

# ABENGE 50 ANOS: DESAFIOS DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

Organizadoras  
Adriana Maria Tonini  
Tânia Regina Dias Silva Pereira

Este livro foi organizado a partir das Sessões Dirigidas realizadas no 51º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE 2023 e VI Simpósio Internacional de Educação em Engenharia – SIEE 2023 – On-line, 18 a 20 de setembro de 2023.

O COBENGE e SIEE são eventos anuais 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**

Adriana Maria Tonini	Presidente
Carlos Almir M. de Holanda	Vice-presidente
Gisele Maria Ribeiro Vieira	Diretora Acadêmica
Edson Pedro Ferlin	Diretor Administrativo e Financeiro
Roseli de Deus Lopes	Diretor de Comunicação

#### **Comissão Organizadora do COBENGE 2023**

Adriana Maria Tonini (UFOP)
Carlos Almir Monteiro de Holanda (UFC)
Gisele Maria Ribeiro Vieira (CEFET/RJ)
Edson Pedro Ferlin (UniDomBosco)
Roseli de Deus Lopes (USP)
Maurício Saldanha Motta (Cefet/RJ)
Tânia Regina Dias Silva Pereira (ABENGE)
Ronney Boloy (Cefet/RJ)
Áurea Silva de Holanda (UFC)
Dianne Magalhães Vianna (UnB)
Elzo Alves Aranha (UNIFEI)
Marcello Nitz da Costa (IMT)
Nilza Luiza Venturini Zampieri (UFSM)
Pedro Prates Valério (UNA)
Telma Dias Silva dos Anjos (UNEB)

## **Conselho Editorial da ABENGE**

Adriana Maria Tonini (UFOP)  
Alessandro Fernandes Moreira (UFMG)  
André Resende Rodrigues da Silva (SPEE/UBI/Portugal)  
Benedito Guimarães Aguiar Neto (UFCG)  
Carlos Almir Holanda (UFC)  
Cláudia Morgado (UFRJ)  
Dianne Magalhães Viana (UnB)  
Edson Pedro Ferlin (Centro Universitário Uninter)  
Fabio do Prado (FEI)  
Gisele Maria Ribeiro Vieira (CEFET-RJ)  
Gustavo Alves (IPPISEP/Portugal)  
João Bosco Laudares (PUC-MG / CEFET-MG)  
Jamie Gurganus (University of Maryland/EUA)  
José Aquiles Baesso Grimoni (USP)  
José Alberto dos Reis Parise (PUC-Rio)  
José Roberto Cardoso (USP)  
Marcello Nitz (MAUA)  
Valquíria Villas Boas Gomes Missell (UCS)  
Liane Ludwig Loder (UFRGS)  
Luciano Andreatta da Costa (UERGS)  
Luis Maurício Martins de Resende (UTFPR)  
Luis Paulo M Brandão (IME)  
Mário Neto Borges (UFSJ)  
Neusa Maria Franco de Oliveira (ITA)  
Nival Nunes de Almeida (EGN/UERJ)  
Paloma Maria Silva Rocha Rizol (UNESP)  
Roseli de Deus Lopes (USP)  
Sergio Campello Oliveira (UPE)  
Sueli Sampaio Damin Custódio (ITA)  
Tânia Regina Dias Silva Pereira (UNEB)  
Walter Antonio Bazzo (UFSC)

## Ficha Técnica:

Coordenação Geral:

Adriana Maria Tonini e Tânia Regina Dias Silva Pereira

Capa e diagramação: Dayane de Oliveira Gonçalves

Ficha Catalográfica preparada pela ABENGE

ABENGE 50 ANOS: DESAFIOS DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO NA  
EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA / Adriana Maria Tonini e Tânia Regina Dias  
Silva Pereira – Organizadoras – Brasília: ABENGE, 2024.

296p

C749 51º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE  
2023) e VI Simpósio Internacional de Educação em Engenharia (SIEE  
2023) – On-line, 18 a 20 de setembro de 2023 – ABENGE.

ISBN: 978-65-87897-09-7

ISBN: 978-65-87897-09-7



1 – Educação; 2 - Formação; 3 - Engenharia; 4 – Tecnologia;  
5- STEAM.

I. Título

CDU: 658.5

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.

## SUMÁRIO

<b>Apresentação</b> .....	<b>08</b>
<b>Capítulo 1</b> .....	<b>10</b>
<b>MULHERES NA ENGENHARIA: MECANISMOS DE PERMANÊNCIA NA GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO E PARA A PROMOÇÃO DA IGUALDADE DE OPORTUNIDADES NO MERCADO DE TRABALHO</b> Valéria Saldanha Motta, Ana Paula Mattos, Adriana Maria Tonini, Ana Carolina Carolina Quintão Siravenha Müller, Bruna Camila Francisco, Elis Regina Duarte, Julia Rodrigues Batista, Karla Silva, Maria Eduarda Favaro, Marinilda Lima Souza, Milena Pavan Serafim, Naynara de Souza, Andrea de Matos Machado, Paloma Maria Silva Rocha Rizol, Rafaela Mota Ardigó, Sueli Sampaio Damin Custódio, Tanatiana Ferreira Guelbert.	
<b>Capítulo 2</b> .....	<b>43</b>
<b>INOVAÇÕES E DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: DEBATE SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DAS DIRETRIZES NACIONAIS E DA CURRICULARIZAÇÃO DA EXTENSÃO</b> Sandra Rufino, Wagner Ragi Curi Filho, Admilson Lopes Vieira, Camila Rolim Laricchia, Celso Alvear, Cristiano Cruz, Elisa Granha Lira, Júlia Soares, Lisandra Ferreira de Lima, Lucimara Gaziola de la Torre, Luís Fernando Mercier Franco, Luis Mauricio Resende, Milena Estanislau Diniz Mansur dos Reis, Neuci Schotten, Raphael Soeiro Suppino, Rosane de Mello Santo Nicola, Thiago Gomes de Lima.	
<b>Capítulo 3</b> .....	<b>87</b>
<b>EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA E TECNOLOGIAS EMERGENTES NA ENGENHARIA</b> Douglas de Souza Rodrigues, Marcelle Feitoza Bassi Costa, André Ricardo de Carvalho Saraiva, Andrea Dias Quintão, Douglas de Souza Rodrigues, Douglas Vieira Barboza, Edir Leal, Edith Marie Malateaux de Souza, Eduardo Quintella Florêncio, Gioliano Barbosa Bertoni, Ivy Pedrosa Cavalcante Pessoa Quintella, João Batista Lopes Coelho Júnior, Marcelle Feitoza Bassi Costa, Mario Gonçalves Garcia Junior, Regis Pasini, Sônia Marise Salles Carvalho, Tânia Cristina Cruz.	

<b>Capítulo 4.....</b>	<b>117</b>
<b>PROGRAMA BRASIL-EUA DE MODERNIZAÇÃO DO ENSINO DE GRADUAÇÃO (PMG CAPES-FULBRIGHT): HÁ 4,5 ANOS TRANSFORMANDO A EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA NO BRASIL</b>	
Alessandra de Almeida Lucas, Antonio Seabra, Guilherme Oliveira de Souza, Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco, Ricardo Alexandre Diogo, Rodrigo de Almeida, Tatiana Louise Avila de Campos Rocha.	
<b>Capítulo 5.....</b>	<b>159</b>
<b>APRENDIZAGEM ATIVA PARA ALÉM DA SALA DE AULA: PREPARANDO ESTUDANTES DE ENGENHARIA PARA CONSTRUIR UM MUNDO MAIS JUSTO E SUSTENTÁVEL</b>	
Renato Martins das Neves, Rafael Amaral Shayani, Anderson de Assis Moraes, Bianca Cabral Caldeira, Carla Renata Pegorni dos Santos, Claudia Akemi Izeki, Dianne Magalhães Viana, Edson Godoy, Elias Antunes dos Santos, Evelise Andreatta, Josiane do Socorro Aguiar de Souza de Oliveira Campos, Liane Ludwig Loder, Lílian Barros Pereira Campos, Lucas Inácio Cardoso de Jesus, Maria Aridenise Macena Maia Fontenelle, Maria do Carmo Duarte Freitas, Maria Vitoria Duarte Ferrari, Marinez Cargnin-Stieler, Mirela Jeffman dos Santos, Nathalia Savione Machado, Priscilla Chantal Duarte Silva, Raquel Naves Blumenschein, Sérgio Camargo, Sergio Fernando Tavares, Silmara Bispo dos Santos, Valquíria Villas-Boas, Vanessa Motta Chad, Vitor Guilherme Carneiro Figueiredo, Walter Aoiama Nagai.	
<b>Capítulo 6.....</b>	<b>212</b>
<b>EXPERIÊNCIAS EM TUTORIA E ACOLHIMENTO ESTUDANTIL NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO DE ENGENHARIA</b>	
Cristiane Pessoa da Cunha, Carlos Eduardo Sampaio Burgos Dias, Adriana Paula Ferreira Palhares, Amanda Rezende Costa Xavier, Andre Abel Augusto, Ayres Nishio da Silva Junior, Cássia Souza Guerreiro, Christopher Freire Souza, Daniel Otavio da Cunha Cota, Daniela de Castro Silva, Eliza Angelica Spíndola Rodrigues Ponte, Eteunara Cristina Ferreira Lima, Fabiano Ribeiro da Silva, Felipe Fernando Furlan, Felipe Hugo Braga Bittar, Felipe Sass, Francisco Vassiliepe Sousa Arruda, Graça Maria de Moraes Aguiar e Silva, Gustavo Dias Maia, Ingrid Soraya de Oliveira Sá, Karoline Alves De Melo Moraes, Luiz Derwal Sales Júnior, Marcelo Franco e Souza, Maria Auxiliadora Ferreira Araújo, Marllus Gustavo Ferreira Passos Das Neves, Michelle Alves Vasconcelos Ponte, Michelle Cristine da Silva Toti, Mônica Rafaela de Almeida, Nubia Neri do Nascimento, Rômulo Carlos de Aguiar, Silvia de Sousa Azevedo.	

**Capítulo 7..... 240**

**O ENGENHEIRO EMPREENDEDOR A PARTIR DO NOVO ENSINO MÉDIO E DA CURRICULARIZAÇÃO DA EXTENSÃO**

Martin Geier, Caroline Daiane Radüns, Mauro Fonseca Rodrigues, Gustavo Fuhr Santiago, Uziel Cavalcanti de Medeiros Quinino, Simone Ramires, Carmen Brum Rosa, Diogo Ribeiro Vargas, Dion Lenon Prediger Feil, Laura Lisiane Callai dos Santos, Paulo César Vargas Luz, João Michel Oliveira, Bianca Ozório, Denizard Batista de Freitas, Flávio Kieckow, Rosângela Ferreira Prestes.

**Capítulo 8..... 262**

**O ENSINO DE FÍSICA BÁSICA EM CURSOS DE ENGENHARIA – FENOMENOLOGIA, CONCEITUAÇÃO E MODELAGEM DO MUNDO FÍSICO**

Octavio Mattasoglio Neto, José Aquiles Baesso Grimoni, Alexandre Guimarães Rodrigues, André P. Vieira  
Andrea Dias Quintão, Carmen P. C. Prado, José Benício da Cruz Costa, Mario Gonçalves Garcia Júnior, Marlon Carlos Nascimento Pereira, Matheus da Cunha Brito, Nair Stem, Nestor Cortez Saavedra Filho, Renato Martins das Neves, Rodrigo Cutri, Ronnie Peter Pereira Zanatta, Silvio Antônio Rodrigues Martins Junior.

## APRESENTAÇÃO DO LIVRO

---

Este é o décimo sexto livro organizado a partir dos resultados dos trabalhos apresentados e discutidos em Sessões Dirigidas (SD's) do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE e do Simpósio Internacional de Educação em Engenharia – SIEE. 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 2023 e o SIEE 2023, ocorrido de forma *Online*, de 18 a 20 de setembro de 2023.

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 dois coordenadores(as) 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 dos congressos. Os coordenadores 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 à “ABENGE 50 ANOS: Desafios de Ensino, Pesquisa e Extensão na Educação em Engenharia”, Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Engenharia (DCNs), Curricularização da Extensão, Educação Empreendedora, Mulheres em STEM, Acolhimento



discente e tutoria, constituem-se em um importante material produzido por autores de diferentes instituições do Brasil, 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 eventos da envergadura do COBENGE e do SIEE, 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.

*Dr<sup>a</sup> Adriana Maria Tonini e Dr<sup>a</sup> Tânia Regina Dias Silva Pereira*  
**ORGANIZADORAS**

## CAPÍTULO 1

### **MULHERES NA ENGENHARIA: MECANISMOS DE PERMANÊNCIA NA GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO E PARA A PROMOÇÃO DA IGUALDADE DE OPORTUNIDADES NO MERCADO DE TRABALHO**

*Valéria Saldanha Motta - Coordenadora*  
Instituto Militar de Engenharia - IME

*Ana Paula Mattos - Coordenadora*  
Universidade Federal do Pará - UFPA

*Adriana Maria Tonini*  
Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP

*Ana Carolina Carolina Quintão Siravenha Müller*  
*Naynara de Souza*  
Universidade Federal do Pará - UFPA

*Andrea de Matos Machado*  
*Marinilda Lima Souza*  
Centro Universitário SENAI CIMATEC

*Bruna Camila Francisco*  
*Julia Rodrigues Batista*  
*Paloma Maria Silva Rocha Rizol*  
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP

*Elis Regina Duarte*  
*Karla Silva*  
*Maria Eduarda Favaro*  
*Rafaela Mota Ardigó*  
*Tanatiana Ferreira Guelbert*  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

*Milena Pavan Serafim*  
Universidade Estadual de São Paulo - UNICAMP

*Sueli Sampaio Damim Custódio*  
Instituto Tecnológico da Aeronáutica – ITA

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	ESTADO DA ARTE DOS GRADUANDOS EM ENGENHARIA NO BRASIL ENTRE 2004 E 2019 SOB O ASPECTO SOCIOECONÔMICO.....	15
3	CONTRIBUINDO PARA UMA MUDANÇA DE CENÁRIO - PROJETOS INCLUSIVOS NAS ÁREAS DE STEM.....	16
4	A EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA COMO MECANISMO DE INCENTIVO EM STEAM NA EDUCAÇÃO PÚBLICA: AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS DE ENSINO COM PROTAGONISMO FEMININO.....	28
5	RESULTADOS GERAIS.....	29
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS E AGRADECIMENTOS.....	36
	REFERÊNCIAS.....	37

## **MULHERES NA ENGENHARIA: MECANISMOS DE PERMANÊNCIA NA GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO E PARA A PROMOÇÃO DA IGUALDADE DE OPORTUNIDADES NO MERCADO DE TRABALHO**

### **1 INTRODUÇÃO**

A sessão dirigida Mulheres em STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) que ocorreu no Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) (2019) se consolidou e trouxe vários resultados um deles é a criação do GT Mulheres na Engenharia da Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE). As discussões acerca de uma maior inclusão da mulher nas áreas de STEM são realizadas em diversas conferências nacionais e internacionais e se intensificaram nos últimos dez anos. Neste contexto, diversas ações foram introduzidas por meio de programas e projetos inserindo metodologias e ferramentas para apoiar as mulheres a permanecerem na graduação e pós-graduação, evitando assim a evasão dos cursos e das áreas de atuação em STEM. As pesquisas identificaram diversas barreiras, dentre as quais o assédio moral, a dupla/tripla jornada além da falta de apoio dos familiares. Considerando o percentual de mulheres nas áreas de STEM, em torno de 24% (FERNANDES, 2021), os projetos que incentivem meninas a ingressarem nesse universo são de extrema importância para ajudar a mudar esse cenário.

A discrepância entre o número de homens e mulheres nas áreas de STEM, seja no contexto acadêmico ou de mercado de trabalho, é uma realidade global, afetando também o Brasil. Este problema tem sido estudado em todo o mundo (BEEDE et al., 2017) e para diminuí-lo tem-se criado estratégias para atrair mais mulheres para estas áreas (MILGRAM, 2011). Algumas iniciativas podem ser citadas, como a UNWomen, UNESCO for Women in Science, IEEE Women in Engineering e o ElesporElas, que são organizações comprometidas com ações que buscam mitigar o atual cenário relativo à desigualdade de gêneros.

Embora estudos relacionando gênero, educação e mercado de trabalho aconteçam há décadas, em nosso país, podemos constatar o aumento de iniciativas a partir da criação de políticas públicas voltadas para a inserção de mulheres nos diversos cenários citados, no âmbito do

ensino e divulgação científica. Os principais editais que corroboram para a existência de tantos projetos que tratam da inclusão de meninas e mulheres no universo STEM atualmente são: Construindo a Igualdade de Gênero, uma parceria entre CNPq e Secretaria da Mulher, promovido entre 2005 e 2016 (CNPq, 2016), Meninas e Jovens Fazendo Ciências Exatas, Engenharias e Computação edições de 2013 e 2018 (CNPq, 2013), (CNPq, 2018), dentre outros. O fato de não haver uma regularidade nos fomentos para essas áreas, faz com que muitas iniciativas sejam descontinuadas ou mesmo extintas.

Outros tantos projetos persistiram e persistem contornando suas dificuldades e continuam atuando com o propósito de incentivar meninas e mulheres para as áreas de STEM. Uma série de ações e boas práticas foram criadas nos campos de ensino aprendizagem e divulgação científica, como as monitorias presenciais e à distância, oficinas científicas, palestras em escolas públicas e ONGs, capacitações em programação, rodas de conversa, cinematecas científicas, feiras científicas, aulas de apoio visando o ENEM, treinamento para olimpíadas acadêmicas, acolhimento e conversa com os familiares, dentre tantas outras iniciativas.

Considerando o mercado de trabalho, cargos executivos de liderança nas 500 maiores empresas no Brasil, em 2010, eram ocupados por 13,9% de mulheres. Em 2020, esta ocupação já correspondia a 34% nas diretorias executivas (GRANT THORNTON INTERNATIONAL, 2020).

Segundo o IBGE (2021), em 2019 o corpo docente de ensino superior era formado por 46,8% de mulheres, e mulheres que ocupam cargos de gerência são apenas 37,4%. Em 2019, as mulheres receberam 77,7% do rendimento dos homens. Enquanto o rendimento médio mensal dos homens era de R\$2.555, o das mulheres era de R\$1.985.

Quando se toma como foco as carreiras em STEM tal cenário não se altera. Nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, onde se concentram as maiores quantidades de profissionais registrados nos conselhos regionais de engenharia e agronomia (CREA), por exemplo, as mulheres representaram apenas 14,12%, 13,69% e 18,68%, respectivamente, considerando o total de engenheiros (CONFEEA, 2021).

Existem fatores importantes que determinam a continuidade e avanço das mulheres nas carreiras científicas, que variam entre países e

regiões, mas são sempre decisivos. Se olharmos para mulheres com filhos, o cenário fica ainda mais problemático (UNESCO, 2022).

Alguns marcos no Brasil foram importantes para mulheres com filhos se aproximarem de conseguir a equidade no mercado de trabalho e na academia. Um deles foi em 15 de abril de 2021, quando o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) incluiu no currículo Lattes um campo para registro da licença maternidade, cujos objetivos são: acesso dos Comitês Assesores (CAs) aos dados; sensibilização dos membros dos CAs para considerar as questões de maternidade nas avaliações dos projetos e levantamento de indicadores para avaliação dos impactos na produção de pais e mães cientistas. Essa é uma conquista do movimento feminista, da comunidade científica e de instituições parceiras do CNPq, em especial, do Movimento *Parent in Science* (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÕES, 2021).

Na SD02 - Mulheres na Engenharia: Mecanismos de Permanência na Graduação e Pós-graduação e para Promoção da Igualdade de Oportunidades no Mercado de Trabalho foram sugeridos os seguintes temas para discussão:

- a) Formação no ensino superior voltada para mulheres em STEM com foco nas engenharias;
- b) Currículos, práticas e extensão de ensino voltadas às mulheres em carreiras STEM;
- c) Formação na indústria para mulheres em Engenharia;
- d) Movimentos sociais e as ações para mulheres em STEM;
- e) Políticas de/para mulheres em STEM: cenários nacionais e internacionais;
- f) História, epistemologias e filosofias feministas nas carreiras em STEM;
- g) Interdisciplinaridade: a formação em STEM e seus diálogos com as artes, a filosofia, as ciências naturais e as ciências humanas;
- h) Desafios da maternidade na graduação, pós-graduação e no mercado de trabalho;
- i) Projetos de pesquisa voltados para mulheres como forma de incentivar a permanência nos cursos STEM.

Como resultado da SD02 obteve-se seis artigos enviados: A Extensão Universitária como Mecanismo de Incentivo em STEAM na Educação Pública: Avaliação das Práticas de Ensino com Protagonismo

Feminino, Aplicação da Robótica Educacional para Alunas de Escolas Públicas de Belém como Mecanismo Extensionista de Incentivo a Mulheres nas Carreiras STEM, Arena STEM 4.0: Desmistificando Tecnologias, Desafios da Maternidade para Profissionais nas Áreas de STEM, Estudo Socioeconômico dos Graduados em Engenharia no Brasil que Participaram do ENADE entre 2004 e 2019, Mulheres na Engenharia: Relatos de Ações em Projetos de Extensão da UTFPR.

A partir da exposição dos artigos selecionados, consolidou-se uma série de aspectos relevantes ao tema proposto pela SD02, e também o resultado de uma discussão ampla entre os participantes que será apresentada ao final deste capítulo.

O resultado final de cada SD constituir-se-á em um capítulo de um livro, que será editado após o evento.

## **2 ESTADO DA ARTE DOS GRADUANDOS EM ENGENHARIA NO BRASIL ENTRE 2004 E 2019 SOB ASPECTO SOCIOECONOMICO**

A disparidade na distribuição desigual de recursos econômicos e oportunidades constitui um desafio significativo em muitos países, impactando profundamente a estrutura social e econômica de suas populações. Essa questão se torna ainda mais crucial quando se consideram os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Agenda 2030 da ONU (2015). Esses objetivos destacam a urgência de abordar essas desigualdades globais por meio de políticas inclusivas e da igualdade de acesso à educação, visando impulsionar a mobilidade social.

No centro desse problema está a desigualdade socioeconômica, que impacta diretamente o acesso à educação superior. Isso constitui um tema complexo moldado pelas diferenças socioeconômicas de cada país. Nesse sentido, o Brasil figura entre os países marcados por uma significativa desigualdade socioeconômica. Nesse contexto, alcançar um acesso equitativo à educação superior se torna um desafio, uma vez que existem obstáculos que vão desde a carência de recursos financeiros até a falta de apoio educacional no início da jornada acadêmica. Essa realidade se reflete nos Relatórios Econômicos da OCDE (Brasil, 2018) sobre o Brasil em 2018, que apontam notáveis deficiências no sistema educacional, especialmente no que tange o ensino superior.

No Brasil, mais de 45 mil estudantes concluem cursos de engenharia a cada ano (ABENGE, 2014), entretanto, persistem desigualdades específicas nas áreas STEM, o que corrobora a posição do Brasil como um dos países mais desiguais do mundo.

Analisou-se a relação entre as desigualdades socioeconômicas e os cursos de engenharia oferecidos pelas universidades brasileiras. Para tanto, serão utilizados os microdados do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade), cedidos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), referentes aos anos de 2004 a 2019, que englobam a participação dos estudantes de engenharia na avaliação. O estudo visa compreender os padrões de acesso e as características dos estudantes nesses cursos, levando em consideração fatores fundamentais como renda, gênero e raça.

## 2.1 Materiais e Métodos

No intuito de viabilizar a presente pesquisa, foram utilizados os microdados do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade), dos anos em que os cursos de Engenharia foram avaliados no Enade, especificamente 2005, 2008, 2011, 2014, 2017 e 2019. O estudo englobou todas as 27 Unidades Federativas do país.

Os dados foram tratados em etapas. Inicialmente foi realizado o *download* dos microdados no *site* do Inep. Foram então selecionadas e filtradas as variáveis relevantes, como renda, gênero, raça e localização. Finalmente os dados foram organizados no Excel e análises visuais foram conduzidas no Power BI.

## 3 CONTRIBUINDO PARA UMA MUDANÇA DE CENÁRIO – PROJETOS INCLUSIVOS NAS ÁREAS DE STEM

No contexto de ações afirmativas para o empoderamento feminino, com base nos ODS 4, 5, 9 e 10 (ONU, 2015), é fundamental promover experiências de aprendizagem inovadoras que utilizam as tecnologias da Indústria 4.0 de forma a promover incentivo à ampliação de mulheres nas áreas de STEM.

As pesquisas realizadas pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2021) relacionadas à Educação no Ensino Superior no Brasil demonstram que as mulheres representam 58,4% do total de matriculados nos cursos de graduação.



No entanto, os formandos na área da Computação e Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) ainda são em grande maioria, homens, com o percentual de 85,2% dos concluintes e as mulheres representam apenas 14,8% dos formandos. Neste sentido, ainda existe uma significativa disparidade numérica na formação profissional e, conseqüentemente, um reflexo direto na desigualdade de oportunidades de inserção de mulheres nas áreas de STEM. Se menos de 20% de mulheres se capacitam nestas áreas, a baixa participação feminina no mercado de trabalho e ingresso nas carreiras de STEM se mantém. Dados da ONU Mulheres (2018) destacam que 74% das meninas têm interesse nas áreas de exatas, no entanto, somente 25% da força de trabalho na indústria digital é feminina. A Agenda 2030 (PNUD, 2015) aponta a necessidade da promoção de ações que contemplem os ODS. Alguns deles focam na promoção de melhoria no ensino (ODS 4); redução da desigualdade de gênero (ODS 5) e ODS 9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura, sobretudo o fomento à inovação, enquanto preocupação especial para grupos sociais específicos, como as mulheres, pessoas com deficiência e os jovens.

A pesquisa do Fórum Econômico Mundial (WEF, 2022) destaca que as mulheres continuam sub-representadas nas áreas de STEM. Considerando a graduação em todas as áreas, a porcentagem de mulheres licenciadas em TIC é de 1,7%, em comparação a 8,2% de homens graduados. Em engenharia e manufatura, as mulheres representam não mais que 6,6% e os homens 24,6%, do total de formandos em universidades.

Para a UNESCO (2022), a Inteligência Artificial (IA) e as tecnologias digitais avançadas mudam a forma de produzir e trabalhar e são fatores-chave nos empregos do futuro. Neste sentido, é fundamental a inclusão de mulheres na participação da economia digital para assegurar que a indústria 4.0 não perpetue o preconceito de gênero. Segundo a UNESCO (2022) a participação de mulheres nas áreas de STEM é essencial para evitar a reprodução de desigualdades na produção científica e na criação de algoritmos de tecnologias que impactam de maneira significativa na vida em sociedade da atualidade, portanto, trata-se de direito individual e de necessidade social. Tonini e Araújo, (2019) destacam que é fundamental impulsionar ações para que meninas possam ter contato com Ciência, Tecnologia e Inovação desde os ciclos mais básicos da educação. Assim, é necessário implementar atividades e práticas

didático pedagógicas integradas, estimulantes e criativas visando aproximar, inspirar e oportunizar que meninas possam ser motivadas e incluídas nas áreas de STEM.

Um caminho importante para abordar o estímulo de meninas e mulheres para as áreas de exatas e tecnologias é a extensão universitária, que além de integrar os conhecimentos e utilizar novas metodologias de aprendizagem, permite aos envolvidos nas ações extensionistas a construção de novas habilidades que auxiliam na formação requerida pelo atual mercado de trabalho.

De acordo com Pavesi (2021), os principais métodos utilizados para desconstruir esses estereótipos são: atuar no Ensino Fundamental e Médio, levando representatividade para as crianças e jovens e, também, auxiliar acadêmicas que já estão presentes no Ensino Superior, onde a Universidade pode ser vista como um lugar de apoio e inclusão, que possui o papel de transformar a sociedade.

A seguir serão apresentados projetos que atuam nos âmbitos individual, escolar e familiar, visando mitigar a realidade de meninas e mulheres nas áreas de STEM, bem como desconstruir estereótipos negativos que persistem em existir ainda hoje.

### **3.1 Ações em Projetos de Extensão da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)**

A UTFPR, por meio de seu corpo docente, possui diferentes projetos e ações de extensão, cujo principal viés é a aproximação com a sociedade, visando suprir alguma demanda existente. Serão abordadas ações desenvolvidas pelo projeto multicampi de extensão da UTFPR, o OxysAzeotetic, cuja composição da equipe e do público alvo são mulheres.

#### ***Projeto OxysAzeotetic: Empreendedorismo Feminino na Engenharia***

O início do projeto OxysAzeotetic se deu no segundo semestre de 2020, a partir da proposição de alunas interessadas em desenvolver habilidades empreendedoras e promover a cultura de pesquisa com inovação em meio às restrições impostas pela pandemia.

Duplas de graduandas definiram uma temática de interesse, a partir de uma pesquisa e propuseram atividades práticas relacionadas às

seguintes opções de temas: tratamento de afluentes, biocombustíveis, cosméticos e reciclagem.

Posteriormente foram apresentadas para a comunidade, especialmente meninas, com objetivo de incentivar as mesmas a cursarem engenharia.

Para a temática água, o projeto “Tratando Água do Macro ao Micro” teve como objetivo avaliar todo tratamento de água analisando uma estação de tratamento e, ainda, propor experimentos sobre como desenvolver um filtro caseiro. As alunas realizaram capacitação voltada para os alunos do 1º ano do ensino Técnico Integrado (Ensino Médio) da UTFPR campus Campo Mourão (UTFPR-CM), onde realizaram uma palestra sobre a importância da água receber tratamento adequado e de como este tratamento acontece antes da mesma chegar até a população. Além disso, apresentaram o projeto de extensão OxysAzeotetic do curso de Engenharia Química e os equipamentos típicos usados em atividades práticas na UTFPR-CM. Também demonstraram, por meio de práticas de laboratório, o processo de floculação da água, tal qual acontece em uma estação de tratamento de água (Figura 1).

Figura 1 - Atividades do projeto temática água.

**APRESENTAÇÃO**

A ação contou com a presença dos alunos do 1º ano do Curso **Técnico Integrado (Ensino Médio Integrado)** da UTFPR campus Campo Mourão

Apresentamos não só o projeto "Tratando Água do Macro ao Micro" do time de águas, como também a Oxys Azeotetic e o curso de Engenharia Química

**PRÁTICA**

Após contextualizar como a água é tratada antes de chegar até a população, foi realizada uma prática

Utilizando água, carbonato de cálcio e o floculante, sulfato de alumínio, foi possível demonstrar o efeito da floculação na água

Ainda, foi apresentado aos alunos equipamentos típicos usados em atividades práticas na UTFPR-CM

» arraste para o lado «

Fonte: Autoras.

No projeto sobre biocombustíveis pesquisou-se os processos de produção de biodiesel a partir de óleo de macaúba. Aprendendo na prática, é uma das ações desenvolvidas por esse time. Dessa vez a ideia foi criar vídeos lúdicos para explicar como ocorrem as transformações de energia e a produção do biodiesel através do óleo de macaúba (Figura 2).

Figura 2 - Atividades do projeto temática biocombustíveis.

**PRODUÇÃO DE VÍDEOS**

A ideia de produzir vídeos animados sobre o tema, tem como objetivo transpassar o conhecimento de forma lúdica e, assim, mais interessante ao nosso público!

**ENERGIA**

O primeiro vídeo tem como tema: "ENTENDENDO A ENERGIA". Nele é exemplificado e mostrado como a energia da radiação solar é transformada até chegar e ser absorvida por nós.

É no segundo vídeo "ENGENHARIA QUÍMICA E SUSTENTABILIDADE: A PRODUÇÃO DE BIODIESEL" foi feita uma apresentação animada de como ocorre a produção de biodiesel.

**PRODUÇÃO DE BIODIESEL**

A nossa parte prática, consistirá também na produção de biodiesel através do óleo de macaúba, como forma de demonstração prática da atividade do profissional de engenharia química.

O óleo da semente de macaúba pode ser utilizada como biocombustível, por possuir alta produtividade e certa inutilidade no setor alimentício, tendo sido, por isso, considerado como a matriz energética a ser avaliada no nosso trabalho.

Quer saber como o processo de produção será realizado? Arrasta para o lado para ver como se dá o módulo prático!

Até aqui para o lado >>> até aqui para o lado >>>

Fonte: Autoras.

No tema cosméticos, o projeto abordou a produção de protetores solares e sua eficácia. As graduandas responsáveis pelo tema cosmético propuseram, também, práticas com alunos do ensino médio, para verificação de acidez de xampus utilizando repolho roxo como indicador. Também foi realizada uma visita virtual através da rede social do projeto OxysAzeotetic (OXYS AZEOTETIC).

O projeto sobre polímeros teve como tema a produção e reciclagem alternativa do polietileno, como atividade prática foi inserida a questão ambiental e cultural, estudando sobre a produção do ukulele a partir de material reciclado.

Indicadores dos desdobramentos e sucesso do projeto, considerando o universo das oito graduandas proponentes:

1. Desenvolvimento de Competências Empreendedoras: Uma das alunas envolvidas com o tema Cosméticos, seguiu especializando-se na

área e hoje, no último semestre do curso de Engenharia Química, já atua formulando e comercializando a produção de alguns cosméticos, e ministrará um minicurso sobre o tema, no simpósio institucional do curso que acontecerá em setembro de 2023.

2. Fomento da Inovação e criação de projetos: Uma das alunas envolvidas no projeto de biocombustíveis, seguiu com as pesquisas e hoje desenvolve seu trabalho de conclusão de curso sob o título Tratamento de biogás com microalgas: análise da remoção de impurezas e aumento do potencial calorífico para a produção de energia renovável.

3. *Networking* e Interação com o Ecossistema Empreendedor: Uma das alunas envolvidas no projeto foi a primeira colocada da UTFPR-CM, como bolsista no projeto de extensão em rede nacional IF+Empreendedor.

4. Empoderamento Feminino: Uma das alunas envolvidas no projeto foi a única do gênero feminino a ser selecionada e seguirá agora em setembro ao programa de dupla diplomação EQ UTFPR-CM.

5. Contribuição para a sociedade: todos os projetos foram apresentados diretamente para a sociedade, na forma de: palestras, publicação de artigos, apresentação de trabalhos, capacitações para alunos do ensino médio, visitas técnicas virtuais, "Lives" e prospecções via mídias sociais.

### **3.2 Aplicação da Robótica Educacional para Alunas de Escolas Públicas de Belém como Mecanismo Extensionista de Incentivo a Mulheres nas Carreiras em STEM**

O projeto de extensão, IAÇÁ Robótica Feminina, da Universidade Federal do Pará (UFPA), busca estimular a participação e permanência de meninas, visando a igualdade no meio acadêmico. Realizado por graduandas da UFPA, o projeto utiliza a abordagem STEM e o método "maker" para introduzir robótica a alunas do ensino médio em Belém, Pará. O objetivo é capacitar as alunas para projetos com sensores e Arduino.

#### ***O Clube de Ciências***

O Clube de ciências faz parte do projeto extensionista da faculdade de engenharia mecânica, IAÇÁ robótica feminina, voltado para o

incentivo para que mais meninas possam vir a se interessar pela área, acolhimento e apoio para as que já estão inseridas nas áreas de STEM. O programa se desenvolveu no âmbito da Universidade Federal do Pará (UFPA) e contou com a participação de 15 voluntárias, 40 alunas de escolas públicas distintas de Belém.

O programa se dividiu em três etapas: planejamento e capacitação, pré-projeto e projeto, a Figura 3 apresenta o fluxograma de desenvolvimento do projeto.

Figura 3 - Fluxograma de desenvolvimento das etapas do Projeto.



Fonte: Autoras.

Utilizou-se o método de educação continuada que consiste na ideia da constante qualificação do indivíduo, seja no âmbito acadêmico, profissional ou pessoal (RIBEIRO, 2019). Em conjunto foram aplicadas metodologias STEM e educação “*maker*”, as quais são baseadas na participação dos alunos e no desenvolvimento de habilidades (MAIA 2021). Aliado a isso, o ensino de robótica proporcionou um desenvolvimento cognitivo, criatividade e capacidade de se trabalhar em grupo.

Aplicou-se ao projeto esse conjunto de métodos da seguinte forma: todas as graduandas voluntárias do projeto passaram por um treinamento em que o objetivo era nivelar o conhecimento entre as áreas: Eletrônica, Programação e Mecânica, as quais são os 3 pilares da robótica. Após isso, a equipe de projetos passou a desenvolver atividades como

modelos de palestras, minicursos e gincanas educacionais voltadas para a robótica, esse processo durou cerca de seis meses.

Na etapa de planejamento e capacitação, a liderança de projetos buscou formas de conseguir parcerias com as escolas públicas de Belém, para que estas apoiassem suas alunas no ingresso do Clube de Ciências. Após isso se definiu tarefas tais como preparo de roteiros de aulas, dinamização do curso, locais para aulas, preparo de material e etc. Esta etapa foi primordial para o bom desempenho de logística do projeto, pois queria proporcionar a essas alunas a experiência mais real possível de uma vida universitária, diante do fato de que nem todas possuem conhecimento ou tem familiares que fizeram um curso superior, com isso aproximando a sociedade da universidade.

Na fase de pré-projeto realizou-se visitas às escolas parceiras, com toda documentação necessária, tais como: ofício, autorização dos pais e termo de autorização do uso de imagem e som. Posteriormente as escolas selecionaram alunas do ensino médio, sendo aproximadamente 14 alunas de cada escola, em sua maioria do primeiro ano do ensino médio. Nesta etapa também se preparou os slides de aulas e os desafios que seriam feitos para tornar dinâmico o aprendizado. Além das aulas, as alunas aprendiam desenvolvendo projetos simples como o uso do sensor ultrassônico e seu funcionamento, ligando led e até mesmo montando código em formato de “quebra-cabeças”

Durante o projeto, as alunas das escolas públicas puderam ir ao campus universitário, que apesar de ser o maior campus do estado do Pará, muitas delas não conheciam (Fig. 4a). Na universidade desenvolveu-se atividades de aulas e desafios, e, analisou-se o desempenho de cada uma delas de acordo com as habilidades que eram almeçadas a se desenvolver. Tais como: pensamento lógico, tomada de decisão, trabalho em equipe. Ao final elas desenvolveram em equipes projetos como dispensador de álcool em gel, relógio digital, semáforo interativo e alarme de segurança.

