvidos por professores/ pesquisadores e bolsistas de iniciação científica dos cursos superiores de Engenharia Civil, Tecnologia em Gestão Ambiental e Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, assim como dos cursos técnicos de Saneamento e Eletrônica.

Em relação à questão de mulheres nas áreas de STEM, a indicação de que se investir na iniciação científica para inclusão de mulheres, promove a excelência científica e impulsiona a qualidade dos resultados em STEM, uma vez que abordagens diferentes agregam criatividade, reduzem potenciais vieses, e promovem conhecimento e soluções mais robustas (MARGINSON *et al*, 2013; CAPRILE *et al*, 2012) é extremamente valiosa. Este fato deve ser

muito divulgado, de modo que o aumento do número de mulheres nas STEM seja uma questão importante para todos, em lugar de um problema exclusivamente feminino.

Seguindo esta premissa e observando que a grande parte dos estudantes bolsistas de iniciação científica eram do sexo masculino e estimuladas pelo desafio de aumentar a representatividade feminina em STEM, pesquisadoras desses dois laboratórios iniciaram em 2016 um trabalho de divulgação dos projetos de pesquisa dentro e fora da sala de aula com o objetivo de atrair meninas/ mulheres a ingressarem na pesquisa científica e, assim, fortalecer as suas escolhas nessas áreas.

A partir de 2016 observamos um incremento de meninas/ mulheres nos projetos de iniciação científica por meio destas ações. Contudo, para constatar o que era perceptível, as pesquisadoras elaboraram um questionário online, o qual foi enviado para 31 bolsistas e ex-bolsistas de iniciação científica que desenvolveram seu plano de atividades no LabGeo ou no Dexter do IFPE/ Recife. O objetivo desta pesquisa era investigar a influência da iniciação científica na consolidação da carreira feminina nas STEM

Com as respostas dos questionários, observamos que:

- 64% foram/são alunas de IC dos cursos técnicos de Química e Saneamento;
- Do total de meninas que escolheram o curso de Saneamento, 67% desejam fazer, estão cursando ou concluíram cursos de Engenharia Civil ou Engenharia Ambiental e Sanitária;
- Para as estudantes do curso técnico de Química, a maioria (89%) escolheu ou escolherá Engenharia Química, Biotecnologia, Biomedicina ou Medicina, que são compreendidas nas áreas de STEM;
- Quando avaliadas se classificavam seu curso mais adequado para homens, 74,4% delas responderam que não. Porém, depois da iniciação científica, esse número subiu para 100%;
- Sobre os motivos que as levaram a optar por um curso nas áreas de STEM, 87,1% apontaram o gosto pelas disciplinas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática como principal motivo da escolha;
- Quando questionadas sobre a visão do seu curso antes e depois da iniciação científica, 16% delas afirmam que avalia o curso escolhido como muito bom antes da iniciação científica. Após a iniciação científica esse percentual aumenta para cerca de 81%;
- Das meninas/ mulheres, 67,7% afirmam que a sua participação na iniciação científica motivou suas colegas (mulheres) a ingressarem na iniciação científica nas áreas de STEM e 96,8% afirmam que a iniciação científica ajudou a consolidar seu interesse em seguir a carreira em uma profissão da STEM.

Constata-se que o incentivo acadêmico através de concessão de bolsas de iniciação científica pode ser um instrumento valioso para promover a inserção de meninas/ mulheres nas STEM, bem como a consolidação da sua carreira, como mostram os resultados desta pesquisa.

Sabemos que ainda temos que romper muitas barreiras impostas às mulheres a ingressarem e permanecerem nas STEM, todavia, percebemos que a iniciação científica com o envolvimento em pesquisas de cunho prático, além de atrair, desperta e consolida a escolha das estudantes, além de contribuir para diminuição das desigualdades de gênero dentro do ambiente da pesquisa científica. Com mesmo objetivo, também vale ressaltar o esforço de pesquisadoras do Campus Recife em estimular esse público com conversas individuais ou em grupo, dentro e fora da sala de aula.

Atualmente, as pesquisadoras do LabGeo e Dexter continuam as ações de conquista de meninas/ mulheres para a pesquisa científica, porém contam também com a participação das próprias bolsistas em workshop e palestras, fazendo divulgação dos seus projetos de pesquisa em dois eventos distintos: um no primeiro semestre do ano (Mais Campus) e o outro no segundo semestre (Semana Nacional de Ciência e Tecnologia). Esses momentos são importantíssimos para divulgação do trabalho desenvolvido por essas meninas e meninos, além de deixar claro que a inserção de mulheres na iniciação científica promove a excelência científica e impulsiona a qualidade dos resultados, bem como contribui para a redução das desigualdades de gênero nas áreas de STEM.

2.2.6. Meninas Velozes - Universidade de Brasília (UnB)

O projeto Meninas Velozes iniciou-se em 2013 como um projeto de extensão da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília. Visa a formação, a inclusão social e a equidade de gênero nas carreiras relacionadas às áreas de STEM, em particular as engenharias, a partir de um conjunto de ações planejadas e integradas com os conteúdos de ciências exatas e outras matérias do currículo do Ensino Básico. A equipe é formada por professoras e estudantes da Faculdade de Tecnologia e da Faculdade do Gama em parceria com professoras e estudantes das áreas de sociologia, educação e psicologia e, mais recentemente, design. Desde o início do projeto são articuladas atividades extensionistas envolvendo também pesquisa e ensino, utilizando metodologias de aprendizagem ativa.

De modo a contribuir com o acesso de estudantes de escola pública por ocasião da instituição das cotas sociais, foi estabelecida uma parceria com o Centro de Ensino Médio 404 de Santa Maria, uma escola pública de uma cidade do entorno do DF. Desde então, todo ano são selecionadas cerca de 20 alunas para participarem do projeto e do programa de iniciação científica da UnB. Para o ano de 2020, o projeto alcançará também estudantes de 8º e 9º anos de uma escola de ensino fundamental.

No contexto da pesquisa, atualmente há duas linhas de trabalho, consolidadas, que se complementam: (i) Aspectos educacionais em ciências, tecnologias, engenharia e matemática; (ii) Aspectos psicossociais, educativos e de gênero.

No contexto da extensão universitária, o projeto está formatado em três níveis: as professoras atuam na gestão e avaliação do ambiente de aprendizagem e orientação das estudantes de graduação; elas planejam, propõem e desenvolvem as atividades a serem aplicadas; as estudantes de ensino médio executam as atividades, que em geral são práticas e contextualizadas.

Os encontros são realizados na escola ou na universidade, pelo menos uma vez por mês, sempre às sextas feiras, no contraturno de aulas regulares. Nas semanas em que não há atividades com o ensino médio há reuniões e atividades com as estudantes de graduação.

O ciclo de trabalho anual no Centro de Ensino Médio (CEM) tem acompanhamento de professores da escola e pode ser resumido da seguinte forma:

1) Abertura das atividades no início do período letivo do CEM

- Reunião entre professores da UnB e da escola
- Seleção de estudantes do CEM
- Seleção de estudantes de graduação
- Reunião com estudantes de graduação
- Apresentação do projeto no CEM e dinâmica de integração entre as estudantes de graduação e do CEM

2) Realização de oficinas de STEM durante o semestre letivo 1.

Para cada oficina fazer:

- Planejamento
- Elaboração
- Aplicação
- Análise dos resultados

3) Reinício das atividades no início do segundo semestre letivo

- Reorganização das equipes de estudantes de graduação
- Dinâmica de integração entre estudantes de graduação e do CEM

4) Realização das oficinas de STEM durante o semestre letivo 2.

Para cada oficina fazer:

- Planejamento
- Elaboração
- Aplicação
- Análise dos resultados

5) Encerramento das atividades no final do período letivo do CEM

- Palestra de encerramento com convidado externo
- Avaliação de resultados e alcance do projeto

Já foram realizadas as oficinas de STEM nos seguintes temas: Sistemas de unidades de medida e vetores, Tempo e movimento; Velocidade e aceleração; Desenho mecânico; Impacto e impulso; Motores; Máquinas simples; Modelagem e impressão 3D; Circuitos elétricos; Lançamento de foguete; Elaboração e apresentação de pôster. As estratégias usadas foram atividades “mão na massa”, jogos interativos e PBL.

Além das oficinas de STEM são organizadas visitas a laboratórios e culturais, palestras, depoimentos de estudantes de engenharia e profissionais, rodas de conversa, cinedebates e oficinas de fotolinguagem. Os temas trabalhados em palestras/ depoimentos/ rodas de conversa/ oficinas de fotolinguagem em geral são: Gênero e profissões; Gênero e sociedade; Engenharia e mercado de trabalho; Depoimentos de profissionais de áreas de STEM sobre suas formações e carreiras; Autoconhecimento.

Para alcançar outros públicos, as estudantes de graduação participam com atividades em exposições e feiras tais como: Feiras Tecnológicas; UnB Perto de Você; Campus Party - Brasília; Semana Nacional de Ciência e Tecnologia; Semana Universitária da UnB.

Por fim, o projeto é formalizado na UnB como um projeto de extensão e de pesquisa e durante o ano de 2019 foi apoiado por meio de um projeto de pesquisa financiado pela FAP DF. A divulgação dos resultados tem sido realizada nos eventos: PAEE/ ALE; COBENGE; CONEM; COBEM; CIBIM.

2.2.7. Mulheres em STEM2D - Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)

O projeto Mulheres em STEM2D (STEM, *Manufacture and Design*) apoiado pela Johnson&Johnson está em seu quarto ano. Durante estes mais de três anos, atuamos em várias frentes de ações, desenvolvendo diversas atividades. Resultados destas atividades foram publicados em eventos científicos (BEZERRA *et al*, 2018a; BEZERRA *et al*, 2018b; MARTINS *et al*, 2018; OLIVEIRA *et al*, 2018; PIANI *et al*, 2017; SANTOS *et al*, 2019). Este ano, 2019, estamos também desenvolvendo o projeto Meninas nas Ciências Exatas, Engenharias e Computação, com verba do CNPq, com a participação de 5 escolas públicas de Ensino Básico (EB) e o Projeto “Programa de Sábado”.

Este projeto pode ser descrito por três linhas de ações:

- Inspirar jovens meninas às áreas de STEM2D
- Treinamento das alunas do ITA
- Divulgação e promoção do tema Mulheres em STEM2D

Inspirar jovens meninas às áreas de STEM2D

Para alcançar este objetivo, diferentes tipos de atividades são realizados. Desde 2016, algumas atividades foram se modificando e outras criadas.

1) Palestras em escolas do ensino fundamental e médio (PIANI *et al*, 2017).

As palestras em escolas eram apresentadas para classes mistas. As alunas de graduação do ITA prepararam o material, resultando em uma linguagem mais jovem, de mais fácil comunicação com os estudantes de EB (Ensino Básico, que inclui fundamental e médio). O material apresenta mulheres como exemplos de destaque nas STEMs e o fato da palestra ser ministrada pelas estudantes de graduação do ITA, elas mesmas são, também, os modelos de mulheres em STEM. Assim, as palestrantes são nossas embaixadoras da causa, a inspirando as jovens meninas, ao mesmo tempo que ajudam a construir em meninos e meninas a ideia de igualdade de gênero em geral, e, particularmente, nas STEMs.

2) Oficinas “mão na massa” para meninas do fundamental maior, nas dependências do ITA (PIANI *et al*, 2017)., e também em escolas da rede pública de ensino e em parques da cidade (OLIVEIRA *et al*, 2018). Sobre estas ações, é pertinente destacar:

As oficinas “mão na massa” oferecidas no ITA eram fundamentalmente restritas a meninas, havendo poucos eventos em que turmas mistas participaram das atividades. No entanto, quando oferecidas em escolas e parques da cidade, não há restrição de gênero, porém, o fato de serem monitoradas por graduandas em engenharia já possuem a componente de divulgação do tema mulheres em STEM. As oficinas são atividades que abordam temas STEM2D, nas quais as alunas do ITA apresentam conceitos teóricos necessários, sempre com linguagem acessível a estudantes de EB, e, na sequência, orientam as(os) jovens a realizarem algum experimento nos quais os conceitos vistos são aplicados. As oficinas mão na massa geraram uma quantidade de material replicável, com guia do instrutor e slides de apresentação da oficina.

3) Mentoria (MARTINS *et al*, 2018)

Nas atividades de mentoria, são realizados encontros semanais com alunas do Fundamental maior. Os encontros são divididos em 2 etapas. Na primeira etapa são desenvolvidas atividades voltadas ao autoconhecimento de forma a levarem-nas a reflexões em que consigam identificar seus padrões de comportamento e de como estes podem afetar sua vida pessoal e profissional. A elaboração de cadernos coloridos, registrando as atividades dos encontros permite a criação de um histórico dos temas tratados bem como o registro da evolução das meninas em questões como argumentação, diminuição da timidez e desenvoltura em falar em público.

Na segunda etapa, profissionais femininas de diversas áreas são levadas para apresentarem suas profissões e desafios pessoais às alunas. As profissionais, escolhidas são baseadas na lista de profissões em que cada uma delas manifestou interesse, mostram como chegaram e também que de perto nem tudo é tão perfeito.

Os encontros com temas e atividades são planejados em reuniões também semanais, com toda a equipe: professora e as alunas do ITA.

4) Atividades de aprendizado ativo e “mão na massa”

Nestas atividades, alunas do Ensino Médio desenvolvem um projeto que requer conhecimentos e habilidades (sendo estes construídos durante a duração da atividade) nas áreas de STEM2D, nas dependências do ITA, ao longo de 8 sábados. Esta atividade foi iniciada em 2018, quando um grupo de 32 alunas participou da atividade, na qual cada uma delas construiu um receptor FM. Em 2019, um grupo de 29 alunas está desenvolvendo um jogo de computador, o que requer o desenvolvimento de raciocínio lógico e aprendizado de programação. Os projetos são escolhidos e previamente desenvolvidos pelas alunas do ITA, que também são as monitoras das atividades. Ao final, o resultado do projeto é apresentado em um evento aos pais e familiares nas dependências do ITA.

Treinamento das alunas do ITA

As atividades nesta linha de ação (BEZERRA *et al*, 2018a; BEZERRA *et al*, 2018b) podem fazer toda a diferença na formação da nova geração de líderes femininas. O problema do gap entre homens e mulheres nas STEM é um problema existente em todos os níveis destas carreiras. Porém, torna-se mais acentuado nos cargos de liderança. Relacionadas a estes problemas, temos as atividades:

1) Workshops JnJ: A JnJ promove workshops de carreiras, visando desenvolver capacidades e habilidades para planejamento e crescimento nas carreiras de STEM2D.

2) Workshops, eventos (mesas redondas): Atividades com profissionais de destaque nos cargos de liderança no país, ou outros cargos de destaque em pesquisas e

empreendedorismo. O fato das alunas poderem conversar com estes modelos femininos fazem-nas perceber que, mesmo difícil, o caminho a ser percorrido é possível.

3) Projetos técnicos: As alunas participantes do projeto devem desenvolver um projeto técnico, que deve ser apresentado ao final do ano. Estes projetos podem ser relacionados a projetos de disciplinas acadêmicas, projetos extracurriculares ou projetos/desafios propostos pela JnJ.

Divulgação e promoção do tema Mulheres em STEM2D

As atividades nesta linha de ação visam públicos diversos, desde divulgação na imprensa para a sociedade em geral a divulgação científica com apresentação de trabalhos em congressos científicos. Como atividades de divulgação temos:

1) Produção de material: o material desenvolvido nas oficinas e aprendizado ativo “mão na massa” é organizado, formatado e disponibilizado para replicação das atividades. De forma geral, tem-se material para apresentação da atividade e um guia do instrutor. Com isto, espera-se facilitar a replicação das atividades desenvolvidas e, com isto, alcançar um maior número de meninas.

2) Participação em Eventos: Participação em eventos em que a divulgação do tema Mulheres em STEM é pertinente ou apropriada. Em um deles, a Reunião Nacional de Ramos 2019, do IEEE, com participação dos WIE (*Women In Engineering*) de diversas instituições, permitiu o conhecimento de diversos grupos trabalhando com o tema e as diversas atividades que estão sendo realizadas no país. Também, na reunião anual da SBPC (2017 e 2018), foi possível a divulgação ampla do projeto (OLIVEIRA et al, 2018).

3) Virtual hub: criação de uma rede de relacionamento entre os projetos e iniciativas visando a cooperação regional e nacional para se alcançar de forma mais rápida e uniforme o objetivo de reduzir o gap de gêneros nas STEM.

Como desdobramento do Projeto Mulheres em STEM2D, pode-se citar:

a) Parceria com escolas e professoras do EB

Neste projeto, com verba da Chamada CNPq/MCTIC Nº 31/2018 Meninas nas Ciências Exatas, Engenharias e Computação, aproveitamos toda a expertise desenvolvida em anos anteriores com as oficinas “mão na massa” já apresentadas. Porém, aqui o diferencial é o fato de trabalharmos capacitando alunas e professoras do EB para a replicação de oficinas já desenvolvidas e para o desenvolvimento de novas.

Neste projeto, trabalhamos com 5 escolas do EB (Ensino Básico), ensino fundamental e médio. Cada escola tem uma professora bolsista e três alunas bolsistas de Iniciação Científica Júnior. Também, temos duas bolsistas de Iniciação Científica do ITA. Em uma primeira etapa, professoras e alunas das escolas de EB são capacitadas utilizando oficinas previamente desenvolvidas. Em uma segunda etapa, as professoras e alunas do EB são orientadas e acompanhadas pelo time do ITA no desenvolvimento de novas oficinas. Em cada etapa, as oficinas com as quais as professoras tiveram contato são replicadas em suas salas de aulas. Com isto, este ano já se atingiu um total de 974 alunos da rede pública de ensino.

Na segunda etapa, ver meninas do EB propondo temas e formas de desenvolver oficinas novas é muito animador.

Assim, a experiência com a capacitação de professoras e monitoras para aplicação de oficinas em aulas no EB tem sido bastante produtiva. Também, vale a pena ressaltar que como resultado deste projeto, os kits desenvolvidos ficarão disponíveis nas escolas, possibilitando suas aplicações em anos seguintes.

b) Aulas de programação

Com verba da associação de ex-alunos do ITA (ITAEx), está em desenvolvimento um projeto para ensino de programação para alunos do ensino fundamental e médio da rede pública. Neste projeto, os alunos têm aulas de programação, com oportunidade de verificar o funcionamento do programa quando embarcado em um hardware. O hardware, no caso, são kits Arduíno, que ficam disponíveis aos alunos durante toda a aula de programação.

2.2.8.WIE *Women in Engineering* - UNESP Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá

Na Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Campus Guaratinguetá, o grupo WIE - UNESP Guaratinguetá faz parte de uma rede global de membros e voluntários do IEEE WIE (*Women in Engineering*) dedicados a promover mulheres engenheiras e cientistas e inspirar meninas em todo o mundo a seguir seus interesses acadêmicos em uma carreira em engenharia e ciência.

No ano de 2018, foram realizadas atividades para incentivar e encorajar por meio de exemplos femininos de grande representatividade nas áreas de STEM, tendo como público alvo docentes, e alunos do ensino superior. Em 2019, estamos recebendo apoio do Edital Conjunto N° 05/2018 – Unesp/Santander, que visa a realização de ações e atividades processuais que promovam a cultura, a saúde e o respeito à diversidade visando o acolhimento e integração dos alunos ingressantes nas Unidades Universitárias. As principais atividades desenvolvidas foram: Semana WISTEM, Semana Amarela, WIE in Roses, Mesas Redondas abordando a temática sobre a influência da mulher no mercado de trabalho e Rodas de Conversa com mulheres com carreira de sucesso em área de STEM.

As atividades podem ser descritas em três linhas de ações:

Apoio às jovens em STEM

Atividades Diversas Apoiando alunas de Graduação

Despertando o interesse para STEM nas jovens meninas

Apoio às jovens em STEM

O WIE UNESP Guaratinguetá desenvolve atividades para inspirar e encorajar mulheres dos ambientes pré-universitário, universitário e profissional a alcançarem a excelência em suas carreiras nas áreas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática.

Semana WiSTEM (*Women in Engineering Science, Technology, Engineering, Mathematics*): Esta atividade promove ações para incentivar mulheres para a atuação na área de exatas, por meio de palestras, minicursos e mesas redondas de mulheres profissionais nas STEM.

Mesa Redonda: “A Influência da Mulher no Meio Acadêmico e no Mercado de Trabalho”, que ocorre desde 2017, com objetivo de incentivar mulheres e meninas a buscar excelência nas áreas de ciências e engenharia dentro e fora da faculdade. Nesta mesa redonda, foram mostrados casos de mulheres que obtiveram sucesso em suas carreiras, para que as alunas se sentissem incentivadas a seguir seus sonhos e a trabalharem em uma empresa multinacional ou no ramo científico.

Roda de conversa: com mulheres com carreiras de sucesso em uma Indústria do meio Cervejeiro, em 2018 e do meio automotivo, em 2019. Foi abordado como elas conseguiram alcançar cargos de relevância dentro da empresa e como a questão de gênero as influenciou e é trabalhada no âmbito industrial.

Dessa forma, o objetivo deste apoio a jovens em STEM é diminuir a evasão, por parte das mulheres, nos cursos nas áreas de STEM através do fortalecimento de suas autoestimas e pela criação do sentimento de pertencer a um grupo. Como consequência, e a mais longo prazo, espera-se reverter o existente quadro de desigualdade nos cargos de liderança.

Atividades Diversas Apoiando alunas de Graduação: Quando se trabalha diretamente com alunas de graduação, buscando apoiá-las e aprimorar suas capacidades técnicas, sociais

e as chamadas habilidades “*soft*”, surgem diversas demandas com ações com características bem específicas.

Quanto a estas atividades específicas, o grupo WIE- UNESP Guaratinguetá, desenvolve vários eventos almejando principalmente alunas de graduação das engenharias, mas não apenas. Várias ações têm alcance mais abrangente, como alunas das diversas áreas, alunos de modo geral e mesmo funcionários. A seguir, uma descrição destas atividades.

Semana Amarela: Esta semana, integrada ao Setembro Amarelo, tem por objetivo debater a grande incidência atual de problemas relacionados à saúde mental, se tal problema é realmente relevante no meio acadêmico e como pode ser evitado. Foram realizadas oficinas e mesa redonda com a presença de psicólogas, professoras e alunas.

WIE in Roses: Semana integrada ao Outubro Rosa, tem por objetivo alertar as mulheres quanto ao cuidado com a saúde. E, também, incentivar a reflexão sobre diferentes perspectivas, tais como: Carreira: Se desenvolver profissionalmente e Superação: Se inspirar em outras mulheres. Foram desenvolvidas palestras com profissionais da área de saúde, e cursos com mulheres de representatividade em sua área de atuação profissional.

Despertando o interesse pelas STEM nas jovens meninas

A UNESP de Guaratinguetá já desenvolveu atividades motivacionais com alunos de ensino médio rede pública, convênio entre FINEP, Governo do Estado de São Paulo e UNESP. Este projeto era mais amplo que Mulheres em STEM, na verdade era de Educação STEM. Promovia visitas a laboratórios dos cursos de engenharia e palestras a alunos de ensino médio da rede pública.

Por meio da participação deste projeto, foi possível verificar a importância de desenvolver atividades com as quais aos alunos tenham a possibilidade de construir, interagir com materiais, verificar aplicação de conceitos teóricos em atividades simples e corroborou que, quanto maior o envolvimento do aluno nas atividades de laboratório, maior é seu grau de compreensão e interesse para realizar a atividade proposta. Assim, o WIE UNESP Guaratinguetá se utiliza das atividades e experiências adquiridas no citado projeto, para planejar e estruturar as atividades “mão na massa” para as jovens meninas de EB.

3. ANÁLISE DAS INICIATIVAS

O mapeamento de ações realizadas no Brasil é importante para que se crie uma rede mais articulada e se fortaleça os esforços em aumentar o número de mulheres em STEM.

O objetivo desta seção é fazer uma análise preliminar das iniciativas brasileiras para promover mulheres nas áreas de STEM, tomando como referência iniciativas desenvolvidas por algumas Instituições de Ensino Superior (IES) públicas. O critério usado para seleção das iniciativas analisadas aqui foi uma chamada de trabalhos para uma sessão dirigida sobre mulheres em STEM, realizada durante o Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, realizado em Fortaleza em 2019. Foram sete iniciativas analisadas, as quais são realizadas nas seguintes instituições: UFSC, Santa Catarina; UFCG, na Paraíba; UNIFESP, São Paulo; IME, Rio de Janeiro; IFPE/Campus Recife; UNB, Brasília; ITA, São Paulo; e UNESP/Campus Guaratinguetá. Vale salientar que essa amostra certamente não representa todas as iniciativas desenvolvidas no país ou em IES.

As iniciativas se iniciaram a partir de 2013, beneficiando diretamente em torno de 7000 estudantes de ensino fundamental, médio e superior (graduação e pós-graduação).

Os tipos de ações realizadas nestes projetos são: rodas de conversas, oficinas técnicas, visitas técnicas, workshops, cine-debates, palestras, minicursos, projetos de iniciação científica entre outras.

Uma característica das iniciativas é o envolvimento de meninas nas atividades no grupo de público alvo, e, na maioria delas, o grupo de integrantes das ações, que é formado por estudantes de cursos superiores. Outra característica é que, no geral, as ações são realizadas de forma voluntária, tanto pelos professores, quanto pelos estudantes integrantes. Em alguns casos, existem bolsas concedidas aos estudantes pelas próprias IES, bem como por agência

de fomento, tal como o CNPq, que lançou no período chamadas para financiamento de projetos dessa natureza. Alguns projetos possuem ou já realizaram parcerias com outras instituições/empresas a exemplo de: Fundo Social Elas, SENAI e a empresa Johnson&Johnson.

As ações são realizadas dentro da própria IES, mas também há ações desenvolvidas nas escolas de ensino médio e/ou fundamental. Alguns projetos envolvem mais de uma IES, por meio de parcerias não formalizadas.

A maioria dos projetos tem duração de 1 ano. Quanto à sua natureza, a maioria é extensão universitária, mas há também projetos que envolvem pesquisa científica.

Todas as iniciativas avaliam o desempenho de suas respectivas atividades, por meio da aplicação de questionários, que são respondidos pelo público alvo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo mostra que no Brasil há uma mobilização, partindo das IES para promover o encorajamento de meninas a buscarem uma carreira nas áreas de STEM, bem como motivar as profissionais destas áreas a se manterem em suas carreiras. As ações vêm sendo realizadas desde 2013 em diferentes regiões do país e buscam construir modelos de referências para meninas e meninos, por meio da realização de palestras proferidas por mulheres profissionais em STEM.

Há também a realização de diversas atividades práticas, envolvendo problemas, para desenvolver em meninas habilidades relacionadas com engenharia e computação, sempre integrando os conceitos teóricos envolvidos, ou seja, as atividades fazem conexão entre teoria e prática. Com isso, busca-se desenvolver no público alvo a habilidade de engenhar, ou seja, resolver desafios típicos da vida real. Importante enfatizar que para os meninos este tipo de atividade é estimulada desde a primeira infância, com a inserção de brinquedos que ajudam a desenvolver habilidades cognitivas para resolver este tipo de problema (videogames, robôs de brinquedo articulados, entre outros), ao contrário das meninas, cujos brinquedos normalmente não as estimulam cognitivamente. Portanto, pode-se afirmar que há um esforço em quebrar o paradigma de que certas atividades são para meninos e não para meninas.

Outra preocupação que existe nas ações é de colocar as meninas em posições de liderança, o que ocorre tanto para as que são público alvo, como também para os integrantes dos projetos.

Verifica-se que há um esforço em desenvolver o senso crítico nesses jovens, independente do gênero, por meio de debates e discussões. Por fim, tudo isso ressalta a importância da divulgação de todas as mulheres que já deram contribuição ou estão contribuindo para a ciência e tecnologia no mundo e para o desenvolvimento dos países.

Apesar das iniciativas terem começado em 2013, ainda não foi possível fazer uma avaliação dos resultados efetivos dessas iniciativas, ou seja, verificar se estas ações implicaram em um aumento no ingresso de meninas nos cursos em STEM em cada uma das IES, onde os projetos foram realizados e também no país. Para isso, é necessário que os projetos desenvolvam instrumentos para mensurar o sucesso dessas iniciativas e também é importante o envolvimento de órgãos competentes a nível de federação para fazer esta avaliação de desempenho a nível de Brasil.

Porém um resultado qualitativo das iniciativas, constatado nos formulários de avaliação das atividades, respondidos pelos alunos (público-alvo), é que as meninas se sentem mais empoderadas e começam a considerar a possibilidade de seguir carreira nas áreas de STEM se assim desejarem.

Finalmente, os resultados esperados por iniciativas como essas vão além dos números: espera-se o desenvolvimento de uma sociedade muito mais inclusiva e justa, que respeite as diferenças de gênero, raça, assim como diferenças regionais e culturais.

5. REFERÊNCIAS

- BEZERRA, J. *et al.* Fostering STEM education considering female participation gap. In: International Conference On Cognition And Exploratory Learning In Digital AGE, 15 th, 2018a, Budapest. **Proceedings** [...]. Budapest: IADIS, 2018. p.313-316
- BEZERRA, J. *et al.* Developing Transversal Competences In Engineers, Conference: In: International Conference On Cognition And Exploratory Learning In Digital AGE, 15 th, 2018, Budapest. **Proceedings** [...]. Budapest: IADIS, 2018b. p.303-306
- BEEDE, David N. *et al.* Women in STEM: a gender gap to innovation. **Economics and Statistics Administration**, Issue Brief, n. 04-11, 2011.
- BOLZANI, Vanderlan da Silva. Mulheres na ciência: por que ainda somos tão poucas? **Ciência e Cultura**, v. 69, n. 4, p. 56-59, 2017.
- CAPRILE, Maria *et al.* **Meta-analysis of gender and science research**. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2012.
- CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO (Brasil). **Número de mulheres cientistas já iguala o de homens**. Brasília, DF: CNPq, 06 mar. 2013. http://cnpq.br/noticiasviews/-/journal_content/56_INSTANCE_a6MO/10157/905361. Acesso em: 27 jun. 2019.
- DOBSON, Ian R. It's a man's world: the academic staff gender disparity in engineering in 21st Century Australia. **Global Journal of Engineering Education**, v. 14, n. 3, p. 213-218, 2012.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (Brasil). **Censo da Educação Superior 2016**: resumo técnico. Brasília, DF: INEP, 2018.
- _____. (Brasil). **Censo da Educação Superior 2016**: notas estatísticas. Brasília, DF: INEP, 2017.
- LÁZARO, A.; MONTECHIARE, R. Presença das mulheres na educação superior: conquistas e desigualdade persistente [Editorial]. **Cadernos do GEA**, v. 6, p. 3-4, 2014.
- LOMBARDI, M. R. **Entrevista concedida ao Sindicato dos Engenheiros do Maranhão**, em 06 mai. 2015. Disponível em: <http://www.sengema.com.br>. Acesso em: 3 dez. 2015.
- MARGINSON, Simon *et al.* **STEM**: country comparisons: international comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. Final report. Melbourne: Australian Council of Learned Academies, 2013.
- MARTINS, Cristiane *et al.* A group mentoring program to Spark STEM Interest on Youth. In: 11th Annual International Conference Of Education, Research And Innovation, 11th, 2018, Seville. **Proceedings** [...]. Valencia: IATED Academy, 2018. p. 7622-7628.
- OLIVEIRA, Neusa M. F. *et al.* Strategies for Scaling a STEM Education Program. In: Annual International Conference Of Education, Research And Innovation, 11th, 2018, Seville. **Proceedings** [...]. Valencia: IATED Academy, 2018. p. 7629-7634
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Decifrar o código**: educação de meninas e mulheres em ciências, tecnologia, engenharia e matemática (STEM). Brasília, DF: UNESCO, 2018. 84 p.
- PIANI, Raquel C. *et al.* Incentive actions for girls aged 11 to 17 at STEM: a brazilian case. In: Annual International Conference Of Education, Research And Innovation, 10 th., 2017, Seville. **Proceedings** [...]. Valencia: IATED Academy, 2017. p. 8423.
- SACCHELLI, C. M. *et al.* Incentivando as mulheres na Ciência. In: International Symposium On Project Approaches In Engineering Education, 8th and the 14th Active Learning In Engineering In Education Workshop, 2016, Guimarães. **Anais** [...]. Guimarães: PAEE/ALE, 2016. p. 382.
- SANTOS, L. R. *et al.* Lessons Learned on Conducting a STEM Education Program. In: International Technology, Education And Development Conference, 13 th., 2019, Valencia. **Proceedings** [...]. Valencia: INTED, 2019. p. 9031.

TACSIR, Ezequiel; GRAZZI, Matteo; CASTILLO, Rafael. **Women in science and technology**: what does the literature say? Washington, D.C.: IDB, 2014. (IDB Technical Note, 637)

TOPAZ, Chad M.; SEN, Shilad. Gender representation on journal editorial boards in the mathematical sciences. **PLoS One**, v. 11, n. 8, p. e0161357, 2016.

UNESCO. **Institute for Statistics. Montreal**: UNESCO, 2016. Disponível em: <http://data.uis.unesco.org>. Acesso em: 27 jun. 2019.

UNITED NATIONS. **Transforming our world**: the 2030 Agenda for Sustainable Development A/RES/70/1. New York: ONU, 2016.