Por fim realizou-se uma cerimônia de formatura a exemplo uma solenidade de graduação em que essas alunas foram certificadas por uma mesa solene composta por professoras doutoras de cursos de engenharia da UFPA com intuito de apresentar modelos femininos bem sucedidos da área como forma de incentivo a carreira (Fig. 4b).



Figura 4 - Primeiro dia do programa Clube de Ciências (a), Evento de entrega dos certificados às alunas do clube de ciência (b).



(a)



(b)

Fonte: Autoras.

Um dos objetivos almejados pelo programa era que ao final as alunas fossem capazes de desenvolver de forma autônoma e em equipe projetos relacionados à robótica. Sendo assim, as equipes desenvolveram 4 projetos previamente selecionados que foram: Sensor de perturbação sonora, Semáforo interativo, Dispensador de álcool em gel e Relógio digital.

- **Sensor de perturbação sonora:** Em ambientes onde o nível de decibéis baixo é necessário para se manter agradável, como bibliotecas, igrejas e hospitais, um sensor com alarme geral avisando do nível de ruído tem grande utilidade de controle. Assim, o projeto é de grande utilidade para o dia a dia e pode ser construído por meio de conceitos da robótica aplicada. O projeto fez uso do sensor LMV 321 com um microfone de eletreto, omnidirecional com intervalo de voltagem de 3 a 10 volts, de impedância de *output* de 2200 ohms. Além disso, é usado um led para mostrar que o nível de decibéis passou do patamar; este led fica ligado por três segundos. Com um resistor de 300 ohms anexo.

- **Dispensador de álcool em gel:** Realizou-se a construção de baixo custo de um dispensador automático de álcool em gel. No projeto utilizou-se de materiais descartáveis. Seu princípio de funcionamento é regido pela leitura do sensor ultrassônico que ao identificar as mãos do usuário aciona a bomba de água que transporta o álcool em gel do recipiente até as mãos do usuário. Também para que ocorra a identificação do líquido dentro do pote foram utilizados sensores ópticos,



essa identificação se tornou necessária para que ao se despejar o líquido e com o movimento da bomba o material não transbordasse.

- **Semáforo Interativo:** Neste projeto, realizou-se uma versão protótipo de um semáforo interativo. E isso ocorreu da seguinte forma: o estado inicial do projeto mostra sinal verde para os carros e vermelho para pedestres, quando o usuário apertar o botão, ou interagir com a aplicação, o estado irá transacionar para o estado sinal amarelo para os carros e continuará vermelho para os pedestres, enquanto há a contagem de 10 segundos para que os carros parem e haja a transição de estados novamente. Por último, para o estado vermelho para os carros e verde para os pedestres, enquanto há nova contagem de 10 segundos. Após os 10 segundos, o estado voltará ao inicial. Baseou-se, nesse projeto, em cidades inteligentes com recurso para que o pedestre com deficiência visual consiga interagir com o sinal de trânsito de forma a fazer a passagem mais segura.

- **Relógio digital:** Neste projeto realizou-se uma versão de um Relógio digital, de forma a prototipar na *protoboard* por meio de displays de 7 segmentos a hora e os minutos de acordo com o horário de Brasília.

### 3.3 Arena STEM Garotas 4.0: Desmistificando Tecnologias

A Arena STEM Garotas 4.0 é uma das ações do projeto Garotas 4.0 - conexão para mudar o mundo, que é um projeto de extensão do Centro Universitário SENAI CIMATEC, localizado em Salvador, Bahia. O Garotas 4.0 tem por objetivo desenvolver atividades e dinâmicas gamificadas, correlacionando conteúdos formativos com conceitos e situações de aprendizagem relacionadas às áreas de STEM para motivar e inspirar a participação feminina nos cursos de engenharia.

Neste recorte, a proposta da Arena STEM contempla o planejamento e execução de uma arena de experimentações interativas e imersivas envolvendo tecnologias emergentes da Indústria 4.0 com o objetivo de apresentar o desdobramento prático de situações de aprendizagem que empregam tecnologias emergentes, tais como realidade aumentada, realidade virtual entre outras. Essas tecnologias fomentam a quebra de estereótipos de gênero para reduzir as desigualdades na educação e no acesso a oportunidades profissionais para mulheres. São empregadas metodologias ativas, a exemplo da

“rotação por estações” e aprendizagem *maker*. De forma interdisciplinar, participam da proposta, docentes e alunas, membros do ramo estudantil WIE (*Women in Engineering*), bolsistas de iniciação científica e alunas do ensino médio de escolas públicas integrantes do projeto.

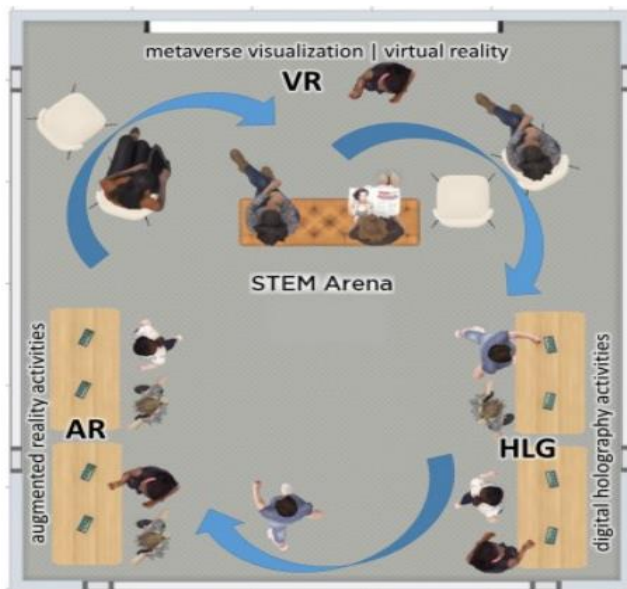
### **Aspectos teóricos-metodológicos**

As atividades gamificadas possibilitam a interdisciplinaridade, o trabalho em grupo, a reflexão crítica, a argumentação e a busca de soluções. Contemplam o planejamento estruturado com a construção dos protótipos e a experimentação de situações de aprendizagem, articulando a construção de conhecimento com os saberes e práticas educativas, de maneira lúdica, buscando aprimorar o aprendizado de conceitos, competências técnicas, organizacionais e de gestão, além de incentivar o engajamento, despertar a curiosidade e a criatividade das integrantes do projeto.

O aporte metodológico é balizado na metodologia “rotação por estações”. Trata-se de uma estratégia de ensino que demanda uma mescla entre momentos presenciais e momentos online síncronos e conduzida em um espaço educacional denominado “Arena STEM Garotas 4.0”. Vale destacar que na concepção e desenvolvimento das dinâmicas, são considerados procedimentos metodológicos de aprendizagem *maker*, por oportunizar atividades que engajam as alunas, referentes ao aperfeiçoamento de habilidades específicas, por fomentar a autonomia. A arena é norteada pelo tema “Mulheres em STEM”, cujas experimentações podem ocorrer em sala de aula, espaços abertos e também em ambientes virtuais de aprendizagem, desde que atendam aos requisitos de infraestrutura e comportam em média grupos entre 03 e 05 pessoas cada, segmentados em três estações: a) Realidade virtual e metaverso – o público participante pode experimentar um ambiente virtual com uso de óculos VR em que são apresentadas e acessadas as principais descobertas, teorias e contribuições para a pesquisa e inovação de mulheres cientistas; b) Realidade aumentada – o público acessa por meio de recursos tecnológicos (*smartphones* e ou *tablets*) atividades gamificadas que envolvem sobreposição de elementos virtuais ao ambiente real no contexto de pesquisa, inovação e tecnologias de mulheres cientistas e c) Holografia digital – acessam a história biográfica

de mulheres cientistas no Brasil e no mundo. A Figura 5 registra o *layout* da arena interativa.

Figura 5 - Arena “Mulheres em STEM”.



Fonte: Autoras.

A Arena STEM Garotas 4.0 possibilita a socialização e divulgação de conhecimento científico, promovendo maior engajamento no processo de ensino e aprendizado para a popularização das tecnologias emergentes por meio de compartilhamento de experimentações científicas e estímulo à participação das estudantes contribuindo para inspirar, aproximar e incluir meninas no campo das áreas de STEM, de modo a minimizar as desigualdades de gênero no âmbito educacional e também social permitindo que meninas e mulheres possam desenvolver habilidades e competências demandadas nos empregos do futuro.

#### **4 A EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA COMO MECANISMO DE INCENTIVO EM STEAM NA EDUCAÇÃO PÚBLICA: AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS DE ENSINO COM PROTAGONISMO FEMININO**

Ter a dimensão da totalidade de projetos, iniciativas e ações que tratam da inclusão e incentivo de meninas e mulheres nas áreas de STEM no Brasil não é uma tarefa fácil, porém podemos estimar a partir de redes, congressos e associações que trazem luz e visibilidade para estes projetos.

No caso brasileiro, políticas públicas executadas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em conjunto com as Universidades e Institutos Federais, em especial através da extensão universitária (FORPROEX, 2012; MEC, 2018), têm desempenhado um importante papel social na tentativa de diminuir as assimetrias de gênero. A partir de um delineamento de pesquisa quantitativa, decorrente de levantamento realizado a partir dos trabalhos disponíveis nos anais do I Simpósio de Mulheres em STEM (SMSTEM) (2022) e do I Congresso Internacional de Mulheres em STEAM (CIMESTEAM) (2022), a presente pesquisa apresenta um recorte dos resultados com o objetivo de responder à pergunta: Quais as práticas de ensino declaradas discursivamente nos textos que compõe os projetos extensionistas com protagonismo feminino? Os resultados demonstram que as práticas de ensino orientadas para a infância e a adolescência são direcionadas a ações de ensino disciplinares, enquanto nas práticas de ensino relacionadas às estudantes extensionistas predominam as *soft skills* e as ações de acolhimento associadas ao combate ao assédio moral no trabalho e no ambiente acadêmico, além de outros preconceitos percebidos pelas estudantes.

#### **Metodologia**

O presente estudo apresenta abordagem de pesquisa quantitativa e caráter exploratório (HAIR *et al*, 2005 GIL, 2008). A amostra analisada, que é secundária, escolheu-se por conveniência, sendo proveniente de levantamento realizado nos anais de dois eventos, realizados nos anos de 2020 (I SMSTEM) e 2022 (I CIMESTEAM), que tiveram como temática

central discussões acerca de mecanismos de incentivo nos processos de educação e carreira para meninas e mulheres nas áreas de STEAM.

Os dados foram analisados aplicando-se técnicas de estatística descritiva, paramétrica, não paramétrica e gráfica, com auxílio do *software* Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) e do Excel. Os resultados identificaram duas linhas de práticas de ensino dos projetos extensionistas em STEM avaliados:

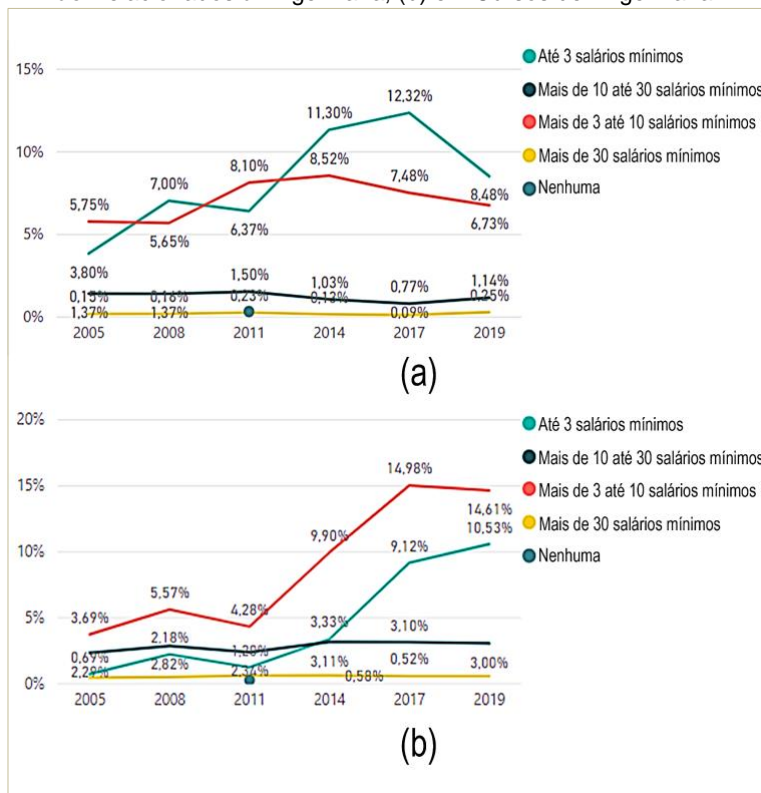
- i. práticas de ensino na infância e na adolescência e
- ii. práticas de ensino para e com extensionistas universitárias.

## 5 RESULTADOS GERAIS

Sobre o estado da arte dos estudantes de engenharia, os dados englobam um conjunto total de 2,61 milhões de respondentes, sendo que, no contexto dos cursos de engenharia, a amostra específica abrangeu 594,30 mil respondentes.

Ao se analisar a distribuição de renda entre os estudantes, surgem distinções notáveis entre os cursos de engenharia e outras áreas. No caso dos estudantes de engenharia, é claramente visível uma proporção significativamente maior que se enquadra na faixa de renda entre 3 e 10 salários-mínimos. É importante destacar que, após a implementação da Lei no 12.711/2012, que estabelece a reserva de 50% das matrículas em universidades e institutos federais para alunos provenientes exclusivamente do ensino médio público, houve um aumento na concentração de estudantes na faixa de renda de até 3 salários-mínimos e de 3 a 10 salários-mínimos, como ilustrado na Figura 6.

Figura 6 - Renda Familiar Total por ano de aplicação: (a) Comparando Cursos Não Relacionados à Engenharia, (b) em Cursos de Engenharia



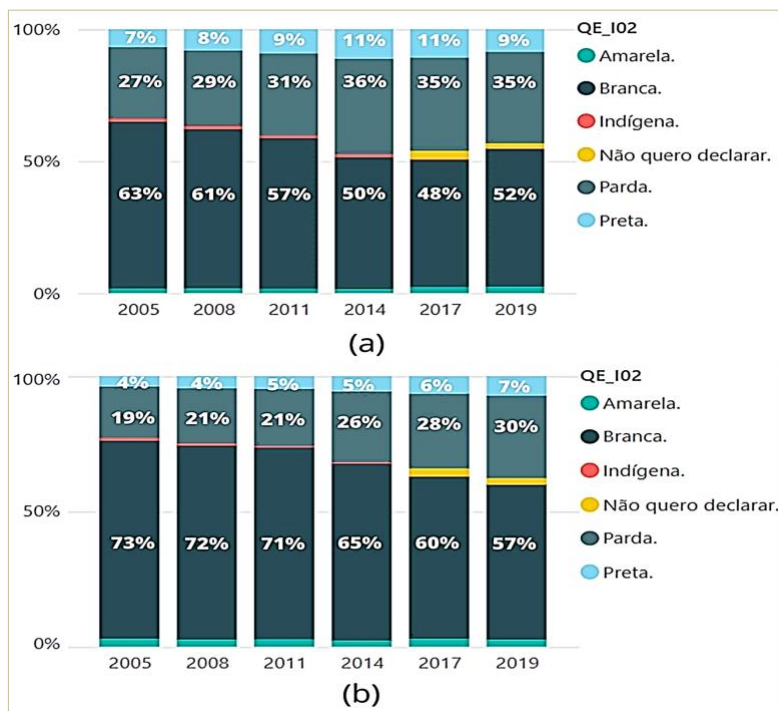
Fonte: Inep (2022), autoras.

As mudanças nas porcentagens de raça ou cor nos cursos de engenharia e em outras áreas de estudo revelam um cenário em transformação. Embora ainda haja desafios a serem superados para atingir uma representação mais equitativa, é encorajador observar os esforços contínuos para diversificar o ensino superior e garantir oportunidades educacionais igualitárias para todos.

Gradualmente, a política de cotas se revela como uma revolução discreta que está reconfigurando a estrutura socioeconômica dos

estudantes nas instituições de ensino superior (IES). Em 2002, apenas 2,2% da população composta por pretos e pardos havia alcançado a conclusão da graduação; entretanto, até 2017, essa porcentagem se elevou para 9,3% (Fig. 7). Contudo, ainda persiste um longo percurso a ser percorrido, visto que o segmento branco apresenta uma taxa de graduação de 22%, de acordo com o IBGE (LEITE et al., 2021).

Figura 7 - Autodeclaração de cor ou raça por ano de aplicação: (a) em cursos não relacionados à engenharia, (b) em cursos de engenharia.

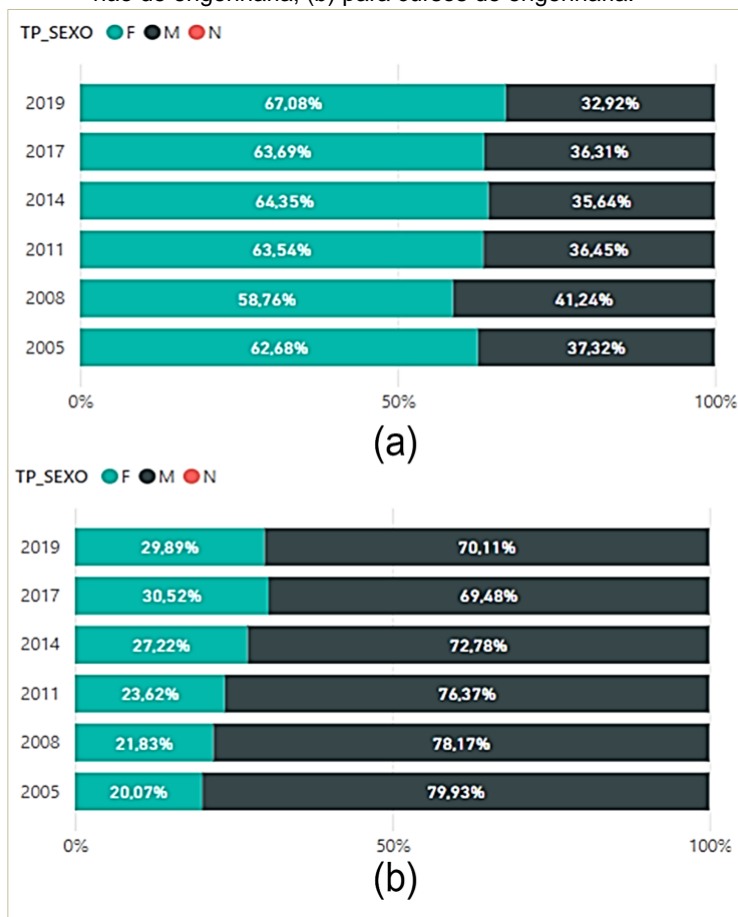


Fonte: INEP (2022), autoras.

A participação feminina nos cursos de engenharia é muito menor, ao longo dos anos estudados, atingindo 30% (Figura 8). Quando é feita a

mesma análise nos cursos que não são de engenharia, a maioria das estudantes são do sexo feminino.

Figura 8 - Presença por tipo de sexo ao longo dos anos: (a) para cursos que não de engenharia, (b) para cursos de engenharia.



Fonte: INEP (2022), autoras.



A desigualdade na distribuição de recursos e oportunidades é um desafio global, especialmente à luz dos ODS da ONU. A abordagem feita concentrou-se na desigualdade na educação superior, com foco nos cursos de engenharia no Brasil. A análise dos microdados do Enade entre 2004 e 2019 revelou padrões interessantes.

As diferenças socioeconômicas moldam o acesso à educação superior, especialmente em cursos de engenharia. Notavelmente, estudantes de engenharia têm rendas mais altas, enquanto outras áreas têm maior diversidade socioeconômica. A análise das porcentagens de raça ou cor destacou transformações graduais na composição racial, refletindo esforços para equidade. Apesar da participação feminina ter crescido cerca de 9 pontos percentuais desde 2005, a proporção de mulheres na engenharia ainda é de 30% em 2019.

Políticas públicas são cruciais para a inclusão de estudantes de baixa renda. Bolsas, auxílios financeiros, programas de alimentação e moradia, bem como apoio acadêmico, são fundamentais para garantir equidade. Essas políticas promovem justiça social e diversidade no ambiente universitário, permitindo a todos o acesso à educação superior.

Neste âmbito, os projetos extensionistas apresentados demonstram a sua importância e se tornam ferramenta tanto para manter a discente na universidade quanto para engajar e encorajar meninas a cursarem cursos STEM. Nos projetos extensionistas desenvolvidos na Universidade Federal Tecnológica do Paraná, observou-se que por meio das ações realizadas, é possível afirmar que a participação em eventos, palestras relacionadas ao empreendedorismo, engenharia e igualdade de gênero podem fornecer *insights* sobre as experiências das mulheres empreendedoras nas engenharias. Em última análise, verificou-se que as ações realizadas pelos projetos considerados promoveram o desenvolvimento pessoal e profissional das alunas, além de impactarem positivamente na sociedade e na indústria por meio da formação em potencial de empreendedoras capacitadas e visionárias no campo da EQ e EBB.

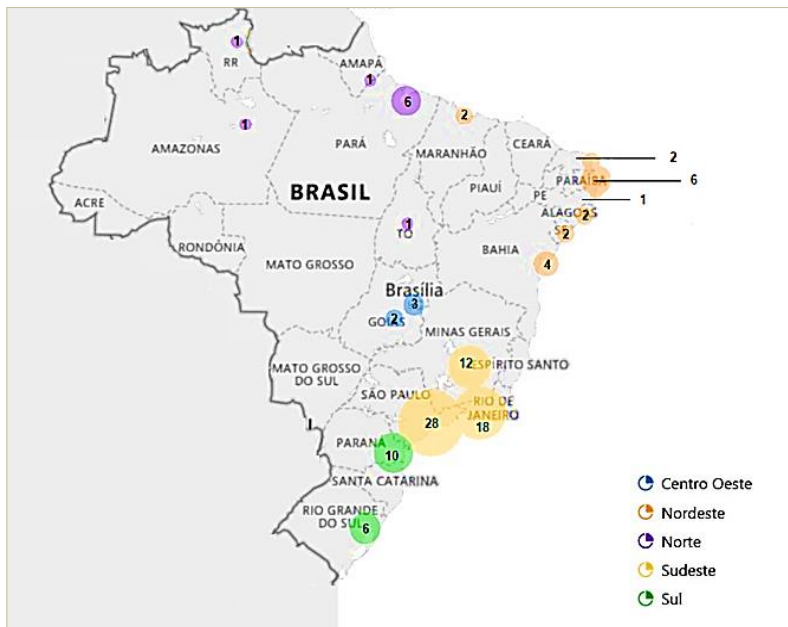
No projeto extensionista desenvolvido pela Universidade Federal do Pará, o laço: Robótica Feminina, obteve-se das 40 alunas inscritas no projeto, 87% conseguiram realizar a formação completa recebendo a certificação final. Além disso, aplicou-se um formulário para entender como o projeto afetou a vida delas, e se elas mudaram a percepção dos cursos de engenharias e afins. Neste contexto é possível observar o

impacto que o projeto teve na vida dessas alunas ao longo de 6 semanas, pois no final do curso 65% das meninas que responderam manifestaram a opção por algum curso de engenharia.

No projeto Arena STEM, tem como principais resultados o estímulo à socialização e divulgação de conhecimento científico, enquanto ferramenta de transformação social, voltados para redução da desigualdade de gênero nas áreas de STEM. Também a promoção de maior engajamento no processo de ensino e aprendizado para popularização de tecnologias emergentes por meio de compartilhamento de experimentações científicas e estímulo à autonomia e participação das estudantes para inspirar, aproximar e incluir meninas no campo das áreas de STEM. Por fim, destaca-se que promover ações e iniciativas inclusivas na educação em STEM contribuem para minimizar a redução das desigualdades de gênero no âmbito educacional e também social, permitindo que meninas e mulheres possam desenvolver habilidades e competências necessárias nos empregos do futuro

Realizou-se um estudo sobre o impacto dos projetos extensionistas em STEAM desenvolvidos majoritariamente por Universidades Públicas brasileiras no âmbito da educação pública básica no nível Municipal ou Estadual. Analisou-se um total de 109 projetos desenvolvidos ou em andamento entre os anos de 2018 e 2022, em todas as regiões do país. A maior parte dos projetos analisados concentraram-se na região sudeste (54%), seguidos das regiões nordeste (18%), sul (15%) e norte (9%). A distribuição pode ser observada na Figura 9.

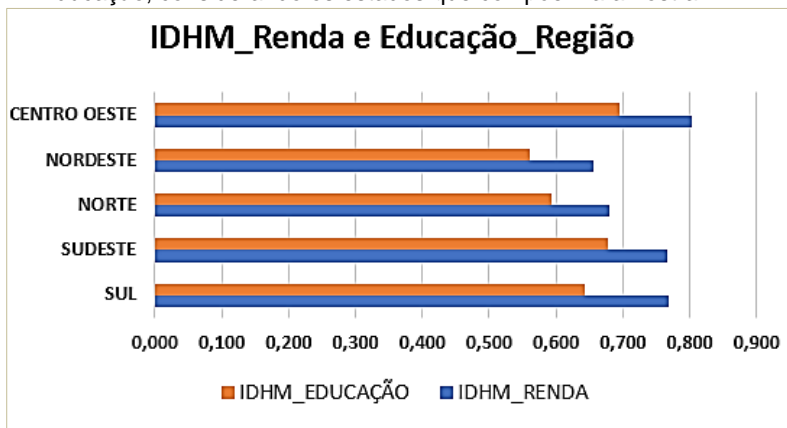
Figura 9 - Distribuição dos projetos extensionistas analisados.



Fonte: Autoras.

Para fins de análise do impacto geral dos projetos em educação nos alunos da rede básica de ensino nos estados onde ocorreram os projetos de extensão analisados, avaliamos o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) por níveis de Renda e Educação desagregados por Região. Os resultados indicaram que as regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, onde o IDH (Educação) é superior a 0,600, o IDH (Renda) é comparativamente superior ao das regiões Norte e Nordeste. Ressaltamos que nenhuma região do país possui IDH (Educação) ou IDH (Renda) classificada como Alta, à exceção particular do Distrito Federal, que puxa os resultados da região Centro-Oeste, e possui IDH (Renda) compatível ao de países de alto nível de desenvolvimento. Os resultados podem ser observados no Figura 10.

Figura 10 - Índice de Desenvolvimento Humano desagregado por Renda e Educação, considerando os estados que compõem a amostra.



Fonte: Autoras.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E AGRADECIMENTOS

Diante de todos os estudos apresentados e discussões realizadas nota-se a importância de políticas públicas e incentivo aos docentes para que se diminua a disparidade entre os gêneros na área STEM. Nos últimos 5 anos as pautas sobre gênero têm sido tratadas pelo governo, através do CNPq com editais para mulheres em STEM e inclusão da maternidade no currículo Lattes. Os debates são relevantes, mas por si só não amenizam a situação atual. São necessárias a cobrança e realmente ações para que se possa caminhar ao encontro da equidade de gênero. Não obstante disso é importante retratar que a mulher preta, indígena e trans enfrenta ainda mais preconceitos e barreiras sociais e culturais para exercer sua profissão.

A maternidade também é uma questão que não se pode esquecer de ser mencionada, pois nas últimas décadas as mulheres são obrigadas a escolherem a vida profissional ou pessoal (maternidade especialmente), pois os ambientes corporativos e acadêmicos não estão preparados para amparar uma mãe, e a mulher que não possui condições financeiras ou rede de apoio não consegue conciliar sua profissão com a

maternidade. Desta maneira a maternidade se apresenta como empecilho de ascensão na carreira seja no magistério ou no corporativo.

A mais de uma década a inclusão feminina, com todos os seus recortes, vem sendo tratada no universo corporativo e acadêmico, práticas extensionistas e projetos colaboram para diminuir o gap em relação ao percentual feminino nas áreas de STEM.

Os números já são bem conhecidos, levantamentos e resultados estatísticos a respeito do tema estão bem consolidados, bem como ações e práticas exitosas testadas e validadas.

A partir daí, o momento é de se cobrar ações contínuas, estabelecidas a partir de uma política de governo que trate da inclusão feminina desde os primeiros anos escolares. Para tanto, é fundamental rever a formação acadêmica para que o profissional formado saiba atuar considerando a inclusão como prática fundamental do seu dia a dia. Ainda em relação à formação acadêmica, o que está sendo feito na pós-graduação para que tenhamos professores que saibam como atuar na extensão universitária?

Os desafios estão postos, o que se espera é que as soluções possam surgir de forma a se reverter as estatísticas atuais.

Um agradecimento a todas as autoras e às professoras Elisângela do Prado Oliveira (UFPR) e Maria Bernadete de Moraes França (UEL) pelo empenho e dedicação em seus projetos e para que esse capítulo fosse construído.

## REFERÊNCIAS

ABENGE, R de E de E. **Perspectivas para Engenharia Nacional – Desafios e Oportunidades**. Revista de Ensino de Engenharia, [s. l.], v. 32, n. 3, 20214. Disponível em: <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/238>. Acesso em: 19 jul. 2023.

BEEDE, D. et al., **Women in STEM: A Gender Gap to Innovation, Economics and Statistics Administration Issue Brief No. 04-11**. Disponível em:

<http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/womeninstemagaptoinnovation8311.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2023.

BRASIL. **Relatórios Econômicos OCDE: BRASIL 2018.** 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/888933655130>. Acesso em: 27 fev. 2023.

CIMESTEAM. **Anais, I Congresso Internacional de Mulheres em STEAM.** v. 1, n.1. São José dos Campos, SP: 2022.

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), **Construindo a Igualdade de Gênero** Url: <http://www.igualdadedegenero.cnpq.br/igualdade.html> (2016).

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), **Meninas e Jovens Fazendo Ciências Exatas, Engenharias e Computação.** Url: <https://www.ufsm.br/pro-reitorias/prpgp/2013/10/24/mcti-cnpq-lanca-chamada-publica-meninas-e-jovens-fazendo-ciencias-exatas-engenharias-e-computacao/> (2013).

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), **Meninas nas Ciências Exatas, Engenharias e Computação.** Url: <https://www.ufrgs.br/propeq1/propeq/cnpq-e-mctic-abrem-edital-meninas-nas-ciencias-exatas-engenharias-e-computacao/> (2018)

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA. **Programa Mulher do Sistema CONFEA/CREA e MÚTUA 2021 – 2023.** Disponível em: [https://www.confea.org.br/midias/confea\\_cartilha\\_mulher\\_2021\\_web\\_final.pdf](https://www.confea.org.br/midias/confea_cartilha_mulher_2021_web_final.pdf). Acesso em: 28 mai. 2023.

Fernandes, A. (2021, 15 de setembro). **Brazilian women underrepresented in STEM fields.** Valor International. Disponível em: <https://valorinternational.globo.com/business/news/2021/09/15/brazilian-womenunderrepresented-in-stem-fields.ghtml>.

FORPROEX. **Política Nacional de Extensão Universitária**. Manaus: FORPROEX, 2012.

FÓRUM SOCIAL MUNDIAL **World Economic Forum**. WEF Global Gender Gap Report, 2022. Disponível em: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GGGR\\_2022.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_GGGR_2022.pdf)  
<https://www.weforum.org/reports/global-gender-gap-report-2021/>  
Acesso em: 04 mai. de 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2008.

GRANT THORNTON INTERNATIONAL. **Women in business 2020**. Disponível em: <https://www.grantthornton.com.br/insights/artigos-e-publicacoes/women-inbusiness-2020/>. Acesso em: 14 jun. 2021.

HAIR, J. F., ANDERSON, R. E., TATHAM, R. I., BLACK, W. C. **Análise Multivariada de Dados**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) 2021. **Estatísticas de Gênero Indicadores sociais das mulheres no Brasil**. 2ª edição. Disponível em: Estatísticas de Gênero Indicadores sociais das mulheres no Brasil.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Disponível em: [https://download.inep.gov.br/educacao\\_superior/censo\\_superior/documntos/2021/apresentacao\\_censo\\_da\\_educacao\\_superior\\_2021.pdf](https://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/documntos/2021/apresentacao_censo_da_educacao_superior_2021.pdf). Acesso em: 04 abr. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Microdados do Exame Nacional de desempenho dos Estudantes**. 2021. Disponível em: <[https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-bertos/micro dados/enade](https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-bertos/micro-dados/enade)>. Acesso em: 13 jan. 2023.

LEITE, G.; RUTH, M.; PEREIRA, A.; ARAÚJO, D. E.; OLIVEIRA, I. D. **A trajetória da população universitária brasileira: uma questão de raça e classe.** Revista de Direito, [s. l.],v. 13, n. 02, 2021. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8113343>. Acesso em: 20 fev. 2023.

MAIA, Dennys Leite; DE CARVALHO, Rodolfo Araújo; APPELT, Veridiana Kelin. **Abordagem STEAM na educação básica brasileira: uma revisão de literatura.** Revista Tecnologia e Sociedade, v. 17, n. 49, p. 68-88, 2021.

MILGRAM, D. **How to Recruit Women and Girls to the Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) Classroom.** Technology and Engineering Teacher, v71 n3 p4-11, nov. 2011.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). Diretrizes para as Políticas de Extensão da Educação Superior Brasileira. Portaria nº 1.350, publicada no D.O.U. de 17/12/2018, Seção 1, pág. 34.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Disponível em: [https://download.inep.gov.br/educacao\\_superior/censo\\_superior/documentos/2021/apresentacao\\_censo\\_da\\_educacao\\_superior\\_2021.pdf](https://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/documentos/2021/apresentacao_censo_da_educacao_superior_2021.pdf). Acesso em: 04 abr. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Mulheres Brasil.** Brasília, 15 fev. 2018. Disponível em: <http://www.onumulheres.org.br/noticias/onu-mulheres-defende-investimentos-publicos-e-privados-em-igualdade-de-genero-para-aumentar-participacao-de-meninas-e-mulheres-em-ciencia-e-tecnologia/> Acesso em: 03 jul. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDA (ONU). **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** 2015. Disponível em: <http://www.br.undp.org/content/dam/brazil/docs/agenda2030/undp-br-Agenda2030-completo-pt-br-2016.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.



Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). **Uma equação desequilibrada: aumentar a participação das mulheres na STEM na LAC. GOV.** Apresentação — Ministério da Educação. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/ptbr/acessoinformacao/institucional/apresentacao>. Acesso em: 20 jul. 2023.

OXY S AZEOTETIC. Paraná. Instagram: @oxysazeotetic. Disponível em: <https://www.instagram.com/oxysazeotetic/>. Acesso em: 15 mai. 2023.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÕES. **CNPq anuncia inclusão do campo licença-maternidade no Currículo Lattes.** 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/cnpq/pt-br/assuntos/noticias/cnpq-em-acao/cnpq-anuncia-inclusao-do-campo-licenca-maternidade-no-curriculo-lattes> .

PAVESI, Sofia N. **Reconhecimento, participação e vivência de mulheres nas Ciências Exatas, Tecnologia, Engenharias e Matemática: um panorama de projetos de extensão universitária brasileiros**, 2021. Dissertação (Mestrado), Universidade do Porto, s.d., 2021.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD. **Articulando os Programas de Governo com a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.** Disponível em [:https://www.undp.org/pt/brazil/publications/articulando-os-programas-de-governos-com-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel](https://www.undp.org/pt/brazil/publications/articulando-os-programas-de-governos-com-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel). Acesso em: 03 mai. 2023.

RIBEIRO, Bárbara Caroline Oliveira; DE SOUZA, Rafael Gomes; DA SILVA, Rodrigo Marques. **A importância da educação continuada e educação permanente em unidade de terapia intensiva–revisão de literatura.** *Revista de Iniciação Científica e Extensão*, v. 2, n. 3, p. 167-175, 2019.

SMSTEM. 1º Anais, **Simpósio Brasileiro de Mulheres em STEM**. São José dos Campos, SP: Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2022.

TONINI, Adriana Maria; ARAÚJO, Mariana Tonini de. **A participação das mulheres nas áreas de STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)**. Revista de Ensino de Engenharia, v. 38, n. 3, p. 118-125.2019. Disponível em: <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/1693/90>  
5. Acesso em: 29 mar. 2023.

## CAPÍTULO 2

### **INOVAÇÕES E DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: DEBATE SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DAS DIRETRIZES NACIONAIS E DA CURRICULARIZAÇÃO DA EXTENSÃO**

*Sandra Rufino - Coordenadora*  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

*Wagner Ragi Curi Filho - Coordenador*  
Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP

*Celso Alvear*  
*Júlia Soares*  
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

*Cristiano Cruz*  
Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

*Camila Rolim Laricchia*  
*Elisa Granha Lira*  
*Milena Estanislau Diniz Mansur dos Reis*  
*Thiago Gomes de Lima*  
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ - Macaé

*Lucimara Gaziola de la Torre*  
*Luís Fernando Mercier Franco*  
*Raphael Soeiro Suppino*  
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

*Admilson Lopes Vieira*  
*Lisandra Ferreira de Lima*

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Londrina  
UTFPR-LD

*Luis Mauricio Resende*  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Ponta Grossa  
UTFPR-PG

*Neuci Schotten*  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Curitiba  
UTFPR-CT

*Rosane de Mello Santo Nicola*  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	46
2	ELEMENTOS TEÓRICOS.....	50
3	PANORAMA NACIONAL SOBRE A IMPLANTAÇÃO DAS DCNS 2019 E DA CURRICULARIZAÇÃO DA EXTENSÃO NOS CURSOS DE ENGENHARIA .....	55
4	EXPERIÊNCIAS.....	62
5	DEBATE E REFLEXÕES.....	78
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
	REFERÊNCIAS.....	81

## **INOVAÇÕES E DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: DEBATE SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DAS DIRETRIZES NACIONAIS E DA CURRICULARIZAÇÃO DA EXTENSÃO**

### **1 INTRODUÇÃO**

A educação em engenharia é uma área de conhecimento (Oliveira; Pinto, 2006) complexa que tem sido debatida por vários pesquisadores (Ex. Oliveira *et al.*, 2013; Velho; Costa; Goulart, 2019). No âmbito internacional, diversos núcleos promoveram discussões ao longo destas duas últimas décadas sobre modificações no ensino de engenharia, a fim de mitigar as lacunas encontradas entre academia e a sociedade (Spinks, Silburn, Birchall, 2006; NAE, 2005; CBI, 2009; Rauhut 2007) e indicar novas tendências de ensino (NAE, 2005). Já a discussão para preparar os graduados para o mercado de trabalho no Reino Unido foi promovida pela confederação das Indústrias Britânicas (CBI, 2009).

No Brasil, são vários os temas que permeiam este debate, dentre os quais se destacam, por exemplo, o papel das disciplinas do chamado ciclo básico e a relação teoria-prática. Na esteira desse debate, o Conselho Nacional de Educação (CNE) publicou, em 2019, as atuais Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de engenharia (DCNs), nas quais se pode destacar a importância dada à formação por competências (Brasil, 2019). Um ano antes, em 2018, o CNE publicou a Resolução nº 7, que regulamentou a curricularização da extensão (Brasil, 2018), tornando obrigatória a inserção de atividades de extensão, que deveriam responder, no mínimo, por 10% da carga horária total, em todos os cursos de graduação no Brasil. Tanto as DCNs publicadas em 2019 quanto a curricularização da extensão suscitaram novos debates em torno da educação em engenharia.

As universidades brasileiras são, por preceito constitucional, incumbidas de realizar ensino, pesquisa e extensão. Cada parte desse tripé tem o seu papel, e cada uma delas deve possuir importância similar. Todavia, a extensão universitária possui dificuldade em ser reconhecida e valorizada em patamar próximo ao ensino e à pesquisa (Koglin; Koglin, 2019). É comum cursos de graduação em engenharia preocuparem-se com uma formação voltada para atender demandas, chamadas

mercadológicas que, quase sempre, podem ser traduzidas em necessidades das empresas (em sua maioria, de grande porte), desconsiderando as demandas sociais preconizadas nas diretrizes da extensão universitária (Aravena-Reyes, 2021). Assim, ainda que existam importantes atuações junto a grupos marginalizados, o mais comum é que docentes de engenharia realizem mais projetos de extensão e pesquisa, e prestação de serviço voltados para grandes empresas (Bertoldi; Broetto, 2023).

Além de buscarem se haver com o desafio da realização de uma extensão universitária alinhada às demandas da sociedade, os cursos de engenharia, desde 2019, preocupam-se em atender às exigências das atuais DCNs, especialmente aquelas que diferem das exigências das DCNs anteriores, de 2002. Por exemplo, as atuais exigem a obrigatoriedade de conteúdos relacionados à programação e algoritmos, e não exigem mais conteúdos relacionados à comunicação e expressão (como havia nas de 2002). Embora algumas diferenças de conteúdos existam, chama a atenção à relevância dada pelas DCNs de 2019 ao desenvolvimento de competências do tipo *soft skills* (por vezes consideradas como competências comportamentais), mas não há mais a obrigatoriedade de conteúdos relacionados a humanidades, que eram previstos nas DCNs de 2002. Tendo como base a ideia da formação por competências, de fato, as DCNs de 2019 não dão ênfase ao conteúdo em si, que passa a ser o substrato do desenvolvimento de competências mais complexas. Assim, por mais que não haja explicitamente conteúdo das humanidades no documento, é possível que estes sejam trabalhados de outras formas como no desenvolvimento de ações de extensão. Todavia, cabe ressaltar que a não obrigatoriedade de conteúdos de humanidades, de alguma maneira, pode comprometer, por exemplo, a realização de debate teórico-conceitual sobre as questões sociais, dificultando o desenvolvimento das *soft skills*.

Ante essas discussões sobre a curricularização da extensão e implantação das DCNs, os cursos de engenharia do Brasil têm se organizado, debatendo e alterando suas estruturas curriculares, visando ao desenvolvimento de novos Projetos Pedagógicos (PPCs) que atendam às novas exigências. Debruçando-se sobre esse contexto de mudança, podem-se elaborar as seguintes questões:

- Como os cursos têm se estruturado para inserir 10% da carga horária de extensão? Quais estratégias pedagógicas e curriculares têm sido utilizadas? Quais desafios têm sido encontrados para realizar estas alterações? Que oportunidades de melhorias os cursos têm enxergado a partir da curricularização da extensão?
- Como os cursos têm se estruturado para atender às DCNs de 2019? Quais estratégias pedagógicas e curriculares têm sido utilizadas? Quais desafios têm sido encontrados para realizar estas alterações? Que oportunidades de melhorias os cursos têm enxergado a partir das DCNs de 2019?

No intuito de contribuir com respostas para esses questionamentos, um grupo de pesquisadores conduziu uma pesquisa exploratória, durante o ano de 2022, dividida em duas etapas: a primeira, quantitativa, se estruturou a partir de um *questionário* e a segunda, qualitativa, foi conduzida a partir de entrevistas realizadas remotamente (e com apoio de roteiro semiestruturado).

Com os resultados dessa pesquisa, e buscando dialogar de forma mais próxima com experiências de cursos de engenharia, fez-se a proposta de uma Sessão Dirigida no Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia de 2023, que contou com a apresentação de três experiências, a saber: Engenharia de Produção da UFRJ - Campus Macaé, Engenharia Química da Unicamp e Engenharia Química da UTFPR - Campus Londrina.

O curso de Engenharia de Produção da UFRJ - Campus Macaé estruturou um novo PPC a partir de um processo de co-criação entre docentes e discentes, iniciado no ano de 2022. Ademais, foram analisados cursos de engenharia de produção em 16 instituições nacionais e internacionais, além das orientações da Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO). Como resultado, planeja-se um curso que inseriu novas pautas: economia digital, verde e circular, ciência de dados e transição sustentável, destacando a presença de um componente curricular chamado Projeto Integrador.

O curso de Engenharia Química da Unicamp também analisou currículos de outras instituições, além de realizar diversas pesquisas como egressos, mercado de trabalho, docentes, dentre outros, para realizar um diagnóstico das condições atuais de ensino. Tendo essas informações como base, o projeto pedagógico foi completamente



reformulado. A partir de uma estratégia que partiu da definição do perfil do egresso, o curso se organizou considerando oito competências gerais e oito competências específicas, sendo que, para cada uma dessas competências, foram propostas trilhas formativas compostas por componentes curriculares relacionados à intenção de desenvolver cada competência. É importante ressaltar que, nesse processo de novo desenho das propostas pedagógicas, a demanda da curricularização da extensão foi considerada e incluída, inserindo-se de forma integrada e baseada em experiências no projeto pedagógico.

Assim como o curso na Unicamp, o curso Engenharia Química da UTFPR - Campus Londrina partiu-se do perfil do egresso desejado para a construção das competências. No entanto, houve a adoção de uma definição de competência com enfoque integrado que pudesse fundamentar a escrita, pois a polissemia conceitual tem comprometido a qualidade dos currículos numa abordagem por competências. Assim, adotou-se a seguinte definição de competência: "saber-agir baseado na mobilização e utilização interiorizadas e eficazes de um conjunto integrado de recursos tendo em vista resolver uma família de situações-problema" (Scallon, 2015 *apud* Nicola, 2023). Esses recursos são saberes (conhecimentos); saber-fazer (estratégias, hábitos etc.); e saber-ser (atitudes, valores etc.).

Para além de conhecer as estratégias de curricularização da extensão e implementação das DCNs de 2019, a proposta desta Sessão Dirigida buscou verificar se os cursos de engenharia no Brasil lançaram mão de ideias que os aproximassem (ou não) de uma engenharia que pode ser chamada de Engenharia Engajada (Kleba, 2017). Esse conceito engloba uma variedade de práticas (menos ou mais) não convencionais da engenharia, como a Engenharia Humanitária (Mitcham; Muñoz, 2010), a Engenharia para o Desenvolvimento Social, a Engenharia Popular (Alvear; Cruz; Miranda, 2017; Fraga; Alvear; Cruz, 2020), a Engenharia para a Justiça Social e Paz (Rilley, 2008) e a Engenharia para o Empreendedorismo Social (Alvear *et al.*, 2022).

## 2 ELEMENTOS TEÓRICOS

### 2.1 Curricularização da extensão

Para as universidades, o ano de 1968 foi marcado pela promulgação da Lei 5540/1968 (Brasil, 1968), na qual se destaca a obrigatoriedade da extensão universitária ante a existência da indissociabilidade do tripé ensino-pesquisa-extensão. No entanto, a extensão nunca foi uma prioridade efetiva das universidades, ao menos até o ano de 2018, quando a Resolução Nº 7 do Conselho Nacional de Educação tornou obrigatória aos cursos de graduação do país a inserção de 10% de carga horária de extensão (Kleba; Rufino *et al.*, 2021). Cabe ressaltar que, embora essa regulamentação tenha sido em 2018, no Plano Nacional de Educação de 2001, essa ideia já era presente na meta 23 para a Educação Superior, a saber:

Implantar o Programa de Desenvolvimento da Extensão Universitária em todas as Instituições Federais de Ensino Superior no quadriênio 2001-2004 e assegurar que, no mínimo, 10% do total de créditos exigidos para a graduação no ensino superior no País será reservado para a atuação dos alunos em ações extensionistas (Brasil, 2001).

A intenção da curricularização foi reforçada no Plano Nacional de Educação de 2014 e regulamentada em 2018. No Artigo 4º desta, encontra-se o seguinte texto: as “atividades de extensão devem compor, no mínimo, 10% (dez por cento) do total da carga horária curricular estudantil dos cursos de graduação, as quais deverão fazer parte da matriz curricular dos cursos” (Brasil, 2018).

Posta a obrigatoriedade da extensão, faz-se o questionamento: o que pode ser compreendido como extensão? Uma resposta para essa pergunta tem sido amplamente debatida em variados espaços universitários, com destaque para o Fórum de Pró-Reitores de Extensão (ForProex), que, no ano de 2012, publicou o texto Política Nacional de Extensão Universitária, no qual se reafirma o conceito de extensão publicado pelo ForProex em 1987:

A extensão universitária é o processo educativo, cultural e científico que articula o ensino e a pesquisa de forma indissociável e viabiliza a relação

transformadora entre a universidade e a sociedade. A extensão é uma via de mão-dupla, com trânsito assegurado à comunidade acadêmica, que encontrará, na sociedade, a oportunidade da elaboração da práxis de um conhecimento acadêmico. No retorno à universidade, docentes e discentes trarão um aprendizado que, submetido à reflexão teórica, será acrescido àquele conhecimento. Este fluxo, que estabelece a troca de saberes sistematizados/acadêmico e popular, terá como consequência: a produção de conhecimento resultante do confronto com a realidade brasileira e regional; e a democratização do conhecimento acadêmico e a participação efetiva da comunidade na atuação da universidade (ForProex, 1987).

Para além do Fórum de Pró-Reitores de Extensão, outros autores também se debruçaram sobre o conceito da extensão universitária. Fraga (2012), Paula (2013) e Silva (2020) destacam que o conceito de extensão está em construção. Em comum, esses trabalhos apontam a importância dos fatores históricos, institucionais e os diversos conflitos existentes em torno do que pode ser considerado como extensão universitária. Em uma tentativa de sistematizar variadas perspectivas de se compreender a extensão, Fraga (2012) indica cinco concepções de dela:

- a que pressupõe uma ideia assistencialista, na qual as universidades repassam conhecimentos a populações ou fazem atuações técnicas pontuais;
- a que considera uma extensão comunitária, sendo que, neste caso, a extensão ocorre a partir da interação entre a universidade e comunidades/populações marginalizadas, de forma dialógica e buscando uma transformação social;
- a que se dá a partir de prestação de serviços pela universidade a empresas e governos, com intenção de resolver problemas e demandas específicas;
- a que se materializa na divulgação científica e formação técnica, quase sempre como consequência de cursos, palestras e eventos;

- a que ocorre quando universidade e empresa se vinculam com intuito de realizar transferências e/ou desenvolvimento de inovações tecnológicas.

Pode-se considerar ainda uma sexta concepção de extensão, que se manifesta na medida em que programas de extensão se tornam instrumentos de apoio ou implementação de políticas públicas prioritárias para o desenvolvimento regional e nacional (Incrocci; Andrade, 2018).

Em muitas das concepções apresentadas, assim como é destacado pelo Fórum de Pró-Reitores de Extensão (Forproex, 2007), a extensão deve ocorrer de forma indissociável da pesquisa e do ensino, e essa articulação deve contribuir para que haja uma relação mutuamente transformadora entre universidade e sociedade. De fato, uma das diretrizes da extensão, segundo a Política Nacional de Extensão Universitária, é o impacto na transformação social (ForProex, 2012). As outras quatro diretrizes são: dialogicidade; interdisciplinaridade e interprofissionalidade; indissociabilidade Ensino-Pesquisa-Extensão e; impacto na formação do estudante. Percebe-se que são muitas as concepções de extensão. Isso é possivelmente resultado das diferenças de percepção do papel da universidade na sociedade, ante os problemas de populações marginalizadas e das empresas/governos.

O próprio desenvolvimento das universidades brasileiras favorece o surgimento dessas distintas concepções sobre a extensão universitária. Cristofolletti e Serafim (2020) apontam que não há clareza sobre a extensão para as instituições de ensino superior (IES) no que se refere a seus objetivos e suas naturezas. Ideias europeias e norte-americanas relacionadas à prestação de serviços, ideias calcadas na oferta de cursos e assistência à população e ideias de interação baseadas em uma extensão freiriana (2010) coexistem no interior das universidades, favorecendo o aparecimento de variadas concepções de extensão.

Independentemente da falta de clareza apontada por Cristofolletti e Serafim (2020), é possível questionar se o que há nas universidades é falta de consenso sobre o objetivo da extensão universitária ou um projeto político que coloca a universidade, em seus cursos, voltada para um público-alvo específico.

## 2.2 Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de engenharia

No ano de 2002, foram publicadas as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de graduação em engenharia, as quais seriam substituídas por novas diretrizes publicadas em 2019. As DCNs 2002 (Brasil, 2002) foram a primeira legislação específica para os cursos de engenharia após a publicação da Lei de Diretrizes de Base e Educação, a Lei 9394/96, conhecida como LDB (Brasil, 1996).

Segundo as DCNs de 2002 e as DCNs de 2019, os cursos de engenharia devem possuir componentes curriculares que se dividem em três tipos assim constituídos: um núcleo básico, um núcleo profissionalizante e um núcleo específico. No Quadro 1, são apresentados os conteúdos exigidos em cada uma das DCNs, indicando as especificidades de cada uma.

Quadro 1 - Núcleo de Componentes Básicos nas DCNs 2002 e nas DCNs 2019.

DCNs 2002	DCNs 2019
Metodologia Científica e Tecnológica	Metodologia Científica e Tecnológica
Comunicação e Expressão	<b>Não há</b>
Informática	Informática
Expressão Gráfica	Expressão Gráfica
Matemática	Matemática
Física	Física
Fenômenos de Transporte	Fenômenos de Transporte
Mecânica dos Sólidos	Mecânica dos Sólidos
Eletricidade Aplicada	Eletricidade
Química	Química
Ciência e Tecnologia dos Materiais	Ciências dos Materiais
Administração	Administração
Economia	Economia
Ciências do Ambiente	Ciências do Ambiente
Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania	<b>Não há</b>
<b>Não há</b>	Algoritmos e Programação
<b>Não há</b>	Estatística

Fonte: Curi Filho *et al.* (2023, p. 7)

Além de algumas mudanças nos componentes curriculares, as DCNs de 2019 destacam a necessidade de os cursos de engenharia

passarem a utilizar metodologias ativas e se preocuparem em desenvolver competências dos tipos *hard* e *soft skills*. No texto das DCNs, podem ser destacadas seis competências do tipo *soft skills*. São elas:

I - ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;

II - estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;

III - ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;

IV - adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;

V - considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;

VI - atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável (Brasil, 2019, p. 1-2).

Embora haja apenas pouco mais de quatro anos desde a sua publicação, e muitos cursos de engenharia no Brasil ainda estejam se ajustando às, ou implementando as últimas DCNs, já há alguns trabalhos produzidos avaliando os efeitos dessa nova legislação. Chama a atenção, assim como o conceito de extensão universitária, concepções distintas sobre os cursos de graduação em engenharia. Trabalhos como os de Garcia *et al.* (2021) e Oliveira *et al.* (2021) apontam que as competências devem ser desenvolvidas de maneira que os egressos de engenharia possam atuar da forma esperada pelas empresas, especialmente aquelas consideradas grandes. Ao mesmo tempo, trabalhos como os de Cassemiro, Henrique (2020) e Aravena-Reyes (2021) destacam que as DCNs de 2019 continuam a pensar uma engenharia distante dos problemas sociais do país.

Como dito, os efeitos da implementação de atividades de extensão nos currículos de engenharia ainda são incipientes. Porém, as competências gerais descritas pelas DCNs de 2019 indicam a

preocupação que os cursos devem ter na formação de egressos mais conscientes de seu papel transformador na sociedade. Os problemas de Engenharia apontados nas DCNs requerem dos futuros egressos, naturalmente, uma relação dialógica com entidades externas à Universidade, a partir da qual os problemas são percebidos, as soluções, construídas, e os conhecimentos, compartilhados.

### **3 PANORAMA NACIONAL SOBRE A IMPLANTAÇÃO DAS DCNs 2019 E DA CURRICULARIZAÇÃO DA EXTENSÃO NOS CURSOS DE ENGENHARIA**

Em 2022, pesquisadores da UFRJ, UFRN, UFOP e ITA realizaram uma pesquisa nacional com cursos de engenharia para acompanhar como as Instituições de Ensino Superior (IES) estavam lidando com duas mudanças legais: a curricularização da extensão (Brasil, 2018) e as Diretrizes Curriculares Nacionais de 2019 dos cursos de engenharia (Brasil, 2019). A pesquisa foi constituída de duas fases<sup>1</sup>: a primeira, quantitativa, realizada no 1º semestre de 2022; e a segunda fase, qualitativa, realizada no 2º semestre do mesmo ano.

Para essa pesquisa quantitativa, os cursos foram escolhidos tendo como base o conceito preliminar de curso (CPC 2019 do INEP), tendo sido selecionados aqueles que tinham notas 4 e 5. Adicionalmente, foram filtrados os cursos vinculados às IES públicas (municipais, estaduais e federais). Chegou-se, assim, a 720 cursos, sendo oito vinculados a IES municipais, 109, a estaduais e 603, a federais. Aplicou-se um questionário com 32 questões. Dos cursos contactados, 131 responderam, o que representa 18,2% da totalidade. Desses 131, 128 aceitaram participar da pesquisa, respondendo, assim, ao questionário.

Na caracterização dos respondentes e dos cursos, tem-se que a maioria (86,7%) das pessoas que responderam ocupava a função de coordenação (poderiam responder professores do colegiado, núcleo docente estruturante, professores do curso). A quantidade de respostas recebidas advindas de cada uma das cinco macrorregiões brasileiras (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul) foi proporcional à

---

<sup>1</sup> O relatório completo das duas fases pode ser acessado em: <https://tinyurl.com/DCNsExtensao>

concentração percentual de cursos de engenharia em cada uma, quando se considera o total nacional desses cursos. No que diz respeito às áreas da engenharia a que pertenciam os cursos respondentes, não foi possível desenvolverem-se análises com significância estatística. Os cursos com maior número de respostas (entre 11 e 17) foram, nessa ordem: engenharia civil, química, produção, agrônômica, elétrica, mecânica e de alimentos.

Para os principais achados e resultados, são apresentadas a seguir as análises para os cursos que, na época, já haviam implementado o novo currículo ou estavam avançados na proposta de reformulação do curso, o que correspondeu a 54,7% dos respondentes totais.

Sobre a implantação das DCNs de 2019, os principais achados da pesquisa foram: 1) com relação ao grau de mudança em relação ao currículo anterior, os cursos consideram que ela trouxe mudanças em nível razoável ou muitas mudanças; 2) com respeito às disciplinas de humanidades, a maior parte dos cursos afirma que irá manter a carga horária atual para esses componentes, mesmo que as DCNs de 2019 retirem a sua obrigatoriedade; 3) com relação à previsão das oito competências e características desejadas para o egresso previstas nas DCNs, chama a atenção o fato de que, tanto nas competências quanto nas características, as mais destacadas pelos cursos dialogam mais com as *hard skills*/perfis técnicos do que com as *soft skills*/perfis sociais e humanistas.

Considerando que nem todos que haviam implementado um novo currículo à luz das DCNs consideraram a curricularização da extensão e vice-versa, selecionaram-se para a análise os respondentes que já haviam implementado a curricularização ou estavam avançados na implementação na época da pesquisa (60,2% dos respondentes). Os principais achados foram: 1) a maior parte dos cursos (88%) identifica a extensão prioritariamente com projetos; 2) o percentual de professores atuando na extensão é baixa, a média fica em 18,47%; 3) a maioria dos cursos implementaria a curricularização a partir de disciplinas extensionistas ou parcialmente extensionistas e, em menor número, com requisitos curriculares suplementares específicos da extensão.

Para a pesquisa qualitativa, foram selecionados, dentre os que participaram da pesquisa quantitativa, dez cursos. Essa seleção deu-se a partir dos seguintes critérios: estar em estágio avançado no processo de curricularização da extensão; ter pelo menos 10% do seu quadro



docente atuando em extensão; garantir pelo menos um curso em cada macrorregião do Brasil; e assegurar diversidade de cursos de engenharia diferentes com a presença de todas as mais relevantes estatisticamente na base de dados. Nela, foram utilizados dois roteiros de perguntas diferentes. O primeiro, mais completo, foi seguido nas seis primeiras conversas. O segundo, mais enxuto, e que reteve aquelas perguntas que se mostraram mais relevantes nas entrevistas anteriores, foi aplicado em outras quatro. Os tipos de cursos, a região e a quantidade podem ser vistos no Quadro 2.

Quadro 2 - Cursos entrevistados para fase qualitativa

Curso Engenharia	Quantidade	Região
Agronômica	2	Centro Oeste e Sul
Ambiental e Sanitária	1	Sul
Civil	1	Centro Oeste
Controle e Automação	1	Nordeste
Produção	2	Sudeste e Sul
Elétrica	2	Sudeste
Química	1	Sudeste

Fonte: Adaptado Alvear *et al.* (2023)

O processo envolveu inicialmente a análise comparativa das respostas dadas a cada questão e, posteriormente, uma análise global, na qual se buscou identificar os principais elementos que surgiram na pesquisa. Dessa forma, chegou-se a cinco eixos principais de análise: perspectiva/ideologia da reforma; dificuldades e conflitos no processo; curricularização da extensão; extensão tecnológica; e novas estratégias no ensino.

### 3.1 Perspectiva/ideologia da reforma

Pode-se afirmar que, de forma geral, prevalece a concepção de que os cursos de engenharia devem preparar profissionais para atuarem, de maneira exclusiva ou predominante, no setor empresarial. Em média, em virtude disso, os cursos tendem a relacionar-se com a sociedade a qual devem servir por meio do envolvimento com empresas, considerando suas demandas específicas. Em consonância com isso, no que se refere

à formação, o foco é principalmente nas habilidades que melhor capacitam os estudantes para sua inserção no mercado de trabalho.

Mesmo ao mencionar projetos de extensão com grupos vulneráveis, os cursos, em sua maioria, veem isso não apenas como uma oportunidade de tornar o ensino mais dinâmico e, conseqüentemente, mais eficaz e atrativo, mas também como uma possibilidade de proporcionar aos estudantes a chance de praticarem/desenvolverem competências e habilidades relevantes ou essenciais no âmbito empresarial.

Uma das finalidades da formação para a cidadania ou do compromisso social, quando considerada relevante nas entrevistas, não é necessariamente questionar profundamente a ordem estabelecida. O principal objetivo é educar os estudantes para que possam mitigar, solucionar ou reduzir alguns dos efeitos mais prejudiciais ou destrutivos dessa ordem, seja em relação ao meio ambiente, seja com respeito às pessoas, especialmente aquelas mais vulneráveis.

### **3.2 Dificuldades e conflitos no processo**

O processo de implementação das mudanças necessárias decorrentes das novas DCNs e da curricularização da extensão revelou-se extenso, com frequência marcado por uma série de negociações, debates, reuniões, conversas individuais com professores, entre outros, visando a alcançar o convencimento. Uma das dificuldades identificadas consistiu em convencer os professores a reduzirem a carga horária ou eliminarem disciplinas que eles ministravam ou que estavam relacionadas à sua área de atuação.

Com exceção de duas situações, os estudantes tiveram uma participação praticamente nula nesse processo. A contribuição do pessoal técnico-administrativo não foi mencionada em nenhuma das dez entrevistas. Isso parece refletir a forma convencional de gerenciamento ou tomada de decisão desse tipo nas universidades públicas, centralizada nos docentes e que não ouve as outras partes envolvidas.

Chama também a atenção o fato de que esse processo todo foi majoritariamente impulsionado pela adaptação às novas DCNs, não pela extensão curricular. E isso apesar de: 1) a curricularização da extensão

ser destacada desde o Plano Nacional de Educação (PNE) de 2014 (Brasil, 2014); 2) ter sido regulamentada e publicada antes das novas DCNs, em 18 de dezembro de 2018, em comparação com 23 de abril de 2019, das DCNs; e 3) por essa razão, ter, em teoria, um prazo de implementação quatro meses inferior ao das DCNs.

### **3.3 Curricularização da extensão**

Especificamente em relação ao processo de curricularização da extensão, o que se depreende da maioria das entrevistas é que, diferente da adequação às novas DCNs, procurou-se aqui fazer o mínimo de alterações nos cursos. A forma mais evidente disso foi a ampliação do número de horas, sempre que permitido. Quando a orientação da universidade era manter ou reduzir a carga horária total, a solução mais frequente foi transformar algumas disciplinas obrigatórias em eletivas, proporcionando assim, espaço para a carga horária da extensão.

Outro aspecto que merece destaque nas entrevistas é que, nas universidades em que as diretrizes para a curricularização foram mais explícitas, esse processo ocorreu de maneira muito mais fluida nos cursos, uma vez que já havia uma rota ou orientação geral a ser adotada.

Em relação à forma que a incorporação da extensão curricular assumiu, revela-se nas entrevistas uma multiplicidade de caminhos: disciplinas de extensão; disciplinas combinadas; e iniciativas de extensão (projetos) que devem ser reconhecidas como atividades complementares.

Ao final, uma preocupação da maioria dos entrevistados foi distribuir as horas da extensão ao longo do curso, sem permitir que se acumulassem no final, o que pode ser positivo, já que favorece que o estudante tenha mais diversidade de atividades ao longo de sua graduação.

### **3.4 Extensão tecnológica**

Conforme mencionado, para a maioria dos entrevistados, as empresas e a indústria parecem ser tanto o local preferido para realizar atividades de extensão, como o ambiente ideal para a atuação dos alunos que esses cursos estão formando. Essa extensão teria, portanto, uma

natureza semelhante à pesquisa aplicada. Em outras áreas, como a atuação junto a grupos vulneráveis, por exemplo, para a maioria dos entrevistados, tratar-se-ia de uma extensão mais assistencialista, em vez de tecnológica.

Nas entrevistas, é enfatizado o encorajamento dos estudantes à constituição e participação em empresas juniores, estando muito perto da ideia de fornecer serviços à indústria e a pequenas empresas.

Diversas entrevistas também apresentam a possibilidade da difusão científica como uma alternativa viável para muitos professores realizarem a extensão. A atuação junto a escolas públicas também é mencionada em várias entrevistas. Nesse caso, a extensão estaria levando o conhecimento técnico e de engenharia a esses ambientes, seja como estratégia para incentivar mais jovens a escolherem essas carreiras, seja como forma de contribuir com o ensino mais contextualizado de matemática, física e química e com a redução da evasão escolar.

Seja qual for a situação, o perfil dos professores é um desafio significativo para a extensão. De acordo com as entrevistas, nota-se que o perfil predominante desses cursos é o de professores pesquisadores, que possuem pouco conhecimento de – e são pouco incentivados a se envolverem em – atividades de extensão. A expectativa expressa em muitos desses diálogos está nas novas gerações de professores, pois se acredita que as gerações mais antigas terão maior dificuldade de adaptação às novas Diretrizes Curriculares.

Ao refletir sobre a falta de formação adequada para a extensão e a falta de incentivo institucional (com a extensão tendo pouco ou nenhum peso na progressão funcional, por exemplo), percebe-se que há poucos professores envolvidos nessa atividade. Esse fato já havia sido observado na pesquisa quantitativa. O desafio, portanto, é encontrar maneiras de incentivar mais professores a realizar e registrar atividades de extensão nas engenharias.

Junto ao baixo ou inexistente reconhecimento institucional para a extensão, algumas entrevistas ressaltam a dificuldade de se obterem recursos para financiar essas atividades. Embora possa ser executada com pouco investimento em muitas situações, a extensão na engenharia frequentemente exige a aquisição e/ou manipulação de materiais diversos, o que acarreta despesas.

Quanto à quantidade de estudantes envolvidos nas diversas atividades de extensão, nos projetos, esse número varia de um ou dois

(projetos menores) até 30 (projetos maiores). Isso parece evidenciar que os cursos, mesmo que o desejassem, não podem se concentrar exclusivamente em projetos para garantir toda a atividade extensionista que deve ser assegurada aos estudantes, seja com a indústria, as escolas ou os grupos vulneráveis.

Existem outras opções para isso, tais como a oferta de disciplinas de extensão e a implementação de iniciativas independentes por parte dos estudantes (como empresas juniores, grupos como Enactus ou Engenheiros sem Fronteiras, ou clubes e projetos com diferentes objetivos). No entanto, mesmo nesses casos, encontram-se desafios, como: 1) garantir o suporte necessário aos estudantes envolvidos em atividades de extensão; 2) evitar sobrecarregar algumas poucas disciplinas de extensão; e/ou 3) verificar e garantir que os alunos estejam realmente se envolvendo em atividades de extensão nesses grupos (em vez de estarem envolvidos em outras atividades).

### **3.5 Novas estratégias no ensino**

Como mencionado, para a maioria dos entrevistados, a extensão é vista principalmente como uma oportunidade para implementar as metodologias ativas. Entende-se que tais metodologias trazem benefícios pedagógicos, manifestados em um maior nível de aprendizado dos estudantes e em um treinamento para a prática da engenharia (em comparação aos cursos tradicionalmente mais teóricos e focados na formação de pesquisadores em engenharia). Ao mesmo tempo, o trabalho prático realizado na extensão é percebido como potencialmente mais envolvente para os estudantes, o que pode levar à redução das taxas de evasão nesses cursos.

A respeito dessas novas formas de realizar/apoiar o processo de ensino-aprendizagem, a maioria dos entrevistados acredita que as gerações mais antigas de professores terão dificuldade em alterar seus métodos de ensino. Além disso, a esperança está nas novas gerações de professores. Por causa disso, de uma forma geral, a implementação das metodologias ativas permanece mais teórica, presente apenas nos documentos dos planos de curso, e ainda pouco visível nas salas de aula e nos outros espaços pedagógicos dos cursos.

Algo semelhante parece ser possível de ser afirmado em relação às habilidades exigidas pelas DCNs: é feita uma adaptação no currículo antigo, mostrando, de forma teórica, que ele é capaz de desenvolver

essas habilidades, mesmo que não se consiga garantir as condições necessárias para o seu desenvolvimento nos espaços pedagógicos.

Por fim, alguns cursos mencionam a opção de utilizar a extensão como uma forma de projeto integrador. Nesse caso, essas atividades assumiriam o papel de funcionar também como espaço para articular os conhecimentos das disciplinas, fazendo-os, além disso, interagir com a prática. O curso de Agronomia do IFPA-Castanhal, que não foi um dos cursos entrevistados, aborda essa questão de maneira estratégica em seus estágios de campo (Coelho *et al.*, 2021). No entanto, pelo menos para os cursos que foram entrevistados, essa possibilidade ainda não é explorada de forma mais aprofundada.

## 4 EXPERIÊNCIAS

Para a Sessão Dirigida 03, convidamos, para uma exposição e debate acerca de sua experiência de reformulação do currículo, três cursos: Engenharia de Produção da UFRJ - Macaé; Engenharia Química da Unicamp; e Engenharia Química da UTFPR - Londrina. O objetivo foi tanto aprofundar a discussão sobre a metodologia e resultados alcançados no processo de construção de um novo PPC, quanto colocá-los em diálogo com os achados da pesquisa nacional.

### 4.1 Engenharia de Produção da UFRJ - Macaé

O curso de Engenharia de Produção da UFRJ - Macaé faz parte do Centro Multidisciplinar da Universidade Federal do Rio de Janeiro (CM UFRJ-Macaé), que é uma instituição de ensino relativamente nova (criada em 2010, como um *campus* da UFRJ, no contexto da interiorização das universidades federais por meio do Reuni e, em 2021, tornou-se um centro da UFRJ). O Instituto Politécnico do CM UFRJ-Macaé oferta, além da Engenharia de Produção, os cursos de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. A estruturação e o funcionamento dos cursos foram feitos com base no projeto de implantação, que segmentou a estrutura curricular em ciclo básico e ciclo profissional. Até 2023, o estudante tinha entrada única para cursos de engenharia (Área Básica de Ingresso - ABI) e, após concluir o ciclo básico, escolhia em qual das três engenharias seguiria. Em 2024, a entrada dos discentes passou a ser separada por curso.

O novo currículo começou a ser elaborado em 2022, utilizando a metodologia de co-criação. Inicialmente, os professores do Programa de Engenharia de Produção (PEP) levantaram as diversas possibilidades que poderiam ser consideradas para geração de propostas; bem como quais partes interessadas poderiam ser acionadas nas atividades colaborativas.

A análise das melhores práticas foi iniciada com uma oficina para todos os docentes dos três cursos de Engenharia da UFRJ-Macaé sobre o tema "Novas DCNs de Engenharia e Curricularização da Extensão". Foram apresentados, nessa atividade, os elementos centrais das DCNs de Engenharia e da resolução do MEC sobre a curricularização da extensão universitária; apresentou-se também um panorama da pesquisa nacional com os cursos de Engenharia sobre a situação de reforma curricular. A partir daí, os docentes debateram, em grupos, sobre as possibilidades e estratégias pedagógicas para construção de PPCs nos cursos de Engenharia de Macaé. Essa oficina permitiu um aprofundamento, no entendimento dos docentes participantes, sobre a importância da extensão e dos projetos integradores nos currículos das Engenharias.

Dando prosseguimento ao processo, foram analisados os currículos dos cursos de Engenharia de Produção em 16 universidades nacionais públicas e privadas. Foram ainda estudados dois modelos de currículos internacionais. Além da análise dos currículos das universidades, foram estudados documentos da Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO) relativos a Matriz Curricular e Laboratórios. Os professores do PEP também entraram em contato com docentes e coordenadores de outras Instituições de Ensino Superior (IES), com o objetivo de entender em profundidade como essas instituições estavam realizando a reforma curricular de acordo com as DCNs de 2019. A partir dessa coleta inicial de dados, houve uma série de reuniões com os professores do PEP para socialização das informações e das ações que estavam sendo tomadas no sentido de se adequarem às DCNs de 2019.

A partir dessa análise, os professores se reuniram para construir o novo PPC, com suporte de um trabalho visual apresentado na Figura 1. Além disso, enquanto as disciplinas eram alocadas para cada período, verificava-se em paralelo o balanceamento de horas por professor. Durante esse processo de construção, verificaram-se redundâncias entre







2019. Entre elas, pode-se citar: conversão de disciplinas obrigatórias em eletivas; criação de novas disciplinas eletivas; eliminação de projetos finais e criação de projetos integradores; distribuição das disciplinas do profissional ao longo de todo o curso; e alterações em disciplinas em relação a seu nome, carga horária, pré-requisitos e ementa. Alguns pontos merecem destaque.

Primeiro, a criação de uma disciplina chamada “Projeto Integrador”, com carga horária de 4 horas semanais (ou 60h semestrais). A proposta é ser uma disciplina compartilhada entre professores de diversas áreas do curso e vinculada a projetos de extensão que tragam um problema real, com o objetivo de transformação social, em hospitais, escolas, comunidades e outros espaços.

Segundo, reduziu-se a carga horária de disciplinas obrigatórias para que discentes e docentes tivessem mais liberdade de escolher/ofertar disciplinas optativas com temas de seu interesse e mais atuais. Ao reduzir as disciplinas obrigatórias e aumentar o número de disciplinas eletivas, a estrutura curricular ficou mais flexível e diversa, o que está diretamente relacionado às necessidades demandadas na formação em Engenharia, segundo as DCNs de 2019.

Por último, devido aos altos índices de evasão de alunos, é muito interessante a distribuição de disciplinas do profissional ao longo de todo o curso. Antes, o aluno somente teria acesso a essas disciplinas a partir do quinto período. Agora, desde o primeiro período, os alunos irão tendo contato gradual com disciplinas da Engenharia de Produção, o que contribui para aumentar a motivação deles.