CAPÍTULO 06

A INTERAÇÃO ENTRE AS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR E O MERCADO: DESAFIOS, POSSIBILIDADES E OPORTUNIDADES PARA A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO

Alessandro Fernandes Moreira (Coordenador)
Lucas Maia dos Santos
Universidade Federal de Minas Gerais

Juscelino Chaves Sales
Universidade Estadual Vale do Acaraú

Paulo Vítor Guerra
Bruna Silva Barbosa Pereira
Matheus Alvarenga Martins
IEBT Gestão e Inovação para Resultados

Flávio Kieckow
Denizard Batista de Freitas
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - Campus Santo Ângelo

Simone Ramires
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Amanda Luisa Silva
Camila Ribeiro Damasceno Martins
Laíne Aparecida Silva
Magno Corrêa de Moraes Costa
Paulo Felipe Filardi Mendonça
Universidade Federal de Minas Gerais

Joaquim José da Cunha Junior
Centro Universitário de Belo Horizonte – UniBH

SUMÁRIO

1	O MODELO DA TRIPLA-HÉLICE E SUA IMPORTÂNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO MERCADO E PARA A FORMAÇÃO ACADÊMICA	105
2	A CONEXÃO COM O MERCADO COMO UM PILAR INSTITUCIONAL DAS INSTITUIÇÕES ACADÊMICAS	107
3	INTERAÇÃO ENTRE INSTITUIÇÕES ACADÊMICAS E INTEGRANTES DO ECOSSISTEMA EMPREENDEDOR	109
4	ATUAÇÃO DO GOVERNO COMO AGENTE DE FOMENTO DA INTERAÇÃO ENTRE A INSTITUIÇÃO ACADÊMICA E O MERCADO ..	113
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	116
6	REFERÊNCIAS	116

A INTERAÇÃO ENTRE AS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR E O MERCADO: DESAFIOS, POSSIBILIDADES E OPORTUNIDADES PARA A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO

1. O MODELO DA TRIPLA-HÉLICE E SUA IMPORTÂNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO MERCADO E PARA A FORMAÇÃO ACADÊMICA

Esta sessão apresenta a importância da interação entre instituições de ensino superior, poder público e mercado, popularmente conhecido como Tripla-Hélice, para a produção do conhecimento e formação do engenheiro e para o desenvolvimento econômico do mercado, bem como seus impactos para o desenvolvimento social.

Dos anos 1990 até hoje, a interação entre instituições acadêmicas e mercado ampliou-se consideravelmente. Essas interações vêm ganhando importância crescente nas estratégias de inovação das empresas. A crescente complexidade dos produtos e dos processos produtivos obrigou as empresas a procurarem novas fontes de informação e de novos conhecimentos, como as instituições acadêmicas (BRITTO; OLIVEIRA, 2011; ARAÚJO et al., 2015; GARCIA; RAPINI; CÁRIO, 2018).

“A educação em engenharia no Brasil cresceu acompanhando os ciclos de desenvolvimento do País.” (IEL-SENAI/CNI, 2006). O Relatório Inova Engenharia de 2006 evidencia uma preocupação recente das empresas: a necessidade de investir no desenvolvimento das próprias inovações tecnológicas, uma vez que os principais detentores dessas inovações são seus próprios concorrentes que não têm interesse em compartilhá-las. Outra preocupação apresentada, advinda da automação, é a demanda por engenheiros que atuem na concepção de novos sistemas ou de suas adaptações posteriores, o que exige capacidade de programação e desenvolvimento de software. Também é apresentado que essas mudanças no cenário atual reafirmam a exigência de mudanças no perfil do engenheiro para converterem em aplicações práticas os resultados das descobertas científicas e tecnológicas.

O Relatório Inova Engenharia também apresenta que essas novas demandas implicam em profundas mudanças na estrutura dos cursos de engenharia e na atividade docente, uma vez que o próprio exercício da docência deixa de ser apenas focado na transmissão de conhecimentos, mas também no fornecimento de estímulos e facilidades para a aprendizagem e a pesquisa dos alunos. “Essas mudanças exigem o envolvimento sistemático do corpo docente em um programa permanente de pesquisas e de qualificação de modo a garantir que este processo seja dotado tanto de fundamentos, quanto de métodos, técnicas e meios científicos eficientes.” (IEL-SENAI/CNI, 2006).

Barbosa e Araújo (2013) apontam que há necessidade de uma atenção por parte da política educacional brasileira à formação de mão de obra nacional, demandando-se um olhar especial para a formação dos jovens graduandos brasileiros que tendem a ser os protagonistas da operacionalização do sistema de inovação.

Entende-se, assim, que os cursos devem ser levados a interagir com as organizações para desenvolver atividades e projetos de interesse comum. Para tanto, devem ser estimuladas as atividades para além das já tradicionais oportunidades de estágio. Pode ser prevista, seguindo esse princípio, a ação de docentes nas empresas, de profissionais das empresas no âmbito do curso, assim como maior direcionamento do projeto final de curso com vistas à resolução de problemas concretos, seja do mercado, seja da sociedade em geral (RESOLUÇÃO CNE/CES 02/2019).

A tendência de intensificação da colaboração entre instituições acadêmicas e o mercado tem sido apontada em diversos estudos em variados países. Por exemplo, estudos realizados em países desenvolvidos, como nos Estados Unidos e na Europa, mostram que a aproximação entre a pesquisa acadêmica e os esforços em pesquisa e desenvolvimento das

empresas foi muito importante para fornecer subsídios para a inovação nas empresas. Ainda que com diferenças marcantes em relação aos países desenvolvidos, essa interação entre instituições acadêmicas e mercado também tem exercido papel de fomento à inovação em países em desenvolvimento (BRITTO; OLIVEIRA, 2011; ARAÚJO et al., 2015; GARCIA; RAPINI; CÁRIO, 2018).

Apesar do senso comum apresentar relatos da incipiência de interações entre as instituições acadêmicas e o mercado, há evidências na literatura que as relações de instituições acadêmicas no Brasil não apenas existem, mas são importantes e relativamente intensas (BRITTO; OLIVEIRA, 2011; ARAÚJO et al., 2015; GARCIA; RAPINI; CÁRIO, 2018).

No tocante aos benefícios das interações entre as instituições acadêmicas e o mercado, Fernandes et al., (2010) abordam o benefício do relacionamento. Inicialmente, apontam que são mais numerosas as respostas que privilegiam benefícios no plano intelectual e científico. Os autores também apresentam evidências entre a obtenção de benefícios para os canais de relacionamento em que há um fluxo bidirecional de informação, como contratos de pesquisa, projetos cooperativos de P&D e engajamento em redes com empresas. Araújo et al. (2015) aponta a associação positiva e significativa entre, de um lado, benefícios intangíveis e resultados científicos e, de outro, o número de interações. Outro ponto importante na avaliação das relações entre instituições acadêmicas e mercado é a repercussão sobre a produtividade científica. Recorrendo a dados do censo de 2006 do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, Rapini et al. (2009) mostram que os grupos de pesquisa que interagem com empresas superam seus congêneres que não interagem em três indicadores importantes de produção (número de artigos, de teses de doutorado e de dissertações de mestrado) e também em um indicador de qualificação (quantidade de pesquisadores com doutorado). Alvarez et al (2013) e Araújo et al. (2015) também mostram que existe uma associação positiva entre a qualificação dos grupos de pesquisa e o número de interações com o mercado.

Para apresentar evidências da existência e da importância da conexão entre as instituições acadêmicas e o mercado, foram realizadas duas pesquisas que entrevistaram, de um lado, líderes de grupos de pesquisa do CNPq e, de outro, empresas que se relacionam com estes grupos de pesquisas, doravante referido como BR Survey. Nesta análise, 324 empresas foram interrogadas sobre o assunto e, destas, 91% que se relacionam com as instituições acadêmicas declarou realizar atividades de P&D. A base de empresas é composta quase exclusivamente por empresas inovadoras, ao menos no sentido amplo do termo proposto pelo Manual de Oslo. Póvoa e Monsueto (2011) mostram que a taxa de inovação e intensidade em P&D são bem maiores nesta amostra de empresas que estabelecem relação com as instituições acadêmicas. O BR Survey apresentou que, considerando-se projetos concluídos e iniciativas em andamento, oito em cada nove empresas consideram a colaboração bem sucedida. Pinho e Fernandes (2015) mostram que a avaliação favorável foi observada em proporção parecida na China, Índia, Costa Rica, México e Argentina. Na Malásia e na Coreia do Sul, sucesso também foi a avaliação predominante.

Pinho (2011) apresenta algumas interações entre instituições acadêmicas e empresas. As mais importantes são: as pesquisas realizadas em conjunto, publicações e relatórios, pessoal contratado com graduação ou pós graduação, conferências públicas e encontros, troca informal de informações, pesquisa encomendada à instituição acadêmica, consultoria com pesquisadores individuais, participação em redes que envolvam instituições acadêmicas, patentes, parques científicos e ou tecnológicos, tecnologia licenciada, intercâmbio temporário de pessoal, incubadoras, empresa pertencente a uma instituição acadêmica e empresa e spin-off de uma instituição acadêmica.

Evidências apontadas por Cohen et al. (2002) lançam dúvidas sobre o senso comum em relação à intensidade das relações entre instituições acadêmicas e empresas no Brasil. Isso porque, efetivamente, não há sustentação para a noção de que as empresas brasileiras valorizam menos a contribuição das instituições acadêmicas para seu esforço inovativo do que suas congêneres nos EUA e União Europeia. Na realidade, pode-se admitir que as relações entre instituições acadêmicas e empresa no Brasil existem e são relativamente

intensas. Porém, coerentemente ao perfil das demandas tecnológicas colocadas pelas empresas do país, o relacionamento não costuma estar voltado a inovações de maior alcance, calcadas na vanguarda do conhecimento científico. Nesse sentido, a dificuldade desse relacionamento no Brasil se apresenta na medida em que o escopo dessas relações seria, mais do que condicionado, definido e restringido por características estruturais da dinâmica tecnológica periférica. Ela se caracteriza, de um lado, pelo peso menor que tem na estrutura econômica aqueles setores que ditam o ritmo da mudança tecnológica e, por outro, pela majoritária visão, por parte das empresas de estratégias competitivas, de que a inovação é hierarquicamente menos importante (ZUCOLOTO; TONETO Jr., 2005; FURTADO; CARVALHO, 2005; CAVALCANTE, 2014).

Conseguir uma adequada integração entre as instituições de pesquisa e o mercado é condição imprescindível para que o Brasil supere o gap que existe entre sua abundante produção científica e sua incipiente produção de inovações tecnológicas. (IEL-SENAI/CNI, 2006). Neste contexto, a Lei de Inovação (Lei 10.973/04), permite que docentes e pesquisadores de instituições públicas se afastem de suas funções para formar empresas relacionadas à inovação (Art. 15). Nela, também está previsto que as instituições públicas de pesquisa e educação superior desenvolvam projetos voltados à inovação tecnológica em parceria com o setor privado (Art. 8o e 9o), seja como desenvolvimento conjunto, seja como prestação de serviços.

É importante frisar que a consolidação do conhecimento e da cultura da inovação na empresa permitirá, entre outros ganhos, a gestão da propriedade intelectual e a preparação da empresa para a inovação aberta. Cada ator da conhecida tríplice hélice² é o principal protagonista de cada componente da inovação. A ousadia é a marca registrada do empreendedor, que move sua empresa para mercados promissores, assumindo o risco de investir recursos e tempo em uma aposta. O conhecimento tem sua fonte principal localizada na universidade, onde novas ideias brotam do constante revolver de terra fértil. O capital é atraído pela ação do governo por minimizar os riscos e por sustentar o sistema educacional, público e privado, garantindo, assim, o fluxo constante de conhecimento e de mão de obra preparada (BARBOSA, M. P.; ARAÚJO, N.L., 2013, p. 24).

Seguindo a ideia dos autores apresentados previamente nesta sessão e pautado no atual cenário definido pelas novas Diretrizes Curriculares Nacionais - DCNs - para os cursos de Engenharia (Resolução CNE/CES 02/2019), este capítulo será orientado por três principais questões: "Como transformar em um pilar institucional das IES a conexão com o mercado e preparar o discente para essa interação?"; "Como atrair os integrantes do ecossistema empreendedor para a interação com a universidade?"; e "Como o governo pode fomentar a conexão mercado-universidade?". Estas questões serão abordadas na sequência deste capítulo a partir da apresentação de casos reais de interação entre instituições acadêmicas e empresas.

2. A CONEXÃO COM O MERCADO COMO UM PILAR INSTITUCIONAL DAS INSTITUIÇÕES ACADÊMICAS

O ensino de engenharia vem sendo discutido há muito tempo, e um dos temas mais trabalhados é a transformação na educação em engenharia frente às inovações tecnológicas e as demandas da sociedade em mundo contemporâneo. No entanto, as estruturas curriculares dos cursos de engenharia não sofreram grandes alterações com o passar dos anos: a organização curricular ainda se divide em ensinar ao aluno os conteúdos básicos das ciências exatas e da engenharia e básico de ciências exatas, sem trabalhar o desenvolvimento de competências e com um cadeia de disciplinas que não se integram uma com as outras (OLIVEIRA, 2005).

Pensando nisso, torna-se necessário a inserção de mais um pilar institucional junto ao ensino, à pesquisa e à extensão: a conexão com o mercado. Diversas são as ações que

podem ser pioneiras para esse processo de institucionalização. Aproveitar as atividades de ensino que já são realizadas para fomentar essa conexão - a exemplo cita-se o incentivo aos trabalhos de conclusão de curso serem realizados com empresas e utilizar da força das fundações de apoio - são essenciais para facilitar a estruturação deste novo pilar. É necessário também que a academia flexibilize-se de certa forma, objetivando adaptar-se ao tempo da empresa, a fim de tornar mais ágeis alguns processos internos para facilitar essa relação. Tal ponto pode ser alcançado com a oferta de treinamentos em cultura organizacional para professores e gestores. Um incentivo para os discentes, fortalecerem esse novo pilar são os estágios e projetos de pesquisa baseados em estudo de casos das próprias empresas.

Na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - campus Santo Ângelo (URI-Santo Ângelo), estágios e projetos de pesquisa com empresas têm sido realizados com evidência. O processo se iniciou em 1989, quando o Governo do Estado do Rio Grande do Sul buscava conhecimento sobre a tríplice hélice para implementar no estado programas que alavancassem o desenvolvimento econômico por meio da Ciência e Tecnologia. A partir deste estímulo, os cursos de engenharia desenvolveram vários programas voltados para o desenvolvimento das empresas da região. As parcerias com o estado (INMETRO-RIO), respaldado pelas instituições representativas empresariais, facilitaram por agregar recursos financeiros da FINEP, CNPq, FAPERGS, SENAI, SEBRAE aos programas realizados. Atualmente, a URI-Santo Ângelo conta com um sistema de inovação de relevância na sua área de abrangência. Em praticamente cinco anos os agentes de inovação completaram-se e neste período alguns resultados positivos foram observados, a saber:

- a) O número de empresas incubadas na URInova chegou a doze, sendo duas graduadas;
- b) Projetos em parceria com empresas no TecnoURI, por meio da CADEPP implantado em 2018, foram cinco, com desenvolvimento de produtos e processos, sendo um deles patenteado e dois em processo de concessão;
- c) O TecnoURI está com quatro empresas instaladas, com possibilidades de expansão.

Na URI-Santo Ângelo, o empreendedorismo tem sido incentivado de forma transversal nos cursos ofertados pelo Departamento de Engenharia e Ciência da Computação, e não por meio de uma disciplina. Todos os projetos desenvolvidos pelo CADEPP têm sido realizados por acadêmicos dos cursos de engenharia sob orientação de um professor. As empresas, por sua vez, fornecem bolsas de incentivos para estes alunos. No casos de projetos maiores, a instituição também pode contribuir com bolsas por meio de programas de iniciação científica.

Na URI-Santo Ângelo, os trabalhos de final de curso estão sendo estimulados para solucionarem problemas reais ou para desenvolverem produtos inovadores com potencial para startups. Nesse contexto, são propostos desafios multidisciplinares para que sejam desenvolvidas soluções compartilhadas por alunos de diferentes cursos de graduação. Outra novidade neste processo, que será implementada no próximo semestre, será uma rodada de problemas industriais apresentados pelas próprias empresas aos alunos concluintes, para que estes desenvolvam seus trabalhos de final de curso individualmente ou em projetos multidisciplinares na solução de problemas práticos. Projetos acadêmicos, como o BAJASAE e o AERODESIGN, são realizados com o patrocínio de empresas, normalmente vinculadas a projetos envolvendo o Sistema de Inovação da URI-Santo Ângelo.

Vale ressaltar que tal sistema de ensino e aprendizagem apresenta algumas fragilidades. Entretanto, uma análise crítica da sua realidade permite apontar algumas sugestões para ciclos de melhorias, que podem ser aplicados a qualquer outro sistema. A integração entre as partes envolvidas é fundamental, havendo a necessidade de uma organização e interação entre elas para que de fato funcionem como um sistema. A gestão integrada do processo é crítica e uma liderança que coordene o todo de forma sistêmica, harmônica é imprescindível.

As atividades dos alunos de graduação atuando junto às empresas são riquíssimas em termos de formação profissional, pois na prática trabalha-se com diversas metodologias de ensino (PBL, PrBL, Design Thinking) e teorias de aprendizagem (AUSUBEL, 2000;

VYGOSTKY, 2001; PEAGET, 1978 e 1972). Assim, tem sido proporcionado o aprendizado, pelo envolvimento com projetos de engenharia, a aplicação de teorias acadêmicas em problemas práticos e experimentais, o trabalho em equipes sob orientação de um professor ou tutor, a aprendizagem coletiva, pelo compartilhamento do conhecimento, e autonomia e protagonismo na construção do conhecimento.

Essa forma de abordagem ainda não está inserida no ensino por meio dos PPCs dos cursos das engenharias em geral. Todavia, no caso citado, a metodologia está alinhada com as novas DCNs, cujo foco é a formação por competência com mais atividades práticas no ensino. Acrescenta-se a necessidade de implantação de atividades extensionistas curriculares, com programas interdisciplinares permanentes junto à comunidade, que prevê uma inserção que realmente faça diferença para o desenvolvimento das instituições e da qualidade de vida das pessoas. De acordo com as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira, estabelecidas pelo Conselho Nacional de Educação / Câmara de Educação Superior (CNE/CES) do MEC, na Resolução 07/2018, 10% do total da carga horária curricular dos cursos de graduação devem ser dedicados a projetos de extensão de fato, e não comunicação, como normalmente é feito pelas IES. (AUSUBEL apud FREIRE, 1977).