O curso percebeu que as pautas globais, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), as mudanças climáticas e os diferentes desafios sociais voltados para saúde, consumo, água, entre outros, exercem um papel importante nas reflexões acerca das contribuições dos engenheiros e das Engenheiras para solução dos problemas instalados na sociedade.

No processo de modernização da estrutura curricular, ante às necessidades e oportunidades geradas por mudanças no ensino, no mercado e expansão/atualização do corpo docente do curso, buscou-se inserir pautas como economia digital, verde e circular, ciência de dados e transição sustentável.

O PEP considerou, em seu processo de construção do novo PPC, que as características regionais impulsionam a rota de empregabilidade

dos egressos. A região de Macaé é marcada pela presença intensa do setor petrolífero e, por isso, o curso tinha uma disciplina obrigatória sobre “Fundamentos da engenharia do petróleo”. Nesse sentido, um questionamento necessário foi: “Cabe dar ênfase ao setor energético de óleo e gás ou à transição sustentável, uma agenda forte globalmente?”. Optou-se por manter o tema do petróleo, de forma generalista, entretanto, sem renunciar às tendências contemporâneas de transição energética.

## 4.2 Engenharia Química da Unicamp

O curso de graduação em engenharia química, criado em 1975, está vinculado à Faculdade de Engenharia Química da Unicamp. São dois cursos de graduação: integral e noturno. Ambos os cursos são idênticos: mesma estrutura curricular, mesmo corpo docente e mesma infraestrutura; a única diferença reside no horário de oferta e no tempo ideal para formação. No primeiro, o tempo ideal é de 5 anos e são ofertadas 61 vagas anuais; no segundo, o tempo ideal é de 6 anos, sendo ofertadas 42 vagas anuais.

Para a construção do novo PPC, considerando o panorama internacional e nacional, e a criticidade em estabelecer estratégias inovadoras para o ensino de engenharia química, a Faculdade de Engenharia Química da Unicamp estabeleceu como prioridade em seu plano diretor a análise e reavaliação do seu sistema de ensino. O núcleo docente estruturante (NDE) da Faculdade liderou as atividades, que se iniciaram com o diagnóstico (a partir da escuta dos empregadores, egressos, professores de outras instituições e da FEQ), a fim de se identificarem lacunas da estratégia de ensino até então vigente. Em paralelo, estudos foram realizados, sempre incluindo o corpo docente nas discussões e tomadas de decisões. Essas discussões foram realizadas no âmbito de oficinas docentes.

Na primeira oficina, foram apresentadas as tendências de ensino mundiais, as novas DCNs, os desafios da engenharia no século XXI e a curricularização da extensão. O produto dessa oficina foi o estabelecimento de um novo perfil de egresso e de uma lista de competências gerais e específicas que orientaram o processo de construção do novo currículo. A seguir, mensalmente, o NDE trabalhou com os docentes da FEQ aspectos como: definição de habilidades, experiências e objetivos de aprendizagem e, finalmente, a construção do currículo macro e das componentes curriculares.

A construção do novo currículo de engenharia química da Unicamp foi baseada em estratégia *top-down*, ou seja, da definição em primeiro lugar do perfil do egresso, derivando, a partir dele: o rol de competências gerais (socioemocionais) e específicas (técnicas); uma trilha formativa de experiências de aprendizagem para cada competência; e, por fim, o núcleo mínimo, a célula unitária do desenvolvimento de cada trilha, que é o componente curricular (Franco *et al.*, 2023). As competências gerais são transversais às trilhas de aprendizagem, que, de sua parte, são baseadas nas competências específicas. Toda a construção do novo currículo foi nucleada e liderada pelo Núcleo Docente Estruturante da Faculdade de Engenharia Química da Unicamp, em um processo que levou cerca de 4 anos. Contudo, cada etapa do processo foi validada com todo o corpo docente da faculdade, que colaborou ativamente.

O diagnóstico inicial, que envolve o processo de elaboração dos questionários, aplicação deles e análise e discussão dos resultados, levou mais de 3 anos. Ao fim desse processo, foi escrito um relatório sintetizando as principais conclusões, as tendências mundiais no ensino de engenharia e as normativas (como as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para as engenharias e a curricularização da extensão).

A partir do relatório, o corpo docente da Faculdade de Engenharia Química da Unicamp reuniu-se por uma semana para elaborar o perfil do egresso desejado e o rol de competências subjacentes. Assim, o perfil do egresso do curso de engenharia química da Unicamp é:

Os egressos do curso de engenharia química são profissionais com sólida formação técnica e científica, espírito crítico, empreendedor e de inovação, capazes de analisar, sintetizar, projetar, operar e otimizar processos físicos, químicos e biotecnológicos. Devem sempre empregar seus conhecimentos em benefício da sociedade, respeitando os princípios de sustentabilidade, de saúde e de segurança, observando a legislação e os atos normativos vigentes e atuando com rigor ético e responsabilidade social. PPC Engenharia Química - Unicamp (2021, p.1)

Do perfil estabelecido, foram derivadas 8 competências gerais e 8 competências específicas, apresentadas no Quadro 3:

Quadro 3 - Competências gerais e específicas

<b>Competências gerais</b>	<b>Competências específicas</b>
Identificar problemas e oportunidades de melhoria e conceber soluções eficazes de engenharia, atendendo às necessidades dos usuários/beneficiários dessas soluções, considerando seu contexto e seu entorno	Identificar, modelar e simular fenômenos físico-químicos e biológicos no contexto das indústrias química, biotecnológica e de materiais
Julgar opções e propor alternativas com pensamento analítico, reflexivo e crítico, considerando critérios técnicos, integrando conhecimentos teóricos e empíricos em benefício da sociedade	Selecionar e/ou desenvolver e aplicar ferramentas matemáticas, computacionais e estatísticas, considerando critérios de eficiência, para problemas com diferentes graus de complexidade
Lidar de forma autônoma e criativa com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação e da sustentabilidade	Elaborar hipóteses e validá-las por meio de planejamento e execução de experimentos, com análise e tratamento de dados, empregando o método científico
Atuar profissionalmente com criatividade, adaptabilidade, flexibilidade, espírito empreendedor e de inovação e de autoaprendizagem contínua	Analisar e sintetizar sistemas e processos e conceber/desenvolver produtos, considerando o potencial de escalabilidade e a viabilidade econômica
Aplicar conhecimentos de gestão organizacional, de pessoas e de projetos no exercício da profissão	Projetar processos físicos, químicos e biotecnológicos, atendendo aos requisitos de projeto
Atuar em equipes inter/trans/multidisciplinares e multiculturais de forma colaborativa e exercendo liderança ativa quando necessário	Supervisionar e coordenar a operação de processos físicos, químicos e biotecnológicos
Comunicar-se de modo eficaz nas formas escrita, oral e gráfica/imagética	Avaliar cenários distintos buscando otimizar todas as etapas do ciclo de vida do processo
Exercer a profissão com ética e respeito à legislação, aos atos normativos afeitos e aos preceitos de cidadania e de responsabilidade social	Aplicar os princípios da sustentabilidade, de economia circular e de saúde e de segurança em todas as suas atividades profissionais

Fonte: PPC Engenharia Química - Unicamp (2021)

Constituídas as competências específicas, para cada uma foi estabelecida uma trilha formativa de experiências de aprendizagem.

Essas trilhas são divididas em momentos de aprendizagem, e depois organizadas em uma lógica cronológica, formando o desenho macro do currículo. Nesse momento, são estabelecidas, para cada momento de aprendizagem, as habilidades a serem desenvolvidas, os temas de conteúdo e as atitudes.

Por fim, para cada momento de aprendizagem, as habilidades, conteúdos e atitudes são congregadas em unidades mínimas, denominadas componentes curriculares, ou disciplinas. Para cada componente curricular, são definidos os objetivos de aprendizagem, uma proposta pedagógica visando à integração entre as componentes e os conteúdos a serem trabalhados. Os objetivos de aprendizagem são habilidades menores apresentadas em um gradiente de complexidade cognitiva em concordância com a taxonomia de Bloom (Anderson *et al.*, 2001).

Considerando a perspectiva de que um currículo tradicional é focado na transmissão do conhecimento, mas não no desenvolvimento de competências e habilidades diretamente, as DCNs trazem a necessidade de mudar essa perspectiva para um currículo baseado em competências, de modo a garantir uma formação mais integrada e conectada com a realidade. O novo currículo de engenharia química da Unicamp atende de forma radical essa visão, e foi construído inteiramente baseado em competências, que coadunam com aquelas preconizadas pela DCNs.

Para que essas competências sejam alcançadas, é necessário um currículo que coloque no centro o aluno, ou seja, que o aluno seja protagonista de sua aprendizagem. Para isso, o uso intensivo e balanceado de metodologias ativas faz-se necessário tanto para aumentar a eficiência do aprendizado, conforme já descrito exaustivamente na literatura, como para conceber o aluno enquanto sujeito ativo, autônomo e crítico na sua formação.

O novo currículo, além disso, já nasce com forte potencial extensionista. Embora as competências gerais tenham sido colocadas de modo transversal às trilhas de aprendizagem, algumas trilhas do novo currículo de engenharia química da Unicamp trazem mais ênfase nessas competências. A quarta trilha, baseada na quarta competência específica, por exemplo, é toda ela extensionista. Em três momentos de aprendizagem, os alunos são estimulados a identificar um problema ou uma oportunidade na sociedade (comunidades, escolas, secretarias municipais, pequenas e médias empresas, ONG's), e depois sintetizar

uma solução de engenharia e avaliar técnica e economicamente a viabilidade da solução proposta. Ou seja, ao mesmo tempo em que os alunos aprendem conceitos caros à formação de engenharia (como análise e síntese de processos e avaliação técnico econômica), eles o fazem contato direto com problemas reais da sociedade, exercitando uma relação dialógica que lhes permite desenvolver competências gerais (como comunicação, ética e responsabilidade social e ambiental). A extensão aqui emerge como uma oportunidade para o desenvolvimento de competências, e o currículo, assim, já nasce extensionista por natureza.

Uma das características mais fundamentais estabelecidas no perfil do egresso do curso de engenharia química da Unicamp é o caráter crítico e interdisciplinar que se espera na sua formação, em profunda consonância com as novas DCNs para as engenharias. As experiências de aprendizagem são desenhadas para proporcionar aos graduandos oportunidades de desenvolver um espírito crítico e inovador diante dos problemas. Invertendo a perspectiva da instrumentalização, e trazendo estratégias de metodologias ativas como aprendizagem baseada em projetos ou em problemas, os alunos são instigados a refletir criticamente e inovar nas soluções. Além disso, os componentes curriculares, tendo sido gerados para o desenvolvimento de uma competência e não em uma perspectiva conteudista, promovem a integração de conteúdos de forma interdisciplinar, o que permite ao aluno, desde o início, enfrentar os problemas a partir de diferentes perspectivas e com múltiplas ferramentas.

É importante ter em mente que a própria estrutura curricular não é capaz de garantir, por si só, o alcance do perfil de egresso desejado. Deve-se considerar que haverá uma mudança paradigmática de ensino centrado no conteúdo para ensino centrado em competências, tendo em vista que os componentes curriculares estão organizados dentro de um conjunto de trilhas, que foram estruturadas a partir das competências desejadas. Ressalte-se a importância de um trabalho integrado do corpo docente no compartilhamento de experiências e na formatação e oferta dos componentes curriculares. Para superar tais desafios, alunos e docentes devem perceber que ensinar e aprender são um compromisso biunívoco: cada parte desempenha seu papel, mas, no final, uma depende da outra.

### 4.3 Engenharia Química UTFPR-LD

O curso de Engenharia Química da UTFPR-LD, criado em 2015, está vinculado ao Departamento de Engenharia Química (DAENQ). Trata-se de um curso generalista, que oferta 44 vagas por semestre em período integral, que tem duração prevista de 5 anos e que totaliza uma carga horária de 4.125 horas.

A proposta de reformulação do curso nasceu da capacitação promovida pela pró-reitoria de graduação nos anos de 2019 e 2020. O ponto de partida foi uma pesquisa que abrangeu a pesquisa diagnóstica da profissão e a pesquisa de satisfação dos egressos da instituição. Assim, antes de iniciar as 60h de formação, ministrada por uma das autoras deste capítulo, o NDE do curso fez o levantamento, obtendo uma amostra representativa de opiniões, da demanda atual do mercado e das tendências da profissão. Após esse levantamento e a capacitação, o NDE continuou a trabalhar neste projeto de mudança por quase dois anos, resultando no projeto atual. Como primeiro passo definiu-se o perfil do egresso almejado, contendo informações precisas sobre que profissional o curso forma, considerando a identidade da UTFPR, as diretrizes dos documentos oficiais e os órgãos de classe:

O egresso de Engenharia Química é um cidadão, capaz de desenvolver soluções tecnológicas para aperfeiçoamento de produtos e processos de transformação industrial, contribuindo (que contribuam) com o bem-estar social, respeitando preceitos de sustentabilidade, ética e legalidade, além de prosseguir a sua aprendizagem ao longo da vida através do autoaperfeiçoamento. Tal profissional se caracteriza por atuar em indústrias químicas, institutos de pesquisa e consultorias, ou ainda, estabelecer sua própria empresa com bases no empreendedorismo, sendo capaz de:

- i) Avaliar processos físicos, químicos e biológicos da indústria de transformação, integrando equipamentos projetados e métodos de análise e de aperfeiçoamento por meio de ferramentas tecnológicas, de forma sustentável.
- ii) Desenvolver processos da indústria de transformação considerando demandas

socioeconômicas e ambientais (e de ecossistemas), a partir da seleção de equipamentos, acessórios e utilidades em sequência operacional de forma inovadora e sustentável com atitudes cooperativa e empreendedora.

iii) Gerenciar equipes multiprofissionais e multiculturais, conciliando a cultura e os objetivos organizacionais em prol da qualidade de vida no trabalho e da sustentabilidade. (PPC Engenharia Química UTFP-LD, 2022, p. 35)

Em seguida, o conceito de competência foi debatido e adotado, pois há muitas concepções e isso compromete a qualidade dos currículos. A definição de competência de Scallon (2018), já exposta no início deste capítulo, requer: a) saber-fazer, saberes (conhecimentos) e saber-ser, compondo um saber-agir; b) apenas um verbo no infinitivo que expresse um processo cognitivo de ordem superior (Anderson *et al.*, 2001); c) critérios, ou seja, qualificadores, indicando um conjunto integrado de recursos; d) família de situações-problema com especificidade para a atuação profissional, conforme o contexto; e) complexidade suficiente para ser desdobrada em elementos de competência.

Nessa concepção, a competência vai além do domínio de conhecimentos teóricos ou técnicos isolados, englobando a capacidade de aplicar esses conhecimentos de forma significativa e adaptável às situações reais, sendo, portanto, uma combinação de três saberes: Saber-fazer (conhecimento procedimental); Saber-saber (conhecimento factual e conceitual); e Saber-ser ou saber-atitude (conhecimento metacognitivo/ habilidades socioemocionais). Definiram-se cinco competências para o projeto pedagógico da engenharia química UTFPR-LD. Elas estão descritas no Quadro 4.



Quadro 4 - Competências para o engenheiro químico

<b>Saber fazer</b>	<b>Saber</b>	<b>Saber ser</b>
Resolver problemas estruturados de diferentes contextos da engenharia	integrando fundamentos e princípios das leis de fenômenos naturais, linguagem matemática, interpretação verbal e gráfica, ferramentas tecnológicas ao raciocínio lógico-analítico e computacional	com responsabilidade, resiliência, planejamento, linguagem qualificada e autorregulação
Avaliar propriedades físicas, químicas e biológicas de matérias primas, produtos e rejeitos em contextos de análise de processos da indústria de transformação	integrando interpretação de etapas de fluxograma operacional, caracterização de parâmetros, seleção e aplicação de métodos adequados, conforme normas técnicas e legislação vigente	com autonomia reflexiva, senso crítico, integridade na manipulação de dados e condicionamento adequado de matérias primas e rejeitos
Projetar equipamentos de operações unitárias e reatores químicos ou biológicos para processos em sistemas industriais	integrando técnicas de dimensionamento em diferentes escalas à sua adequação ao processo, conforme normas técnicas, legais e de segurança e ferramentas computacionais	com autonomia e atitude sustentável
Desenvolver soluções sustentáveis para indústria de transformação em contextos socioeconômicos, ambientais e culturais	a partir de conhecimentos técnicos e utilização de ferramentas tecnológicas, normas técnicas, legais e de segurança	de forma autônoma, criativa, cooperativa e ética
Gerenciar produtos e processos da indústria de transformação, em prol da melhoria contínua	mobilizando equipes de trabalho, com a utilização de ferramentas de qualidade e de gestão	de forma pró-ativa, autônoma, cooperativa, sustentável e com comunicação qualificada

Fonte: PPC Engenharia Química UTFPR-LD (2022)

As cinco competências propõem a integração das oito competências gerais previstas nas DCNs de engenharia, além de considerarem as dezesseis atribuições profissionais apresentadas ao Engenheiro Químico

pelo CRQ e as dezoito atribuições conferidas ao engenheiro químico pelo CREA.

Apesar de teoricamente os currículos por competências não necessitarem ter divisão de disciplinas, mudanças tão radicais impactam negativamente na gestão acadêmica e na compatibilização com outras universidades. Assim, utilizou-se a proposta de desenvolvimento de currículos baseada no “*Approche-Programme*” (Prégent; Bernard; Kozanitis, 2009) e utilizada em diversas universidades da América do Norte e Europa. Trata-se de um mapeamento de competências a serem desenvolvidas pelos estudantes durante a graduação. Como produto final, tem-se a integração dos Conhecimentos Estruturantes (pilares do curso) e Elementos de Competências (desdobramento das competências) com as disciplinas. Estrutura-se assim a organização curricular que efetivamente relaciona competência e disciplina (Figura 2), haja vista que nenhuma competência, dada a sua complexidade, pode ser desenvolvida diretamente por uma disciplina.

Figura 2 - Relação das competências com as disciplinas do curso.



Fonte: PPC Engenharia química UTFPR-LD (2022)

Este mapeamento cria um percurso formativo que permite assegurar o desenvolvimento das competências por meio das disciplinas. Na matriz, como apresentada na Figura 3, é possível ver a definição do papel de cada disciplina no desenvolvimento das competências. A Figura tem como exemplo o desdobramento em elementos de competência e a listagem das disciplinas responsáveis por desenvolver a 2ª competência listada no Quadro 4, avaliar propriedades físicas, químicas e biológicas.

As cores compõem o percurso formativo do estudante, uma vez que o amarelo representa a internalização dos saberes, o laranja, a mobilização e integração dos conhecimentos que devem ser transferidos para situações e tarefas complexas que simulem a vida real e, o vermelho, a certificação da formação de um saber agir interiorizado e eficiente em relação aos saberes, às habilidades e às atitudes.

Figura 3 - Mapeamento do percurso formativo da 2ª competência do curso de Engenharia Química.

Elementos de competência e Disciplinas	Interpretar as etapas de fluxograma operacional, baseando-se nas normas técnicas de diagrama de processos com atitude autorregulada.	Identificar os parâmetros envolvidos no processo de transformação da indústria, baseando-se nos fundamentos operacionais dos equipamentos e nas propriedades físico, químicas e biológicas das substâncias envolvidas, com senso crítico	Selecionar os métodos e as técnicas mais adequados para caracterização qualitativa e quantitativa das propriedades físicas, químicas e biológicas relevantes ao processo, com base em dados da literatura técnico-científica e fontes fidedignas, com atitude autorregulada.	Aplicar as técnicas selecionadas para a análise de matéria-prima, produto e rejeito utilizando-se de ferramentas tecnológicas quando necessário, com integridade na obtenção e no tratamento dos dados.	Analisar processos industriais, com base nas respostas obtidas, na operacionalização de equipamentos e na legislação vigente e, se necessário, escolhendo novas propriedades para complementação desta análise, utilizando senso crítico e autonomia reflexiva
Desenho técnico para Engenharia Química	Amarelo				
Química da matéria		Amarelo		Amarelo	
Introdução ao laboratório de Química				Amarelo	
Processos industriais	Amarelo	Amarelo			
Química dos compostos orgânicos					Amarelo
Propriedades físico-químicas e biológicas da matéria				Amarelo	Amarelo
Química orgânica dos compostos carbonilados e nitrogenados			Laranja	Laranja	
Preparação de produtos orgânicos			Laranja	Laranja	
Termodinâmica para substância pura		Laranja			
Estatística aplicada à Engenharia				Laranja	
Métodos clássicos de análise química		Laranja	Laranja	Laranja	Laranja
Métodos instrumentais de análise química	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho

Fonte: Engenharia Química UTFPR-LD (2022)

Assim como apresentado na Figura 3, ao término da estruturação de cada uma das competências, foi estabelecida a realização de uma disciplina certificadora e, frente à concepção de competência escolhida, essas disciplinas precisam obrigatoriamente se utilizar de situações, problemas e conflitos baseados na vida real, ofertados em progressiva dificuldade para a construção pessoal. Torna-se essencial a proposição de tarefas autênticas, vindas do mundo do trabalho do engenheiro químico; complexas, porque integram situações-problema que apresentam variáveis voltadas a aspectos éticos, culturais, sociais e políticos; e que requeiram trabalho cooperativo, comunicação eficaz e senso crítico. Neste contexto a avaliação é uma das variáveis mais relevantes na abordagem curricular por competências. E a escrita de Resultados de Aprendizagem pelos docentes em cada uma das unidades curriculares, bem como a divulgação deles aos discentes, representa a mudança de um agir não refletido, puramente operatório, para um refletir, intervir e agir consciente da aprendizagem.

Obviamente, a implementação dessa abordagem inovadora exigiu e ainda exige investimentos significativos em recursos e formação continuada de docentes.

A curricularização da extensão foi entendida como oportunidade de trazer cenários realísticos à vida acadêmica. A interdisciplinaridade, a curricularização da extensão e a exigência por metodologias de aprendizagem ativa (como aprendizagem baseada em equipes, baseada em problemas, em projetos e estudos de caso) pareceram indispensáveis. As disciplinas certificadoras "Desafios da Engenharia" e "Trabalho de Conclusão de Curso" são exemplos da utilização da extensão como mecanismo de proposição de situações reais e complexas.

A extensão no curso foi entendida em três eixos: educação básica e ambiental (para a divulgação de ciência e do ingresso no ensino superior); desenvolvimento tecnológico (interligando a universidade ao desenvolvimento tecnológico regional dos setores primário, secundário e terciário de Londrina); e desenvolvimento e empreendedorismo social (integrando a universidade aos problemas sociais de seu entorno, de forma a fomentar o empreendedorismo social (transformação com justiça social). Para cada um dos eixos, uma disciplina extensionista foi proposta.

As disciplinas de Processos Industriais e Comunicação Oral e Estratégica, proporcionam, de maneira interdisciplinar, uma interação

dialógica entre os discentes e os alunos do ensino médio de escolas locais, com a temática sobre processos industriais como mecanismo de divulgação da atuação do Engenheiro Químico.

A disciplina extensionista Desafios da Engenharia no desenvolvimento e o empreendedorismo social é ofertada por dois docentes simultaneamente, um com formação em engenharia e o outro em ciências humanas (engenheiro e sociólogo). Ela aborda a tecnologia e sua construção social, em um contexto econômico e de inovação tecnológica. Nela, o estudante aprende a avaliar os usos sociais da tecnologia em distintos contextos socioeconômicos, ambientais e culturais. Além disso, ela certifica a competência de desenvolver soluções sustentáveis em contextos socioeconômicos e ambientais, respeitando a cultura local e utilizando ferramentas tecnológicas, normas técnicas, legais e de segurança. O produto final da disciplina é um projeto construído a partir de uma solução sustentável para a melhoria da qualidade de vida da comunidade, que deve ser atendida com respeito, empatia e ética. A disciplina Trabalho de Conclusão de Curso, pertencente ao eixo de desenvolvimento tecnológico, é realizada juntamente ao estágio curricular obrigatório, sob a mesma orientação e supervisão. Nela, por meio de método estudo de caso, em ambiente do mundo do trabalho, local onde realiza estágio supervisionado obrigatório, o discente propõe melhoria a processos ou produtos da indústria de transformação. Essa disciplina fomenta o aprender a aprender e a integração de saberes.

Os conhecimentos estruturantes estabelecem percursos formativos, como por exemplo a área de comunicação oral e escrita, os de *stakeholders* do projeto industrial, sobre ESG (sustentabilidade ambiental, social e de governança corporativa), O novo PPC buscou uma integração curricular e metodológica. A adaptação curricular exigiu a criação de novos espaços para acomodar atividades de extensão, bem como a revisão das metodologias de ensino para promover a aprendizagem ativa e baseada em problemas. Da maneira proposta no curso, disciplinas já existentes, como TCC, podem adotar viés extensionista, sem aumento de carga horária.

A curricularização da extensão proporcionou uma oportunidade para o desenvolvimento de competências não técnicas (*soft skills*), como comunicação, ética, liderança, colaboração e responsabilidade social, essenciais para engenheiros em ambientes multidisciplinares. Essas

competências requerem estratégias inovadoras e sistemas de avaliação mais holísticos, que reflitam verdadeiramente a amplitude das habilidades necessárias para um profissional completo.

As mudanças curriculares estimularam a inovação na formação de engenheiros, incentivando parcerias com a indústria, desenvolvimento de projetos de pesquisa aplicada e participação em desafios interdisciplinares. Parcerias com o 3.º setor também são bem-vindas, por propiciarem a percepção de realidades e culturas diversas por parte dos discentes, e porque oferecem a possibilidade de se proporem soluções sustentáveis e economicamente viáveis.

A integração da extensão ao currículo técnico representa um passo corajoso em direção a uma formação mais completa e socialmente responsável. No entanto, fica claro que essa integração exige uma reestruturação profunda das abordagens pedagógicas, incentivando metodologias ativas, colaborativas e interdisciplinares, além de processos de avaliação continuada. A formação de engenheiros deve transcender as fronteiras tradicionais da sala de aula, conectando o conhecimento técnico a contextos reais e desafios globais.

## 5 DEBATE E REFLEXÕES

O debate contou com a participação dos coordenadores da SD, autores presentes e cerca de outros 70 participantes. A discussão ficou mais centrada na importância da formação humanística para o desenvolvimento de competências necessárias para os engenheiros, bem como na importância de se pensar em alternativas para o desenvolvimento tecnológico que levem em conta as diversas necessidades da sociedade.

A engenharia é uma profissão que tem um papel fundamental na sociedade, pois é responsável por desenvolver tecnologias que ajudam a melhorar a vida das pessoas. No entanto, ela também é corresponsável por problemas sociais e ambientais que enfrentamos hoje.

As DCNs orientam para uma formação por competências. Entretanto, pode haver diferentes interpretações e formas de aplicar essas competências no contexto educacional. Por um lado, é possível enxergar uma apropriação da lógica do mercado como forma de garantir o desenvolvimento nacional e a redução da pobreza. Por outro lado, é

possível utilizar as mesmas DCNs em uma perspectiva de engenharia engajada. As oportunidades estão colocadas, mas também estão em disputa na sociedade.

Um exemplo concreto é o das tragédias de Mariana e Brumadinho, em Minas Gerais, nas quais engenheiros estavam envolvidos. Quantas vezes esses profissionais refletiram sobre suas decisões como engenheiros responsáveis pelas barragens? Esse é um tipo de questão que deve ser discutido constantemente na formação de engenheiros. É importante refletir sobre as decisões desses engenheiros e sua responsabilidade nessas tragédias.

Os pontos convergentes do debate sobre a implementação das DCNs são que, apesar de elas não exigirem disciplinas de humanidades, ainda assim pressupõem uma formação humanística para se alcançar determinadas competências. A extensão universitária pode ajudar na formação do perfil cidadão. Além disso, ela pode ser vista como uma metodologia de transformação social. Temos oportunidades a partir da extensão universitária, por exemplo, para trabalhar com novas perspectivas e pensar em uma matriz energética mais sustentável.

As principais dificuldades dos cursos na reestruturação dos PPCs foram o medo por parte do corpo docente, a preocupação com os conteúdos, a resistência à mudança, a falta de maturidade para lidar com a transição e a falta de compreensão sobre o papel do aluno como futuro profissional e cidadão.

Os desafios para a elaboração de projetos pedagógicos de cursos de engenharia é que, para contemplar o desenvolvimento de competências e valores para formação de engenheiros, é necessário que o corpo docente tenha a percepção de que o perfil do egresso deve ter sensibilidade social e um olhar para enfrentamento de problemas crônicos da sociedade. Projetos de extensão são os melhores mecanismos para isso, pois permitem a construção de um currículo que entrega à sociedade profissionais de engenharia com essa sensibilidade.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresentou um debate sobre as estratégias, dificuldades e oportunidades relacionados ao processo de curricularização da extensão e implementação das DCNs de 2019 para os cursos de engenharia. Visando compreender o contexto brasileiro, foi



apresentado um panorama desses processos, estruturado a partir de uma pesquisa realizada em duas etapas: um questionário que obteve 128 respostas de cursos de engenharia; e uma pesquisa qualitativa conduzida a partir de dez entrevistas com coordenadores de cursos de engenharia de diversas modalidades e regiões do Brasil.

Somando ao panorama apresentado, este trabalho trouxe com maior detalhamento três experiências de curricularização da extensão e implementação das DCNs de 2019: Engenharia de Produção do CM UFRJ-Macaé, Engenharia Química da Unicamp e Engenharia Química da UTFPR - Campus Londrina.

Avaliando as experiências supracitadas, percebe-se que os cursos preocuparam-se em buscar as melhores práticas em outras instituições nacionais e internacionais. Preocuparam-se também em superar as divergências de visões entre docentes do curso, um dos maiores obstáculos do processo. Cabe ressaltar que, embora as dificuldades tenham sido similares, cada curso estabeleceu soluções distintas.

O curso de Engenharia de Produção da UFRJ reorganizou os componentes curriculares com destaque para o Projeto Integrador. Já os cursos de Engenharia Química se destacaram por um processo que partiu do perfil do egresso e, a partir daí, buscou identificar e elaborar maneiras dos componentes curriculares desenvolverem as competências desejadas.

Ainda avaliando as experiências, pode-se verificar a necessidade e intenção dos cursos de possibilitar aos estudantes diferentes visões dentro dos currículos de engenharia, permitindo a eles vivenciar a diversidade e compreender as diversas necessidades da sociedade. Isso inclui repensar a forma como fazemos tecnologia e, por consequência, a forma de pensar a educação de cursos de graduação, especialmente aqueles ligados à tecnologia, como as engenharias.

Assim, repensar a forma de como desenvolver tecnologia parece ser essencial para que os estudantes de engenharia possam compreender a demanda por tecnologias inclusivas, éticas e socialmente responsáveis, tais como aquelas sugeridas nas Engenharias Engajadas. As experiências apresentadas deixam clara essa preocupação. A sociedade como um todo, incluindo engenheiros e demais atores envolvidos, deve unir forças e colaborar no desenvolvimento de soluções inovadoras e sustentáveis, capazes de promover uma transformação positiva em nossa realidade atual.



Tanto as experiências apresentadas como os resultados da pesquisa sobre o panorama da curricularização da extensão e implantação das DCNs salientam uma compreensão de que a formação de um engenheiro vai além do domínio técnico: em suas ações, ele deve sempre ter em mente as questões éticas, morais e sociais inerentes à nossa profissão. Portanto, é urgente explorar de forma minuciosa e abrangente esses tópicos, a fim de garantir uma formação consciente, transformadora e alinhada com os princípios de justiça e igualdade.

## REFERÊNCIAS

ALVEAR, C. A. S.; CRUZ, C. C.; MIRANDA, P. B. O campo da engenharia e desenvolvimento social no Brasil. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 13, n. 27, p. 188-207, 2017.

ALVEAR, C. A. S.; CRUZ, C. C.; RUFINO, S.; VERÍSSIMO, E. Y. J.; PASCHOAL, A.; ABREU, M. P. S.; OLIVEIRA, P. P. T.; SANTOS, J. S. P. Engenharias engajadas: a engenharia humanitária e a pluralidade dos engenheiros sem fronteiras. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 18, n. 50, p. 209-229, 2022.

ALVEAR, C. A. S.; RUFINO, S. CURI FILHO, W. R. CRUZ, C. C. **Panorama nacional sobre a implantação das DCNs 2019 e da curricularização da extensão nos cursos de engenharia**. 2023. Disponível em: [https://www.nides.ufrj.br/images/Imagens/programas/SOLTEC/PROJETOS/EngEng/RelatorioFinal\\_CurricularizacaoExtensao\\_DCNs.pdf](https://www.nides.ufrj.br/images/Imagens/programas/SOLTEC/PROJETOS/EngEng/RelatorioFinal_CurricularizacaoExtensao_DCNs.pdf). Acesso: 29 jan. 2023.

ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. R. D.R.; AIRASIAN, P.W.; CRUIKSHANK, K.A.; MAYER, R.E.; PINTRICH, P. R.; RATHS, J.; WITTROCK, M.C. A. **Taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's**. New York: Longman, 2001.

ARAVENA-REYES, J. Rumo a uma formação social do engenheiro: crítica às novas diretrizes curriculares de engenharia. **Trabalho & Educação**, v. 30, n. 2, p. 141-158, 2021.

BERTOLDI, A.; BROETTO, L. Curricularização da extensão em um curso de Engenharia Elétrica: relatos de uma experiência em construção e de

desafios ainda a serem vencidos. **Raízes e Rumos**, v. 11, n. 1, p. 108-115, 2023.

BRASIL. Lei 5540/1968. **Fixa normas de organização e funcionamento do ensino superior e sua articulação com a escola média, e dá outras providências.** Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-5540-28-novembro-1968-359201-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso: 27 jan. 2024.

BRASIL, Presidência da República. **Lei 9394/1996 que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. 1996.** Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9394.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm). Acesso: 20 jul. 2023.

BRASIL. **Lei 10.172 que aprova o Plano Nacional de Educação.** 2001. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10172.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10172.htm). Acesso: 02 dez. 2023.

BRASIL, Ministério da Educação. **Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.** Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>. Acesso: 20 jul. 2023.

BRASIL. **Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências.** 2014. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2011-2014/2014/lei/13005.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2014/lei/13005.htm). Acesso: 29 jan. 2023.

BRASIL, Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação, Câmara de Educação Superior. **Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018. Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira. Diário Oficial da União**, Ed. 243, Seção 1, p. 49, 19 dez. 2018. Disponível em: [https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/pdf/CNE\\_RES\\_CNE\\_CESN72018.pdf](https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/pdf/CNE_RES_CNE_CESN72018.pdf). Acesso: 20 jul. 2023.

BRASIL, Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação, Câmara de Educação Superior. **Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019.**

**Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da União**, Ed. 80, Seção 1, p. 43, 26/04/2019. Disponível em: [https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/pdf/CNE\\_RES\\_CNE\\_CESN72018.pdf](https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/pdf/CNE_RES_CNE_CESN72018.pdf). Acesso: 20 jul. 2023.

CASSEMIRO, K.; HENRIQUE, A. L. S. Para onde apontam as atuais Diretrizes Curriculares? Um olhar sobre as DCNs de engenharia. **Currículo sem Fronteiras**, v. 20, n. 3, p. 656-683, 2020.

COELHO, R.; SOUSA, R.; ROSAL, L.; SOUTO, G. Das teorias às vivências nas Amazônias paraenses com vistas ao mundo do trabalho: estágios de campo da formação em agronomia no IFPA campus Castanhal. In: Cruz, C.; Kleba, J.; Alvear, C. **Engenharias e outras práticas técnicas engajadas - vol. 2: iniciativas de formação profissional**. Campina Grande: EDUEPB, 2021, p. 201-236.

CONFEDERATION OF BRITISH INDUSTRIES (CBI). **Future fit Preparing graduates for the world of work**. 2009. Disponível em: <https://www.careers.ox.ac.uk/files/cbi-hre091-future-fit-reportpdf>.

CRISTOFOLETTI, E. C., SERAFIM, M. P. Dimensões metodológicas e analíticas da Extensão universitária. **Revista Educação & Realidade** Porto Alegre, v. 45, n. 1, e90670, 2020.

CURI FILHO, W. R.; ALVEAR, C. A. S.; RUFINO, S. SANTOS, J. P. S.; CRUZ, C. C. Curricularização da extensão e adequação às DCNs 2019 nos cursos de engenharia. In: **Anais do XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Desenvolvimento Social**, Belo Horizonte-MG, 2023.

ENGENHARIA QUÍMICA - UNICAMP. **Projeto Pedagógico do Curso**. 2021. Disponível em < <https://graduacao.feq.unicamp.br/vida-academica/>> Acessado em 18/12/2023

ENGENHARIA QUÍMICA - UTFPR CAMPUS LONDRINA. **Engenharia Química**. 2022. Disponível em <<https://portal.utfpr.edu.br/cursos/coordenacoes/graduacao/londrina/ld-engenharia-quimica/documentos/projeto-pedagogico-de-engenharia-quimica/projeto-pedagogico-do-curso-matriz-62.pdf/view>> Acessado em 18/12/2023.

FORPROEX. Fórum Nacional de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras. **Conceito de extensão, institucionalização e financiamento.** BRASÍLIA: UNB, 1987.

FORPROEX. Fórum Nacional de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras. **Extensão Universitária: Organização e Sistematização.** Belo Horizonte: Coopmed, 2007.

FORPROEX. Fórum Nacional de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras. **Política Nacional de Extensão Universitária.** Manaus. 2012

FRAGA, L. S. **Extensão e transferência de conhecimento:** as incubadoras tecnológicas de cooperativas populares. 2012. 242 f. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

FRAGA, L. S.; ALVEAR, C. A. S.; CRUZ, C. C. Na trilha da contra-hegemonia da engenharia no Brasil: da Engenharia e Desenvolvimento Social à Engenharia Popular. **CTS: Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad**, v. 15, n. 43, p. 209-232, 2020.

FRANCO, L. F. M. *et al.* A competency-based chemical engineering curriculum at the University of Campinas in Brazil. **Education for Chemical Engineers**, v. 44, p. 21-34, 2023.

GARCIA, C. C. *et al.* Reestruturação curricular com base em competências: vivências iniciais em um curso de Engenharia. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 7146-7165, 2021.

INCROCCI, L. M. C. M.; ANDRADE, T. H. N. O fortalecimento da Extensão no campo científico: uma análise dos editais ProExt/MEC. **Revista Sociedade e Estado**. Vol. 33, N. 1, (janeiro/abril) 2018.

KLEBA, J. B.; RUFINO, S. *et al.* Novas DCNs de Engenharia, Extensão Curricular e Engenharias Engajadas: Inovações e Desafios da Educação. In: TONINI, A.M.; PEREIRA, T.R.D.S. (org.). **Formação em Engenharia: Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade.** Brasília: ABENGE, 2021. pp.200-237. ISBN: 978-65-87897-07-3.

KLEBA, J. B. Engenharia engajada—desafios de ensino e extensão. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 13, n. 27, p. 170-187, 2017.

KOGLIN, T. S. S.; KOGLIN, J. C. O. A importância da extensão nas universidades brasileiras e a transição do reconhecimento ao descaso. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 10, n. 2, p. 71-78, 2019.

MITCHAM, C.; MUÑOZ, D. Humanitarian engineering. Synthesis Lectures on Engineers, **Technology, and Society**. v. 5, n. 1, p. 1-87, 2010.

NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING (NAE). **Annual Report 2005**. Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century, 2005.

NICOLA, Rosane de Mello Santo (Org.). **Manual de Percursos Formativos**. Curitiba: PUCPR, 2023.

OLIVEIRA, C. B. Z. *et al.* Avaliação do engenheiro de serviços e suas competências e habilidades profissionais. **Caderno Progressus**, v. 1, n. 1, 2021.

OLIVEIRA, V. F.; PINTO, D. P. Educação em Engenharia como área de conhecimento. In: XXXIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2006, Passo Fundo. **Anais**. Passo Fundo. Disponível em <[https://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/13/artigos/12\\_85\\_357.pdf](https://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/13/artigos/12_85_357.pdf)> Acessado em 18/12/2023.

OLIVEIRA, V. F. *et al.* Um estudo sobre a expansão da formação em engenharia no Brasil. **Revista de ensino de engenharia**, v. 32, n. 3, p. 37-56, 2013.

PAULA, J. A. A extensão universitária: história, conceito e propostas. **Interfaces-Revista de Extensão da UFMG**, v. 1, n. 1, p. 5-23, 2013.

PRÉGENT, Richard; BERNARD, Huguette; KOZANITIS, Anastassis. Enseigner à l'université dans une approche programme - un défi à relever. Montréal QC: Presses Internationales Polytechnique, 2009.

RAUHUT, B. **Educating Engineers for the 21st Century**. Royal Academy of Engineering, London, 2007.

RILEY, D. **Engineering and Social Justice**. California: Morgan & Claypool Publishers. 2008.

SCALLON, G. **Avaliação da aprendizagem numa abordagem por competências**. tradução Juliana Vermelho Martins, 1ª reimpressão. ed. rev. Curitiba, Paraná: PUCPRESS, 2018. 445 p. ISBN 978-85-68324-05-9

SILVA, W. P. Extensão universitária: um conceito em construção. **Revista Extensão & Sociedade**, v. 11, n. 2, 2020.

SPINKS, N.; SILBURN, N.; BIRCHALL, D. **Educating Engineers for the 21st Century: The Industry View**. The Royal Academy of Engineering, London, 2006.

VELHO, L. M. L. S.; COSTA, J. O. P.; GOULART, F. L. Gargalos na formação em engenharia no Brasil: uma perspectiva dos engenheiros. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 15, n. 35, 2019.

## CAPÍTULO 3

### EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA E TECNOLOGIAS EMERGENTES NA ENGENHARIA

*Douglas de Souza Rodrigues - Coordenador*  
Universidade de Vassouras

*Marcelle Feitoza Bassi Costa - Coordenadora*  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

*Andrea Dias Quintão*  
Fundação Santo André – FSA

*André Ricardo de Carvalho Saraiva*  
*Douglas de Souza Rodrigues*  
*Giuliano Barbosa Bertoni*  
*João Batista Lopes Coelho Júnior*  
Universidade de Vassouras

*Douglas Vieira Barboza*  
Universidade Federal Fluminense – UFF

*Edir Leal*  
*Edith Marie Malateaux de Souza*  
*Mario Gonçalves Garcia Junior*  
*Regis Pasini*  
Fundação Santo André – FSA

*Eduardo Quintella Florêncio*  
*Ivvy Pedrosa Cavalcante Pessôa Quintella*  
Universidade Federal de Alagoas - CTEC/UFAL

*Marcelle Feitoza Bassi Costa*  
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

*Sônia Marise Salles Carvalho*  
*Tânia Cristina Cruz*  
Universidade de Brasília – UnB

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>89</b>
<b>2</b>	<b>PANORAMA DAS TECNOLOGIAS EMERGENTES UTILIZADAS PARA EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA.....</b>	<b>90</b>
<b>3</b>	<b>PROPOSTAS PARA A FORMAÇÃO BASEADA NO EMPREENDEDORISMO.....</b>	<b>97</b>
<b>4</b>	<b>O COMPORTAMENTO EMPREENDEDOR PROPOSTO POR FILION E AS COMPETÊNCIAS DESEJÁVEIS AO ENGENHEIRO NA MODERNIDADE.....</b>	<b>106</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>113</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>114</b>



## **EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA E TECNOLOGIAS EMERGENTES NA ENGENHARIA**

### **1 INTRODUÇÃO**

A seção introdutória deste capítulo, tem como seu principal objetivo investigar de que forma as tecnologias emergentes desempenham um papel crucial no contexto da educação empreendedora. Ao aprofundar discussões relevantes, procuraremos fomentar uma compreensão holística sobre como essas tecnologias podem impactar positivamente o processo de aprendizagem e o desenvolvimento das habilidades empreendedoras dos estudantes. Durante este capítulo, abordaremos diversos tópicos de relevância, como a utilização de tecnologias emergentes para criar experiências de aprendizado imersivas e envolventes, a integração de plataformas de ensino online e ambientes virtuais na educação empreendedora, a aplicação de estratégias de gamificação e simulações para estimular o pensamento empreendedor, e o potencial das tecnologias emergentes no contexto do empreendedorismo social.

O século XXI tem sido palco de uma expansão sem precedentes das tecnologias emergentes, moldando de maneira a forma como vivemos, trabalhamos e aprendemos (KLAUS, 2016). Em particular, o domínio da educação tem sido o alvo de inovação significativa. Tecnologias disruptivas têm proporcionado oportunidades inovadoras para aprimorar o ensino e a aprendizagem (WELLER, 2020).

As transformações digitais estão remodelando os processos de ensino e aprendizagem, fornecendo ferramentas poderosas que podem ajudar a melhorar a qualidade e a eficácia da educação. Isso tem o potencial de transformar a educação, movendo-a para além do modelo tradicional centrado no professor, para uma abordagem mais personalizada e centrada no aluno (CONOLE, 2012).

Este fenômeno é notavelmente evidente no ensino de empreendedorismo em cursos de engenharia, uma disciplina que combina habilidades técnicas e empresariais em uma síntese única. No contexto atual, é essencial preparar os futuros engenheiros para um mundo empresarial cada vez mais digital e globalizado.

O ensino de empreendedorismo em engenharia, no entanto, apresenta desafios próprios. Como pode ser melhor estruturado para

preparar os alunos para o mundo empresarial em rápida mudança? Quais ferramentas e métodos pedagógicos podem ser mais eficazes para instigar a mentalidade empreendedora? Este artigo explora o papel das tecnologias emergentes - incluindo Realidade Virtual (RV), Inteligência Artificial (IA), plataformas de aprendizado online, simuladores de negócios, gamificação e tecnologias blockchain – como meio para melhorar e revolucionar o ensino de empreendedorismo em engenharia.

O ensino de empreendedorismo em cursos de engenharia é cada vez mais importante à medida que o mundo dos negócios continua a evoluir em direção à digitalização e globalização. A capacidade de inovar, adaptar-se e pensar empreendedora são habilidades que estão se tornando indispensáveis para os engenheiros. No entanto, o ensino de empreendedorismo apresenta desafios, especialmente no que diz respeito à melhor estruturação e utilização de métodos pedagógicos eficazes.

Nesse contexto, as tecnologias emergentes apresentam oportunidades interessantes para revolucionar o ensino de empreendedorismo. Elas têm o potencial de melhorar a qualidade e a eficácia do aprendizado, aumentar o engajamento dos alunos e prepará-los de maneira mais eficiente para um mundo empresarial em constante evolução.

## **2 PANORAMA DAS TECNOLOGIAS EMERGENTES UTILIZADAS PARA EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA**

A definição de educação empreendedora (EE) ainda é um desafio, pois os estudos na área apresentam variações e nem sempre são claros em suas conceituações (CHEN et al. 2021). Segundo os autores, de maneira geral, a EE pode ser entendida como um conjunto de atividades de aprendizagem que proporcionam aos estudantes conhecimentos, habilidades e atitudes empreendedoras necessárias para criar e gerenciar negócios. Além disso, eles ressaltam que a EE não se concentra apenas em aumentar o número de startups e empreendedores, mas sim em desenvolver competências essenciais para a vida, que possibilitam ao graduado empreender ou encontrar emprego no futuro.

De acordo com Wu et al. (2017), há duas categorias de objetivos educacionais de EE, que são: (i) educação sobre empreendedorismo e (ii) educação para o empreendedorismo. A primeira visa aumentar a conscientização dos alunos sobre o empreendedorismo e ensinar-lhes

vários aspectos de novos empreendimentos, enquanto a segunda visa preparar os alunos como potenciais empreendedores e ensinar-lhes uma filosofia de aprendizagem prática e orientada para a ação.

Com base nesse conceito, a importância da EE é reconhecida em diversos contextos educacionais, especialmente nas instituições de ensino superior. Dessa maneira, diversos países têm adotado a EE em suas universidades. Nos EUA, a educação empreendedora é comum nas escolas de negócios, enquanto na Europa - apesar dos atrasos na sua implementação - os decisores políticos têm buscado promover iniciativas para estimular o empreendedorismo nas universidades. Em países como Austrália, Malásia e China, também se observa cada vez mais oportunidades para estudantes empreendedores (CHEN et al.,2021).

Nesse sentido, foi realizada uma comparação da experiência de diferentes países líderes e seguidores em inovação educacional e identificaram os principais desafios e oportunidades para melhorar a qualidade e relevância da EE. Dentre as oportunidades destacam-se: (i) a abertura dos estudantes para aprender com as novas tecnologias e métodos, e para participar das transformações inovadoras em suas faculdades; (ii) a existência de programas e iniciativas governamentais que apoiam as pequenas e médias empresas inovadoras, e que envolvem os graduados e os estudantes em atividades empreendedoras; e (iii) a diversidade e a integração dos sistemas educacionais nacionais, que permitem a mobilidade e a troca de conhecimentos entre os estudantes de diferentes regiões e países. Em relação aos desafios, enfatiza-se: (i) a melhoria das instalações técnicas das universidades, que permitam o acesso a recursos digitais e a formas flexíveis de aprendizagem; (ii) a cooperação entre as universidades, as empresas e os governos, que estimulem a pesquisa, o desenvolvimento e a comercialização de novas tecnologias; e (iii) a qualificação e a competência dos professores, que sejam capazes de implementar as inovações educacionais e de interagir com os estudantes.

## **2.1 Uso de Tecnologias Emergentes no Ensino e a Taxonomia de Bloom**

A emergência de novas tecnologias tem proporcionado oportunidades para melhorar o ensino e aprendizado em muitos aspectos. As tecnologias de aprendizagem online, por exemplo, têm se

mostrado eficazes para permitir a aprendizagem personalizada e a seu próprio ritmo. Elas também permitem a instrução assíncrona, proporcionando aos alunos a flexibilidade para aprender no momento que lhes for mais conveniente.

A gamificação, ou o uso de elementos de jogo em contextos não-jogo, tem sido cada vez mais adotada em educação. Vários estudos têm mostrado que a gamificação pode aumentar o engajamento dos alunos e melhorar a retenção de conhecimento. Outra tecnologia emergente, a realidade virtual, tem oferecido maneiras inovadoras de proporcionar experiências de aprendizagem imersivas e envolventes.

A inteligência artificial (IA) e o aprendizado de máquina também estão sendo explorados na educação, com sistemas de tutoria inteligentes sendo desenvolvidos para fornecer instrução personalizada e feedback imediato (TAVARES; MEIRA, AMARAL, 2020).

O Quadro 1 apresenta uma visão geral da aplicação de várias tecnologias emergentes no ensino empreendedor em cursos de engenharia e os domínios cognitivos da Taxonomia de Bloom que elas podem efetivamente influenciar. Todas as tecnologias listadas parecem ter potencial para apoiar pelo menos alguns dos domínios cognitivos, destacando a promessa e a flexibilidade dessas abordagens.

Quadro 1 - Conexão entre tecnologias emergentes e habilidades da taxonomia de Bloom. As siglas são: tecnologias emergentes (TE), conhecimento (CO), compreensão (CM), aplicação (AP), análise (NA), síntese (SI) e avaliação (AV).

TE	CO	CM	AP	AN	SI	AV
Realidade Virtual	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gamificação	✓	✓	✓	✓	✓	
Big Data	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Internet das Coisas	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Aprendizado Móvel	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Inteligência Artificial	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fonte: Próprios Autores

No Quadro 1, cada coluna representa um domínio cognitivo da Taxonomia de Bloom, e cada linha representa uma tecnologia emergente. Uma marca de verificação (✓) indica que a tecnologia pode ser eficaz neste domínio, com base em uma avaliação genérica.

Note que a aplicação destas tecnologias em cada domínio dependerá de vários fatores, incluindo a forma específica como a tecnologia é usada, o contexto do curso, as características dos alunos, entre outros. Além disso, a Taxonomia de Bloom revisada inclui uma categoria adicional, "Criação", que não foi incluída aqui para manter a simplicidade.

A Realidade Virtual (RV), por exemplo, é notável por seu potencial para engajar em todos os seis domínios cognitivos. Isso pode ser devido à sua capacidade de imergir os alunos em cenários simulados, permitindo um entendimento mais profundo e aplicação direta de conceitos (BARARI et al., 2022). No entanto, os desafios associados à RV, como os custos de hardware e desenvolvimento de software, não devem ser negligenciados.

Por outro lado, a Gamificação é representada como menos eficaz na categoria 'Avaliação'. Enquanto a Gamificação pode estimular o engajamento e a retenção de conhecimento através de elementos lúdicos, sua eficácia em avaliar a compreensão profunda e a capacidade de julgar ou decidir pode ser limitada (WITECK; ALVES; BERNARDO, 2021).

As tecnologias de Big Data e Internet das Coisas (IoT) têm um grande potencial para aprimorar a aprendizagem baseada em dados e aplicações práticas. No entanto, o domínio dessas tecnologias requer não apenas habilidades técnicas, mas também uma compreensão do contexto e considerações éticas, destacando a necessidade de abordagens pedagógicas bem pensadas.

O Aprendizado Móvel permite a flexibilidade de aprendizagem em qualquer lugar e a qualquer momento, o que pode ser particularmente útil para os alunos de engenharia ocupados. No entanto, a eficácia do Aprendizado Móvel pode depender do design do curso e das características individuais dos alunos, como sua autodisciplina e habilidades de gestão do tempo (KUSUMAWATI; RIFA'I; PURNOMO, 2022.).

## **2.2 Percepção dos Docentes sobre o uso de Tecnologias Emergentes na Engenharia**

Para investigar a percepção dos docentes sobre o uso de tecnologias emergentes na engenharia, foi adotada uma abordagem de coleta de dados por meio de pesquisa survey, visando obter informações e opiniões dos participantes sobre o tema em questão. A pesquisa survey é uma estratégia de pesquisa que busca obter informações diretamente das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer (Turrioni e Mello, 2012), utilizando para isso questionários padronizados e/ou entrevistas estruturadas.

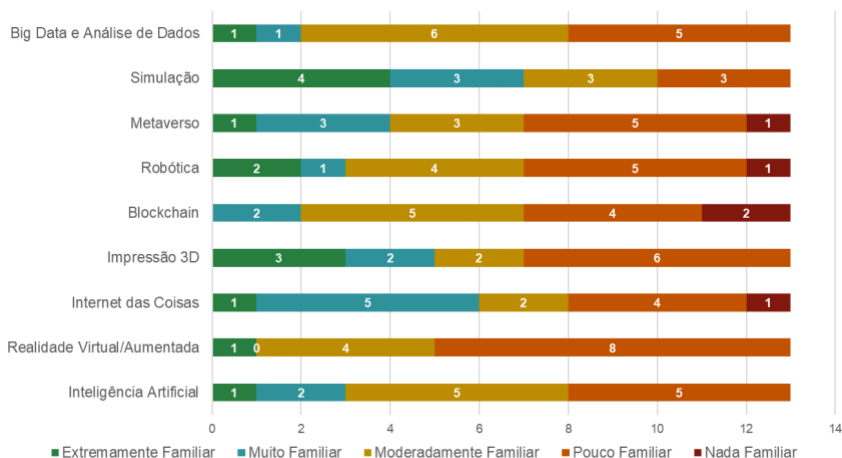
O desenho desta pesquisa consistiu em um estudo transversal, no qual os dados foram coletados em um único momento, com o objetivo de descrever a percepção dos participantes sobre o uso das tecnologias emergentes na EE. A população-alvo da pesquisa foi composta pelos docentes do Grupo de Trabalho de Educação Empreendedora da Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE), sendo que a amostra final foi constituída por 13 indivíduos respondentes.

Para a coleta de dados, utilizou-se um questionário estruturado, aplicado de forma online através da plataforma de pesquisa Google Forms, durante o período de 18/07/2023 até 02/08/2023. O questionário foi composto por 13 questões, incluindo perguntas de múltipla escolha, perguntas abertas e escalas de Likert. As variáveis sociodemográficas do estudo incluíram faixa etária, gênero, formação acadêmica e tempo de atuação como professor(a) na área de engenharia. Além disso, todos os participantes foram informados sobre o propósito da pesquisa, sua voluntariedade e a garantia de confidencialidade.

A primeira questão avaliou a percepção dos docentes sobre o potencial das tecnologias emergentes em aprimorar as habilidades empreendedoras dos estudantes de engenharia, utilizando uma escala

Likert. Dos participantes, 69,2% concordam integralmente com essa possibilidade, enquanto 30,8% concordam parcialmente.

Figura 1 - Avaliação da familiaridade com diversos tipos de tecnologias emergentes



Fonte: Próprios Autores

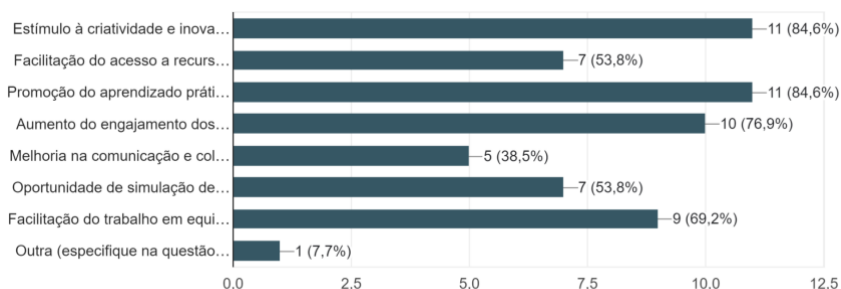
A segunda questão avaliou a familiaridade dos docentes com diferentes tipos de tecnologias emergentes. A distribuição das respostas, apresentando os níveis de familiaridade, pode ser visualizada na Figura 1.

Podemos observar que as tecnologias que os participantes têm mais familiaridade são, (i) simulação, (ii) internet das coisas, e (iii) impressão 3D. Já as tecnologias com menos familiaridade são: (i) metaverso, (ii) robótica, (iii) blockchain, e (iv) realidade virtual/aumentada. Além disso, os docentes tiveram a oportunidade de descrever outras tecnologias emergentes com as quais estão familiarizados, que não foram contempladas na pergunta anterior. Como resposta obtivemos as tecnologias com laser, ferramentas de autoria colaborativa, e processamento em nuvens.

Os docentes foram solicitados a indicar as principais vantagens ou oportunidades percebidas no uso de tecnologias emergentes na EE. Os resultados indicam que 84,6 % apontaram o estímulo à criatividade e inovação dos estudantes, 53,8% mencionaram a facilitação do acesso a

recursos e informações relevantes, 84,6% destacaram a promoção do aprendizado prático e experiencial, 76,9% ressaltaram o aumento do engajamento dos estudantes nas atividades educacionais, 38,5% apontaram a melhoria na comunicação e colaboração entre os estudantes, 53,8% enxergaram a oportunidade de simulação de cenários reais de negócios, 69,2% citaram a facilitação do trabalho em equipe e projetos colaborativos, e 7,7% acrescentaram outras vantagens, tais como o aumento de experiências em outras áreas do conhecimento necessárias ao novo engenheiro e o desenvolvimento de competências empreendedoras. O Figura 2 ilustra esses resultados.

Figura 2 - Vantagens e Oportunidades das tecnologias emergentes

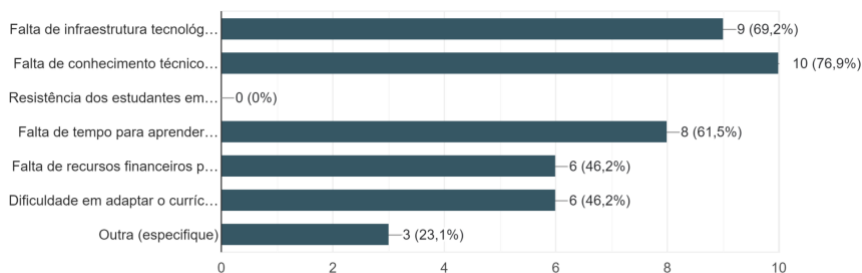


Fonte: Próprios Autores

Os docentes também foram solicitados a identificar as principais barreiras ou desafios percebidos no uso de tecnologias emergentes na EE. Os resultados demonstram que 69,2% dos participantes apontaram a falta de infraestrutura tecnológica adequada como uma barreira, 76,9% indicaram a falta de conhecimento técnico para utilizar as tecnologias e nenhum (0%) mencionou resistência dos estudantes em utilizar as tecnologias. Além disso, 61,5% dos docentes relataram a falta de tempo para aprender e implementar as tecnologias, 46,2% destacaram a falta de recursos financeiros para investir em tecnologias e apontaram a dificuldade em adaptar o currículo para incluir as tecnologias, e 23,1% indicaram outras dificuldades, tais como resistência dos docentes, questões legislativas e cultura organizacional. Esses resultados são ilustrados no Figura 3.

Figura 3 - Barreiras e Desafios das Tecnologias Emergentes





Fonte: Próprios Autores

Por fim, os docentes tiveram a oportunidade de compartilhar outras observações ou informações relevantes sobre o papel das tecnologias emergentes na EE. As respostas evidenciaram a necessidade de que o desenvolvimento, a utilização e a adoção das tecnologias emergentes sejam conduzidas de maneira planejada e estruturada, envolvendo tanto a colaboração entre os empreendedores e desenvolvedores como a orientação de políticas e diretrizes em âmbito institucional. Somente assim será possível alcançar o pleno potencial dessas tecnologias na promoção do crescimento e desenvolvimento da engenharia e da EE. Essas conclusões corroboram a relevância de se investir em capacitação docente e planejamento estratégico para que o potencial das tecnologias emergentes seja efetivamente aproveitado na formação dos futuros empreendedores na área de engenharia.

### **3 PROPOSTAS PARA A FORMAÇÃO BASEADA NO EMPREENDEDORISMO**

O empreendedorismo vai além da criação de empresas; é uma mentalidade que envolve identificar oportunidades, inovar, assumir riscos calculados e criar valor a partir de ideias. Ao incorporar o ensino do empreendedorismo nos cursos de engenharia, os estudantes são preparados para enfrentar os desafios de forma proativa, aplicar habilidades técnicas de maneira inovadora e buscar soluções criativas para problemas complexos. A seguir é apresentado diferentes possibilidades de formação baseada no empreendedorismo:

- **Disciplina de Empreendedorismo** em Engenharia: Introdução de uma disciplina obrigatória de "Empreendedorismo em Engenharia" nos primeiros anos do curso. Nessa disciplina, os alunos seriam introduzidos aos princípios básicos do empreendedorismo, como identificação de oportunidades, modelagem de negócios, estratégias de mercado e gestão de projetos inovadores.
- **Projetos Interdisciplinares Empreendedores:** Incorporar projetos interdisciplinares ao longo do curso, nos quais os estudantes de diferentes áreas de engenharia trabalhariam juntos para desenvolver soluções inovadoras para desafios reais. Isso incentivaria a colaboração, a criatividade e a aplicação prática dos conceitos empreendedores.
- **Laboratórios de Inovação e Incubadoras:** Estabelecer laboratórios de inovação e incubadoras dentro das universidades, onde os alunos podem transformar suas ideias em protótipos e, posteriormente, em produtos comercializáveis. Esses espaços proporcionariam orientação especializada, recursos técnicos e acesso a mentores experientes.
- **Parcerias com Empresas e Startups:** Estabelecer parcerias estratégicas com empresas e startups locais e internacionais. Isso permitiria que os alunos trabalhassem em projetos reais, adquirindo experiência prática, networking e compreensão das necessidades do mercado.
- **Programas de Aceleração Empresarial:** Oferecer programas de aceleração empresarial voltados para estudantes de engenharia. Esses programas proporcionariam treinamento intensivo em empreendedorismo, mentoria personalizada e acesso a investidores.
- **Parcerias com a governança local:** oferecer apoio e desenvolvimento de iniciativas exitosas junto a programas governamentais regionais, conferindo o caráter sociais das ações extensionistas da formação.

### **3.1 O Programa de Projetos Integradores nos cursos de Engenharia da Fundação Santo André**

A formação de engenheiros desempenha um papel crucial no desenvolvimento tecnológico e econômico de uma nação. No entanto, as demandas contemporâneas exigem profissionais capazes de abordar desafios complexos, interdisciplinares e alinhados com as metas globais de sustentabilidade. Nesse contexto, a implantação de uma disciplina de Projetos Integradores nos cursos de engenharia da Fundação Santo André, implantada desde 2019, se apresenta como uma estratégia inovadora para preparar os futuros engenheiros. Esta abordagem que reúne estudantes de diversas modalidades de engenharia para colaborar em projetos multidisciplinares baseados nas Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, pode trazer benefícios significativos para a formação acadêmica, para o avanço da pesquisa e para a extensão universitária.

No programa de Projeto Integrador dos cursos de engenharia da Fundação Santo André foram definidas como premissas as seguintes propostas:

- Implantação de quatro Projetos Integradores nos quatro primeiros semestres pares de todos os cursos de engenharia, de PI I a PI IV;
- Nestes projetos, os alunos de todas as modalidades de engenharia têm seus horários arranjados de tal forma que se formam turmas multidisciplinares;
- No segundo semestre dos cursos, os alunos estão cursando o chamado o núcleo comum de disciplinas chamado Ciclo Básico, onde a interdisciplinaridade já é inerente à composição das turmas. Neste primeiro projeto os alunos exercitam principalmente as competências em técnicas de organização de trabalhos e conhecimento em ferramentas computacionais, desenvolvendo temas livres;
- Nos anos de 2020 a 2022, os projetos integradores II e III tiveram temas pré-definidos com a finalidade de um melhor acompanhamento de desenvolvimento de projetos de maior complexidade. A partir de 2023 passaram a ter temas livres para desenvolvimento dos trabalhos.

- Todos os Projetos Integradores têm características de projetos extensionistas, ou seja, visam aplicação “extramuros” da universidade, atendendo às DCN nacionais para os cursos de engenharia.
- A partir de 2023 os Projetos Integradores passam a utilizar a metodologia EDLE (*Entrepreneurial Dynamic Learning*) que é uma ferramenta integrada desenvolvida por pesquisadores da Universidade Federal de Itajubá e Universidade de São Paulo, para a concepção dos projetos.

Uma das principais vantagens da disciplina de Projetos Integradores é a promoção da aprendizagem colaborativa e interdisciplinar. Ao reunir estudantes de diferentes áreas da engenharia, como mecânica, elétrica, civil e ambiental, por exemplo, os alunos são desafiados a aplicar conhecimentos variados para resolver problemas complexos do mundo real. Essa abordagem estimula a troca de ideias, o compartilhamento de experiências e a integração de perspectivas diversas, preparando os futuros engenheiros para trabalharem em equipes multidisciplinares, como é comum no mercado de trabalho.

Além disso, a abordagem dos Projetos Integradores baseada nas ODS da ONU proporciona uma conexão direta entre a formação acadêmica e os desafios globais de sustentabilidade. Os alunos têm a oportunidade de desenvolver projetos que contribuam para metas como erradicação da pobreza, igualdade de gênero, energia limpa e acesso à água potável. Isso não apenas agrega relevância ao aprendizado, mas também instiga o senso de responsabilidade social e ambiental nos futuros engenheiros, preparando-os para serem agentes de mudança positiva na sociedade.

A extensão universitária também é enriquecida por essa abordagem. Os projetos multidisciplinares podem ser desenvolvidos em parceria com comunidades locais, organizações não governamentais ou empresas, abrindo espaço para que os estudantes coloquem em prática os conhecimentos adquiridos em sala de aula, beneficiando diretamente a sociedade. Essa interação com a comunidade não só promove a aplicação prática do aprendizado, mas também fortalece os vínculos entre a universidade e a sociedade, reforçando o compromisso da instituição com o desenvolvimento sustentável.

Outro ponto a ser destacado é o estímulo à criatividade e à inovação.

A resolução de desafios complexos exige abordagens criativas e novas soluções. Ao trabalharem em projetos que visam atender às metas das ODS, os estudantes são encorajados a pensar fora da caixa, a experimentar diferentes abordagens e a buscar soluções inovadoras para problemas concretos. Isso contribui para o desenvolvimento de uma mentalidade empreendedora e para a formação de profissionais capazes de propor soluções originais e impactantes.

Em conclusão, a implantação da disciplina de Projetos Integradores nos cursos de formação de engenheiros no Brasil, com base nas ODS da ONU e características de extensão universitária, representa uma abordagem holística e alinhada com as demandas do mundo contemporâneo. Ao promover a colaboração interdisciplinar, a conexão com desafios globais, a aplicação prática do aprendizado e o estímulo à criatividade, essa abordagem contribui para a formação de engenheiros mais preparados, conscientes e comprometidos com a construção de um futuro sustentável e equitativo.

### **3.2 Disciplina Eletiva e Laboratório de Fabricação Digital no Centro de Tecnologia (CTEC) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL)**

A fabricação digital é a produção de objetos físicos a partir de modelos digitais (PUPO, 2016). Os objetos são desenhados no computador e fabricados em maquinário de controle numérico computadorizado (CNC), em um processo designado como CAD/CAM (*Computer Aided Design Computer Aided Manufacturing*). O termo engloba diversas tecnologias de manufatura, que se classificam em três tipos principais: 1-aditiva (também conhecida como impressão 3D); 2-subtrativa; e 3-formativa (KOLAREVIC, 2001). Essas tecnologias se caracterizam pela agilidade, versatilidade e acessibilidade de produção, aproximando o processo de concepção do processo de fabricação do produto. Elas possibilitam a produção não somente de protótipos, mas também de peças destinadas ao uso final, especialmente ao se considerar o avanço da manufatura aditiva nos últimos anos. Assim, é possível realizar produtos físicos em um curto intervalo de tempo entre o design, a análise computacional, a prototipagem e a produção final.

Tendo em vista a transformação digital das engenharias e as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs), algumas ações no CTEC

visaram contribuir para a formação de estudantes preparados para o entendimento das novas tecnologias, estimulando a resolução de problemas e o empreendedorismo. A criação da disciplina eletiva “Tecnologias de fabricação digital”, vinculada ao curso de engenharia civil, permitiu aos alunos o contato com tecnologias como a manufatura aditiva, com ênfase na construção civil. A implantação do laboratório Fab Lab UFAL, além de se constituir como apoio ao desenvolvimento de metodologias ativas em disciplinas de graduação e de pós-graduação, configura-se como um espaço de oportunidade de engajamento dos estudantes em projetos aplicados para a Indústria.

### **3.3 Disciplina “Tecnologias de fabricação digital”**

Visando uma preparação para as mudanças curriculares previstas nas novas DCNs, propôs-se a criação de uma disciplina eletiva que permitisse a integração de tecnologias emergentes na oferta curricular atual. A disciplina “Tecnologias de fabricação digital” foi implantada a partir do período letivo 2019.1, vinculada ao curso de engenharia civil e contando com o apoio da estrutura do Fab Lab UFAL. Seu conteúdo aborda as aplicações das tecnologias de fabricação digital, automação e robótica na construção civil, buscando contextualizar o seu impacto na transformação digital do setor, bem como a importância da adoção dessas tecnologias por engenheiros, frente às tendências do mercado. A proposta da disciplina possui um aspecto inovador dentro do contexto dos cursos de engenharia civil no Brasil, visto que as tecnologias de fabricação digital são mais comumente associadas a outras áreas, tais como engenharia de produção, mecatrônica, arquitetura e design.

A disciplina permite aos alunos o contato na prática com tecnologias como a manufatura aditiva (impressão 3D). Em sua contextualização, abordam-se os principais conceitos que fundamentam o campo da fabricação digital, tais como CAD/CAM e CNC, além da contextualização dos tipos de fabricação digital (aditiva, subtrativa, formativa). Apresentam-se também alguns *softwares* de modelagem 3D e sistemas de digitalização 3D. Especial ênfase é dada aos seguintes temas: sistema Wikihouse (fabricação subtrativa, Figuras 4 a 6), fabricação digital em concreto (ROUSSEL; LOWKE, 2022) em especial o tipo baseado em extrusão (3DCP), e a utilização de braços robóticos na fabricação de elementos construtivos e edificações.

Figura 4 - Alunos da disciplina desenvolvendo projeto prático com base no sistema wikihouse



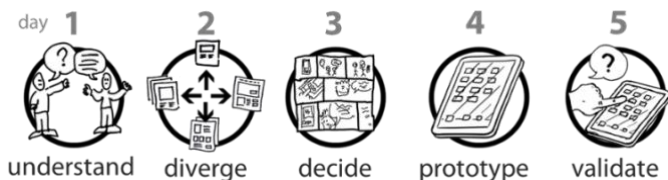
Fonte: Próprios Autores

Os objetivos propostos para a disciplina são os descritos abaixo:

- Possibilitar o contato do discente com as principais tecnologias de fabricação digital e de automação difundidas no mercado;
- Capacitar os discentes na compreensão dos princípios básicos e aplicações práticas das tecnologias de fabricação digital;
- Proporcionar experiências práticas de fabricação digital valendo-se de impressoras 3D, cortadoras a *laser* e demais tecnologias estudadas;
- Estimular a reflexão do futuro profissional acerca do impacto das tecnologias de fabricação digital para o futuro da engenharia.

A metodologia ativa adotada para a disciplina foi a da aprendizagem baseada em projetos (PBL- *Project based learning*). O foco principal é o desenvolvimento de um projeto prático, desenvolvido por meio de modelagem 3D, ilustrações, protótipos, realidade virtual e outras ferramentas. A dinâmica de elaboração do projeto se dá a partir das abordagens do *design thinking* e do *design prototyping sprint* (google), utilizadas nesse contexto para a identificação de oportunidades de inovação e de solução de problemas no contexto da engenharia. Os alunos são divididos em equipes (denominadas “*startups*”) e trabalham colaborativamente na elaboração do desafio proposto. As fases do projeto são divididas em cinco semanas, cada uma correspondente a um dia das etapas da metodologia Sprint, de acordo com a ilustração a seguir:

Figura 5 - Etapas do *prototyping sprint*



Fonte: KNAPP, 2017

Após o processo de desenvolvimento, os grupos apresentam suas soluções em um *pitch* para uma banca formada por professores e especialistas convidados. As equipes desenvolvem a apresentação contendo imagem de marca da *startup* criada, desenhos técnicos e modelos 3D, protótipos e outros elementos que complementem a compreensão. Como exemplo de um dos temas trabalhados, enfocou-se propostas para um “escritório do canteiro de obras inteligente”.

Ao longo da disciplina, conta-se com a participação de alguns parceiros para ministrar algumas oficinas, tais como do IEEE Capítulo de Robótica do Instituto de Computação para a oficina de Arduino, e de integrantes do grupo Women in BIM para a oficina de BIM. No entanto, ainda consiste em um desafio a integração dos conteúdos abordados com outras disciplinas do curso de engenharia civil. A interação vem ocorrendo de forma pontual por meio de convites a professores de áreas como materiais de construção, tecnologias construtivas e projeto elétrico, mas espera-se que com a implantação das novas DCNs se possa promover essa integração de modo mais abrangente ao longo da formação dos estudantes.

### 3.4 Fab Lab UFAL

O Fab Lab UFAL é o primeiro laboratório de fabricação digital do Estado de Alagoas e o único oficialmente vinculado ao Fab Lab Network, Rede Mundial de Fab Labs originada no Instituto de Tecnologia de Massachussets (MIT), nos Estados Unidos. O laboratório está instalado em uma sala no Laboratório de Estruturas e Materiais (LEMA), do Centro de Tecnologia (CTEC). Prevê-se brevemente, em dezembro de 2023, uma considerável ampliação de seu espaço físico pela ocupação de uma



sala de 120m<sup>2</sup> no novo edifício do Núcleo de Tecnologias Ambientais (NTA), com obras atualmente em estágio de acabamento.