Um outro caso de sucesso é o Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), que está instalada na cidade de Sobral no estado do Ceará. A UVA apresenta diversos exemplos de institucionalização da conexão com o mercado como um pilar institucional nos projetos pedagógicos dos cursos de engenharia. Através do laboratório de materiais de construção, estabeleceu-se uma parceria com uma indústria de cerâmica vermelha. Nesta parceria, tem sido possível a concessão de bolsas para os alunos de graduação em Engenharia Civil para realização de projetos de pesquisa voltados para o interesse da indústria cerâmica. Outro exemplo é a parceria com uma indústria de calçados local. Esta indústria cedeu os resíduos da fabricação dos calçados e a pesquisa propôs o uso da substância etileno acetato de vinila (EVA) no concreto. As parcerias foram objetos de estudo de diversas monografias e artigos voltadas para as indústrias de cerâmica.

Na Universidade Federal do Ceará (UFC) podemos citar os programas de Engenharia e Ciência de Materiais e de Engenharia de Teleinformática. O primeiro programa é desenvolvido no Laboratório de Pesquisa e Tecnologia em Soldagem (LPTS), que está localizado no Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, e possui diversas parcerias com a ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) e a Petrobrás. O segundo programa está instalado no Departamento de Física onde o professor responsável faz parte do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Teleinformática. O Laboratório de Telecomunicações e Ciência e Engenharia de Materiais (LOCEM) é referência na área de tecnologia em telecomunicações. A partir de parcerias com empresas, já foram formados vários mestres e doutores nos dois programas de pós-graduação em Engenharia de Teleinformática e Engenharia e Ciência de Materiais da UFC, bem como no programa de mestrado em Telecomunicações do IFCE (Instituto Federal de Ceará). Nos programas citados, os alunos do LOCEM vêm publicando vários papers que geram patentes, como também inovações que são aplicados nas empresas parceiras.

3. INTERAÇÃO ENTRE INSTITUIÇÕES ACADÊMICAS E INTEGRANTES DO ECOSISTEMA EMPREENDEDOR

O intercâmbio de conhecimento entre as instituições acadêmicas e o ambiente externo ainda é um desafio. Há uma ausência de comunicação efetiva sobre o que os pesquisadores realmente fazem, quais são seus principais interesses de pesquisa, quais são as tecnologias e inovações geradas em seus laboratórios e, sobretudo, como isso tudo pode ser relevante para as empresas e o mercado (LEE; OHTA; KAKEHI, 2010; SCHARTINGER; SCHIBANY; GASSLER, 2001).

Para que a própria instituição acadêmica se mostre atrativa e aberta para o mercado é necessário que o gestor da instituição seja o protagonista de um novo projeto de relação externa. Necessidade de recursos e a retirada de entraves burocráticos foram levantados

como principais pontos dificultadores do processo. Neste sentido torna-se fundamental um entendimento jurídico mais eficiente, facilitado por meio de documentos de referência e um portfólio de atividades bem definido.

A constante evolução das instituições acadêmicas, principalmente no que tange o quesito inovação e desenvolvimento de competências que atendam às demandas do mercado de trabalho, faz com que a interação com o mercado se torne cada vez mais essencial e benéfica, tanto para a academia, quanto para as empresas. A instituição acadêmica recebe o apoio para a pesquisa e tem a oportunidade colocar em prática seus projetos em situações de necessidade da sociedade. Segundo Cohen et al. (2002), o mercado recebe o conhecimento gerado na academia que influencia na PD&I da indústria, não se atendo apenas a criações totalmente inovadoras, mas também colaborando para o desenvolvimento de uma cultura de inovação, sem contar com a disposição de capital humano crítico (SARAIVA, 2018, p. 4.).

Mesmo com essa conexão apresentando grande potencial de sucesso, é necessário a criação de uma estrutura que se responsabilize por fazer o contato e o intermédio entre os dois lados, visto que os ambientes se diferenciam muito no estilo de funcionamento e metas. Com essa necessidade identificada, o conceito de Escritório de Ligação (EL) se faz cada vez mais presente. As especificidades variam de acordo com a instituição acadêmica, em suma, segundo segundo Fassin et al. (2000), o papel do EL consiste em coordenar uma ampla gama de colaborações universidade-empresa e disseminar informações referentes às instituições acadêmicas para as empresas, permitindo uma maior aproximação das empresas e possibilitando o diálogo entre fronteiras (apud SARAIVA, 2018, p. 4.).

Na Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (EEUFMG), a aproximação universidade-empresa vem sendo realizada pelo Escritório de Ligação (ELO), iniciativa que busca conectar a pesquisadores da universidade com as demandas do mercado. A partir do ELO, diversos projetos já foram realizados, numa parceria público/privada que traz grandes benefícios para ambos os lados. Sua criação está totalmente alinhada com as expectativas de desenvolvimento da EEUFMG. A própria instituição acadêmica já contava com a existência do Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT), conhecido como Coordenadoria de Transferência e Inovação Tecnológica (CTIT), que atua em projetos de fomento à inovação, ao empreendedorismo, à gestão da Propriedade Intelectual e ao estímulo a startups na instituição acadêmica. Neste contexto, o ELO encontrou condições propícias para sua instalação.

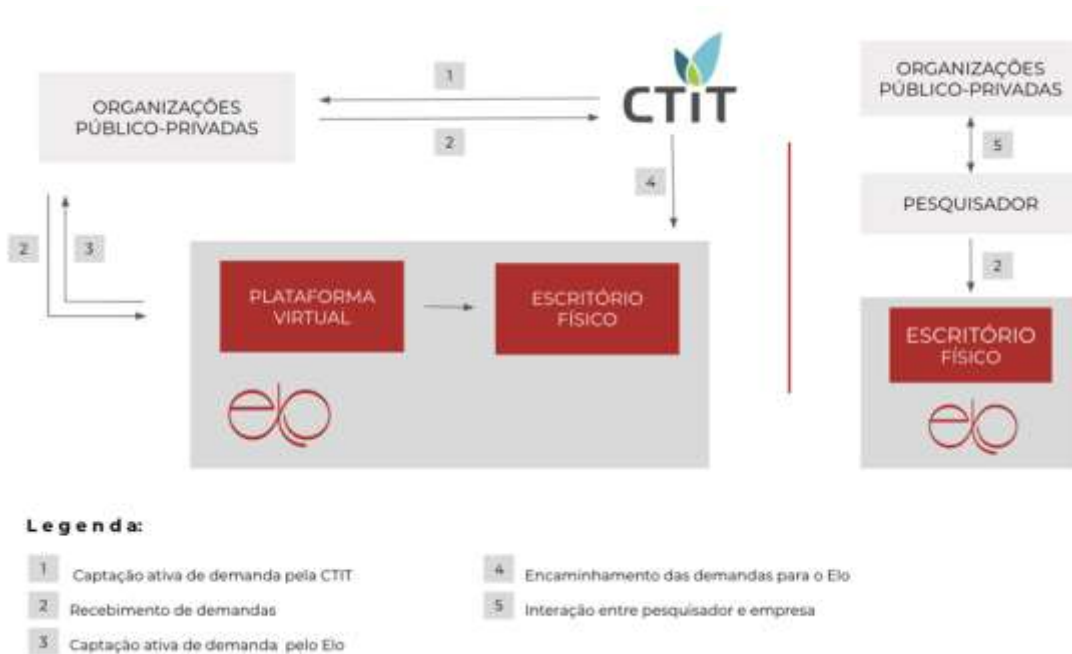
Em 2012, foi desenvolvido o Projeto de Desenvolvimento Institucional (PDI) da EEUFMG, que visava a melhoria nos contatos com o mercado, na qualidade do ensino e na internacionalização das relações e projetos. O PDI da EEUFMG definiu todo o planejamento para alavancar a inovação por intermédio da estruturação de um escritório de ligação.

O ELO foi criado em 2013, objetivando gerir a interface entre academia, mercado e outras entidades externas, onde as interações eram feitas via uma plataforma online. As atividades foram interrompidas em 2015 e apenas em 2017 ele foi reaberto. Após passar por uma reformulação, por meio de acordo entre a Diretoria da EEUFMG e a Fundação Christiano Ottoni (FCO). A FCO, fundação de apoio na EEUFMG, que atua no desenvolvimento de atividades de ensino, pesquisa e extensão. A administração do ELO passou a ser feita pela FCO e o processo de reestruturação ocorreu durante cerca de 14 meses. No processo de reestruturação participaram o Diretor da EEUFMG, uma gerente geral e dois estagiários da FCO, além da parceria com uma empresa de consultoria para aprimorar a gestão do ELO. Outro ponto essencial para a reativação foi a coleta de dados com instituições e pessoas com experiência no ramo. A experiência do escritório de ligação da Universidade Federal de Viçosa (UFV), a qual já funcionava desde 2011, e as entrevistas com professores que possuíam bagagem na área de projetos, trouxeram insumos importantes para reestruturação do ELO.

Atualmente, a chegada de demandas para o ELO acontece, em sua maioria, de maneira passiva, mas também pode ocorrer ativamente (Figura 1). Caso a demanda não chegue com um pesquisador alocado, uma série de passos são seguidos para dar prosseguimento ao processo, como coleta de informações mais profundas sobre o projeto, verificação se a área de atuação é de competência da instituição acadêmica, seleção de pesquisador, entre outros,

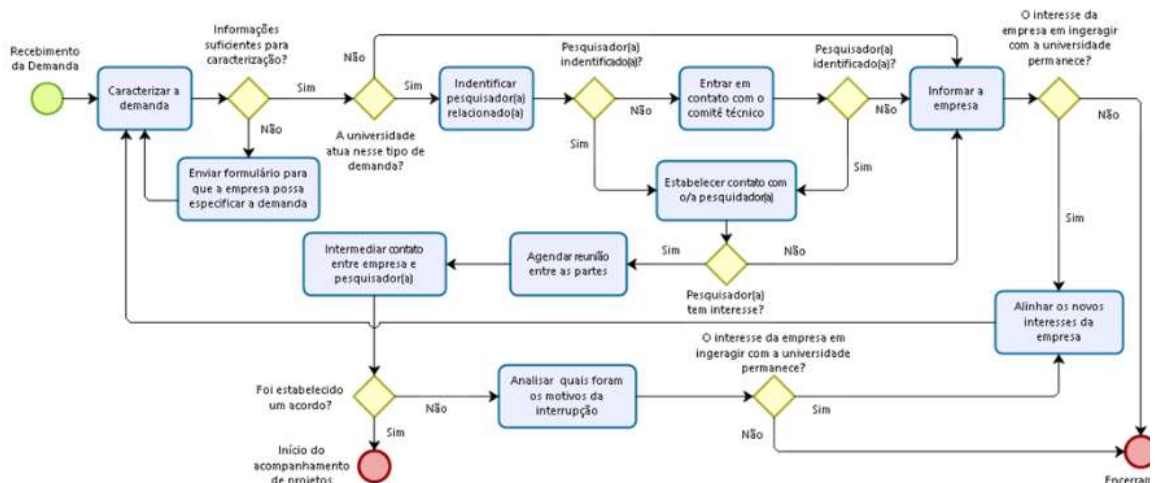
que se encontram detalhados no fluxograma da Figura 2. No caso da demanda recém chegada possuir um pesquisador responsável, a atuação do ELO se inicia com as reuniões entre os pesquisadores e a empresa.

Figura 1 - Entrada de demandas.



Fonte: SARAIVA, 2018, p. 21.

Figura 2 - Atendimento de demandas.



Fonte: SARAIVA, 2018, p. 21.

Para que se obtenha sucesso com as interações, alguns desafios precisam ser superados, como ter respostas mais ágeis para a empresa, obtenção de todas as informações necessárias de maneira eficiente e acompanhamento do projeto. Assim, o ELO atua

aprimorando a interface entre a academia e o mercado, por meio de um mapeamento de pesquisadores potencialmente interessados em parceria, a realização do diálogo com a empresa, uma vez que nem todos os pesquisadores possuem o know-how para manter uma integração desse nível, e a coleta de informações no início do projeto, que é primordial para que não haja complicações com o avanço do mesmo causadas por uma comunicação ineficiente. Após o acordo do projeto ser firmado, o acompanhamento do projeto é iniciado com o objetivo de não deixar o projeto sem o devido gerenciamento e garantir que as expectativas de ambas as partes sejam atendidas.

Mesmo sendo um escritório de ligação recente, o ELO já conta com vários projetos em execução, os quais trazem devolutivas interessantes para ambas as partes. Um dos projetos de destaque baseia-se na solução das falhas na rede de distribuição de energia, parceria firmada entre a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e uma equipe do Departamento de Engenharia Elétrica da EEUFMG. O intuito é localizar falhas por meio de um aplicativo, que será usado em casos de desligamentos com perda de carga, minimizando o tempo para restauração da energia para a população.

Outro projeto importante diz respeito à Chamada Aneel nº 22/2018 da CEMIG sobre propostas de projetos com o tema “Desenvolvimento de Soluções em Mobilidade Elétrica Eficiente”. O ELO articulou-se, em conjunto com a FCO e foi submetida a proposta “Veículo elétrico com cargas rápidas regulares (eCaRR) em BRTs” de responsabilidade de um professor do Departamento de Engenharia Elétrica da EEUFMG, que tem o objetivo de desenvolver tecnologias que permitam a utilização de ônibus elétricos em relevos acidentados. Vinte propostas foram submetidas ao referido edital e apenas três foram selecionadas, das quais se encontra o projeto anteriormente citado e um da FCA GROUP, no qual docentes da UFMG também participam. Até o presente momento, os projetos estão passando por uma avaliação e se aprovadores haverá um investimento de 20 milhões de reais.

No que tange a expansão do ELO para outras unidades acadêmicas da UFMG, existem dois aspectos a serem considerados. O primeiro é a consolidação da estrutura interna do projeto. Para que este possa ser replicado é necessário que todas as necessidades administrativas, humanas e físicas, sejam mapeadas e bem entendidas, facilitando a adaptação a uma nova realidade. O segundo ponto é a diferença cultural e de interação com o mercado que cada unidade acadêmica apresenta. Cada unidade acadêmica da UFMG tem uma maneira de pensar, um perfil de alunos e pesquisadores diferentes e linhas de pesquisa que se diferem. Desse modo, a estrutura do programa deve ser capaz de adaptar-se a cada realidade para que possa ser bem replicado. Assim, é essencial um estudo prévio sobre as pesquisas, pessoas e estrutura da unidade foco do crescimento, para que toda a organização do novo escritório possa ser pensada já em uma realidade contextualizada.

Outro ponto importante para o crescimento é a padronização do modelo de mapeamento de competências, ou seja, como o ELO faz a pesquisa de trabalhos para seu banco de dados. A procura por uma linha de pesquisa específica que atenda determinada demanda pode ser um processo demorado. Além disso, existe todo o trâmite interno e externo que deve ser feito com a instituição acadêmica, pesquisador e empresa. A padronização deste procedimento além de acelerar todo o processo, ajuda na expansão para outras escolas.

Por fim, existe a vontade de aumentar o contato do ELO com startups. Esse contato aconteceria por meio do desenvolvimento conjunto da tecnologia, pela startup e a UFMG. Esta aproximação poderá incentivar a comercialização dos resultados das pesquisas, uma vez que uma startup pode, além de trazer aparato técnico, agregar à pesquisa o conhecimento de mercado, tornando assim o resultado mais apto a ser transferido para a sociedade.

4. ATUAÇÃO DO GOVERNO COMO AGENTE DE FOMENTO DA INTERAÇÃO ENTRE A INSTITUIÇÃO ACADÊMICA E O MERCADO

O modelo da tripla-hélice de Etzkowitz e Leydesdorf (1997) pode ser considerado um norteador para a estruturação de modelos de sistemas de inovação no contexto do século XXI, no qual é proposta uma participação equilibrada dos três agentes responsáveis pela dinâmica de inovação: academia, empresas e poder público. Nesse modelo, os três agentes devem construir inter-relações num efeito cíclico capaz de criar e modificar as instituições participantes, estabelecendo uma dinâmica de mudança no sistema de inovação que se retroalimenta e leva a um novo paradigma tecno-econômico (FREEMAN e PEREZ, 1988).

No modelo da tripla-hélice, o papel de cada agente é definido da seguinte maneira (ETZKOWITZ e LEYDESDORFF, 1997):

- A academia forma o capital humano necessário e o conhecimento científico e tecnológico a ser aplicado pelas empresas;
- As empresas são responsáveis pela aplicação e transformação do conhecimento gerado em produtos e serviços;
- O governo deve definir políticas voltadas para incentivo ao desenvolvimento científico e tecnológico do país.

A dinâmica de inovação pode ser interpretada a partir das redes de comunicação entre os três agentes, e suas interações, que modificam, de modo permanente, os arranjos institucionais do sistema de inovação (ETZKOWITZ e LEYDESDORFF, 2000).