O laboratório foi inaugurado em 2019 como um legado da edição da SBPC 2018, sediada pela instituição alagoana. Seu projeto e ações, porém, já se desenvolviam há quatro anos, com o grupo fundador participando da produção de grandes eventos da UFAL como o CAITE 2016, O SBPC 2018 e a Oitava e a Nona Bienal do Livro, por meio de atividades de extensão do projeto Luminaturas (Proinart/ Proex). Os alunos participavam da concepção, produção e acompanhavam todo o processo de fabricação digital dos elementos e da implantação da estrutura dos eventos. O projeto do Fab Lab contou também com o apoio de laboratórios reconhecidos do CTEC, como LCCV e LEMA.

Figura 6 - Projeto e inauguração da Oitava Bienal do Livro de Alagoas, em 2017



Fonte: Próprios Autores

O espaço do Fab Lab é constituído por um maquinário de comando numérico (C.N.C.) que permite a prototipagem rápida e a fabricação digital. A especialidade principal do Fab Lab UFAL é a manufatura aditiva, contando com o maior número de equipamentos voltados para essa tecnologia. A partir da inauguração do novo espaço, os docentes também poderão passar a ministrar aulas dentro do próprio laboratório, estimulando os alunos a desenvolverem projetos práticos envolvendo fabricação digital nas diversas esferas, valendo-se das metodologias ativas e da aprendizagem mão na massa.

Os Fab labs possuem o diferencial de poder agregar múltiplos campos do conhecimento, criando possibilidades de interações entre as engenharias e as mais diversas áreas que envolvam qualquer produto físico a ser criado, materializado e testado. Assim, mais do que se constituir como um espaço multidisciplinar, o Fab Lab visa estimular a

transdisciplinaridade em seu espaço, ou seja, a colaboração e a fluidez de informação e de criação entre as mais diversas disciplinas. Tais espaços também promovem uma livre interação entre pares, incentivando alunos a desenvolverem seus potenciais criativos e a lidarem com os desafios técnicos implicados na materialização e validação de uma ideia.

O laboratório também pode gerar consideráveis benefícios para o estímulo da educação empreendedora, devido ao seu potencial para auxiliar e incrementar pesquisas científicas. Do ponto de vista da extensão, o Fab Lab pode ampliar as possibilidades de parceria da Universidade com órgãos governamentais, Sistema S, indústrias e *startups*. A estrutura do laboratório permite oferecer capacitação e suporte tecnológico para o desenvolvimento de produtos, buscando auxiliar processos de inovação. Tais parcerias podem possibilitar o desenvolvimento tecnológico e a qualificação profissional, auxiliando na dinamização da economia local.

#### **4 O COMPORTAMENTO EMPREENDEDOR PROPOSTO POR FILION E AS COMPETÊNCIAS DESEJÁVEIS AO ENGENHEIRO NA MODERNIDADE**

A educação empreendedora compreende um conjunto de conteúdos, métodos de ensino e aprendizagem, com apoio ao desenvolvimento da cultura empreendedora, mentalidade empreendedora, competência, comportamento, atitudes, intenções e valores empreendedores essenciais para o indivíduo viver, trabalhar e criar valor compartilhado para a sociedade (FAYOLLE, 2013, GIBB, 2002, LACKÉUS, 2017). No entanto, é possível destacar a proposta do metamodelo empreendedor, cunhado por Filion (1993), cuja pesquisa e estudo com diversos líderes de empresas ao redor do mundo evidenciou os cinco componentes que devem ser desenvolvidos por profissionais das organizações: *weltanschauung*, visão, liderança, energia e relações.

Segundo Filion (1993) o empreendedor que possui uma visão é um impulsionador e catalisador de atividades gerenciais e implica conectar ação e reflexão, romper com o olhar fragmentado do mundo e implica ser alguém capaz de atingir o equilíbrio entre o fazer e o sonhar. A perspectiva desse autor é estudar sobre a educação empreendedora priorizando o indivíduo, com medidas voltadas a atitudes e competências

empreendedoras não cognitivas e circunscrita as categorias de análise das ciências humanas e das ciências sociais aplicadas.

O metamodelo empresarial proposto por Fillion (1993) estabelece a visão que o profissional desenvolve a partir do conjunto de relações que estabelece em sua vida e no mundo do trabalho e está relacionado ao pensamento crítico, ao exercício da liderança e estímulos à inovação para empreender, que se constituem as bases das Diretrizes Curriculares Nacionais nas Engenharias (DCNs), propostas em 2019.

#### **4.1 Evidência Teórica**

O metamodelo do comportamento empreendedor apresentado por Fillion (1993) foi um insight importante ao reforçar a visão de totalidade ao conectar os cinco componentes e mostrar as implicações das motivações da tomada de decisões do empreendedor, fundamentada pela forma de olhar, compreender e transformar o mundo. Na perspectiva da visão o empreendedor é considerado aquele que consegue apreender conhecimentos e estabelecer conexões entre diferentes variáveis que não estão visivelmente apresentadas e que servirão de suporte para a formulação e implementação da visão.

A proposta das DCNs em desenvolver competências necessárias a atuação do engenheiro na sociedade moderna prescinde de uma nova perspectiva analítica e novos estudos que ajudam a compreender que uma competência necessária para inovar exige do empreendedor uma visão de futuro do empreendimento, que possa gerar novo valor à sociedade, antecipando as necessidades de soluções. Essa condição tem sido revelada por pessoas que exploram sua criatividade e por isso possuem otimismo e confiança na ação e aprendem com os erros e acertos.

#### **4.2 Evidência Empírica**

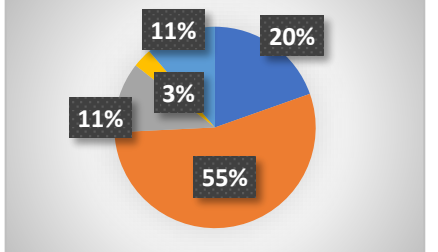
A evidência empírica dessa pesquisa foi demonstrada na disciplina de Introdução à Atividade Empresarial/ IAE, de 4 créditos, 60 horas e oriunda da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília e é administrada pela Escola de Empreendedorismo. Os estudantes de todas

as engenharias podem se inscrever nessa disciplina na modalidade de módulo livre ou optativa.

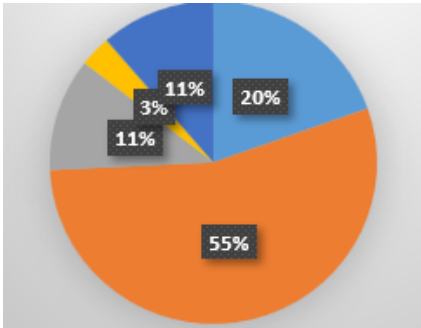
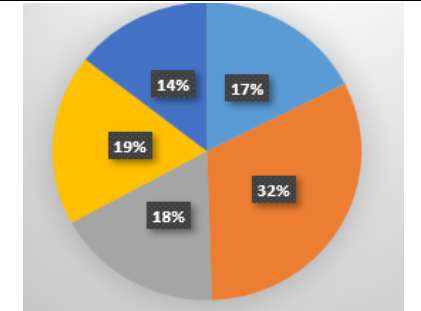
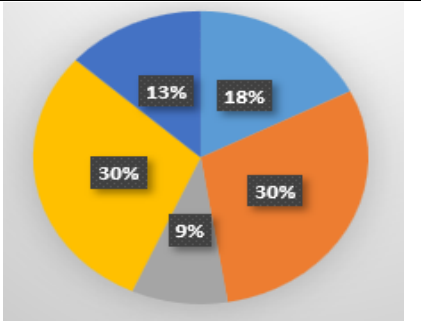
A disciplina de IAE utiliza as metodologias ativas onde o estudante é protagonista de sua aprendizagem e impulsiona o comportamento empreendedor. Possui em seu plano de ensino a proposta de refletir sobre o “Eu Empreendedor” e vivenciar o processo de sua jornada empreendedora: trabalhar em equipe, pensar problema, buscar solução, realizar pesquisa de dados, criar vídeo, escrever sobre o processo de pesquisa e realizar um pitch para banca avaliadora, apresentando sua experiência empreendedora. Apresenta a prontidão tecnológica na fase da ideação e prototipação da ideia inovadora.

A perspectiva das conexões entre o comportamento empreendedor proposto por Filion (1993) e as DCNs nas engenharias foram exploradas em duas turmas de IAE, sendo 100 alunos em cada turma, no período de abril a julho de 2023. Durante a realização das atividades pedagógicas os estudantes foram preenchendo um formulário no google forms , com o objetivo de destacar a sua percepção em relação aos cinco comportamentos empreendedores proposto por Filion (*weltanschauung*, visão, liderança, energia e relações). Esse formulário conteve 10 questões, onde cada questão correspondeu a cada atividade pedagógica, prevista no plano de ensino de IAE. No formulário aplicado às duas turmas obtiveram-se 97 respostas (Quadro 2).

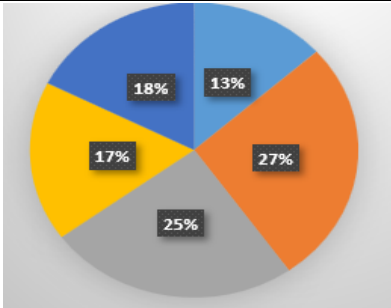
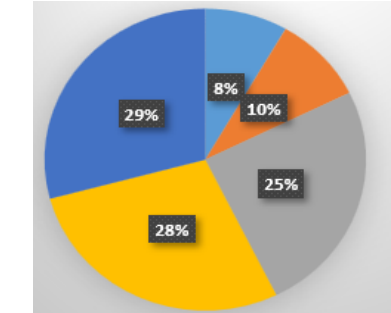
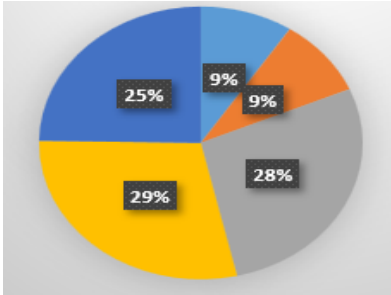
Quadro 2: análise do formulário aplicado aos estudantes de IAE sobre a percepção da experimentação dos cinco comportamentos propostos por Filion (1993) - (1) **Cosmvisão** (2) **Visão** (3) **Liderança** (4) **Energia** (5) **Relações**.

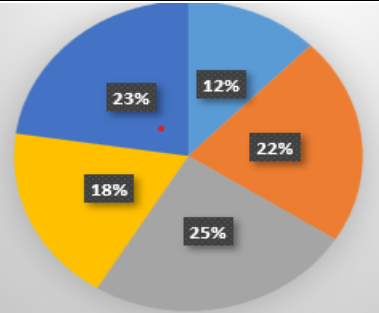
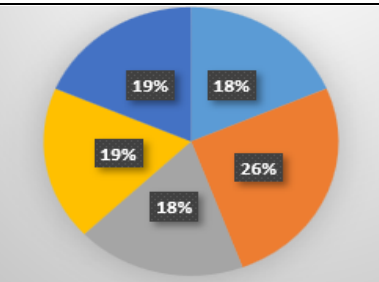
Perguntas do Formulário	Resultado da aplicação dos formulários	Análise do Resultado												
Escolha da composição da equipe e atuação coletiva	 <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Pizza</caption> <thead> <tr> <th>Cor</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Laranja</td> <td>55%</td> </tr> <tr> <td>Azul</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Cinza</td> <td>11%</td> </tr> <tr> <td>Verde</td> <td>11%</td> </tr> <tr> <td>Amarelo</td> <td>3%</td> </tr> </tbody> </table>	Cor	Porcentagem	Laranja	55%	Azul	20%	Cinza	11%	Verde	11%	Amarelo	3%	A composição dos grupos de trabalho é multidisciplinar e os estudantes precisam estabelecer relações para atuar em equipe.
Cor	Porcentagem													
Laranja	55%													
Azul	20%													
Cinza	11%													
Verde	11%													
Amarelo	3%													

**ABENGE 50 ANOS:**  
**DESAFIOS DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA**

<p>Escolha do problema a ser investigado</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cor</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Orange</td> <td>55%</td> </tr> <tr> <td>Light Blue</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Dark Blue</td> <td>11%</td> </tr> <tr> <td>Yellow</td> <td>11%</td> </tr> <tr> <td>Grey</td> <td>3%</td> </tr> </tbody> </table>	Cor	Porcentagem	Orange	55%	Light Blue	20%	Dark Blue	11%	Yellow	11%	Grey	3%	<p>A escolha do problema gera nos estudantes a necessidade de ter maior visão para selecionar o problema que tivessem melhores condições apresentar as soluções.</p>
Cor	Porcentagem													
Orange	55%													
Light Blue	20%													
Dark Blue	11%													
Yellow	11%													
Grey	3%													
<p>Busca e solução proposta</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cor</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Orange</td> <td>32%</td> </tr> <tr> <td>Yellow</td> <td>19%</td> </tr> <tr> <td>Grey</td> <td>18%</td> </tr> <tr> <td>Light Blue</td> <td>17%</td> </tr> <tr> <td>Dark Blue</td> <td>14%</td> </tr> </tbody> </table>	Cor	Porcentagem	Orange	32%	Yellow	19%	Grey	18%	Light Blue	17%	Dark Blue	14%	<p>A solução parte da visão que consiga apresentar um caminho a ser empreendido.</p>
Cor	Porcentagem													
Orange	32%													
Yellow	19%													
Grey	18%													
Light Blue	17%													
Dark Blue	14%													
<p>Pesquisas bibliográficas e de mercado</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cor</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Orange</td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>Yellow</td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>Light Blue</td> <td>18%</td> </tr> <tr> <td>Dark Blue</td> <td>13%</td> </tr> <tr> <td>Grey</td> <td>9%</td> </tr> </tbody> </table>	Cor	Porcentagem	Orange	30%	Yellow	30%	Light Blue	18%	Dark Blue	13%	Grey	9%	<p>A busca de dados para a pesquisa requer dos membros um esforço intelectual e inteligência cognitiva de realizar conexão entre conceitos para extrair boas soluções.</p>
Cor	Porcentagem													
Orange	30%													
Yellow	30%													
Light Blue	18%													
Dark Blue	13%													
Grey	9%													

**ABENGE 50 ANOS:**  
**DESAFIOS DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA**

<p>Preenchimento do template "Modelo C"</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Segment Color</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Blue</td> <td>18%</td> </tr> <tr> <td>Light Blue</td> <td>13%</td> </tr> <tr> <td>Orange</td> <td>27%</td> </tr> <tr> <td>Grey</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>Yellow</td> <td>17%</td> </tr> </tbody> </table>	Segment Color	Percentage	Blue	18%	Light Blue	13%	Orange	27%	Grey	25%	Yellow	17%	<p>A ferramenta Modelo C é um exercício coletivo que precisa de liderança e visão de impacto.</p>
Segment Color	Percentage													
Blue	18%													
Light Blue	13%													
Orange	27%													
Grey	25%													
Yellow	17%													
<p>Criação do vídeo</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Segment Color</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Blue</td> <td>29%</td> </tr> <tr> <td>Light Blue</td> <td>8%</td> </tr> <tr> <td>Orange</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Grey</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>Yellow</td> <td>28%</td> </tr> </tbody> </table>	Segment Color	Percentage	Blue	29%	Light Blue	8%	Orange	10%	Grey	25%	Yellow	28%	<p>O vídeo representa toda a jornada do estudante na ação empreendedora e precisa ser sistematizada com boa relação muita energia e o papel de uma liderança.</p>
Segment Color	Percentage													
Blue	29%													
Light Blue	8%													
Orange	10%													
Grey	25%													
Yellow	28%													
<p>Apresentação do <i>pitch</i> 1 (ideia) e 2 (vídeo)</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Segment Color</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Blue</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>Light Blue</td> <td>9%</td> </tr> <tr> <td>Orange</td> <td>9%</td> </tr> <tr> <td>Grey</td> <td>28%</td> </tr> <tr> <td>Yellow</td> <td>29%</td> </tr> </tbody> </table>	Segment Color	Percentage	Blue	25%	Light Blue	9%	Orange	9%	Grey	28%	Yellow	29%	<p>Essa atividade prescinde de energia e liderança.</p>
Segment Color	Percentage													
Blue	25%													
Light Blue	9%													
Orange	9%													
Grey	28%													
Yellow	29%													

<p>Elaboração do resumo expandido</p>	 <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Elaboração do resumo expandido</caption> <thead> <tr> <th>Cor</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Azul</td> <td>23%</td> </tr> <tr> <td>Amarelo</td> <td>18%</td> </tr> <tr> <td>Verde</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>Vermelho</td> <td>22%</td> </tr> <tr> <td>Cinza</td> <td>12%</td> </tr> </tbody> </table>	Cor	Porcentagem	Azul	23%	Amarelo	18%	Verde	25%	Vermelho	22%	Cinza	12%	<p>O resumo expandido é a expressão científica da escrita sobre a jornada empreendedora e por isso precisa de esforço intelectual e energia</p>
Cor	Porcentagem													
Azul	23%													
Amarelo	18%													
Verde	25%													
Vermelho	22%													
Cinza	12%													
<p>Avaliação dos <i>pitchs</i>, vídeo e resumo expandido</p>	 <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Avaliação dos pitchs, vídeo e resumo expandido</caption> <thead> <tr> <th>Cor</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Amarelo</td> <td>19%</td> </tr> <tr> <td>Verde</td> <td>18%</td> </tr> <tr> <td>Vermelho</td> <td>26%</td> </tr> <tr> <td>Cinza</td> <td>18%</td> </tr> <tr> <td>Azul</td> <td>19%</td> </tr> </tbody> </table>	Cor	Porcentagem	Amarelo	19%	Verde	18%	Vermelho	26%	Cinza	18%	Azul	19%	<p>A avaliação representa o resultado do processo pedagógico percorrido pela equipe e pressupõe cosmopvisão e visão.</p>
Cor	Porcentagem													
Amarelo	19%													
Verde	18%													
Vermelho	26%													
Cinza	18%													
Azul	19%													

Fonte: Próprios Autores

### 4.3 Evidência de conexões teórico-empíricas

Quadro 3: conexões entre o comportamento empreendedor e as DCNs nas engenharias

<p><b>Etapas Pedagógicas da disciplina de IAE</b></p>	<p><b>Resultado da percepção do comportamento empreendedor de Filion (1993)</b></p>	<p><b>Desenvolvimento de Competências desejáveis ao Engenheiro (DCNs, 2019)</b></p>
<p>Escolha da composição da equipe e atuação coletiva</p>	<p>A necessidade de estabelecer relações para fazer parte e ser aceito a uma equipe</p>	<p>Ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica.</p>
<p>Escolha do problema ser investigado</p>	<p>Necessidade de ter maior visão para selecionar o problema</p>	<p>Ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de</p>

		forma criativa os problemas de Engenharia.
Busca e solução proposta	A solução parte da visão que consiga apresentar um caminho a ser empreendido	Formular e conceber soluções desejáveis de Engenharia, analisando e compreendendo a necessidade dos usuários e seu contexto. Implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia
Pesquisas bibliográficas e de mercado	esforço intelectual e muita energia para ativar a inteligência cognitiva ao realizar conexão entre conceitos para extrair boas soluções.	Estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora
Preenchimento do template "Modelo C	A ferramenta Modelo C é um exercício coletivo que precisa de liderança e visão de impacto	Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos.
Criação do vídeo	O vídeo representa toda a jornada do estudante na ação empreendedora e precisa de ser sistematizado com boa relação entre os membros da equipe muita energia e o papel de uma liderança forte.	Adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão
Apresentação do <i>pitch</i> 1 (ideia) e 2 (vídeo)	Essa atividade prescinde de energia e liderança	Aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação.
Elaboração do resumo expandido	O resumo expandido é a expressão científica da escrita sobre a jornada empreendedora e por isso precisa de liderança e energia	Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e validados por experimentação
Avaliação dos <i>pitchs</i> , vídeo e	A avaliação representa o resultado do processo	Aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos



resumo expandido	pedagógico percorrido pela equipe e exige cosmovisão e visão	complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação.
------------------	--	--

Fonte: Próprios autores

Primeiramente, identifica-se que o comportamento empreendedor em engenharia é sustentado por um processo de aprendizagem ativa, reflexiva e crítica, focado na solução de problemas reais e na colaboração. Em segundo lugar, ressalta-se a importância da experimentação, colaboração e empatia no ambiente acadêmico, capazes de transformar a percepção de mundo (*weltanschauung*) de professores e estudantes de engenharia, fomentando ações empreendedoras. Por fim, destaca-se que o desenvolvimento de competências alinhadas às Diretrizes Curriculares Nacionais para cursos de engenharia pode ser efetivado através de disciplinas que promovam uma jornada empreendedora, utilizando metodologias ativas e reforçando o comportamento empreendedor.

A predominância de uma abordagem disciplinar e previsível na educação em engenharia interfere na implementação de uma educação empreendedora eficaz. Esta abordagem tradicional limita a experiência do comportamento empreendedor durante a formação acadêmica dos engenheiros, apresentando desafios na aplicação das Diretrizes Curriculares Nacionais no contexto dos cursos de engenharia.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação empreendedora (EE), em suas múltiplas facetas, emerge como uma pedra angular no contexto da formação acadêmica e profissional contemporânea. A definição de EE, embora ainda desafiadora, converte-se em um espectro que vai além da mera capacitação para criação e gestão de negócios, abraçando o desenvolvimento de competências vitais para a vida e o trabalho no futuro. Os objetivos educacionais bifurcam-se em aumentar a conscientização sobre empreendedorismo e preparar alunos como empreendedores potenciais, ambos necessitando de uma abordagem pedagógica diversificada e eficaz.

A inserção de tecnologias emergentes, como a aprendizagem online, gamificação, realidade virtual e inteligência artificial, tem revolucionado o paradigma educacional, oferecendo metodologias de ensino mais flexíveis, personalizadas e imersivas. Tais tecnologias não apenas melhoram o engajamento e a retenção de conhecimento, mas também possibilitam experiências de aprendizagem mais ricas e contextualizadas.

A adoção da aprendizagem baseada em projetos (PBL) e a utilização de ferramentas como modelagem 3D e realidade virtual, dentro de estruturas colaborativas como as startups estudantis, refletem uma abordagem prática e inovadora. Esta metodologia não só fomenta a criatividade e a resolução de problemas, mas também prepara os alunos para as demandas reais do mercado de trabalho.

O Fab Lab UFAL, como exemplo prático, ilustra a sinergia entre tecnologia e educação, proporcionando um ambiente para a experimentação prática e desenvolvimento de projetos inovadores. Este laboratório não apenas representa um avanço tecnológico, mas também um espaço de aprendizagem ativa e colaborativa.

A teoria do metamodelo empreendedor de Filion destaca a importância do desenvolvimento de visão, liderança, energia e relações no contexto educacional empreendedor. Esses componentes são cruciais para moldar indivíduos capazes de equilibrar sonhos e ações práticas, essenciais no mundo empresarial.

Por fim, o Metaverso surge como um campo fértil para a educação empreendedora, oferecendo um ambiente virtual onde os alunos podem simular cenários empresariais e enfrentar desafios práticos do empreendedorismo. Esta modalidade de ensino alinha-se perfeitamente com as metodologias ativas e enfatiza a importância de um aprendizado prático, colaborativo e orientado pela tecnologia. Em suma, a educação empreendedora atual, ancorada na tecnologia e inovação, prepara os alunos não apenas para o presente, mas principalmente para um futuro dinâmico e incerto no mundo dos negócios.

## REFERÊNCIAS

BARARI, N. et al. **Designing and validating educational standards for E-teaching in virtual learning environments (VLEs), based on revised**

**Bloom's taxonomy.** Interactive Learning Environments, v. 30, n. 9, p. 1640-1652, 2022.

CHEN, L.; IFENTHALER, D.; YAU, J. Y.-K. Online and blended entrepreneurship education: a systematic review of applied educational technologies. **Entrepreneurship Education**, v. 4, n. 2, p. 191–232, jun. 2021.

CONOLE, G. **Designing for learning in an open world.** Springer Science & Business Media, 2012.

FAYOLLE, A. Personal views on the future of entrepreneurship education. **Entrepreneurship and Regional Development**, v. 25, n. 7-8, p. 692-701, 2013.

FILION, L. Visão e relações: elementos para um metamodelo empreendedor. **Revista de Administração de Empresas**, v. 33, p. 50-61, 1993.

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**, 4(3), 233–269. 2020. <https://doi.org/10.1111/1468-2370.00086>.

KLAUS, S. The Fourth Industrial Revolution, World Economic Forum. **Zulfu Dicleli: The Optimist Publications**, v. 91, p. 15, 2016.

KNAPP, J. **Sprint: o método usado no Google para testar e aplicar novas ideias em apenas cinco dias.** Rio de Janeiro: Intrínseca, 2017.

KOLAREVIC, B. Designing and Manufacturing Architecture in the Digital Age. 19th eCAADe Conference Proceedings 2001, p. 117-123.

KUSUMAWATI, T. I. J.; RIFA'I, A.; PURNOMO, M. H. **Mobile Augmented Reality Serious Game Design Based on Bloom's**

**Taxonomy.** In: 2022 1st International Conference on Information System & Information Technology (ICISIT). IEEE, 2022. p. 140-144.

LACKÉUS, Martin. **Entrepreneurship in Education.** OECD. LEED, 2017.

PUPO, R. T. **Fabricação Digital.** In: Frederica Braida; Joao Gaspar (Orgs.). 101 Conceitos de Arquitetura e Urbanismo na Era Digital. 1. ed. São Paulo: Pro Books, 2016, v. 01, p. 98-99.

ROUSSEL, N., LOWKE, D. (orgs.) **Digital Fabrication with Cement-Based Material:** State-of-the-Art Report of the RILEM TC 276-DFC. Springer, 2022.

TAVARES, L. A.; MEIRA, M. C.; AMARAL, S. F. Inteligência Artificial na Educação: Survey. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 48699-48714, 2020.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. Pesquisa Survey: planejamento, coleta e análise de dados. **Rev. Espaço para Saúde**, Londrina, v. 13, n. 1, p. 63-79, 2012.

WELLER, M. **25 years of ed tech.** Athabasca University Press, 2020.

WITECK, G. R.; ALVES, A. C. BERNARDO, M. H. S. Bloom Taxonomy, Serious Games and Lean Learning: What Do These Topics Have in Common? In: Learning in the Digital Era: 7th European Lean Educator Conference, ELEC 2021, Trondheim, Norway, October 25–27, 2021, Proceedings 7th European Lean Educator Conference. **Springer International Publishing**, 2021. p. 308-316.

WU, Y. C. J.; WU, T.; LI, Y. Impact of using classroom response systems on students' entrepreneurship learning experience. **Computers in Human Behavior**, v. 92, p. 634–645, 1 mar. 2019.

## CAPÍTULO 4

### **PROGRAMA BRASIL-EUA DE MODERNIZAÇÃO DO ENSINO DE GRADUAÇÃO (PMG CAPES-FULBRIGHT): HÁ 4,5 ANOS TRANSFORMANDO A EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA NO BRASIL**

*Alessandra de Almeida Lucas - Coordenadora*  
Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

*Antonio Seabra - Coordenador*  
Universidade de São Paulo - USP

*Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco*  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

*Ricardo Alexandre Diogo*  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR

*Tatiana Louise Avila de Campos Rocha*  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

*Rodrigo de Almeida*  
Universidade Federal de Itájuva - UNIFEI

*Guilherme Oliveira de Souza*  
Centro Universitário SENAI CIMATEC

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>119</b>
<b>2</b>	<b>PRINCIPAIS RESULTADOS 2021-2023.....</b>	<b>121</b>
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>152</b>
	<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>153</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>155</b>

## **PROGRAMA BRASIL-EUA DE MODERNIZAÇÃO DO ENSINO DE GRADUAÇÃO (PMG CAPES-FULBRIGHT): HÁ 4,5 ANOS TRANSFORMANDO A EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA NO BRASIL**

### **1 INTRODUÇÃO**

A formação de engenheiros deve capacitar tais egressos em termos de desenvolvimento sustentável dos países (ONU, 2023), proporcionando sólida formação e perfil compatível com a dimensão dos obstáculos a serem superados na sociedade (ROCHA et al, 2021; CNI, 2021). Entretanto, apesar de os cursos de graduação em engenharia no Brasil terem sido ampliados e aprimorados ao longo dos anos, o país ainda enfrenta dificuldades para competir no mercado internacional, ocupando uma das últimas posições no ranking do número de engenheiros por habitante e apenas o 62º lugar no ranking do Índice Global de Inovação (IGI), entre 131 países (ROCHA et al, 2021). As novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para as engenharias no Brasil apontam para a necessidade de adequar os currículos para a formação de competências técnicas e transversais exigidas para atuação no mercado de trabalho e atendimento das necessidades da sociedade (BRASIL, 2019).

Neste contexto, o Programa Brasil EUA de Modernização do ensino de graduação foi lançado em 2018 através de uma cooperação entre a CAPES e a Comissão Fulbright no Brasil, com o apoio do CNE (Conselho Nacional de Educação) e da Embaixada Americana. 8 Projetos Institucionais de Modernização (PIM) foram selecionados com seus cursos e respectivas áreas de conhecimento: Engenharia Civil (Unisinos), Engenharia Mecânica (SENAI CIMATEC), Engenharia de Controle e Automação (PUCPR), Engenharia de Materiais (UFSCar), Engenharia Química (USP), Engenharia Ambiental (UFRJ), Engenharia Eletrônica (UNIFEI) e Engenharia de Produção (UFRGS). Os objetivos do PMG-EUA especificados no Edital 23/2028 da CAPES e estão transcritos abaixo:

1. Criar ambiente propício para o desenvolvimento do pensamento criativo, com sólida base teórica, da capacidade de inovação e de empreendedorismo dos graduandos em engenharia.
2. Gerar modelos inspiradores de currículos, de metodologias de

ensino-aprendizagem e de gestão de cursos de graduação, reprodutíveis no conjunto do sistema de ensino superior brasileiro. 3. Formar redes de colaboração acadêmica entre o Brasil e os EUA para o aprimoramento da qualidade da educação na graduação e alinhamento com as tendências internacionais da área de engenharia. 4. Integrar o curso de graduação com os diferentes níveis de formação superior, com a sociedade e com o setor produtivo. 5. Criar um ambiente propício à modernização da educação brasileira, com o apoio de regulação apropriada junto ao CNE. 6. Compor os esforços de internacionalização das IES brasileiras (BRASIL, 2023).

Todos estes objetivos alimentam a implementação das Novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) (BRASIL, 2019) para Engenharia, que devem ser contempladas nos Projetos Pedagógicos dos Cursos de Engenharia no Brasil.

Os PIMs selecionados, além de protagonizar os seus processos de modernização têm a missão de transbordar o aprendizado e execução de modelos inovadores de ensino centrado no aluno, tais como Metodologias de Aprendizagem Ativa, Inovação e Empreendedorismo, Relação Universidade-Empresa, Engenharia Humanitária, Internacionalização, Gestão de Aprendizagem, Políticas de Permanência e Sucesso Estudantil, entre outros. Missões de Trabalho de Docentes e de Professores Assistentes brasileiros nas escolas norte americanas de engenharia que já viveram este processo e de profissionais americanos às Instituições Brasileiras fazem parte da metodologia do Programa. O cronograma inicial estava planejado para 8 anos de PMG, mas com o advento da Pandemia da Covid-19 o mesmo foi estendido para 9 anos, englobando os anos de 2019 a 2027. Assim, contemplamos agora 5 anos deste processo, sendo que no Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE 2023) 4,5 anos haviam decorrido desde o início do programa.

A Sessão Dirigida ao PMG no COBENGE 2023 teve como objetivo a divulgação dos resultados obtidos até o momento, discussão de desafios, avanços e decisões de cada um dos 8 PIMs, com suas peculiaridades institucionais oriundas da diversidade das Instituições representadas. Os pontos de destaque de cada PIM são aqui apresentados, agrupados em tópicos comuns, identificando a Instituição



ou o curso executor de tal iniciativa. Observa-se que as particularidades de cada Instituição, devido as suas políticas de governança bastante diversas, sendo algumas públicas e outras privadas, trazem diferentes desafios e estágios de desenvolvimento deste processo e assim, diferentes resultados.

A convivência entre os 8 PIMs traz uma troca de experiências muito intensa e daí o desejo comum entre eles de estender esta troca para todos os cursos de engenharia que apresentarem interesse. Assim, ao final deste capítulo, apresentaremos também as discussões realizadas durante o COBENGE e algumas propostas para criarmos algumas formas de interação permanente com os colegas das demais instituições não contempladas pelo PMG que estejam interessados. Desta forma, todo o aprendizado adquirido nestes 4,5 anos de PMG poderá ser compartilhado a nível nacional e, ainda, poderá ser estendido a partir das experiências de outras instituições nacionais, uma vez que a busca pela modernização do ensino de engenharia atendendo às novas DCNs e ao cenário industrial brasileiro é um ponto comum entre todos os cursos de engenharia do Brasil.

## **2 PRINCIPAIS RESULTADOS 2021-2023**

### **2.1 Avaliação da Percepção dos Alunos de Graduação em Engenharia de Produção da UFRGS quanto à Modernização do Currículo**

Após quatro anos de planejamento e implementação das mudanças, o curso se encontra na fase de avaliação, para validação junto aos principais envolvidos e impactados da reformulação curricular e identificação de ações de melhoria contínua. Essa avaliação ocorre por meio do levantamento de percepções dos *stakeholders* mapeados na primeira etapa do projeto, os quais incluem, dentre eles, os alunos. Neste contexto, o objetivo deste estudo é avaliar a percepção dos alunos de graduação em Engenharia de Produção da UFRGS quanto à modernização do currículo.

#### ***Método***

Esta pesquisa é descritiva e utiliza abordagem quantitativa. Para avaliar a percepção dos alunos quanto à modernização do currículo, um questionário foi construído com base nos 13 principais aspectos

(atributos) que foram modificados no currículo (Tinoco *et al.*, 2021) ([https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSf3mlRd0IHjBlDdQO3YEkv\\_yh6iKPvDhmz09wKYSOm2jsijUpA/viewform](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSf3mlRd0IHjBlDdQO3YEkv_yh6iKPvDhmz09wKYSOm2jsijUpA/viewform)).

O questionário abordou a percepção de implementação e de satisfação dos alunos quanto aos 13 atributos alterados no novo currículo (escala Likert de concordância de 5 pontos), além de questões de caracterização dos respondentes. Uma questão aberta, não obrigatória, sobre sugestões e pontos de melhoria também foi incluída.

O questionário foi enviado por e-mail aos alunos e os dados foram coletados no segundo semestre de 2023. Ao final, 86 respostas foram consideradas. Mais da metade dos respondentes (45 alunos) estava cursando entre o 7º e 10º semestre, indicando estágio avançado no curso e o acompanhamento das mudanças realizadas.

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva. Foram calculadas a média ( $M$ ) e o desvio-padrão ( $DP$ ) das respostas para cada atributo. Após, esses dados foram apresentados em um gráfico radar, buscando elucidar as diferenças acerca da percepção de implementação e de satisfação dos alunos. Para compreender em maior profundidade a percepção e satisfação dos alunos e gerar diretrizes que permitam a melhoria contínua do currículo, utilizou-se uma adaptação da Matriz IPA (*Importance-Performance Analysis*) proposta por Martilla e James (1977). A matriz foi construída a partir da média geral de cada bloco (percepção de implementação no eixo y e satisfação no eixo x), de modo que os atributos foram posicionados de acordo com a sua média em um dos quadrantes. Para cada quadrante, uma ação (manter, aprimorar, reavaliar e adiar) foi proposta para guiar os próximos passos.

### **Resultados e discussões**

A Figura 1 apresenta a média das respostas dos alunos para cada atributo do novo currículo avaliado em termos de percepção de implementação e de satisfação.

Em geral, observa-se que os alunos perceberam que as oportunidades para diferentes trilhas ou blocos do conhecimento ( $M= 4,35$ ;  $DP= 0,91$ ), a carga horária eletiva ( $M= 4,16$ ;  $DP= 0,91$ ) e o desenvolvimento de competências técnicas ( $M= 3,95$ ;  $DP= 0,93$ ) foram ampliados. Eles também perceberam que práticas pedagógicas inovadoras foram incluídas ( $M= 3,82$ ;  $DP= 1,04$ ) e que o novo currículo ajuda a desenvolver competências transversais ou *soft skills* ( $M= 3,76$ ;  $DP= 0,99$ ). Por outro lado, a flexibilização dos horários das aulas ( $M=$

2,21;  $DP= 1,12$ ) e a redução da carga horária obrigatória ( $M= 3,23$ ;  $DP= 1,06$ ) foram os atributos menos percebidos.

As médias das respostas para a satisfação foram inferiores às médias para a percepção de implementação, sugerindo que os alunos perceberam a implementação dos aspectos do novo currículo, mas não estão totalmente satisfeitos. Somente a redução da carga horária obrigatória possui média geral de satisfação superior à média de percepção de implementação, indicando que os alunos estão satisfeitos com a carga horária obrigatória, embora não tenham percebido necessariamente a redução.