A partir do surgimento do modelo da tripla hélice, cresceram as discussões sobre o papel das instituições acadêmicas no processo de inovação. Neste sentido, a instituição acadêmica surge como agente do desenvolvimento econômico regional e passa a assumir um terceiro papel, além de centro de formação e pesquisa, ela passa a atuar também como empreendedora (ETZKOWITZ, 1998). Esse novo papel tem crescido significativamente e aumentado sua relevância desde meados da década de 1980, quando leis de propriedade intelectual e investimento governamentais incentivaram o desenvolvimento e comercialização de tecnologias criadas em instituições acadêmicas (TIDD et al. 2008). Neste momento, destaca-se a cooperação entre instituição acadêmica e empresas, que enfrenta diversos obstáculos, demandando assim a intervenção do estado.

No cenário brasileiro, pode-se citar como obstáculos, por parte da instituição acadêmica, uma baixa valorização das pesquisas aplicadas, descontinuidade dos projetos, isolamento dos pesquisadores, questões burocráticas e escassez de recursos financeiros. Por parte das empresas, aversão ao risco, visão imediatista, pouca valorização da tecnologia e desconhecimento do potencial de pesquisa das instituições acadêmicas (MANCINI LORENZO, 2006; GARNICA, FERREIRA-JÚNIOR e FONSECA, 2005).

No início do processo em 1989, o Governo do Estado do Rio Grande do Sul esteve buscando conhecimento sobre a tríplice hélice para implementar no estado programas que alavancassem o desenvolvimento econômico do estado por meio da Ciência e Tecnologia. Um dos modelos de referência encontrados no Brasil, foi o pólo de Santa Rita do Sapucaí em Minas Gerais. A partir de visitação, cria-se no Rio Grande do Sul o programa “Pólos de Modernização Tecnológica (PMT)” em diversos locais no interior do estado, vinculados às instituições acadêmicas. De acordo com as vocações destas regiões (arranjos produtivos locais – APL), as instituições acadêmicas são consideradas unidades executoras de projetos vinculados aos Conselhos Regionais de Desenvolvimentos (COREDES) de regiões específicas. Com base nesta matriz de desenvolvimento, a Secretaria de Ciência e Tecnologia/RS, começou as suas ações. A URI-Santo Ângelo é sede de um dos PMTs do Estado.

Ainda no Rio Grande do Sul, no início da década de 90, a interação com as empresas acontece por meio da “Comissão Mista para a Qualidade e Produtividade da Região Noroeste”, sendo a gestão da qualidade a maior necessidade dos empresários. Alunos de engenharia mecânica auxiliavam na implementação dos projetos e eram beneficiados por

bolsas de órgãos de fomento, pelas empresas e até mesmo pela instituição acadêmica (é criado o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica PIBIC/CNPq). Pela demanda, há necessidade de criar novos cursos de engenharia e TI. Na sequência, surge os primeiros casos de empreendedorismo, quando estudantes de engenharia vinculados aos Projetos da qualidade decidem criar consultorias próprias nesta área, com apoio da Prefeitura Municipal de Santo Ângelo/RS.

Foi na primeira década do novo milênio que a URI-Santo Ângelo criou vários programas de desenvolvimento regional com o apoio do governo do estado, como o Projeto Extensão Empresarial e o Programa Capacitação Empresarial das Missões/RS, convênio celebrado entre a URI-Santo Ângelo e a Secretaria de Desenvolvimento e dos Assuntos Internacionais (SEDAI/RS). Por meio de um conjunto de competências técnicas e tecnológicas em micro, pequenas e médias empresas do ramo de serviços, comércio e indústria diagnosticou-se e implementou-se melhorias de gestão em centenas de empresas na Região de abrangência do COREDE MISSÕES (25 municípios). O Programa Soluções do SEBRAE/RS proporcionou melhorias para 109 empresas distribuídas em micro e pequenas empresas do comércio, indústria, serviços e agronegócios, ocasião em que foram realizadas palestras, cursos, oficinas, consultorias nas áreas de finanças, marketing, recursos humanos, planejamento estratégico, programa d'olho da qualidade rural, além de cursos de pós-graduação para qualificação dos empresários.

Os maiores avanços aconteceram na última década, a partir da criação do Programa de Extensão Produtiva e Inovação, entre a URI-Santo Ângelo e a Agência Gaúcha de Desenvolvimento e Promoção do Investimento (AGDI/RS). Nele, foram atendidas 309 empresas do setor industrial e pertencentes do arranjo produtivo local (APL Missões). Vários projetos para criação de infraestrutura foram apoiados pelo governo do estado neste período em parceria com empresas, investimentos de R\$ 12 milhões. Surge então, a necessidade da criação do Núcleo de Inovação e Transferência de Tecnologia – NITT. O Programa RS Tecnópole de Apoio às Incubadoras de Base Tecnológica e de Indústria Criativa possibilitou a criação da Incubadora de Empresas de Base Tecnológica – URInova. Em paralelo, para promover o desenvolvimento de empresas nascentes, organiza-se o Laboratório Criativo. Para ampliar o desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação, a URI-Santo Ângelo credenciou junto ao Estado do RS na SCIT/RS o projeto de Implantação do Parque Científico e Tecnológico das Missões – TecnoURI Missões, inaugurado em 2018. A área de abrangência é em Tecnologia da Informação, Comunicação e Convergência Digital; Inovação e Tecnologia nas Engenharias, Automação e Tecnologias Socioambientais; Tecnologia e Inovação na Agroindústria e Agropecuária; e Alimentos, Inovação Farmacêutica e Nutracêutica.

Também embasado no modelo da tripla-hélice, foi realizado em Minas Gerais, o Programa de Incentivo à Inovação (PII), iniciativa da Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de Minas Gerais (SEDECTES/MG), em parceria com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Minas Gerais (SEBRAE-MG) e Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs), que ocorreu entre os anos de 2007 e 2016. O objetivo desse programa era fomentar a cultura empreendedora nas instituições acadêmicas por meio da: i) conscientização e mobilização da comunidade acadêmica, órgãos de fomento, empresas e parceiros locais; e ii) investigação e apoio ao desenvolvimento de tecnologias acadêmicas capazes de gerar inovações tecnológicas de produtos e processos.

A primeira etapa da implementação do PII em uma ICT envolvia a definição de objetivos e escopo do programa, pontos alinhados entre a instituição e o governo do estado, com o foco no atendimento tecnológico a arranjos produtivos locais (APL's). Após essa fase, iniciava-se a execução do programa que contemplava as seguintes etapas:

1. Lançamento do edital público de projetos; avaliação e seleção dos projetos; seleção e contratação de alunos bolsistas para cada projeto aprovado;
2. Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica, Comercial, Impacto Ambiental e Social (EVTECIAS) dos projetos selecionados. Esse estudo era realizado pelos alunos bolsistas, com orientação metodológica e acompanhamento de atividades realizado por especialistas terceirizados. Eram realizados treinamentos e reuniões periódicas com os

bolsistas e pesquisadores para que o estudo de viabilidade fosse concluído com coerência. Nessa etapa, pretendia-se avaliar os projetos de forma a definir quais estavam mais aptos a receber aporte técnico e financeiro segundo os objetivos do programa. Ao final dessa etapa era realizada a 2ª seleção de projetos, classificando aqueles que iriam prosseguir no programa.

3. Planejamento e Desenvolvimento do Produto e do Negócio dos projetos selecionados na 2ª seleção. Desenvolvimento do produto com a geração do protótipo, desenvolvimento do negócio e a elaboração do plano de negócio. Para isso eram realizados treinamentos em ferramentas de gestão de desenvolvimento de produtos e de desenvolvimento de negócios, além do desenvolvimento de um Plano Tecnológico.

Essa metodologia do PII foi implementada em 15 instituições de pesquisa e ensino do estado de Minas Gerais, incluindo a UFMG – Belo Horizonte (2 edições), UFV - Viçosa (2 edições), UFLA - Lavras, UNIFEI - Itajubá, UFOP – Ouro Preto, UFU - Uberlândia, UNIMONTES – Montes Claros, UFJF – Juiz de Fora, entre outras. Dados fornecidos pela SEDECTES-MG demonstram os resultados tangíveis alcançados pelo PII. Segundo a Secretaria, apenas até 2014, foram submetidos mais de 500 projetos de inovação na etapa de edital público. Desses, mais de 200 Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica, Comercial, Impacto Ambiental e Social (EVTECIAS) foram elaborados, 22 novas empresas foram abertas ou fortalecidas, e 20 transferências para empresas de terceiros foram realizadas.

Como fruto dessa ação, foi criado um banco de oportunidades tecnológicas, respeitando-se as vocações locais, que foram apresentadas para possíveis interessados em realizar o seu potencial de uso e geração de valor econômico. O resultado do PII, portanto, foi tornar viável a transferência da tecnologia acadêmica para empresas existentes ou possibilitar a criação de novas empresas de base tecnológica.

A partir dos resultados apurados, entende-se que o programa atingiu suas metas e fortaleceu a ideia de que a instituição acadêmica brasileira, principalmente pública, pode – e deve – contribuir de forma mais efetiva e direta no desenvolvimento tecnológico do país, até mesmo como alternativa para suas próprias dificuldades de captação de recursos. Ao mesmo tempo em que as empresas nacionais passam a se utilizar e se relacionar mais intensamente do conhecimento gerado na academia, aumentando assim sua capacidade de inovação tecnológica e sua competitividade internacional, os pesquisadores que fazem partes destas instituições beneficiam-se dessas mesmas relações, seja pela troca de informações, como qual tipo de pesquisa pode ser aplicado pelas empresas, seja pela própria questão financeira e de estrutura, pois o mercado é o verdadeiro usuário e avaliador das tecnologias desenvolvidas. Além disto, o estado, ao investir os recursos através das instituições acadêmicas em parceria com as empresas, tem garantias de um retorno maior, mais mensurável e capaz de gerar maior efeito sobre o sistema de inovação brasileiro.

Entre os principais benefícios gerados pelo PII destaca-se a formação dos bolsistas, que normalmente eram alunos vinculados a cursos de Engenharia. Durante a execução do EVTECIAS, os alunos eram capacitados nas seguintes áreas: i) na tecnologia, suas potenciais aplicações e oportunidades de negócio; ii) na realização de estudos de mercado; iii) modelagem de negócios; iv) projeções econômico-financeiras; e, v) análise de viabilidade. Dessa forma, os alunos desenvolviam competências técnicas e gerenciais para análises de empreendimentos e oportunidades de negócio, além de se qualificarem na aplicação de diversas ferramentas. Ademais, as interações com os pesquisadores para obtenção das informações necessárias ao desenvolvimento dos estudos também favoreciam a criação/aperfeiçoamento de soft skills, tais como comunicação, pensamento crítico, negociação, gerenciamento de prazos e responsabilidade. Tais competências, eram robustecidas durante o desenvolvimento do planejamento tecnológico, no qual os bolsistas desenvolviam benchmarkings, apoiavam o planejamento da evolução da tecnologia e do negócio, realizavam pesquisas de mercado, planejamentos financeiros e auxiliavam na gestão do projeto. É importante ressaltar que o contato com esses temas também fomentava o desenvolvimento de uma visão empreendedora nos graduandos.

Nesse contexto, o PII propiciava uma formação diferenciada aos alunos, o que apresentava um potencial de contribuir positivamente para o acesso dos mesmos ao mercado de trabalho, principalmente no que tange aos chamados “empregos de qualidade”. Além disso, a proximidade do pesquisador com o mercado para compreender suas necessidades e, assim, oportunidades de negócio, permitia que o mesmo se inteirasse das tendências e demandas do mercado. Essa consciência poderia impactar indiretamente no alinhamento do ensino com as necessidades de mercado e aumentar a relevância da pesquisa acadêmica, contribuindo positivamente para a formação de engenheiros.

Assim, conclui-se que o PII, além de se configurar como um caso interessante de interação entre os agentes da tripla-hélice, contribuiu diretamente para a formação de engenheiros, capacitados em assuntos relativos a empreendedorismo e inovação, além de aproximá-los das tendências de mercado e incentivar o desenvolvimento de soft skills.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, conclui-se que atualmente a formação dos engenheiros carece de maior visão do mundo externo aos muros universitários. O atual ritmo das mudanças tecnológicas exige, além da modernização contínua da educação em engenharia, uma adequada e ágil integração entre os sistemas de educação e de regulamentação profissional dessa área, com ativa participação do setor empresarial. Como agente facilitador desse processo, encontra-se o governo. Esse deve cumprir o seu papel por meio de implantação de políticas públicas eficientes que garantam o pleno funcionamento da tríade: instituição acadêmica, mercado e estado. A necessidade dessa interação ser estruturada e bem desenvolvida é pauta condizente com o momento atual do país, em que cada vez mais técnicas e processos inovadores são implementados nas empresas em decorrência da globalização do mercado.

Deve-se observar que cada um dos três pilares da tripla hélice possuem tarefas particulares fundamentais para formar melhores engenheiros, para realizar o desenvolvimento do mercado e proporcionar o desenvolvimento social e econômico justo e com equidade. Da parte das instituições acadêmicas, precisa-se praticar projetos pedagógicos mais flexíveis, que permitam o desenvolvimento de habilidades técnicas e de habilidades de comportamento (soft skills) no contexto em que se vive. Estes projetos precisam ter condições de se atualizarem de forma recorrente, objetivando acompanhar o desenvolvimento científico e tecnológico e as demandas da sociedade. As empresas, por sua parte, precisam compreender que a parceria com as instituições acadêmicas é o meio pelo qual as inovações em produtos e serviços possam ocorrer. Com o advento do novo marco tecnológico vive-se um momento propício para que esta interação seja fortalecida. O poder público, de sua parte, precisa colocar em prática políticas públicas que venham fortalecer a interação universidade-empresa e a criação de escritórios de ligação.

Neste sentido, espera-se que este capítulo e os casos de sucesso apresentados sirvam de inspiração para instituições acadêmicas, empresas e poder público em favor da criação de parcerias tripla hélice e, conseqüentemente, formação de melhores engenheiros, com maior responsabilidade social e ambiental, e quem possam, em conjunto, alavancar o desenvolvimento social e econômico necessário para uma sociedade mais justa e equânime.

6. REFERÊNCIAS

ALVAREZ, R. B. P., S.; KANNEBLEY JR.; M. D. CARLO. O Impacto da Interação Universidade-Empresa na Produtividade dos Pesquisadores: Uma Análise para as Ciências Exatas e da Terra nas Universidades Estaduais Paulistas. Revista Brasileira de Inovação, v. 12, n.1), janeiro-junho, pp. 171-206, 2013.

- ARAÚJO, V. C. et al. A Relação entre os Canais de Transferência de Conhecimento das Universidades/IPPS e o Desempenho Inovativo das Firms no Brasil. *Revista Brasileira de Inovação*, v.14, n.1, janeiro-junho, pp. 77-104, 2015.
- AUSUBEL; David Paul. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Lisboa, 2000.
- FREIRE, Paulo. *Extensão ou comunicação?* São Paulo: Paz e Terra, 1977.
- BARBOSA, M. P.; ARAÚJO, N.L. *Homo Innovatus: Manual de Inovação*. Curitiba: Juruá Editora, 2013.
- BRASIL, 2019. MEC. Resolução CNE/CES n. 2, de 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Disponível em: <<https://abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Resolucao-CNE-CES-002-2019-04-24.pdf>>. Acesso em: 26 mai. 2019
- BRITTO, J.; B. F. OLIVEIRA. Padrões Setoriais de Interação Universidade-Empresa no Brasil: um Mapeamento de Competências a Partir de Informações da Pesquisa ‘Brazil Survey’”. *Revista de Economia*, Curitiba: UFPR, v. 37, número especial, pp. 167-212, 2011.
- CAVALCANTE, L. R. An Analysis of the Business Enterprise Research and Development Expenditures Composition in Brazil. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 13, n.2, julho-dezembro, pp. 433-458, 2014.
- COHEN, W. M., R. NELSON; WALSH, J. P. Links and Impacts: The Influence of Public Research on Industrial R&D. *Management Science*, v. 48, n. 1, January, pp. 1-23, 2002.
- ETZKOWITZ, H. (1998). The norms of entrepreneurial science: cognitive effects of the new university–industry linkages. *Research Policy*; 27; 823-833.
- ETZKOWITZ, H. E LEYDESDORFF, L. (1997). *Universities in the global economy: a triple helix of University-Industry-Government relations*. London: Cassel Academic.
- ETZKOWITZ, H. E LEYDESDORFF, L. (2000). The dynamics of innovation: from national systems “mode 2” to a tripe helix of university-industry- government relations. *Research Policy*, Amsterdam; v. 29; n. 2; 109-123.
- FASSIN, Y. The strategic role of university-industry liaison office. *Journal of Research Administration*, v. 1, n.2, p. 31–41. 2000.
- FERNANDES, A. C. et al. (2010) “Academy-Industry Links in Brazil: Evidence about Channels and Benefits for Firms and Researchers”. *Science and Public Policy*, v.37, n.7, pp. 485-498, 2010.
- FREEMAN, C. E PEREZ, C. (1988). Structural crises of adjustment: business cycles and investment behavior. In: Dosi, G. et. al. *Technical change and economic theory*. Londres: Pinter.
- FURTADO, A. T. & R. Q. Carvalho (2005) “Padrões de Intensidade Tecnológica na Indústria Brasileira: Um Estudo Comparativo com os Países Centrais”. *São Paulo em Perspectiva*, 19 (1), janeiro-março, pp. 70-84.
- GARCIA, R.; RAPINI, M; CÁRIO, S. *Estudos de caso de interação universidade-empresa no Brasil*. Belo Horizonte: UFMG CEDEPLAR, 2018.
- GARNICA, L. A.; FERREIRA-JÚNIOR, I. E FONSECA, S. A. (2005). *Relações Empresa-Universidade: um estudo exploratório da UNESP no município de Araraquara/SP 2005*. In: XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais. Porto Alegre, 2005.
- INOVA ENGENHARIA. *Proposta para a modernização da educação em engenharia no Brasil*. Brasília, 2006. 103 p.

- LEE, K. J.; OHTA, T.; KAKEHI, K. Formal boundary spanning by industry liaison offices and the changing pattern of university-industry cooperative research: The case of the university of Tokyo. *Technology Analysis and Strategic Management*, v. 22, n. 2, p. 189–206, 2010.
- MANCINI, R. F. E LORENZO, H. C. (2006) Potencialidades e barreiras à cooperação universidade, empresa e governo: o caso das micro e pequenas empresas do segmento médico – odontológico do município de Araraquara. In: XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais. Fortaleza, 2006.
- OLIVEIRA, V. F. Crescimento, evolução e o futuro dos cursos de engenharia. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 24, n. 2, p.12, 2005
- PIAGET, J. *Psicologia e epistemologia por uma teoria do conhecimento*. 2. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1978.
- _____. *Psicologia e pedagogia*. Rio de Janeiro: Forense, 1972.
- PINHO, M. & A. C. FERNANDES “Relevance of University-Industry Links for Firms from Developing Countries: Exploring Different Surveys”. In: Albuquerque, W. Suzigan, G. Kruss & K. Lee (Orgs.) *Developing National Systems of Innovation: University-Industry Interactions in the Global South*. Northampton: Edward Elgar, pp.145-163, 2015.
- PINHO, M. A Visão das Empresas sobre as Relações entre Universidade e Empresa no Brasil: Uma Análise Baseada nas Categorias de Intensidade Tecnológica”. *Revista de Economia*, Curitiba: UFPR, v. 37, número especial, pp. 279-306, 2011.
- PÓVOA, L. M. C; MONSUETO, S. E. Tamanho das Empresas, Interação com Universidades e Inovação”. *Revista de Economia*, v. 37, número especial, Curitiba: UFPR, pp. 10-22, 2011.
- RAPINI, M. S. et al. A Contribuição das Universidades e Institutos de Pesquisa para o Sistema de Inovação Brasileiro”. 37º Encontro Nacional de Economia. Anais. Foz do Iguaçu: ANPEC – Associação Nacional de Centros de Pós-Graduação em Economia, 2009.
- SARAIVA, A. L. C. Interação universidade e empresa e o papel do escritório de ligação: proposição de um modelo gerencial para o Elo/UFMG. 2018. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, UFMG, Belo Horizonte, 2018.
- SCHARTINGER, D.; SCHIBANY, A.; GASSLER, H. Interactive relations between university and firms: empirical evidence for Austria. *Journal of Technology Transfer*, v. 26, n. 3, p. 255–268, 2001.
- TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. *Gestão da Inovação*. Porto Alegre: Bookman, 3ª edição, 2008.
- VYGOTSKY, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem*. Tradução Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- ZUCOLOTO, G.; TONETO JR. Esforço Tecnológico da Indústria de Transformação Brasileira: Uma Comparação com Países Selecionados”. *Revista de Economia Contemporânea*, v.9, n.2, maio-agosto, pp. 337-365, 2005.

CAPÍTULO 07

O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL E A ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

Sueli Liberatti Javaroni

Universidade Estadual Paulista – UNESP

Maria Teresa Zampieri

Universidade Federal de São Carlos – UFSCar

Lilian Berton

Angelina Gomes Santos

Universidade Federal de São Paulo

Saulo Joel Oliveira Leite

Universidade Federal do Pará

Elis Regina Duarte

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Tatiana Renata Garcia

Carlos Maurício Sacchelli

Susie Cristine Keller

Renato Bolsoni Barreto

João Victor Fabri

Suíane Souza Montanari

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Edson Pedro Ferlin

Instituto de Engenharia do Paraná - IEP

Cristian da Rocha Duarte

Daniel Tebaldi Santos

Instituto Federal de São Paulo - IFSP

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	121
2	TECNOLOGIAS DIGITAIS	122
	2.1 Kits de desenvolvimento	123
	2.2 Linguagens e ambiente de programação	124
3	USO DO <i>SCRATCH</i> PARA ESTIMULAR O PENSAMENTO LÓGICO, A CRIATIVIDADE E A PROGRAMAÇÃO EM CRIANÇAS DO ENSINO FUNDAMENTAL	124
4	ENSINO DE ROBÓTICA NO NORTE DO BRASIL: PRÁTICAS DE USO DE FERRAMENTAS DE APRENDIZAGEM ATIVA	126
5	USO DA COMPUTAÇÃO NO ENSINO DE ENGENHARIA: SABERES MULTIDISCIPLINARES APLICANDO METODOLOGIA PBL	127
6	UTILIZAÇÃO DO LEGO EV3 EM DISCIPLINAS DE ENGENHARIA	128
7	A UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS COMPUTACIONAIS NOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM	131
8	UTILIZAÇÃO DE HARDWARES DE BAIXO CUSTO NO DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL EM CURSOS DE ENGENHARIA	132
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	134
10	REFERÊNCIAS	135

O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL E A ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

1. INTRODUÇÃO

Com a aprovação das novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para os cursos de Engenharia torna-se imprescindível o uso de novas metodologias de aprendizagem que instiguem o estudante para o desenvolvimento de novas habilidades e produção de conhecimento. A Resolução CNE/CES 2/2019 define diretrizes mais abrangentes, focalizada em competências e vislumbra um profissional que tenha uma visão holística e humanista, seja crítico e criativo, cooperativo e que tenha uma forte formação técnica (BRASIL, 2019).

Essa resolução incentiva que as atividades sejam organizadas de modo a aproximar os estudantes do ambiente profissional, que haja interdisciplinaridade entre as atividades desenvolvidas e que utilize metodologias de aprendizagem ativa. O uso de metodologias ativas faz com que os estudantes sejam protagonistas do seu aprendizado, permitindo que eles experimentem situações onde devem resolver um problema e trabalhar em equipe, estimulando a criatividade e a autonomia. Entretanto, esta discussão não é recente, as retóricas que versam a respeito da interdisciplinaridade, por exemplo vem sendo discutida desde a década de 70 do século passado, por especialistas no Brasil.

Tendo em vista a dinamicidade do mercado em que os futuros profissionais de Engenharia estarão inseridos, cada vez mais se faz necessária a adaptação da realidade de sala de aula para que esta se aproxime das necessidades de demanda do mercado de trabalho.

Segundo Moreira (2013), o processo tradicional de ensino é basicamente composto de exposição do conteúdo teórico e da realização de práticas com os equipamentos tradicionais. Ressalta, ainda, que apesar deste modelo, há dificuldade por partes das gerações atuais de manter um posicionamento passivo em sala de aula, o que torna os recursos computacionais e audiovisuais recursos dos quais pode-se lançar mão nos avanços para a formação de engenheiros.

Para Jucá (2006), podem ser considerados softwares educacionais, tanto aqueles desenvolvidos especificamente para o ensino, quanto aqueles que não foram desenvolvidos para esta finalidade específica, mas são inseridos em um contexto educativo.

Diversas pesquisas discutem sobre como as tecnologias digitais podem contribuir nos processos de ensino e aprendizagem. Gadanidis (2015) aponta que uma das ações que vem sendo adotada nesse sentido é o trabalho com o Pensamento Computacional, que "...baseia-se no poder e nos limites de processos de computação, quer eles sejam executados por um ser humano ou por uma máquina" (WING, 2006, p. 33) e que nos direcionam basicamente para formulação e resolução de problemas. Para Hemmendinger (2010) existem elementos que o Pensamento Computacional compartilha com vários outros tipos de pensamento, como pensamento algorítmico, pensamento de engenharia e pensamento matemático. Dessa forma, o Pensamento Computacional pode desenvolver situações interessantes no processo de ensino, portanto, é importante problematizar a importância desse pensamento na formação dos futuros engenheiros.

Assim, o Pensamento Computacional está relacionado com o raciocínio. Ele é desenvolvido pelo humano e acontece quando este reorganiza o seu pensamento incorporando aos seus processos mentais as ferramentas abstratas utilizadas para construir os equipamentos computacionais e desenvolver os grandes sistemas de software. Portanto, é a união do pensamento humano com as capacidades computacionais, ou seja, com a habilidade de pensar algorítmicamente (WING, 2016; PHILIPS, 2009).

No contexto do ensino, Silva (2018) afirma que o termo Pensamento Computacional pode ser concebido como um conjunto de processos mentais, tais como a decomposição de um dado problema a ser resolvido, o reconhecimento de padrões que por ventura tenha, o pensamento algorítmico e a abstração elaborada para representar esse problema, que

provoca o surgimento de novas ideias à medida que conexões entre as soluções são realizadas. Trata-se de processos mentais envolvidos na formulação de problemas e suas soluções para que estas sejam representadas de uma forma que possa ser realizada por um agente de processamento de informações (WING, 2008).

Ainda sobre o contexto do ensino, vale ressaltar que as discussões sobre a importância de se desenvolver o Pensamento Computacional, já na Educação Básica, têm ganhado tanto destaque entre educadores, que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) recomenda que os estudantes se envolvam em atividades que contribuam para esse desenvolvimento já no Ensino Fundamental. Esse documento, que por sua vez, expandiu o campo da Álgebra já para os anos iniciais do Ensino Fundamental, justifica que o pensamento algébrico pode contribuir com o desenvolvimento do Pensamento Computacional, que pela definição do documento, envolve a tradução de “uma situação dada em outras linguagens, como transformar situações-problema, apresentadas em língua materna, em fórmulas, tabelas e gráficos e vice-versa” (BRASIL, 2018, p. 267).

Diante dessas colocações, neste trabalho buscamos fomentar a discussão e a reflexão das possibilidades do desenvolvimento do Pensamento Computacional em ações de ensino e aprendizagem nos cursos de Engenharia, através do uso de software de programação e kits de robótica, com a intenção de destacar possibilidades de metodologias contemporâneas, como Problem Based Learning (PBL), Resolução de Problemas, Rotinas por estações, entre outras, com vistas a incentivar práticas de Ensino Interdisciplinar dentro da Educação em Engenharia. Para tanto, apresentaremos seis situações de ensino relacionados ao uso de robótica em diferentes níveis de ensino, desde o Ensino Básico ao Superior. São relatos de experiências que foram vivenciadas, que enfatizam possibilidades do desenvolvimento da interdisciplinaridade por meio do Pensamento Computacional, tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior, acarretando uma interlocução entre o ensino de Engenharia com a Educação Básica.

2. TECNOLOGIAS DIGITAIS

Um dos recursos adotados nos processos de ensino e aprendizagem é o desenvolvimento dos projetos, em particular nas áreas de Exatas, e isso pode ser feito por meio da utilização de diversas tecnologias computacionais, como os kits de desenvolvimento, as linguagens e ambientes de programação.

A utilização dessas tecnologias, atrelada a propostas pedagógicas com metodologias ativas, possibilita que ocorra interdisciplinaridade, por meio do desenvolvimento do pensamento computacional, pois é preciso que os estudantes utilizem conceitos de diversas disciplinas/conteúdos e mobilizem diferentes conhecimentos, como matemática computacional, raciocínio lógico, algoritmos e lógica de programação, linguagens de programação, microprocessadores, arquitetura de computadores e outras. Os Hardwares de Baixo Custo mais empregados são o Arduíno e o Raspberry Pi, de modo que suas aplicações envolvem a utilização de softwares por instruções como Linguagem C e Python ou por software que utiliza blocos de comandos como o Scratch ou o mBlock.

Uma das grandes vantagens na utilização desses hardwares de baixo custo é que seu emprego pode ser incentivado já no início de um curso de engenharia, pois “*esses kits de desenvolvimento possuem bibliotecas que facilitam seu emprego, bem como diversos exemplos de aplicação, devido a sua grande popularidade e utilização por profissionais da área, estudantes e “hobistas”*” (PINTO, 2011, p. 55, grifo do autor).

Atualmente as escolas de tecnologia, como escolas de cursos técnicos, tecnólogos e engenharias, empregam esses hardwares de baixo custo em suas atividades, como se trata de uma tecnologia com foco na interdisciplinaridade e que depende de conhecimentos de hardware e software específicos, é necessária a criação de ambientes que incentivem os estudantes a buscarem esse conhecimento já no início de seu curso, assim sua formação ao longo das disciplinas se dará em aplicações nas diversas áreas do conhecimento, que podem possibilitar situações de ensino e aprendizagem que envolvam elementos ou características do Pensamento Computacional. Para tanto, atividades práticas possuem grande relevância,

o que pode facilitar a correlação com teorias que são discutidas durante o processo de formação nos cursos de engenharia (PINTO, 2011).

A utilização de hardwares de baixo custo, como o Arduíno, vem acontecendo cada vez mais cedo nas escolas como recurso para aproximar as tecnologias - softwares de programação e robótica - dos estudantes, através do projeto Robolab², que tem como cenário as escolas estaduais em São Paulo. Ações como essa abrem espaços para a inclusão e o desenvolvimento de elementos do pensamento computacional, a partir do uso de kits didáticos de robótica para desenvolver atividades que fazem parte do currículo escolar, como componentes de novas e emergentes práticas de ensino, de acordo com que Papert (1985) já dizia com as máquinas de ensinar, que possibilitam o desenvolvimento da criatividade, incentivando os estudantes a desenvolverem suas próprias ideias, competência essa que faz parte do perfil do egresso dos cursos de engenharia (BRASIL, 2019).

2.1. KITS DE DESENVOLVIMENTO

No desenvolvimento dos projetos pode-se utilizar de kits de desenvolvimento, que de maneira geral são “pequenos” computadores compostos por microprocessador, memória e dispositivos de entrada/saída. Há diversos kits microprocessados, tanto para uso educacional quanto para uso comercial, dentre eles destaca-se o Arduíno³ e RaspberryPi⁴.

O Arduíno é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware com código aberto, projetada com um microprocessador Atmel AVR em uma placa única, com suporte de entrada/saída embutido e uma linguagem de programação C/C++. O kit de desenvolvimento Arduíno consiste em um microprocessador Atmel AVR de 8 bits, com componentes complementares para facilitar a programação e incorporação de outros circuitos, como mostrado na Figura 1 (esquerda). Um importante aspecto é a maneira padrão que os conectores são expostos, permitindo o kit ser interligado a outros módulos de expansão.

O Raspberry Pi é um computador de tamanho reduzido, com sistema operacional integrado, que se conecta a um monitor de computador ou TV, e usa um teclado e um mouse padrão, todo o hardware é integrado numa única placa, como mostrado na Figura 1 (direita). O kit de desenvolvimento RaspberryPi é baseado em processador ARM, e permite, assim como o Arduíno, que se conecte sensores, *displays* e outros componentes.

Figura 1 – Fotos ilustrativas dos kits de desenvolvimento:
Arduíno (esquerda) e RaspberryPi (direita)



Fonte: Dados dos autores

² <https://www.educacao.sp.gov.br/noticias/projeto-piloto-visa-levar-robotica-para-escolas-da-rede/>. Acesso em 28 jan. 2020.

³ <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/HomePage>. Acesso em 28 jun. 2019.

⁴ <https://www.raspberrypi.org/>. Acesso em 28 jun. 2019.

2.2. LINGUAGENS E AMBIENTES DE PROGRAMAÇÃO

A programação dos kits de desenvolvimento pode ser realizada utilizando-se das Linguagens de Programação, tais como C/C++, Python e Java, por meio da IDE (*Integrated Development Environment*) ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado.

O Arduino possui uma IDE, denominada de *Arduino Software IDE*, que fornece uma interface limpa e intuitiva de fácil visualização, como mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Tela do ambiente de programação do Arduino



Fonte: Dados dos autores

Diante do exposto, em relação a kits de desenvolvimento, linguagens e ambientes de programação, passamos agora a apresentar e a discutir experiências relacionadas ao uso de robótica em diferentes níveis de ensino, desde a Educação Básica até o Ensino Superior.

3. USO DO SCRATCH PARA ESTIMULAR O PENSAMENTO LÓGICO, A CRIATIVIDADE E A PROGRAMAÇÃO EM CRIANÇAS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Nesta experiência, o objetivo principal foi explorar ambientes de programação de computadores com crianças para potencializar seu interesse pela área de computação, por meio do uso do software Scratch5. Os participantes dessa experiência foram 16 estudantes, sendo 12 meninos e 4 meninas, com idades entre 11 e 13 anos, pertencentes às escolas públicas da cidade de São José dos Campos – SP. Foi uma parceria entre o Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) com o Programa Decolar São José dos Campos, o qual objetiva identificar, acompanhar e estimular o desenvolvimento de estudantes considerados talentosos da rede municipal de ensino.

⁵ Disponível em: <http://scratch.mit.edu>. Acessado em: 24/07/2019

Utilizou-se o software Scratch para explorar a programação e o desenvolvimento de jogos. As oficinas tiveram três meses de duração, com um encontro semanal de uma hora e meia. Em cada encontro, diferentes comandos de programação eram ensinados às crianças, por exemplo: como declarar variáveis, estruturas condicionais, laços de repetição, operadores booleanos e aritméticos. O Scratch permite criar diferentes personagens e cenários facilitando a visualização dos comandos de programação. Foram realizados alguns momentos teóricos para contextualizar a computação e a programação, além da apresentação do Scratch. Na maior parte dos encontros foram propostas atividades práticas para despertar o interesse e a participação ativa dos alunos. Nas aulas práticas foram realizados diferentes exercícios de lógica, jogos e histórias. Na Figura 3 pode ser observada uma tela da história que foi criada por uma das estudantes.