Figura 1 – Percepção quanto à implementação e satisfação com o novo currículo



Fonte: Autoria Própria

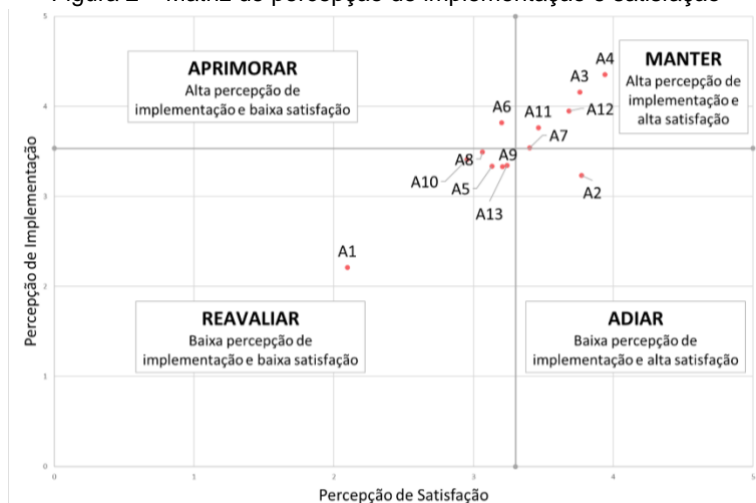
Especificamente, os alunos estão satisfeitos com as trilhas ou blocos de conhecimento ( $M= 3,94$ ;  $DP= 1,13$ ) e com a quantidade de carga horária obrigatória ( $M= 3,77$ ;  $DP= 1,04$ ) e eletiva ( $M= 3,76$ ;  $DP= 1,13$ ) do curso. Entretanto, eles estão pouco satisfeitos com o grau de flexibilização dos horários das aulas ( $M= 2,10$ ;  $DP= 1,05$ ), com as interações entre universidade e empresa ( $M= 2,95$ ;  $DP= 1,23$ ) e com os

métodos de avaliação de competências técnicas e transversais ( $M= 3,06$ ;  $DP= 1,12$ ).

A Figura 2 apresenta a matriz IPA considerando a percepção de implementação e de satisfação dos alunos. O primeiro quadrante abarca os atributos com alta percepção de implementação e satisfação. Assim, recomenda-se manter os seguintes atributos: ampliação da carga horária eletiva (A3), ampliação das trilhas e blocos de conhecimento (A4), priorização de atividades práticas (A7), desenvolvimento de competências transversais (A11) e desenvolvimento de competências técnicas (A12).

O segundo quadrante contempla a inclusão de práticas pedagógicas inovadoras (A6), que, embora tenha sido um atributo percebido, os alunos parecem estar pouco satisfeitos. Nesse caso, recomenda-se **aprimorar** esse atributo, e isso pode ser feito de duas formas. Primeiro, através do engajamento dos docentes para participar das capacitações oferecidas pelo PMG e aprimorar as suas práticas pedagógicas. Segundo a adequação da infraestrutura das salas de aula para práticas inovadoras (A9) pode estar relacionada à baixa satisfação da inclusão das práticas. Adequar e aproveitar melhor a infraestrutura das salas pode ajudar a aumentar a satisfação dos alunos em relação às práticas pedagógicas já incluídas.

Figura 2 – Matriz de percepção de implementação e satisfação



Fonte: Autoria Própria

O terceiro quadrante reúne os atributos com baixa percepção de implementação e satisfação, indicando a necessidade de **reavaliá-los**. Assim, sugere-se que a flexibilização dos horários das aulas (A1), a ampliação do uso de ferramentas de ensino online (A5), a inclusão de métodos para avaliação de competências (A8), a adequação da infraestrutura para práticas pedagógicas inovadoras (A9), a ampliação das interações entre empresas e universidade (A10) e a integração entre as disciplinas (A13) sejam reconsideradas. Talvez alguns desses aspectos não precisam de reimplementação, mas serem melhores comunicados aos alunos.

Para a flexibilização dos horários, atributo considerado mais crítico pela maioria dos alunos, recomenda-se que a possibilidade de oferta de disciplinas no turno da noite seja avaliada, assim como a ampliação de disciplinas em formato remoto ou híbrido. Quanto à ampliação das interações entre empresas e universidade, alguns alunos comentaram que possuem dificuldade para encontrar empresas disponíveis para a realização de trabalhos práticos. A criação de um banco de dados com empresas e auxílio dos docentes para encontrar empresas poderiam ajudar.

Quanto à avaliação de competências, sugere-se que uma capacitação aos docentes seja realizada, enfocando, principalmente, a avaliação e o *feedback* de competências transversais (comportamento, liderança e comunicação). Alguns alunos comentaram que não têm sido avaliados nesse âmbito em disciplinas que utilizam apresentações orais como técnica de avaliação.

Por último, o quarto quadrante contempla a redução da carga horária obrigatória (A2), que, apesar de ter sido pouco percebida pelos alunos, apresentou alto nível de satisfação. Isso indica que este atributo não requer esforços consideráveis do corpo docente neste momento e seu aprimoramento, portanto, pode ser adiado.

### ***Conclusões da pesquisa de percepção dos alunos da Engenharia de Produção da UFRGS***

As novas DCNs para as engenharias no Brasil e a iniciativa do PMG foram responsáveis por impulsionar a modernização do currículo do curso de Engenharia de Produção da UFRGS. Após a reformulação curricular, a avaliação da percepção dos alunos foi necessária para verificar os efeitos das mudanças implementadas. Este estudo avaliou a percepção de implementação e de satisfação de 86 alunos em relação a 13 atributos modificados no currículo.

Os resultados mostraram que os alunos perceberam as mudanças implementadas e estão satisfeitos com a maioria dos atributos avaliados. As ações propostas podem ser implementadas nos próximos anos do PMG, visando a melhoria contínua do curso. Para estudos futuros, sugere-se que essa pesquisa seja aplicada novamente com os alunos, após a alteração dos atributos necessários, para verificar se as percepções melhoraram. Adicionalmente, sugere-se que as percepções de outros *stakeholders* sejam avaliadas, como docentes, egressos e empresas parceiras.

## **2.2 Inovações nas Disciplinas do Núcleo Comum das Engenharias da Escola Politécnica da PUCPR**

A Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) destaca-se no Programa de Modernização da Graduação (PMG), com foco em inovações para a Educação em Engenharia. A Escola Politécnica implementa mudanças desde 2017, priorizando a formação de competências em seus estudantes (FERRETTI MANFFRA et al., 2021;

PUCPR, 2016; SCALLON, 2017). Para tanto, aplica ambientes de aprendizagem atualizados (USKOV et al., 2016) para as metodologias baseadas em aprendizagem ativa (MAKAROVA et al., 2019; USKOV et al., 2018). E o Projeto Institucional de Modernização (PIM) da Engenharia de Controle e Automação é responsável por disseminar as boas práticas da Educação Inteligente (USKOV et al., 2016) nos seus cursos de engenharia.

Como forma de amadurecimento, a Escola Politécnica propôs, a partir de 2023, uma nova alteração curricular em seus cursos de engenharia, com foco no Núcleo Comum. Nesse contexto, este trabalho busca disseminar as inovações implementadas no referido núcleo.

Com os relatos apresentados nos quatro eixos comuns dos cursos de engenharia, apresentados a seguir, percebe-se que houve amadurecimento nos processos de ensino-aprendizagem para a formação de competências nos estudantes. A transição de matrizes curriculares baseadas em conteúdos para matrizes de formação de competências trouxe consigo alguns problemas antes não identificados. Isso é normal em mudanças disruptivas. A maturidade é percebida quando há trabalhos de melhoria contínua nos cursos e no seu Núcleo Comum. Os quatro eixos demonstraram que foram capazes de analisar o processo formativo, identificar as falhas, propor correções e aplicá-las nas disciplinas que colaboram para a formação de competências comuns em seus estudantes.

### ***Competências Comuns formadas na Escola Politécnica da PUCPR***

Os cursos de Engenharia da Escola Politécnica têm as seguintes competências comuns:

- C1: Conceber soluções para problemas de contexto real, aplicando corretamente o método de engenharia, demonstrando autonomia, cooperação e precisão.
- C2: Elaborar proposta de intervenção, mobilizando técnicas e ferramentas de gestão em uma perspectiva sistêmica, demonstrando responsabilidade social, ética e profissional.

Os eixos de Matemática, Física, Química e Projetos e Sistemas abrigam disciplinas que contribuem para a formação das competências compartilhadas entre os estudantes de engenharia.

### ***Disciplinas do Eixo da Matemática***

Ao considerar as competências do Núcleo Comum, é esperado que o estudante não apenas compreenda e utilize adequadamente as ferramentas matemáticas para solucionar problemas, mas também demonstre habilidade em avaliar a pertinência e precisão das soluções obtidas. Nos livros didáticos isso é pouco explorado. Portanto, material de apoio foi criado para que estudante e professor consigam trabalhar a competência de forma eficiente.

Na nova abordagem pedagógica, problemas resolvidos, com etapas detalhadas, são apresentados aos estudantes. Eles avaliam e argumentam sobre cada etapa com base em elementos matemáticos, aprimorando análise e compreensão. Desta forma, espera-se o fortalecimento na resolução e verificação de problemas. Portanto melhora no desempenho dos estudantes, que resolvem problemas usando ferramentas matemáticas de forma mais precisa. Isso decorre da reflexão e análise para identificar erros, o que aprofunda a compreensão de conceitos e ferramentas matemáticas. Resumidamente, essa abordagem estimula habilidades críticas e domínio efetivo dos conteúdos.

Outro ponto de inovação foi a reformulação na sequência dos temas de estudo “limite e derivada de função de uma variável real”. Nessa reorganização, “limite e derivada” são trabalhados ao longo de todo o semestre, enquanto os tipos de funções que modelam os problemas variam conforme o andamento das semanas. Essa abordagem permite uma exploração mais aprofundada dos conceitos ao longo do curso, permitindo que os estudantes possam assimilar os fundamentos necessários antes de avançar para aplicações mais complexas.

Com essa estratégia, espera-se que o estudante se aproprie de forma satisfatória das ferramentas matemáticas conseguindo levar esses conceitos para os semestres seguintes.

### ***Disciplinas do Eixo de Física***

O desenvolvimento da disciplina de Modelagem do Mundo Físico (MMF) é guiado por três resultados de aprendizagem (RAs). Primeiro, os estudantes aprendem a interpretar os fenômenos físicos relacionados ao movimento translacional por meio dos princípios e leis fundamentais da Mecânica e suas interações. Em seguida, eles aplicam esses mesmos princípios e leis para resolver problemas relacionados ao movimento

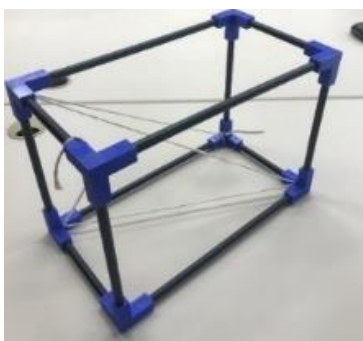


translacional com precisão. Por fim, os alunos aprimoram suas habilidades analíticas ao avaliar a adequação das soluções de problemas de Engenharia que envolvem o movimento translacional, considerando requisitos e restrições, e utilizando tanto ferramentas experimentais quanto computacionais.

O uso de vetores nas disciplinas do Eixo de Física desempenha um papel essencial na representação geométrica e analítica dos fenômenos físicos, bem como na resolução de problemas complexos. Portanto, o conteúdo de vetores foi inserido nos temas de estudo da disciplina. Com essa abordagem, os estudantes têm a oportunidade de desenvolver habilidades conceituais fundamentais para uma compreensão aprofundada dos fenômenos físicos.

Nas aulas teóricas, os alunos aprendem os conceitos fundamentais dos vetores, enfatizando a aplicação dos vetores em diversas situações físicas, tais como movimentos em duas ou três dimensões, forças em equilíbrio, lançamento de projéteis, entre outros. Já nas aulas experimentais, os estudantes têm a oportunidade de vivenciar e observar fenômenos físicos que envolvem grandezas vetoriais, aplicando os conhecimentos matemáticos para analisar e resolver problemas reais (Figura 3).

Figura 3 - Estrutura tridimensional para aulas práticas, usando material de consumo adquirido com recursos do PMG.



Fonte: Autoria Própria

Na disciplina de Fenômenos Mecânicos e Térmicos (FMT) os mesmos RAs são abordados, porém em diferentes contextos e situações.

Os estudantes são expostos a múltiplas aplicações dos conceitos aprendidos, o que os ajuda a aprofundar seu entendimento e aplicação prática. Eles também precisam redigir análises embasadas sobre atividades práticas relacionadas a fenômenos translacionais, rotacionais, oscilatórios, hidrostáticos e termodinâmicos. Isso leva os estudantes a refletirem sobre conceitos teóricos e sua aplicação prática, aprofundando a compreensão. A conexão entre teoria e prática é ampliada, pois os estudantes avaliam resultados, identificam erros, reconhecem padrões e tiram conclusões.

Outra inovação em FMT é o uso de ferramentas de estudo dirigido para atividades à distância, com um processo de aprendizado estruturado e progressivo. O *feedback* contínuo complementa o processo, proporcionando orientação e motivação para a aprendizagem dos estudantes com autonomia.

### ***Disciplinas do Eixo da Química***

A disciplina de Química Geral é ministrada no 1º período para os cursos de Engenharia Mecânica, Civil e Química. A inovação é a inclusão do contato extensionista, promovido pelos estudantes com a comunidade. Durante a atividade, os estudantes coletam água de parques públicos e realizam análises físico-químicas. Ao concluir as análises, os estudantes produzem um vídeo que busca conscientizar a sociedade sobre a importância de adotar cuidados responsáveis com o meio ambiente. Essa atividade extensionista desempenha um papel relevante na formação dos estudantes, pois eles têm a oportunidade de aplicar seus conhecimentos em um contexto real, contribuindo diretamente para a sensibilização e educação ambiental da comunidade.

Por outro lado, na disciplina de Química Geral Aplicada, os estudantes dos cursos de Engenharia Biomédica, de Computação, de Controle e Automação, Elétrica e Mecatrônica se engajam em uma ação de conscientização sobre o descarte adequado de resíduos eletrônicos. Durante as aulas práticas, eles classificam e caracterizam os resíduos eletrônicos, compreendendo sua composição e impacto ambiental. Ao final da atividade, os estudantes criam um folheto informativo contendo instruções sobre o correto descarte dos resíduos.

### ***Inovações do Eixo de Projetos e Sistemas***

Na disciplina de Desenho e Simulação em Engenharia (DSE), optou-se pela remoção dos conteúdos relacionados ao desenho técnico. Os

temas são trabalhados em disciplinas específicas de cada curso, permitindo atender às particularidades e necessidades de cada área de engenharia de forma mais aprofundada. Neste direcionamento, os estudantes têm a oportunidade de explorar de maneira aprofundada os conceitos, desenvolvendo habilidades técnicas e práticas relevantes para suas futuras carreiras profissionais. A redução de conteúdo possibilitou maior ênfase no desenvolvimento de soluções. O método da engenharia e a aplicação do *design thinking* foram aprofundados, permitindo que os estudantes desenvolvam o paradigma mental do engenheiro com maior qualidade. Outra inovação foi o uso do novo Espaço de Realidade Estendida para prática de impressão 3D com todos os estudantes.

A disciplina de Raciocínio Computacional para Engenharia (RCE) foi criada para atender à demanda dos cursos de engenharia que requerem dos estudantes um conhecimento mais aprofundado em raciocínio computacional. A disciplina foca no desenvolvimento do raciocínio dos estudantes, abordando algoritmos e lógica para resolver problemas de engenharia. Utiliza a linguagem de programação C, mais apropriada para disciplinas futuras dos estudantes do que Python. O foco no desenvolvimento do raciocínio é essencial para capacitar os estudantes a pensar de forma estruturada e analítica na resolução de problemas complexos. Durante o curso, eles aprendem a interpretar e analisar códigos, bem como propor mudanças e melhorias.

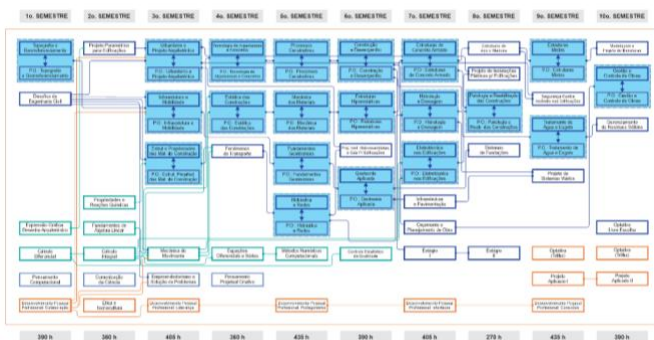
### **2.3 Síntese de Ações e Resultados do Primeiro Quadriênio do Projeto Institucional de Modernização da Graduação em Engenharia na Unisinos**

O Projeto Institucional de Modernização (PIM) da Unisinos, integrante do Programa Brasil-EUA de Modernização da Graduação (PMG), tem como objetivo geral a implementação de um novo modelo de graduação flexível e personalizado, que extrapola a visão disciplinar e os limites da sala de aula em uma trajetória formativa continuada e integrada a realidade. Ao longo do PMG, diversas iniciativas foram e estão sendo desenvolvidas visando tal objetivo. O objetivo deste capítulo é apresentar breve síntese das ações e seus resultados, incluindo mudanças curriculares, criação de espaços formativos, novas metodologias e formação de professores, missões técnicas e colaboração com as universidades nacionais e internacionais.

#### ***Implementação do novo currículo***

Paralelamente às primeiras atividades do PIM, foi dado início à implementação do novo currículo proposto, focando na redução da carga horária passiva em sala de aula e aumentando a carga horária destinada a atividades com maior protagonismo dos alunos – com base nos currículos e melhores práticas internacionais – buscando potencializar a aprendizagem via metodologias ativas através de Projetos Orientados (PO), integrando atividades teóricas e sua efetiva aplicação para a solução de problemas reais (Patzlaff et al 2022a), vide Figura 4. Em resumo, o currículo inclui atualmente 600h de projetos orientados (PO), 300h de disciplinas eletivas e trabalho de conclusão, 420h de estágios supervisionados, 150h de atividades complementares, e 360h de disciplinas de projeto, somando assim um total de 1830h em projeto e atividades mais flexíveis e personalizadas ao longo do curso. Dentro desses projetos, os alunos se deparam com soluções de questões reais, podendo ser citados como exemplos o desenvolvimento de um projeto para uma licitação real. Há, assim, alinhamento com as demandas educacionais e modernas metodologias de ensino de engenharia, envolvendo competências do futuro, desenvolvimento pessoal e propósito, somados as competências da área e do curso e o aprendizado ativo, além de possibilidades de trilhas formativas incluindo mestrado, empreendedorismo, inovação social e internacionalização (BORBA et al, 2021; ROCHA et al, 2021, PATZLAFF et al 2022a).

Figura 4 - Fluxograma atual do currículo do curso de Engenharia Civil da Unisinos, destacando as atividades de projeto orientado, que ocorrem de modo integrado à disciplina relacionada



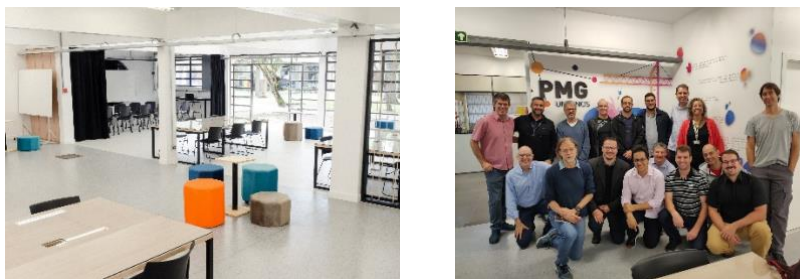
Fonte: Autoria Própria

### ***Criação do Espaço PMG***

Espaços interativos tornam o ambiente educativo mais convidativo e propiciam interações entre alunos que contribuem não apenas no convívio social, mas no compartilhamento de experiências e desenvolvimento. Através de espaços educacionais há ainda a integração de novas tecnologias aos métodos de ensino em sala de aula (ADMIRAAL et al., 2019). Nesse sentido, a criação do Espaço PMG busca extrapolar a noção de sala de aula, oferecendo um espaço de integração de projetos em um ambiente que incentive a geração de ideias, a proposição de solução a problemas e ações empreendedoras. É destinado à integração e compatibilização de projetos; à interação entre cursos e proposição de iniciativas; ao fomento de pesquisa/estudos em Educação em Engenharia, entre outros. A sala (Figura 5) foi projetada visando um espaço convidativo e criativo, com disponibilização de mesas de projeto e estações de trabalho flexíveis, além de dispor de equipamentos de apresentação de trabalhos e impressoras 3D para criação de protótipos.

A implantação do Espaço PMG permitiu o desenvolvimento de diversas atividades ao longo dos últimos meses. Um exemplo de aplicação do espaço é inclusive apresentado através do artigo “Desenvolvimento de Absorvedores Sonoros Para Espaço Multiusuário da Escola Politécnica - Abordagem Prática em Sala de Aula” (Klippel et al., 2023) que trata de atividade prática desenvolvida pelos alunos de Construção e Desempenho e Conforto Ambiental III, dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura, respectivamente. Nessa atividade os alunos avaliaram o Espaço PMG, projetaram e executaram a confecção dos absorvedores e trabalharam na sua implementação.

Figura 5 - Espaço PMG – Sala finalizada-implementação



Fonte: Autoria Própria

### **Gestão da Aprendizagem**

Garantir que as competências definidas nos Projetos Pedagógicos sejam desenvolvidas é uma das tarefas do PMG. Assim, o processo de gestão da aprendizagem se constitui como uma estratégia do PIM Unisinos enquanto ferramenta de gestão educacional para a garantia do desenvolvimento das competências de aprendizagem dos estudantes.

A UNISINOS decidiu implantar o Processo de Gestão da Aprendizagem (PGA) não apenas nos cursos que integram o PMG - Engenharia Ambiental e Engenharia Civil – mas, extrapolar para os demais cursos da Escola Politécnica. Na primeira etapa da implantação do processo, após a formação e capacitação dos coordenadores dos cursos, foram estabelecidos os mapas de currículos que visam estabelecer quais as competências vinculadas aos conhecimentos específicos de cada curso. Os mapas dos currículos materializam o resultado do processo de capacitação dos coordenadores. Uma descrição mais detalhada do plano de ação para a implantação do PGA é apresentada em Patzlaff et al (2022b). Até o momento, foram aplicados os primeiros instrumentos de coleta nos cursos de graduação em Engenharia Civil e Ambiental, cuja análise de dados e definição de ações formam o primeiro ciclo da gestão de aprendizagem.

## **Formação docente**

A interação com instituições americanas, através das missões internacionais promovidas pelo PMG, permitiu a realização de diversos formatos de capacitação docente. Durante a pandemia de COVID, reuniões on-line permitiram a continuidade do projeto, garantindo a interação com especialistas nas mais diversas áreas do ensino em engenharia. Além disso, semestralmente, a Unisinos promove um já tradicional evento de formação docente organizado pelo Núcleo de Inovação, Avaliação e Formação (NIAF), aberto a todos os professores, com diversas palestras e oficinas. Desde 2019, o evento tem contado sempre com a participação de professores convidados e/ou membros do grupo gestor do PIM, conduzindo atividades que mobilizaram centenas de docentes ao longo no período, de forma presencial e online, em vários casos com transmissão aberta via YouTube. Dentre as atividades com convidados internacionais, destacam-se as capacitações promovidas pelos professores Mary Besterfield-Sacre e David Sanchez (University of Pittsburgh, Swanson School of Engineering, USA), Terry D. Johnson (Center for Teaching and Learning (CTL), University of California, Berkeley, USA) e Kristen Lindahl (University of Texas at San Antonio), todas abertas também a professores de instituições parceiras.

Em 2023, realizou-se o “1st US x Brazil Workshop on Engineering Education-PMG Program”, organizado pela Unisinos e a UFRGS. O evento contou com oficinas, além da visita de duas especialistas que trouxeram exemplos práticos de metodologias de aprendizado empregadas em suas instituições. A professora Renata Ramos, da Rice University, trouxe a oficina “*Designing student-centered engineering*” e a professora Stephanie Adams da University of Texas at Dallas abordou a realização dos programas UDesign EPICS e Capstone Expo, compartilhando experiências sobre a interação entre a universidade com empresas e com a sociedade.

## **Missões e parcerias internacionais**

Desde o início do PMG – apesar da pandemia, que inviabilizou as viagens por cerca de 2 anos – o projeto já possibilitou a realização de missões técnicas, com a participação de docentes integrantes do PIM Unisinos, em 21 universidades americanas de referência. Nestas missões, cabe destacar ainda a participação em eventos como o Annual



Colloquium in International Engineering Education, SXSW EDU, xRegions Workshop e ASEE Conference, além de visitas de trabalho nas sedes das empresas Google e Apple. Durante a pandemia, as principais trocas internacionais ocorreram através de diversas atividades desenvolvidas junto ao Board of Expert Advisors (BEA), composto pelas professoras Mary Besterfield-Sacre (University of Pittsburgh), Jenny Amos (University of Illinois Urbana-Champaign), Robin Adams (Purdue University) e Stephanie Adams (University of Texas at Dallas), em conjunto com as demais universidades brasileiras participantes no PMG.

## **2.4 Engenharia de Materiais UFSCar – Movimenta Materiais**

### ***Formação Docente e Compartilhamento de Práticas Pedagógicas***

Docentes de cursos superiores de engenharia são engenheiros em sua grande maioria, e assim, não tiveram nenhuma formação pedagógica ao longo de sua trajetória. Desta forma, existe a necessidade em realizar eventos que ofereçam formação, exemplos e discussões sobre o uso de Metodologias Ativas no ensino de Engenharia de Materiais. A partir destas formações oferecidas de forma institucional, criamos a Academia Movimenta, que trouxe temas e estudos importantes sobre o uso de metodologias ativas de ensino no curso EMA. No início de 2023 realizamos uma pesquisa de percepção foi realizada com nossos docentes, sendo verificado que a maior parte deles já se utiliza destas práticas e vem colhendo suas impressões e compartilhando experiências com outros colegas. Dentre os tipos de Metodologias Ativas utilizadas em sala de aula, temos TBL, ProjBL, ProbBL, Sala de Aula Invertida, Instrução por Pares, Quizzes, etc. A percepção dos alunos sobre estas mudanças, ainda precisa ser avaliada.

### ***Pesquisas sobre Educação em Engenharia de Materiais***

No contexto das articulações para a promoção de melhorias no ensino de graduação em Engenharia de Materiais da UFSCar, em 2019 foi criada no PPG-CEM/UFSCar (Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais) a linha de pesquisa intitulada 'Educação em Engenharia de Materiais', a qual conta atualmente com 06 docentes orientadores participantes. A linha é descrita no site do PPG-CEM como:



Estudos sobre a situação atual e sobre as estratégias para melhoria da efetividade da Educação em Engenharia de Materiais do Brasil, visando aprimorar a contribuição dos profissionais formados na área ao setor produtivo e à sociedade. Avaliação das metodologias ativas de aprendizagem no ensino de Engenharia de Materiais (PPGCEM UFSCAR).

Os temas abordados tem estreita ligação com os aspectos de modernização da graduação e com os preceitos das novas DCNs das Engenharias. O embasamento metodológico para a obtenção e análise dos resultados permite encontrar direcionamentos estratégicos para as propostas de mudanças nos cursos. As técnicas de pesquisa utilizadas incluem, por exemplo, bibliometria, análise de conteúdo e grupo focal. A divulgação dos resultados através dos documentos de dissertação, tese, trabalhos completos em anais de eventos, ou ainda publicações em revistas, gera um registro qualificado dos avanços obtidos. Os resultados são compartilhados com o NDE do curso EMA que então decidirá o que será incluído no PPC do curso e como os avanços serão avaliados, alimentando novamente as pesquisas. Já se formaram 4 Mestres e atualmente temos 1 Mestrado e 6 Doutorados em andamento, demonstrando a adesão dos Pós- Graduandos a esta Linha de Pesquisa.

Os doutorandos dessa linha de pesquisa têm demonstrado especial interesse para atuarem como assistentes do Movimenta. Além das pesquisas na pós-graduação, trabalhos de conclusão de curso, de iniciação científica e de pós-doutorado têm sido desenvolvidos no DEMA com o foco institucional trazido pela participação da UFSCar no PMG.

### ***Impacto percebido pelos alunos no início da Trilha de Inovação e Empreendedorismo***

Em 2022\_2 a Trilha de Inovação e Empreendedorismo (I&E) teve início com a 1ª disciplina (I&E1), que envolve Autoconhecimento Profissional e Gestão de Carreiras. A 2ª disciplina (I&E2), que versa sobre Inovação Corporativa foi ofertada em 2023\_1. A procura pelas disciplinas da trilha foi muito grande, superando em muito as expectativas, um indício da carência dos temas ofertados no currículo da EMA. Detalhes sobre a trilha podem ser obtidos no artigo apresentado no COBENGE 2023 (LIRA et al, 2023), bem como uma síntese geral dos resultados.

Todas as atividades foram realizadas utilizando-se Metodologias Ativas de Ensino, observando-se um engajamento dos alunos em tais atividades. Entre 80 e 100% dos alunos avaliou os conteúdos abordados como sendo muito importantes para a sua formação.

### ***Evolução do Projeto de Acolhimento Estendido durante a Pandemia, Pós-Pandemia***

O projeto de Acolhimento Estendido apresentado em (Lucas et al, 2021) aconteceu de forma remota nos anos de 2020 e 2021. Em 2022, com o retorno às atividades presenciais ele foi readequado. Co-criando com os alunos constantemente, detectamos que os alunos amadurecem entre o 1º e 2º períodos do 1º ano de EMa, não havendo a necessidade dos 8 encontros inicialmente previstos. Assim, os temas permaneceram, mas Autoconhecimento Profissional, Diversidade e Trabalho em Equipe integraram a disciplina I&E1. Os temas Boas vindas e Gestão de Tempo para Estudos foram unidos em “Boas-vindas! Vamos falar sobre Cálculo?”, que versa sobre a importância na organização dos estudos desde a 1ª semana de aulas. Inspirada na missão da docente Alessandra Lucas na Universidade do Texas em Austin, implementamos uma “Sala de Cálculo” para os calouros, para que possam estudar em grupo, trocar conhecimentos nos tópicos de Cálculo 1, processo conhecido como Instrução por Pares, para que se fortaleçam nos estudos de Cálculo 1 e outras disciplinas iniciais.

### ***Atividades de Extensão: Retorno da disciplina Embaixadores da Engenharia de Materiais e da Escola de Férias em Engenharia de Materiais e Novos projetos de interação com o Ensino Médio***

Com o retorno das atividades presenciais foi possível retomar a disciplina Embaixadores da Engenharia de Materiais e a Escola de Férias em Engenharia de Materiais, consolidando as iniciativas registradas antes da pandemia. Ambas colaboram muito para a divulgação do curso EMa junto às escolas privadas e estaduais do município de São Carlos e escolas pelas quais nossos discentes passaram, despertando o interesse de novos alunos para a Engenharia de Materiais. Um curso de extensão voltado para meninas no ensino fundamental II foi realizado, com atividades científicas programadas de forma a estimular a entrada de mulheres na EMa.

Projetos em Sustentabilidade na Cadeia de Plásticos foram iniciados com uma Escola estadual em São Carlos, Sebastião de Oliveira Rocha.

Os alunos do Ensino Médio, desde o 1º até o 3º ano puderam trabalhar por 1 período letivo a disciplina eletiva Homo Plástikós, com visita de 1 dia à UFSCar, onde puderam vivenciar experiencialmente a reciclagem de isopor desde a coleta, lavagem até a densificação, moagem, extrusão e injeção de um produto novo. Este projeto vem sendo bastante reconhecido e premiado no estado de São Paulo e Brasil, tais como Restaura Natureza, Fundação Peter Muranyi e Prêmio Ciência para Todos.

### ***Ensino e Avaliação baseados em Competências***

A partir do oferecimento de algumas oficinas sobre Ensino baseado em Competências, baseadas nos aprendizados obtidos a partir das interações com a Profa. Mary Besterfield-Sacre (Swanson School of Engineering, Universidade de Pittsburgh), foram propostos alguns exercícios ao corpo docente do Curso de Engenharia de Materiais (EMA) visando a coleta de dados para se efetuar um mapeamento das competências trabalhadas nas disciplinas do curso EMA. Além disso, foram ainda elaboradas algumas diretrizes para os docentes quanto ao registro das competências específicas, previstas no Projeto Pedagógico do curso, nos Planos de Ensino das atividades curriculares oferecidas regularmente aos alunos do curso EMA. Ao se registrar tais informações nos Planos de Ensino, os alunos ficam cientes das competências previstas para serem trabalhadas nas atividades curriculares em que estão matriculados e poderão acompanhar melhor o seu desenvolvimento.

Desta forma, foi possível identificar o perfil do oferecimento do ensino baseado em competências atual do curso EMA – UFSCar. A Figura 5 indica que no primeiro ano do curso os alunos começam a ser estimulados nas competências específicas definidas no perfil do egresso. Este contato com atividades voltadas ao trabalho das competências se intensifica com o passar dos anos, sendo identificado um crescimento expressivo neste tipo de aprendizado entre os 3º e 4º anos. Ao final do curso, os egressos terão sido expostos a diferentes contextos e atividades que os levarão à reflexão e desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e atitudes esperadas para um profissional da área de engenharia de materiais.

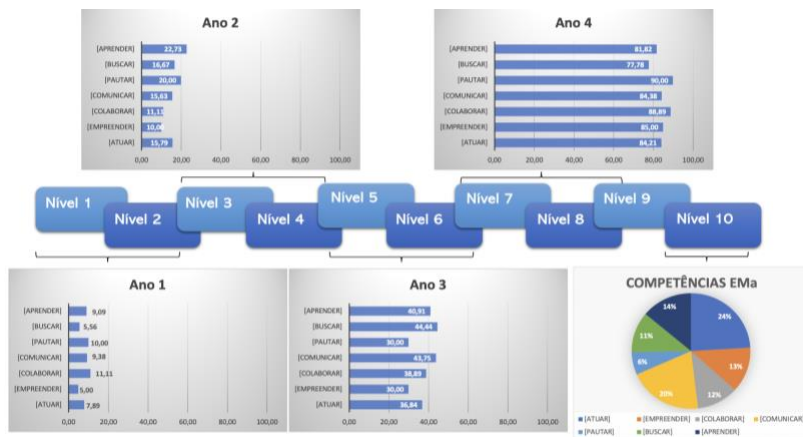
Em paralelo a este mapeamento iniciou-se um acompanhamento do desempenho dos alunos em algumas das disciplinas oferecidas por docentes do Departamento de Engenharia de Materiais em 2023. Usando

um modelo de avaliação, aprovado pelo Conselho Departamental e NDE, este será o primeiro período de implantação e poderemos mapear a percepção dos discentes sobre o trabalho das competências dentro das disciplinas.

***Ações de Transbordamento da Modernização do Ensino de Engenharia no Movimento CCET-UFSCar***

Para favorecer e apresentar propostas de institucionalização permanentes, resultantes do processo de reestruturação dos cursos de engenharia, foi estabelecida em 2021 uma Comissão Local para implantação das DCNs no Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, CCET. Esta Comissão, formada por coordenadores de cursos de engenharia, membros dos Núcleos Docentes Estruturantes (NDEs) e pedagogos da instituição, promoveu mais de 30 reuniões ao longo de 2021 e 2023 para discutir, elaborar e implementar ações em temas previstos pelas novas DCNs e experiências que emergiram das ações do Movimento Materiais, baseados nas experiências do PMG.

Figura 6 - Evolução percentual e distribuição do oferecimento do ensino baseado em competências nas atividades curriculares do curso de Engenharia de Materiais da UFSCar.



Fonte: Autoria própria.

O objetivo das ações propostas e implementadas por esse grupo junto aos cursos vem promovendo uma crescente articulação, modernização e sinergia de atividades de ensino de Engenharia no Centro. Ao longo do seu trabalho, a Comissão definiu 7 planos de ação prioritários, denominados de Programas de Ações para a Transformação do Ensino Engenharias (PATEE), que estão em desenvolvimento e implementação, dentro de um processo de institucionalização, de forma a estabelecer estrutura, suporte e ações de aperfeiçoamento aos cursos em seus processos de modernização, a saber:

1) Acolhimento aos discentes: parcerias entre a Coordenação de cursos com discentes e docentes, com temáticas relacionadas ao curso e a integração acadêmica; 2) Nivelamento de conhecimentos e reestruturação do ciclo básico; 3) Formação e Capacitação Docente; 4) Avaliação Discente e Docente, tanto interna e externa, como uma ferramenta para a Gestão da Aprendizagem das competências baseada em dados e metadados acadêmicos; 5) Empreendedorismo e Extensão Universitária no Ensino de Graduação, a partir de um programa transversal que promova a interação com situações problemas casos reais de empresas parceiras; 6) Ensino híbrido, olhando o ensino presencial com uso tecnologias de informação e comunicação, em articulação com a pesquisa e a atribuição profissional ; 7) Competências comportamentais (softskills) e competências sociais (ética e humanidades).

## **2.4 Adaptação do Ensino de Engenharia Eletrônica da UNIFEI: Laboratório Invertido e Uso de Kits Didáticos Individuais**

Com o propósito de configurar a dinâmica no âmbito da Universidade Federal de Itajubá (Unifei), emergiram três elementos fundamentais que foram discernidos e desempenharam um papel facilitador na elaboração do projeto pedagógico do curso: 1) a Educação pautada em competências incorporando a Taxonomia Revisada de Bloom (ANDERSON, 2001) para ordenar os conteúdos das disciplinas; 2) o progressivo aumento da autonomia discente com uma transição suave para atividades cada vez mais ativas e com maior responsabilidade do discente; 3) Aquisição de subsídios informativos para balizar as deliberações no projeto pedagógico.

### ***Histórico da Evolução do PIM UNIFEI***

O ano de 2019 foi marcado por quatro conquistas de significativa relevância: a inauguração de um espaço dedicado a metodologias ativas, a consolidação da parceria Unifei-Mississippi College, o delineamento do perfil desejado para o egresso do curso de Engenharia Eletrônica e a concepção de uma ferramenta de análise curricular ancorada em competências.

No ano de 2020, um marco substancial foi alcançado: a conclusão do projeto pedagógico e sua subsequente aprovação pelo conselho superior da universidade, datada de 14 de outubro. Além disso, um progresso significativo foi alcançado por meio da elaboração, concretização e início da implementação de kits individuais para três disciplinas introdutórias do curso (Figura 7).