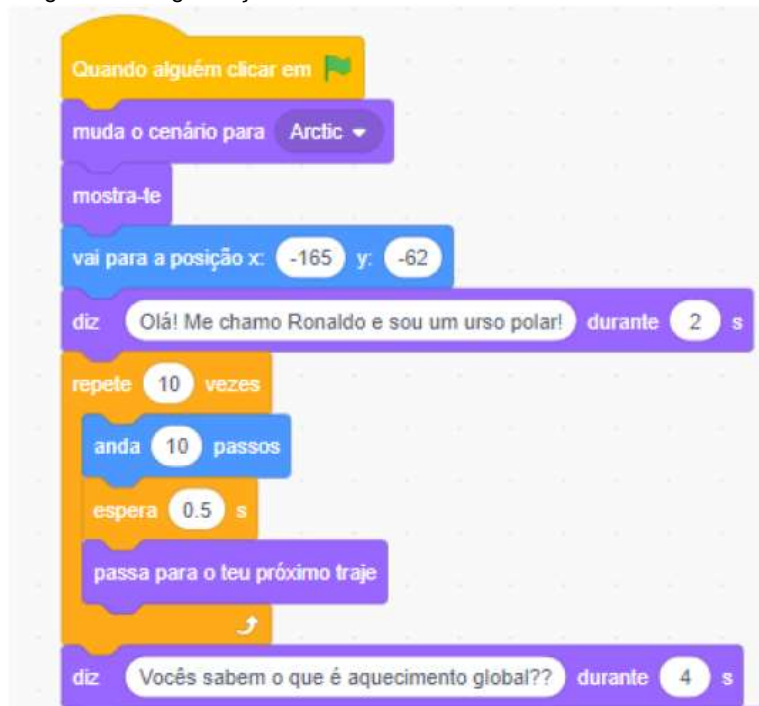
Figura 3 - História desenvolvida livremente pela estudante no Scratch



Fonte: Dados dos autores

A programação elaborada pela estudante no Scratch para a criação desse cenário pode ser observada na Figura 4.

Figura 4 - Programação no Scratch referente à história da estudante



Fonte: Dados dos autores

No decorrer das atividades com os estudantes, pôde-se observar que o trabalho com o Scratch permite o desenvolvimento de diferentes competências nos estudantes, tais como a manipulação de várias mídias, a busca pela resolução de um problema, já que para a criação de um cenário o estudante precisa separar em partes menores, decompondo assim o problema original, desenvolver a criatividade ao criar cenários e atores do ambiente, buscar identificar o possível erro na programação, além do trabalho em colaboração com os colegas no desenvolvimento da tarefa solicitada.

Ou seja, percebe-se o desenvolvimento do Pensamento Computacional por meio das atividades realizadas com o software Scratch, a partir de uma metodologia ativa, em que um dos pilares fundamentais é o protagonismo estudantil. Conhecimentos similares foram mobilizados na experiência a seguir, mas com o uso de outros artefatos, conforme passamos agora a discutir.

4. ENSINO DE ROBÓTICA NO NORTE DO BRASIL: PRÁTICAS DE USO DE FERRAMENTAS DE APRENDIZAGEM ATIVA

O Sistema de Ensino Equipe é uma rede de ensino privada do Estado do Pará, região norte do Brasil. Esse grupou criou projetos de integração dos alunos com o estudo de tecnologia e robótica. Alunos de Ensino Fundamental e Médio, participantes do projeto, têm aulas de robótica, desenvolvimento de aplicativos e de jogos educativos.

Esses encontros são semanais, onde são integralizadas todas as ciências de forma prática. Esses projetos visam fazer com que os participantes possam estar mais preparados para o Ensino Superior por meio de práticas de uso de ferramentas de aprendizagem ativa.

O projeto tem como um de seus objetivos fazer com que seus integrantes participem da Olimpíada Brasileira de Robótica, onde o colégio já possui medalhistas. Portanto, parte-se do pressuposto que o aluno estará melhor preparado tendo contato direto com a ciência desde o Ensino Fundamental. É utilizada a plataforma Arduino para a montagem e programação de projetos envolvendo eletrônica e robótica. Para facilitar a aprendizagem, a plataforma de programação em blocos TinkerCad é utilizada. Esta é uma plataforma online de design de

modelos 3D em CAD e de simulação de circuitos elétricos analógicos e digitais, desenvolvida pela Autodesk (PRADO, 2018).

Além das aulas de robótica, os alunos têm aula de desenvolvimento de aplicativos de Realidade Aumentada por meio da plataforma UNITY 3D. Esta possui um estilo de programação e organização dos projetos todo especial, além de ser de fácil assimilação (GASPAROTTO, 2014). Em 2018, os alunos desenvolveram um aplicativo de realidade aumentada sobre Citologia, dentro da disciplina de Biologia. Além deste, outro aplicativo sobre Geografia foi desenvolvido, com o intuito de explorar as camadas da terra, conforme pode ser evidenciado na Figura 5.

Figura 5 – Projeção 3D das camadas da terra.



Fonte: Dados dos autores

Vale ressaltar que o desenvolvimento do projeto trouxe consequências positivas para os estudantes envolvidos, tais como: a publicação do aplicativo desenvolvido na Play Store, participação no Maker Day Brasil e no aniversário de 5 anos do Fab Lab Belém e três medalhistas na Olimpíada Brasileira de Robótica de 2018.

Esse aplicativo⁶ apresentado na Figura 5 é gratuito e está disponível para download no Play Store.

Portanto, com estes resultados, o desenvolvimento desse projeto gerou interesse dos alunos na área de atuação das ciências e engenharias, bem como, para a formação de profissionais mais bem preparados para o mercado de trabalho, proativos, entusiastas, persistentes e autoconfiantes. A mobilização de atitudes semelhantes a essas também ocorreu na experiência que relatamos a seguir, mas dentro de outro contexto.

5. USO DA COMPUTAÇÃO NO ENSINO DE ENGENHARIA: SABERES MULTIDISCIPLINARES APLICANDO METODOLOGIA PBL

Conforme Silva e From (2019) a metodologia ativa mais utilizada nos últimos anos nos cursos de engenharia química tem sido a PBL (Problem Based Learning), por mais se aproximar dos problemas encontrados pelos engenheiros após a vida acadêmica.

Esta metodologia está centrada nos estudantes, os quais em pequenos grupos constroem o conhecimento ativamente ao solucionar um problema. O professor tem o papel de facilitador da aprendizagem, os alunos buscam as informações necessárias para a solução do problema, tornando o ensino algo dinâmico e muito mais complexo e com aplicação de conhecimentos multidisciplinares (GARCIA, 2014). Assim, para desenvolver essa metodologia de ensino, foram trabalhados com duas disciplinas, Operações Unitárias e Análise e Simulação de Processos, em um curso de Engenharia Química, nas quais foram utilizadas ferramentas computacionais e metodologia PBL. As atividades eram avaliativas e realizadas em pequenos grupos.

⁶ <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Equipe.MostraEquipe>>

Durante a disciplina de Operações Unitárias, cada grupo optou por realizar uma programação ou uso de simuladores para resolver um problema que envolvesse algum conteúdo estudado na disciplina. Já na disciplina de Análise e Simulação de Processos, os estudantes deveriam desenvolver um programa de computador para resolver um problema real e, que este programa solicitado facilitasse de alguma forma o usuário, tendo um potencial inovador.

Na disciplina de Operações Unitárias, como os estudantes puderam optar pelo desenvolvimento do programa ou utilizar simuladores, observou-se que a maioria optou pelo uso de simuladores. Após questionados pela escolha, nas turmas que utilizaram simuladores a maioria do grupo argumentou que não “gostava” de programação ou achava “mais fácil” utilizar algo já existente. A aplicação de ferramentas computacionais permitiu aos alunos aplicarem vários conhecimentos além da disciplina, pois para utilizarem o simulador precisavam determinar as melhores equações e relações termodinâmicas (Termodinâmica), conhecer os componentes para escolha do equipamento (Química), saber os fenômenos de transporte envolvidos e avaliar os parâmetros de projeto e processo (Operações Unitárias). Já os estudantes que optaram por desenvolver os programas conseguiram aplicar todos os conhecimentos que os que usaram o simulador, mas ampliaram a habilidade do Pensamento Computacional, pelo fato de terem se envolvido com a programação.

Com relação aos estudantes da disciplina Análise e Simulação de Processos, cada grupo buscou um problema prático que estava associado com a realidade de um ou mais participantes. Os problemas abordados foram: Como diminuir o tempo para análise de viabilidade técnica dos serviços oferecidos pela empresa Junior de Engenharia Química (Quantum)? O aluno de engenharia química consegue ter tempo para realizar atividades de lazer e estudos mesmo com a carga horária elevada? É possível identificar as melhores condições operacionais para encapsular leveduras a partir de dados experimentais? Como estocar e controlar reagentes químicos no laboratório de Química? A partir dos dados de umidade inicial do produto, como identificar o tempo necessário no secador e quantidade de (energia) cavaco que deve ser fornecida?

Todos os grupos conseguiram resolver o problema por meio do uso do sistema computacional e toda documentação necessária para o registro do software desenvolvido.

Com a metodologia utilizada, os estudantes conseguiram aplicar conhecimentos de diversas disciplinas integradas na prática e de forma empreendedora. Durante as aulas não estavam mais preocupados com a avaliação do trabalho, mas sim com o desenvolvimento dele.

Instigar a solução de problemas reais mostrou que mesmo os grupos que não simularam uma operação unitária, aprenderam a lógica de programação e desenvolveram um sistema útil. Dessa forma, pode-se observar que no desenvolvimento das atividades propostas, ocorreram algumas características do pensamento computacional, já que os estudantes coletavam, analisavam e representavam os dados, faziam a decomposição e abstração dos problemas, e, finalmente, desenvolviam os algoritmos e os testavam (ISTE, 2011). Tais características também se fizeram presentes na experiência que apresentamos a seguir, com a utilização do Lego EV3.

6. UTILIZAÇÃO DO LEGO EV3 EM DISCIPLINAS DE ENGENHARIA

Nessa experiência foram realizadas atividades práticas com o kit de robótica, Lego EV3, em disciplinas dos cursos de Engenharia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em Joinville-SC. As atividades foram realizadas em duas disciplinas com ementas diferentes, porém em ambas havia o objetivo de utilizar metodologias ativas e tornar o aluno protagonista do seu aprendizado. Assim, o objetivo principal foi o estímulo ao desenvolvimento da criatividade, do trabalho em equipe, bem como de aproximar os estudantes da realidade enfrentada no desafio de resolver problemas.

⁷ Os kits EV3 oferecem uma gama de possibilidades de montagem e um suporte de programação robusto e interativo voltado para a robótica.

A disciplina Metodologia de Projeto de Produto é ofertada como obrigatória nos cursos Engenharia Automotiva, Engenharia de Transportes e Logística, Engenharia Ferroviária e Metroviária e no Bacharelado em Ciência e Tecnologia. Dentro das atividades da disciplina os estudantes devem desenvolver um trabalho utilizando os kits de robótica. O objetivo do trabalho é resolver o desafio do rio Cachoeira, enfatizando o trabalho em equipe, a organização e a criatividade, ou seja, estimular o pensamento criativo na resolução de problemas.

A atividade do desafio do rio Cachoeira consiste em propor uma solução para retirada de materiais sólidos e líquidos poluentes do rio. Como o intuito é utilizar a robótica para resolver o problema, os estudantes devem construir um robô que simula a retirada dos materiais poluentes do rio. A programação do robô deve fazer com que ele cumpra a tarefa em um painel, apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Painel do Desafio do Rio Cachoeira



Fonte: Dados dos autores

A turma foi dividida em grupos e a atividade prática ocorreu nas dependências do Laboratório de Inovação e Desenvolvimento de Produtos (<http://lid.joinville.ufsc.br/>).

A atividade foi desenvolvida em quatro encontros. No primeiro encontro os estudantes tiveram o primeiro contato com os kits LEGO EV3, realizaram uma montagem básica de um robô (auxiliados por monitores com o manual de montagem) e aprenderam os principais comandos de programação necessários para funcionamento do robô. Os grupos tiveram três encontros para realizar a atividade de projetar e programar o robô. A Figura 7 apresenta um robô concluindo o desafio, ou seja, chegando ao final do painel.

Figura 7 - Desafio concluído com sucesso



Fonte: Dados dos autores

Relatos dos estudantes durante as atividades e a apresentação dos projetos levam a conclusão que, o interesse dos estudantes em aprender algo diferente, prático e desafiador foi perceptível. O fato dos cursos envolvidos não serem do ramo da computação mostra o potencial da utilização de robótica com kits educativos. Muitos discentes da área de exatas apresentam uma dificuldade grande em trabalhar o raciocínio lógico e programação e o fato de conseguir vencer o desafio gera um entusiasmo nas equipes, o que é muito positivo, além do fato dos estudantes assumirem o protagonismo na atividade que é um dos objetivos das metodologias ativas.

A disciplina de Introdução à Engenharia Mecatrônica é ofertada no início do curso de Engenharia Mecatrônica da UFSC. A disciplina tem por objetivo apresentar a Universidade e o curso aos estudantes, e o desenvolvimento de atividades práticas e motivadoras é um diferencial proporcionado aos estudantes. Com o intuito de realizar atividades que envolvam a mecatrônica, os kits de robótica foram utilizados nesta disciplina, também para resolver o desafio do rio Cachoeira, entretanto os estudantes realizam uma competição ao final para ver qual robô atinge melhor os objetivos.

Inicialmente é ministrada uma oficina nos mesmos moldes da realizada na disciplina de Metodologia de Projeto, enfatizando o funcionamento básico dos sensores contidos nos kits. Nas aulas seguintes, são realizadas as atividades ligadas ao desafio do Rio Cachoeira, em que a sala se divide em grupos para realizar a montagem de robôs que consigam realizar o desafio de recolher o “lixo” do rio e levar aos devidos destinos. Ao fim do curso os alunos competem para determinar quais robôs foram mais bem-sucedidos em realizar a tarefa, de acordo com regras discutidas em conjunto.

Essa atividade estimula o trabalho em equipe e a realização do melhor projeto possível pelos alunos, visto que os grupos tendem a se esforçar mais em executar a prova de forma satisfatória. É interessante notar que a introdução do seguidor de linha, mesmo que rudimentar, demonstra a aplicação de conhecimentos que serão desenvolvidos futuramente no curso de engenharia mecatrônica, justificando ainda mais a aplicação desta atividade na disciplina em questão. O estímulo ao trabalho em equipe, dentre outros aspectos inerentes à utilização de metodologias ativas, também se destaca na experiência que discutiremos no próximo tópico.

7. A UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS COMPUTACIONAIS NOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM

O desenvolvimento de projetos vem ao encontro dos objetivos fundamentais dos processos de ensino e aprendizagem, pois coloca o estudante como ator principal de sua aprendizagem. Ainda deve-se destacar que uma característica básica é a questão da multidisciplinariedade, além de explorar os vários níveis do processo cognitivo, principalmente os do nível metacognitivo, descrito na Taxonomia dos Objetivos Educacionais de Bloom (BLOOM, 1956) e revisada por Anderson (ANDERSON; KRATHWOHL, 2001).

A multidisciplinariedade está fundada em um saber-fazer, em que se pressupõe uma abordagem prática consolidada por uma forte conceituação teórica, que é um dos quatro pilares da educação (FERLIN et al., 2005). O assunto multidisciplinariedade é explorado em diversas referências, dentre as quais pode-se citar Ferlin et al. (2004), Pilla *et al.* (2010) e Teixeira et al. (2010).

Segundo Ferlin (2001), a multidisciplinaridade fortalece a motivação dos estudantes, pois eles passam a entender a relação entre disciplinas numa visão prática-teórica. Para Ferlin et al. (2005, p. 1) a:

[...] teoria é a base para a prática, e esta por sua vez desenvolve, justifica e experimenta novos conceitos que se tornam novas teorias ou formulações proporcionando uma nova prática, e assim sucessivamente.

Um exemplo de projeto desenvolvido utilizando as tecnologias computacionais é o projeto “Bengala eletrônica para cegos” (SILVA et al., 2014), que é um projeto desenvolvido para auxiliar a locomoção de pessoas com deficiência visual, utilizando sensores ultrassônicos, acelerômetros, e com resposta vibro-tátil, como mostrado na Figura 8.

Figura 8 - Foto do projeto bengala eletrônica para cegos



Fonte: Dados dos autores

Figura 9. Fotos do sistema misturador automatizado de água (esquerda) e da tela do aplicativo Android (direita)



Fonte: Dados dos autores

Outro exemplo é o projeto “Sistema Misturador Automatizado e Controle de Processos de Escoamento de Água” (GREINERT *et al.*, 2015), que é um sistema (embarcado) eletrônico microprocessado com conexão com um dispositivo *mobile* com sistema operacional Android, que, além de automatizar e facilitar algumas ações operacionais, também ajuda na redução do consumo e gastos relacionados à água em residências, comércios e indústrias, como mostrado na Figura 9.

Uma das características fundamentais no desenvolvimento de projetos multidisciplinares é de ser uma oportunidade única para a aplicação dos conceitos e teorias em um projeto de cunho prático.

Esta abordagem favorece o aprimoramento dos processos de ensino e aprendizagem, pois os estudantes são agentes ativos nesses processos.

Também se percebe que a multidisciplinariedade é um elemento ativo no processo de busca e descoberta do saber agregando conhecimentos tanto teóricos e quanto empíricos. Destaca-se também que as tecnologias computacionais são os elementos catalizadores no desenvolvimento dos projetos multidisciplinares, pois permitem que o pensamento humano seja amplificado mediante a incorporação desses recursos na solução do problema, propiciando aos estudantes o desenvolvimento do pensamento computacional. Esse aspecto também se faz presente na experiência seguinte.

8. UTILIZAÇÃO DE HARDWARES DE BAIXO CUSTO NO DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL EM CURSOS DE ENGENHARIA

De acordo com Rusk *et. al* (2008), uma das formas de inserir características e elementos do Pensamento Computacional nas disciplinas de um curso de Engenharia é desenvolver ações de ensino de forma interdisciplinar e com o uso de hardwares de baixo custo, que hoje já estão sendo utilizados por diversos estudantes e professores em aplicações de projetos de iniciação científica, trabalhos de conclusão de curso e em feiras de ciência e tecnologia.

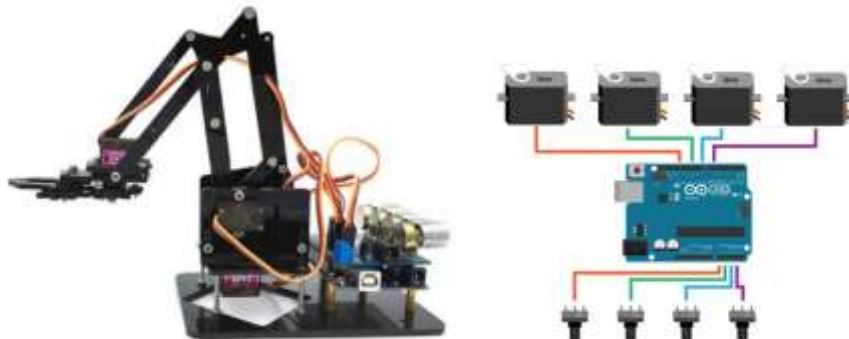
Conforme já mencionado anteriormente, os hardwares de baixo custo mais empregados são o Arduino e o Raspberry Pi, em que suas aplicações envolvem a utilização de softwares por instruções como Linguagem C e Python ou por software que utiliza blocos de comandos

como o Scratch ou o mBlock. Uma das grandes vantagens na utilização desses hardwares de baixo custo é que seu emprego pode ser incentivado já no início em cursos de Engenharia, pois esses kits de desenvolvimento possuem bibliotecas que facilitam seu emprego, bem como exemplos de aplicação, devido a sua grande popularidade.

No Instituto Federal de São Paulo, no campus de Bragança Paulista, foi desenvolvido um curso de extensão⁸ sobre Arduino, com os estudantes do campus e comunidade externa, com duração de um semestre, realizado de forma presencial com mais de cinquenta práticas. Os participantes tiveram a possibilidade obter um conhecimento inicial sobre Arduino, pois não foi exigido nenhum pré-requisito. O objetivo foi incentivar os estudantes de cursos de tecnologias a utilizarem essas tecnologias em projetos ao longo de seus cursos e, ao final, programar um braço robótico didático e um carrinho controlado via bluetooth.

Para o braço robótico, os estudantes realizaram uma programação para controlar os quatro servos motores que comandam o braço via potenciômetro, esse processo foi organizado em três etapas: na primeira etapa, foi solicitado aos estudantes que executassem movimentos para pegar um objeto de um lado para o outro e que durante esse processo manual anotassem os valores dos ângulos de cada servo motor. No segundo momento foi realizado um teste, enviando os valores dos ângulos anotados durante o processo manual, para verificar se o braço robótico estava executando os movimentos previamente estabelecidos na prática anterior. Já no terceiro e último momento, os estudantes inseriram os valores adquiridos dos ângulos de cada servo motor e realizaram uma programação, onde o braço realiza a sequência de movimentos de forma automática e contínua, pegando o objeto pré-determinado e transportando para outro local. Essa prática realizada em um braço robótico didático, dividida em três etapas, executa uma programação conhecida na indústria como técnica ponto a ponto, onde o programador dirige o braço do robô para a posição desejada, em sequência, e registra as posições na memória. Um exemplo de braço robótico didático utilizado no curso pode ser observado na Figura 10.

Figura 10 – Exemplo de braço robótico didático, utilizado no curso



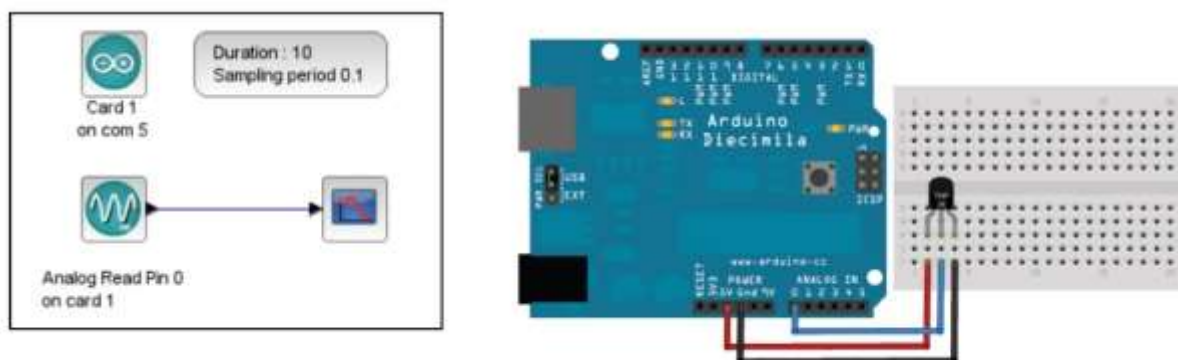
Fonte: Dados dos autores

Outra situação da utilização das tecnologias digitais acontece no curso de Engenharia do campus, onde são utilizados os softwares Matlab e o Scilab, ambos desenvolvidos para a computação numérica. Possuem interfaces poderosas para realização de simulação computacional em diversas disciplinas como processamento de sinais e na construção de gráficos. O uso do Arduino em conjunto a esses softwares possibilita realizar controles de equipamentos que exigem cálculos, que somente o Arduino não teria como realizar.

Na prática o Arduino se torna uma interface entre o Scilab e os dispositivos externos. Na Figura 11 pode ser observada uma aplicação com Scilab realizando a leitura de temperatura, utilizando o Arduino como interface.

⁸ <https://sites.google.com/view/cursoarduinoifsp1sem2018/p%C3%A1gina-inicial> Último acesso em 24 de junho de 2019.

Figura 11 – Arduino com o software Scilab, realizando leitura de temperatura



Fonte: Dados dos autores

A utilização de hardwares de baixo custo, como Arduino, possibilita desenvolver atividades de ensino que podem produzir ações que contribuam para um ambiente interdisciplinar por meio de situações que envolvem diversas áreas do conhecimento, além de possuir um sistema que pode ser integrado a partir de qualquer software livre e de estrutura aberta tornando, dessa forma, mais acessível para os estudantes a utilização do hardware, pois seu uso pode se dar a partir de um software de programação com uma estrutura de fácil interação como o mBlock e o Scratch.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo apresentamos o conceito de Pensamento Computacional no contexto dos processos de ensino e aprendizagem de conteúdos dos cursos de Engenharia. Concebemos que o Pensamento Computacional utiliza conceitos e abordagens advindos da Computação durante a resolução de problemas, mas não está relacionado somente à área da Computação (WING, 2016). “O uso de determinados conceitos associados à Computação pode ser empregado para estruturar, processar e analisar dados, criando novos conhecimentos que podem ser aplicados em qualquer área do conhecimento” (SILVA; MIORELLI; KOLOGESKI, 2018, p. 210), gerando níveis de organização das ideias, processos mentais e estruturação de raciocínios, desafiando o ser humano “a pensar sobre a manipulação de dados e ideias que devem solucionar um problema” (STELLA, 2016, p. 27).

Na sequência, buscamos discutir e refletir acerca das possibilidades do desenvolvimento do Pensamento Computacional em ações de ensino e aprendizagem nos cursos de Engenharia, por meio do uso de softwares de programação e kits de robótica, com a intenção de evidenciar possibilidades de metodologias contemporâneas, como Problem Based Learning (PBL), uso de tecnologias, dentre outras metodologias ativas, para promover práticas de ensino interdisciplinar dentro da Educação em Engenharia. Para tanto, apresentamos seis situações de ensino relacionados ao uso de robótica em diferentes níveis de ensino, desde o Ensino Básico ao Ensino Superior. São relatos de experiências que foram vivenciadas, que trazem em seu cerne diferentes possibilidades do desenvolvimento da interdisciplinaridade por meio do Pensamento Computacional, tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior, acarretando uma interlocução entre o ensino de Engenharia com a Educação Básica.

Ao analisarmos essas experiências, percebemos particularidades que as diferenciam, como os contextos, que foram abrangentes tanto geograficamente quanto em relação aos participantes envolvidos, sendo provenientes de distintos cursos de Engenharia e, em alguns casos, de escolas públicas e particulares da Educação Básica.

Por outro lado, podemos perceber um aspecto em comum, que é a realização de atividades interdisciplinares, por meio do desenvolvimento do Pensamento Computacional, a partir da interação com os diferentes artefatos aqui destacados. Podemos ressaltar ainda que o fio condutor que permitiu fazermos um entrelaçamento entre essas experiências foi o fato

de que suas propostas pedagógicas se pautaram nos alicerces das metodologias ativas, ou seja, no protagonismo estudantil e na ideia de que o professor deve ser mediador ao longo de todo esse processo, não dando as respostas prontas aos estudantes, mas os incentivando a adquirirem um espírito investigativo, em meio à busca por soluções diante dos problemas que foram convidados a resolver.

Outra reflexão que levantamos à comunidade que vem se dedicando a pensar em propostas pedagógicas, sobre a temática de Educação na Engenharia, é a importância de, sempre que possível, buscar estender suas ações para a Educação Básica, em particular nas escolas públicas, onde, muitas vezes, os estudantes nem sequer vislumbram expectativas quanto ao ingresso em universidades, tampouco compreendem as demandas dos diferentes cursos de Engenharia.

Assim, ações que articulam Educação Básica e Ensino Superior, com esses propósitos aqui debatidos, prestam um favor aos futuros engenheiros, por contribuir com reflexões e conhecimentos que serão mobilizados em seu campo de trabalho, futuramente. Prestam também um favor à Educação Básica, por possibilitar o desenvolvimento do Pensamento Computacional, e conseqüentemente o algébrico, ambos fortemente recomendados pela BNCC (Base Nacional Comum Curricular), conforme já mencionado. E, além disso, presta outro favor a esses estudantes, por permitir a eles vislumbrarem outras expectativas para o futuro, ou seja, contribui para a própria formação humana deles. Esperamos que outras reflexões possam emergir nessa comunidade e que elas se transformem em ações.

10. REFERÊNCIAS

ANDERSON, L.W.; KRATHWOHL, D.R. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing*. New York-USA: Longman, 2001.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. MEC, Brasília, 2018.

BRASIL. Resolução Nº 2/2019. Diretrizes Curriculares do Curso de Engenharia. Brasil, DF: Ministério da Educação, 2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=74471>. Acesso em 26 jul.2019.

BLOOM, B.S. (Ed.). **Taxonomy of Educational Objectives: The classification of Educational Goals: Handbook I, Cognitive Domain**. New York-USA: Longman, 1956.

JUCÁ, S. C.S. J. A relevância dos softwares educativos na educação profissional. **Ciências & Cognição**, v. 8, p. 22-28, 2006.

FERLIN, E.P. The computer engineering project course. In: ICEE 2001 – International conference on engineering education, v. 6B5, p. 17-19. **Anais**. Oslo–Norway, 2001.

FERLIN, E.P.; OLIANI, D. A Disciplina de Projeto Integrador como Elemento Norteador do Processo Ensino-Aprendizagem: a experiência do Curso de Engenharia da Computação. In: COBENGE 2014 - XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. **Anais**. Juiz de Fora – MG, 2014.

FERLIN, E.P.; PILLA Jr, V.; CUNHA, J.C. A Multidisciplinariedade Aplicada no Ensino no Curso de Engenharia da Computação. In: COBENGE 2004 - XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. **Anais**. Brasília-DF, 2004.

FERLIN, E.P.; PILLA Jr, V.; SAAVEDRA, N. The Theory-Practice Partnership. In: ITHET 2005 - 6th IEEE Annual International Conference. **Anais**. Juan Dolio-Dominican Republic, 2005.

GADANIDIS, G. Coding as a Trojan Horse for mathematics education reform. **Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching**, v. 34, n. 2, p. 155-173, 2015.

GARCIA, G. P. O Ensino de Engenharia e o método PLB. In: Seminário Internacional de Educação Superior - Formação e Conhecimento. **Anais**. Sorocaba: Universidade de Sorocaba, 2014.

GASPAROTTO, A. de M. **Unity 3D: Introdução ao desenvolvimento de games**. Disponível em: 136Acesso em: 12 jun. 2019.

GREINERT, E.; SILVA, E.; ZANARDI, M.O.; FERLIN, E.P. Sistema Misturador Automatizado e Controle de Processos de Escoamento de Água. In: CINTEC 2015 - 6º Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica do IFSP. **Anais**. Itapetininga-SP, 2015.

HEMMENDINGER, D. A plea for modesty. **ACM Inroads**, v. 1, n. 2, p. 4-7, June 2010.

ISTE - International Society for Technology in Education; CSTA - Computer Science Teachers Association; NSF - National Science Foundation. **Computational thinking: leadership toolkit**. First Edition, 2011.

MOREIRA, V.R. et al. Aprimorando o ensino de engenharia com novas abordagens usando recursos computacionais. In: Proceedings of VI Congresso Tecnológico InfoBrasil TI & Teleco. **Anais**. Fortaleza, Brazil. 2013.

PHILLIPS, P. Computational Thinking: a problem-solving tool for every classroom. *Communications of the CSTA*, v. 3, n. 6, p. 12-16, 2009.

PRADO, T. P. **Tinkercad: ferramenta online e gratuita de simulação de circuitos elétricos**. Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/tinkercad/>. Acesso em: 15 jun. 2019.

PILLA Jr, V.; FERLIN, E.P. Os Níveis De Aprendizagem da Taxonomia de Bloom Aplicados em uma Disciplina de um Curso de Engenharia da Computação. In: COBENGE 2010 - XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. **Anais**. Fortaleza-CE, 2010.

PINTO, M. C. **Aplicação de arquitetura pedagógica em curso de robótica educacional com hardware livre**. 2011. 158 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

RUSK, N. *et al.* New pathways into robotics: Strategies for broadening participation. **Journal of Science Education and Technology**, v. 17, n. 1, p. 59-69, 2008.

SILVA, E. C. **Pensamento Computacional e a formação de conceitos nos Anos Finais do Ensino Fundamental: uma possibilidade com kits de robótica**. 2018. 264 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2018.

SILVA, M. V.C.; FROM, D. A. Metodologias Ativas de Ensino-Aprendizagem em Cursos de Engenharia Química. **Vitrine de Produção Acadêmica Produção de Alunos do Centro Universitário Dom Bosco**, v. 6, n. 1, 2019.

SILVA, M. M.; MIORELLI, S. T.; KOLOGESKI, A. L. Estimulando o pensamento computacional com o projeto logicando. **Revista Observatório**, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 206-238, abr. 2018. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/observatorio/article/view/4080>. Acesso em: 21 mai. 2018.

SILVA, E.; VITALINO, L.; ZANARDI, M.O.; FERLIN, E.P.; CICHACZEWSKI, E. Bengala para Detecção de Obstruções ao Caminhar para uma PCD Visual. In: CRICTE 2014 - XXVI Congresso Regional de Iniciação Científica & Tecnológica em Engenharia. **Anais**. Alegre-RS, 2014.

STELLA, A. L. **Utilizando o Pensamento Computacional e a Computação Criativa no ensino da linguagem de programação Scratch para alunos do Ensino Fundamental**. 2016. 46f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2016.

TEIXEIRA, M.R.W.; CUNHA, J.C.; CICHACZEWSKI, E.; AGUIAR, G.F.; FERLIN, E.P. Situações-Problema como Prática de Multi, Inter e Transdisciplinaridade na Engenharia da Computação da

Universidade Positivo. In: COBENGE 2010 - XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Anais. Fortaleza-CE, 2010.

WING, J. M. Computational thinking and thinking about computing. Philosophical transactions of the royal society of London A: mathematical, physical and engineering sciences, v. 366, n. 1881, p. 3717-3725, 2008.

WING, J. M. Pensamento Computacional – Um conjunto de atitudes e habilidades que todos, não só cientistas da computação, ficaram ansiosos para aprender e usar. **Revista Brasileira de Ensino, Ciência e Tecnologia (RBECT)**, Ponta Grossa, v. 9, n. 2, p. 1-10, mai/ago. 2016.