No decorrer do ano de 2021 inicia-se o primeiro semestre com a implementação da nova grade curricular para a turma de Engenharia Eletrônica e antecipando a transição da turma de Engenharia da Computação para a nova estrutura no segundo semestre. Com o sucesso dos kits individuais, a universidade projetou, produziu e distribuiu um novo kit, agora para a disciplina de microcontroladores (Figura 8).

Em 2022 implanta-se a grade da engenharia de controle e automação. Os três cursos do Instituto agora se encontram em processo de migração de grades. Também com o retorno presencial houve um esforço na readequação dos espaços físicos e de procedimentos pedagógicos para fazer uso dos recursos desenvolvidos durante a pandemia. A maioria das disciplinas práticas mantiveram o uso dos kits mesmo presencialmente, permitindo a cada aluno o acesso individualizado às experiências laboratoriais.

Figura 7 - Kit laboratorial desenvolvido para disciplina de Circuitos e Eletrônica.



Fonte: Autoria própria.

Figura 8 - Kit laboratorial desenvolvido para disciplina de Microcontroladores.



Fonte: Autoria própria.

### ***Inovação na Pandemia: o Laboratório Invertido***

Dentre os vários desafios vividos na pandemia, a viabilização das atividades práticas e laboratoriais num contexto de isolamento social se mostrou essencial, principalmente considerando a mudança das propostas de conteúdo para competências.

Para solucionar essa questão, as disciplinas foram abordadas em dois grupos:



- Atividades laboratoriais cujo objetivo é o ensino de um conceito e não necessariamente o desenvolvimento de uma habilidade manual.
- Atividades laboratoriais cujo objetivo é o desenvolvimento de uma habilidade manual ou a familiarização com o uso de um determinado equipamento.

As disciplinas cujo objetivo é o ensino de conteúdo, foram majoritariamente migradas para o ambiente remoto, com o uso de ferramentas de simulação computacionais. É consenso entre os professores que em quase todos os casos, houve perda no ensino, seja pela falta de resposta imediata aos eventos que o aluno está vivenciando, seja pela perda do desenvolvimento de habilidades manuais, mesmo que não sendo o objetivo primordial da disciplina.

Já as disciplinas cujo desenvolvimento de habilidades é o ponto crítico, duas opções se seguiram. A primeira foi a paralisação até a retomada do ensino presencial. A segunda foi o desenvolvimento de kits laboratoriais, enviados para os alunos de modo que pudessem realizar as experiências em casa, mantendo a exigência do desenvolvimento das habilidades manuais. Logo, as aulas que seriam ministradas em laboratório, foram realizadas no próprio domicílio do aluno permitindo que estes pudessem desenvolver as atividades propostas em aula, assim como praticar num outro momento se necessário, as atividades desenvolvidas, tendo em vista que detinham do kit em casa.

Estes kits visavam reduzir o impacto negativo na formação dos alunos, permitindo que os experimentos realizados em casa contribuíssem com o ensino da parte teórica. Deste modo, algumas disciplinas que inicialmente estavam planejadas como totalmente via simuladores, passaram a utilizar também kits didáticos.

Para uma utilização efetiva do Kit, o aluno ao receber o material em casa, tinha disponível por meio das aulas síncronas e assíncronas, orientações de como utilizar de maneira correta os materiais.

Deste modo, 11 disciplinas, de um total de 88, foram interrompidas no primeiro semestre de 2020. Com a aquisição dos kits didáticos, e com o desenvolvimento de materiais adaptados ao ensino remoto (principalmente simuladores), apenas 1 não voltou a ser ofertada nos próximos semestres. Esta disciplina faz uso de equipamentos dedicados e demanda interação com os técnicos da instituição. Esta disciplina só foi ofertada novamente no segundo semestre de 2021 com a redução de algumas regras de distanciamento.



Com o retorno das aulas presenciais, optou-se por manter a estrutura principal dos kits do laboratório remoto, mas agora utilizá-lo como apoio para as experiências presenciais. Esta abordagem se mostrou extremamente útil. Os professores da disciplina reportaram que os laboratórios regulares, pré-pandemia, utilizaram praticamente todo o tempo disponível (1h50min), com praticamente nenhum aluno terminando antes da metade do tempo. Com a nova abordagem, o aluno pode montar a maior parte do laboratório em casa, precisando ir ao laboratório apenas para utilizar os equipamentos industriais de medição. Deste modo é comum que alguns alunos terminem o laboratório em cerca de 15 minutos, pois já fizeram toda a montagem previamente.

Também foi relatado que, justamente por terem um kit individual disponível em casa, alguns alunos chegam com montagens e dúvidas além do conteúdo mínimo, argumentando que estavam experimentando por curiosidade.

### ***Conclusões sobre a experiência do Laboratório Invertido***

A utilização de kits laboratoriais individuais enviados para os alunos durante o período de pandemia permitiu que as habilidades manuais e físicas pudessem ser desenvolvidas mesmo num ambiente de isolamento social. Esta proposta trouxe vários benefícios não previstos inicialmente e que a instituição percebeu que seriam úteis mesmo num contexto presencial. Deste modo os kits individuais continuaram a ser utilizados em várias disciplinas mesmo após o retorno presencial, adaptando o conceito de sala de aula invertida, mas no contexto de atividades práticas, constituindo um laboratório invertido.

Uma vantagem não prevista inicialmente é a melhor utilização de um dos recursos mais escassos na universidade: o tempo de atenção do docente. Como parte dos alunos, principalmente os que têm mais facilidade, não utilizam o total de tempo disponível no laboratório, a turma passa a ter, efetivamente, menos alunos por docente. Isto permite que o docente consiga despende um tempo maior auxiliando aqueles que justamente mais precisam de atenção para sanar suas dúvidas.

Por fim, esta abordagem permite também que todos os laboratórios passem a ser individuais. Anteriormente os laboratórios, por limitação de estrutura física, eram em duplas ou trios, reduzindo o tempo de exposição dos alunos com os materiais físicos e equipamentos. Com os kits, cada aluno faz sua montagem de modo individual, mas compartilha apenas os equipamentos de medição do laboratório. Deste modo as medições

continuam sendo em dupla, o que também é útil, pois na prática funciona como uma instrução por pares, onde os alunos podem se ajudar no que resta da montagem ou na manipulação dos equipamentos.

## **2.5 A Experiência do SENAI CIMATEC na Modernização da Educação em Engenharia: Fase II**

No início de 2018, o Centro Universitário SENAI CIMATEC lançou um programa estratégico institucional, denominado de Projeto de Inovação Acadêmica, destinado a reformular o ensino ao nível de graduação. Este projeto transformou a Educação em Engenharia no SENAI CIMATEC ao longo de sua Fase I<sup>2</sup> (2018-2022). Como desdobramento, ainda em 2021, a Instituição dá início a uma nova onda de inovações, que estão sendo concebidas e implementadas na Fase II.

### ***Fase I***

Durante a Fase I, realizada ao longo do período de 2018 a 2022, as ações do Projeto de Inovação Acadêmica SENAI CIMATEC foram:

- definição de Perfil de Egresso de base e de estrutura de Percurso Formativo que fossem comuns a todos os cursos da Instituição;
- elaboração dos modelos de Educação Baseada em Competências (e da Matriz de Competências Gerais), de Aprendizagem Baseada em Projetos e de curricularização da Extensão a serem adotados;
- projetos pedagógicos e planos operacionais das Trilhas Profissionais (Empreendedor, Pesquisador, Técnico-Gestor) e dos Desafios (de curso e trilhas);
- elaboração das novas Matrizes Curriculares e Projetos Pedagógicos de todos os cursos (Engenharias e Arquitetura);
- revisão dos Descritivos de Componentes Curriculares (DCC) de todas as disciplinas (que foram mantidas e que foram criadas);

---

<sup>2</sup> O detalhamento do conceito da Fase I pode ser encontrado no Documento de Referência da Inovação Acadêmica (SENAI CIMATEC. **Inovação Acadêmica**. Livro Digital. 2021. ISBN 978-85-60771-18-9).

- implementação de novos Espaços de Aprendizagem (Espaço Maker e Espaço Design Thinking);
- promoção de cultura de Metodologias Ativas de Aprendizagem;
- valorização de Iniciativas Estudantis, com reconhecimento e apoio institucionais, e conexão com extensão e atividade complementar.

As Matrizes Curriculares e Projetos Pedagógicos desenvolvidos nessa fase, começaram a ser implementados em 2020. Outro importante marco dessa fase é o início da operação das Trilhas Profissionais, no primeiro semestre de 2022. Um breve relato das ações da Fase I foi publicado nos primeiros artigos dessa série, disponíveis em (SENAI CIMATEC, 2021) e (NOGUEIRA et al, 2021).

### **Fase II**

O amadurecimento decorrente do início da implementação das ações da Fase I, dos intercâmbios com instituições estrangeiras, em especial dos EUA, em decorrência do PMG CAPES-Fulbright, e de intercâmbio com outras instituições nacionais participantes do programa, levou a inclusão de novos elementos de inovação, e ao aprofundamento de ações anteriores. É iniciada então, ainda em 2021, a Fase II, que começa com a definição de um Modelo Referencial (Figura 9) para orientar tanto sua concepção quanto sua implementação.

Figura 9 - Modelo Referencial da Fase II do Projeto de Inovação Acadêmica.



Fonte: Autoria própria.

### **Os eixos de ações estruturantes da Fase II foram:**

- revisão da Matriz de Competências Gerais que compõem os perfis de egressos, associada com novos modelos de DCC e PAA;
- definição de nova estrutura de Percurso Formativo contemplando elementos inovadores adicionais (Eixos de Formação, Práticas Integradas e Certificações Intermediárias);
- desenvolvimento de um Programa de Desenvolvimento Discente;
- aprimoramento do Programa de Desenvolvimento Docente.

A implementação destas ações já está em curso desde 2022. As seções seguintes detalham os produtos de cada uma dessas ações.

### ***Matriz de Competências Gerais***

A elaboração da Matriz de Competências Gerais foi uma das primeiras ações da Fase I deste Projeto, e diante de sua importância para o modelo de Educação Baseada em Competências, decidiu-se que a primeira ação desta Fase II seria sua análise crítica e revisão.

A Matriz de Competências Gerais SENAI CIMATEC<sup>3</sup> é dividida em quatro grupos fundamentais de competências. São contempladas ao todo, 16 competências gerais. A definição dessas competências, assim como sua revisão, teve como referenciais teóricos principais as obras de CRAWLEY et al, 2014 e ZABALA, 2010.

As competências desta Matriz foram pensadas para serem trabalhadas de maneira diversificada nos componentes curriculares dos cursos. Adicionalmente, para cada curso, há também um conjunto de competências específicas.

O desdobramento dessas competências, nos componentes curriculares, ao longo do percurso formativo, é orientado por dois documentos, o DCC e o PAA. O Descritivo de Componente Curricular

---

<sup>3</sup> Disponível em: <https://bit.ly/CompetenciasCIMATEC>

(DCC) é um documento de base, que descreve o que é o componente curricular, informa as competências gerais e específicas a serem desenvolvidas, os conteúdos formativos e as referências adotadas. Já o Plano de Aulas e Avaliação (PAA) é um documento elaborado semestralmente pelo docente que irá lecionar a disciplina, e que detalha como o componente curricular será executado, como será cada uma de suas aulas e quais serão as estratégias, os recursos e espaços de aprendizagem, além dos instrumentos de avaliação a serem adotados.

### ***Percurso Formativo Comum***

O Percurso Formativo comum proposto para os cursos de graduação do SENAI CIMATEC é baseado em componentes curriculares e atividades acadêmicas diversificadas e com múltiplos objetivos, que são agrupados nos Perfis de Componentes Curriculares. Foram adotados 12 Perfis:

- **Conhecimento:** componentes curriculares ancorados em competências e conteúdos básicos das ciências exatas.
- **Geral:** disciplinas que contemplam competências e conteúdos básicos complementares aos das ciências exatas.
- **Profissionalizante:** disciplinas voltadas para competências e conteúdos profissionalizantes.
- **Específico:** disciplinas que desenvolvem competências que, de forma mais direta, preparam para a atuação profissional.
- **Práticas Integradas:** conjuntos de atividades práticas que giram em torno de uma temática ou objetivo específico. O discente aplica conhecimentos assimilados em componentes de outros perfis, e desenvolve competências procedimentais e atitudinais.
- **Desafios:** os desafios são projetos estruturados, a serem desenvolvidos em equipes, em torno de temas específicos. O primeiro desafio envolve um tema da área do curso, enquanto os outros três estão conectados com as Trilhas Profissionais.
- **Trilhas Profissionais:** as Trilhas Profissionais são programas optativos com percursos formativos específicos voltados para o tipo de carreira que se pretende seguir. As opções de Trilhas são Empreendedor, Pesquisador e Técnico-Gestor.
- **Nivelamento** (ver Programa de Nivelamento, à frente).

Os últimos quatro perfis são: Projeto Final de Curso, Atividades Complementares, Extensão e Estágio Curricular. A Figura 10 apresenta a distribuição dos perfis no percurso formativo do curso de Eng. Mecânica<sup>4</sup>.

Figura 10 - Percurso Formativo do curso de Engenharia Mecânica.



Fonte: Autoria própria.

### ***Programa de Desenvolvimento Discente***

O Programa de Desenvolvimento Discente é composto por: Nivelamento, Monitoria Acadêmica, EDAG e programa de Revisões.

O Programa de Nivelamento tem o objetivo de potencializar a permanência acadêmica, através da oferta de disciplinas de nivelamento de Matemática, Física, Química e Comunicação. A Matriz Curricular do curso contempla como componentes curriculares as quatro disciplinas de nivelamento. Porém, considerando que os estudantes ingressantes chegam com níveis diversos de domínio, são realizados Exames de Proficiência no começo de cada semestre para identificar quem precisará efetivamente cursar cada uma destas.

O Exame de Desempenho dos Alunos de Graduação (EDAG) é uma avaliação interdisciplinar, aplicada semestralmente para todos os estudantes matriculados nos cursos de graduação, com o objetivo de acompanhar o desenvolvimento destes quanto à integração dos

<sup>4</sup> Matriz Curricular disponível em: <http://bit.ly/SENAICIMATECEngMecanica>

conteúdos ao longo da formação e o desenvolvimento dos respectivos conhecimentos. O EDAG é um exame obrigatório cujo desempenho compõe a média de todas as disciplinas em que o estudante está matriculado. Cada curso tem uma prova específica, composta por 40 questões de dois eixos: Formação Geral e Componente Específico.

Por fim, o Programa de Revisões tem como objetivo revisar conteúdos acadêmicos trabalhados em disciplinas de semestres anteriores, com vistas a preparar os estudantes para o EDAG. Isso dá ao aluno a oportunidade de revisar conteúdos trabalhados no passado, e até a possibilidade de superar deficiências de períodos letivos anteriores.

### ***Programa de Desenvolvimento Docente***

O Programa de Desenvolvimento Docente foi criado com intuito de promover integração, reconhecimento e desenvolvimento do corpo docente da instituição. São três as iniciativas deste programa:

- Reconhecimento Docente (Prêmio Professor Inovador, Prêmio Professor Referência e Edital de Fomento às Iniciativas Docentes);
- Semana Acadêmica;
- Curso de Design de Experiências de Ensino e Aprendizagem.

O Edital de Fomento às Iniciativas Docentes seleciona e financia, anualmente, propostas de projetos de docentes (1 a 4), cujas ações estejam voltadas ao fortalecimento do ensino de graduação. A seleção é feita por uma banca nomeada com esse objetivo.

O Prêmio Professor Inovador é um concurso que premia anualmente a melhor estratégia de ensino-aprendizagem adotada por integrantes do corpo docente da instituição. As candidaturas são avaliadas por uma banca e, como prêmio, a instituição financia uma viagem com fins acadêmicos, custeando passagens, hospedagens e inscrições.

O Prêmio Professor Referência é destinado ao reconhecimento dos docentes com melhores resultados na avaliação institucional, adesão nas ações de desenvolvimento docente e maiores índices de produção cultural, tecnológica ou científica. Todos os docentes que lecionaram no ano do edital concorrem ao prêmio, sem necessidade de inscrição. Três docentes são premiados, com um certificado de Professor Referência, e um notebook (1º), um tablet (2º) ou um leitor digital (3º).

As Semanas Acadêmicas são realizadas com intuito de promover um espaço de integração, planejamento e desenvolvimento docente. Esses eventos ocorrem no início de cada semestre e a programação envolve palestras, oficinas, encontros com coordenadores de curso para alinhamentos e planejamento do semestre, além das premiações.

Por fim, o curso de Design de Experiências de Ensino e Aprendizagem, que foi desenvolvido para promover a formação e o aperfeiçoamento do corpo docente da instituição, capacitando os docentes a atuar nesse modelo inovador de Educação em Engenharia. O percurso formativo contempla: Avaliação, Metodologias Ativas, Desenvolvimento de Competências, Neuroaprendizagem, Utilização de Tecnologias, Diversidade e Acessibilidade, e Modelos Educacionais (presencial, online e híbrido).

As disciplinas sempre se iniciam com avaliações diagnósticas e são compostas por módulos online e atividades disponibilizados de forma assíncrona em um ambiente virtual de aprendizagem. Além disso, existem momentos presenciais (oficinas) para realizar a parte prática das disciplinas. As oficinas são ofertadas durante as Semanas Acadêmicas.

O impacto de um programa dessa natureza favorece a valorização do docente de ensino superior, além de melhorar a vivência de estudantes e professores nos processos de ensino-aprendizagem.

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Grande parte da dinâmica coletiva local nos 2 primeiros anos do PMG foi perdida durante a Pandemia da Covid-19, devido aos desafios pessoais e profissionais de docentes e discentes de cada curso. O BEA (*Board of Experts Advisors*, 2020-2021) trouxe uma intensa dinâmica de estudos para todos os PIMs, intensificando o caráter coletivo do mesmo. Aos poucos, as comunidades foram se articulando novamente para que as mudanças trazidas pelo PMG fossem efetivas e significativas nos processos de ensino-aprendizagem dos alunos e egressos, para que tenham uma formação ainda mais completa.

O aprendizado com as instituições norte americanas foi e continua sendo inspirador, pois muitas situações comuns que foram contornadas por estas instituições nos é apresentada de forma a evitar tais situações e tornar o nosso processo de modernização do curso mais assertivo.

A implementação de ações visando o cumprimento dos objetivos do PMG, trazem benefícios que extrapolam os cursos-alvo, uma vez que a



capacitação dos professores, as relações estabelecidas com especialistas internacionais e o método implementado de gestão de aprendizagem permitem o desenvolvimento coletivo que atinge diversos outros grupos da universidade, para além das engenharias.

Cada Projeto Institucional tem suas peculiaridades, mas grandes avanços vêm sendo observados no tocante à modernização da educação em engenharia.

Frente aos resultados apresentados aqui de forma suscinta, existe hoje uma articulação que transcendeu à sessão dirigida do Cobenge 2023 e que expressa o desejo e a missão proposta pelo Edital PMG de compartilhamento e divulgação das experiências de cada PIM. O termo inicial, transbordamento, não traduz o sentimento do PMG enquanto um coletivo formado pelos 8 PIMs, pois entende-se que ao compartilhar as experiências e avanços obtidos, abriremos espaço de discussão com outros cursos similares de outras instituições e suas experiências de modernização para adequação às novas DCNs, e o aprendizado será mútuo.

Assim, em breve pretende-se anunciar à comunidade nacional de ensino de Engenharia o endereço, em formato eletrônico ou de eventos presenciais, para que este Programa cumpra toda a sua função ao final dos 9 anos de execução. Existe uma discussão entre os 8 PIMS e dirigentes ligados à CAPES, Fundação Fulbright, Abenge e demais instituições envolvidas, tais como CNE, Embaixada Americana, CNI/MEI, dentre outros, visando estabelecer qual a melhor estratégia para difusão nacional dos aprendizados decorrentes desta iniciativa, de forma detalhada e didática para que os cursos de engenharia de todo o Brasil possa ter acesso ao conhecimento adquirido e gerado neste processo e às práticas que foram sendo desenvolvidas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, à Comissão Fulbright e à Embaixada Americana pelo suporte recebido no âmbito do Projeto PMG Brasil-EUA CAPES Fulbright.

Os autores agradecem ainda aos co-autores de cada Instituição do programa PMG que auxiliaram na escrita, formatação e submissão dos artigos submetidos para a Sessão Dirigida do COBENGE 2023:

UFRGS:

Nicole Cecchele Lago  
Camila Kolling  
Ricardo Cassel  
Istefani Carisio de Paula  
Cláudia Medianeira Rodrigues  
PUCPR:  
Karla Cristiane Arsie  
Suzana Valaski  
Izabela Patricio Bastos  
Camila Fukuda Gomes Santos  
Arnaldo Carlos Muller Junior  
Ricardo Jose Bertin  
UNISINOS:  
Mauricio Mancio  
Uziel Cavalcanti de Medeiros Quinino  
Fernanda Pacheco  
Jeferson Ost Patzlaff  
Amanda Gonçalves Kieling  
Cristiane Maria Schnack  
Sérgio Klippel Filho  
Vanessa Oerle Kautzmann  
UFSCar:  
Ana Paula da Luz  
Helder Vinícius Avanço Galeti  
Daniel Rodrigo Leiva  
UNIFEI:  
Giscard F.C. Veloso  
Danilo H. Spadoti  
Luis H.C. Ferreira  
Egon L. Müller  
Luiz L.G. Vermaas  
Milady R.A. Silva  
Ana Paula S.S. Almeida  
Priscila Sodré  
SENAI CIMATEC:  
Gabriela Fontes Deiró Ferreira  
Hugo Menezes do Nascimento Vasconcelos  
Michel de Meireles Brioude

Raimundo José Almeida Júnior  
Rafael Gonçalves Bezerra de Araújo

## REFERÊNCIAS

ADMIRAAL, W. et al. Students as future workers: Cross-border multidisciplinary learning labs in higher education. **International Journal of Technology in Education and Science (IJTES)**, v. 3, n. 2, p. 85-94, 2019.

ANDERSON, L. W. et al. A **taxonomy for learning, teaching, and assessing**: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives, Educational Horizons, p. 154-159, 2001.

BORBA, G et al. Uma nova Engenharia é possível: PMG como articulador de ações para inovação, integração e internacionalização. In: **Planejamento e Primeiros Resultados dos Projetos Institucionais de Modernização da Graduação em Engenharia (2019/2020)**, Brasília: ABENGE, 2021. 197 p.

BRASIL. Ministério da Educação. Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CES nº 2**, de 24 de abril de 2019. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category\\_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192) . Acesso em: 10 jul. 2023.

CNI, Confederação Nacional da Indústria. **O futuro da formação em engenharia**: uma articulação entre as demandas empresariais e as boas práticas nas universidades. Brasília: CNI, 2021. ISBN 978-65-86075-42-7.

CRAWLEY, E. et al. **Rethinking engineering education**: the CDIO approach. 2ª ed. Editora Springer, 2014.

BRASIL. EDITAL PMG, disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/bolsas/bolsas-e-auxilios->

internacionais/encontre-aqui/paises/estados-unidos/pmg-eua. Acesso em 15 ago. 2023.

FERRETTI MANFFRA, E. et al. Construção de Currículo por Competências nas Engenharias: lições aprendidas na PUCPR. In: **O futuro da formação em engenharia: uma articulação entre as demandas empresariais e as boas práticas nas universidades**. CNI. 2021. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2021/6/o-futuro-da-formacao-em-engenharia-uma-articulacao-entre-demandas-empresariais-e-boas-praticas-nas-universidades/>.

KLIPPEL, S. et al. Desenvolvimento de Absorvedores Sonoros Para Espaço Multiusuário da Escola Politécnica - Abordagem Prática em Sala de Aula. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2023, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro. 2023. Disponível em [https://www.abenge.org.br/sis\\_artigo\\_doi.php?e=COBENGE&a=23&c=4192](https://www.abenge.org.br/sis_artigo_doi.php?e=COBENGE&a=23&c=4192) DOI:10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4192.

LIRA et al. Relato de Experiência e Concepção da Trilha de Inovação e Empreendedorismo do Curso de Engenharia de Materiais da UFSCar, In: LI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2023, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro. 2023. Disponível em: [https://www.abenge.org.br/sis\\_artigo\\_doi.php?e=COBENGE&a=23&c=4666](https://www.abenge.org.br/sis_artigo_doi.php?e=COBENGE&a=23&c=4666) DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4666.

LUCAS et al. Movimenta Materiais: transformação da Educação em Engenharia no Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da UFSCar In: **Planejamento e Primeiros Resultados dos Projetos Institucionais de Modernização da Graduação em Engenharia (2019/20)**. Programa Brasil-Estados Unidos de Modernização da Graduação em Engenharia (PMG – Capes / Fulbright) ABENGE, 2021. p.96-120.

MARAKOVA, I., SHUBENKOVA, K., & ANTOV, D. **Digitalization of Engineering Education: From E-Learning to Smart Education**. Rev 2018. In M. E. Auer & R. Langann (Eds.), *Smart Industry & Smart Education* (pp. 32–41). 2019. Springer, Cham.. [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-95678-7\\_4](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-95678-7_4)

MARTILLA, J. A.; JAMES, J. C. Importance-performance analysis. **Journal of Marketing**, v. 41, n.1, p. 77-79, 1977.

NOGUEIRA, T.B. et al. A Experiência do SENAI CIMATEC na Modernização da Educação em Engenharia. In: **Planejamento e Primeiros Resultados dos Projetos Institucionais de Modernização da Graduação em Engenharia (2019/20)**, Brasília, Abenge, 2021, disponível em: [http://www.abenge.org.br/arquivos/downloads/livro/01\\_Livro-PMI-Abenge-2019-2020.pdf](http://www.abenge.org.br/arquivos/downloads/livro/01_Livro-PMI-Abenge-2019-2020.pdf)

ONU, Organização das Nações Unidas. **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Disponível em: <Objetivos de Desenvolvimento Sustentável | As Nações Unidas no Brasil>. Acesso em: 15 de ago. 2023.

PATZLAFF, J. O. et al. Projetos Orientados no Ensino da Engenharia Visando o Protagonismo do Aluno e a Construção de Portfólio: Um Relato da Graduação PRO da Escola Politécnica da UNISINOS. In: CONTECC - SOEA, 2022a, Gramado. **Anais**, Gramado Disponível em: <https://www.unisinos.br/graduacao/pmg#publicacoes>.

PATZLAFF, J. O. et al. Desenvolvimento e Implementação do Processo de Gestão da Aprendizagem nos Cursos de Engenharia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) como LOCUS da Modernização da Graduação. In: CONTECC - SOEA, 2022b, Gramado. **Anais**, Gramado Disponível em: <<https://www.unisinos.br/graduacao/pmg#publicacoes>>.

PERRENOUD, Philippe. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PPGCEM. **Linha de Pesquisa em Educação em Engenharia de Materiais**. Disponível em: <https://www.ppgcem.ufscar.br/pt-br/linhas-de-pesquisa/educacao-em-engenharia-de-materiais> Acesso em: 24 jan. 2024.

PUCPR. Plano de Desenvolvimento da Graduação. In: **PUCPRess**. 2016. Disponível em:

[https://www.pucpr.br/estatico/pdg/\\_assets/files/plano\\_de\\_desenvolvimento\\_da\\_graduacao.pdf](https://www.pucpr.br/estatico/pdg/_assets/files/plano_de_desenvolvimento_da_graduacao.pdf)

ROCHA, T.A.C.R. et al. A trans-formação da educação em engenharia na Unisinos: Formando hoje os engenheiros do futuro. In: **O futuro da formação em engenharia: uma articulação entre as demandas empresariais e as boas práticas nas universidades**. Brasília: CNI, 2021. 254 p.

SCALLON, G. **Avaliação da aprendizagem numa abordagem por competências**. PUCPress. 2017. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=gWEwDwAAQBAJ>.

TINOCO, M. A. T. et al. Redesenho do Currículo a partir da análise de Stakeholders no curso de graduação em Engenharia de Produção da UFRGS. In: **Planejamento e Primeiros Resultados dos Projetos Institucionais de Modernização da Graduação em Engenharia (2019/20)**. Programa Brasil-Estados Unidos de Modernização da Graduação em Engenharia (PMG – Capes / Fulbright) ABENGE, 2021. p.121-145.

USKOV, V. L. et al. **Smart University Taxonomy: Features, Components, Systems**. In V. L. Uskov, R. J. Howlett, & L. C. Jain (Eds.), *Smart Education and e-Learning*. (pp. 3–14). Springer International Publishing. 2016.

USKOV, V. L., BAKKEN, J. P., PENUMATSA, A., HEINEMANN, C., & RACHAKONDA, R. (2018). **Smart Pedagogy for Smart Universities**. In: V. Uskov, R. Howlett, & L. Jain (Eds.), *Smart Education and e-Learning 2017. SEEL 2017. Smart Innovation, Systems and Technologies*, (pp. 3–16), 2018. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-59451-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-59451-4_1)

ZABALA, A. **A prática educativa, como ensinar**. Artmed: Porto Alegre. Ed. 2010.

## CAPÍTULO 5

### **APRENDIZAGEM ATIVA PARA ALÉM DA SALA DE AULA: PREPARANDO ESTUDANTES DE ENGENHARIA PARA CONSTRUIR UM MUNDO MAIS JUSTO E SUSTENTÁVEL**

*Renato Martins das Neves - Coordenador*  
Universidade Federal do Pará – UFPA

*Rafael Amaral Shayani - Coordenador*  
Universidade de Brasília – UnB

*Dianne Magalhães Viana*  
*Josiane do Socorro Aguiar de Souza de Oliveira Campos*  
*Maria Vitoria Duarte Ferrari*  
*Raquel Naves Blumenschein*  
Universidade de Brasília – UnB

*Liane Ludwig Loder*  
*Valquíria Villas-Boas*  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

*Anderson de Assis Morais*  
*Bianca Cabral Caldeira*  
*Claudia Akemi Izeki*  
*Lílian Barros Pereira Campos*  
*Priscilla Chantal Duarte Silva*  
*Vitor Guilherme Carneiro Figueiredo*  
*Walter Aoiama Nagai*  
Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI - Campus Itabira

*Elias Antunes dos Santos*  
*Maria do Carmo Duarte Freitas*  
*Nathalia Savione Machado*

*Sérgio Camargo*  
*Sergio Fernando Tavares*  
Universidade Federal do Paraná – UFPR

*Carla Renata Pegorni dos Santos*  
*Edson Godoy*  
*Evelise Andreatta*  
*Lucas Inácio Cardoso de Jesus*  
*Silmara Bispo dos Santos*  
*Vanessa Motta Chad*  
Universidade Federal de Rondonópolis – UFR/MT

*Elias Antunes dos Santos*  
*Marinez Cargnin-Stieler*  
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

*Maria Aridenise Macena Maia Fontenelle*  
Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA

*Mirela Jeffman dos Santos*  
Centro Universitário Senac – UNISENAC/RS



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>162</b>
<b>2</b>	<b>DESAFIOS QUE OS CURSOS DE ENGENHARIA ESTÃO ENFRENTANDO EM RELAÇÃO AOS ODS.....</b>	<b>167</b>
<b>3</b>	<b>HABILIDADES E COMPETÊNCIAS QUE OS CURSOS DE ENGENHARIA DEVEM DESENVOLVER NOS ESTUDANTES PARA CONTRIBUIR COM OS ODS.....</b>	<b>169</b>
<b>4</b>	<b>APRENDIZAGEM ATIVA, EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA E OS ODS.....</b>	<b>169</b>
<b>5</b>	<b>MÉTODOS DE APRENDIZAGEM ATIVA QUE PODEM CONTRIBUIR PARA O AVANÇO DOS ODS.....</b>	<b>171</b>
<b>6</b>	<b>RELATOS DE EXPERIÊNCIAS.....</b>	<b>175</b>
<b>7</b>	<b>A SESSÃO DIRIGIDA 07 NO COBENGE 2023.....</b>	<b>201</b>
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>205</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>207</b>

## **APRENDIZAGEM ATIVA PARA ALÉM DA SALA DE AULA: PREPARANDO ESTUDANTES DE ENGENHARIA PARA CONSTRUIR UM MUNDO MAIS JUSTO E SUSTENTÁVEL**

### **1 INTRODUÇÃO**

Este texto aborda a importância de uma educação em engenharia abrangente e transformadora, alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU). Discute-se a necessidade de atualizar os currículos dos cursos de Engenharia para integrar plenamente os conceitos de desenvolvimento sustentável e ressalta-se a insuficiência de menções ao tema nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs). O texto explora as habilidades e competências que os cursos de engenharia devem desenvolver nos estudantes para contribuir efetivamente com os ODS, enfatizando a participação ativa dos estudantes por meio de métodos como Aprendizagem Baseada em Problemas, Projetos, Serviço e Cenários. Além disso, são consideradas a importância de parcerias entre instituições acadêmicas e setores industriais, a necessidade de uma perspectiva global na educação em engenharia e o papel das tecnologias emergentes na promoção de uma aprendizagem mais interativa e imersiva. O texto também inclui experiências práticas com a aplicação de estratégias de aprendizagem ativa em cursos de engenharia, ressaltando como essas abordagens podem melhorar a formação dos estudantes e prepará-los para enfrentar os desafios sustentáveis contemporâneos com inovação e competência.

No contexto atual, marcado por desafios globais sem precedentes, a formação em engenharia enfrenta a necessidade de alinhar-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU). Os objetivos convocam à ação global para erradicar a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e permitir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade (ONU, 2023).

Destaca-se a importância de se integrar, no cerne dos currículos de engenharia, a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS), que consiste em uma estrutura global adotando uma abordagem holística e transformacional, conforme preconizada pela UNESCO (2019). Esta

abordagem visa capacitar os alunos com conhecimentos, habilidades, valores e atitudes necessárias para tomar decisões bem fundamentadas e ações responsáveis em prol da integridade ambiental, da viabilidade econômica e de uma sociedade mais justa.

Frequentemente, a EDS, em instituições de ensino superior, assume uma perspectiva limitada, focando primordialmente na transmissão de informações científicas sobre questões ambientais, e, assim, falha justamente em abranger uma visão integral e transformadora da educação, negligenciando pedagogias inovadoras que incentivem o envolvimento ativo dos estudantes. Nesses ambientes, para promover uma melhor compreensão das questões de sustentabilidade, a EDS precisa incorporar métodos que fomentem o pensamento crítico, a resolução de problemas e a participação ativa dos alunos.

Em vista dessa perspectiva limitada da EDS, a voz dos estudantes emerge gerando uma expectativa de mudanças. Uma pesquisa realizada em 2020 pela SOS International abrangendo mais de 100 organizações de todo o mundo revelou que 92% dos estudantes inquiridos concordaram que o desenvolvimento sustentável deveria ser ensinado e promovido pelas instituições de ensino superior. A pesquisa apontou também que 85% dos estudantes gostariam de aprender mais sobre esse assunto (SOS, 2021; HOWELL, 2021). A resposta dos estudantes por uma educação mais envolvente em desenvolvimento sustentável indica a necessidade de incorporar esses conteúdos de forma efetiva nos currículos.

No Brasil, as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de graduação em engenharia (Brasil, 2019) se apresentam como uma excelente oportunidade para que as escolas de engenharia desenvolvam projetos pedagógicos e currículos alinhados a uma EDS tal qual preconizada pela UNESCO. Conforme as novas DCNs, os projetos pedagógicos e os currículos devem ser adequados à formação por competências tendo em vista o perfil do egresso. De acordo com as novas DCNs, é preciso:

estabelecer o perfil do egresso, que deve se voltar para uma visão sistêmica e holística de formação, não só do profissional, mas também do cidadão-engenheiro, de tal modo que se comprometa com os valores fundamentais da sociedade na qual se insere (BRASIL, 2019).

Comparada com a versão anterior (BRASIL, 2002), as novas DCNs de engenharia trazem conceitos atuais, tais como: formação baseada em competências; aprendizagem ativa; formação continuada dos professores; foco na prática; maior flexibilidade na constituição do currículo; avaliação formativa, e programas de acolhimento para os ingressantes. No entanto, no que diz respeito a uma educação para o desenvolvimento sustentável, observa-se que a única menção a este assunto é feita no Capítulo II (Do perfil e competências esperadas do egresso), artigo 3º (O perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características: parágrafo VI - atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável). Considerando que os ODS foram estabelecidos pela ONU em 2015, a pouca atenção dada a eles nas novas DCNs revela uma “imperdoável” falta de atenção com esta temática de tamanha relevância para a humanidade.

Por conseguinte, entende-se que para a adequada implementação das novas DCNs, e que leve em conta, em alguma extensão, as premissas de uma educação para o desenvolvimento sustentável, o estudante de engenharia precisa, além de conhecimentos técnicos, desenvolver habilidades procedimentais, atitudinais e socioemocionais. Para isso, é necessário desenhar currículos que considerem a adoção de estratégias e métodos pedagógicos mais modernos e mais adequados à nova realidade global, ou seja, estratégias e métodos que propiciem ao estudante ser o ator principal de seu processo de aprendizagem e vivencie uma real aprendizagem transformadora. Além disso, o estudante, por sua vez, precisa desenvolver a importante habilidade de aprender a aprender, e, para tal, o professor precisa ter competência para auxiliar seus estudantes no aprendizado de como autorregular a aprendizagem. Estar atento ao desenvolvimento de habilidades e competências dos estudantes de engenharia é fundamental para promover egressos reflexivos, criativos e engajados em um mundo mais justo e sustentável.

Na resposta às demandas de uma educação para o desenvolvimento sustentável, o Grupo de Trabalho em Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia da Abenge (GTAAEE) organizou uma sessão dirigida para compartilhar práticas inovadoras na educação em engenharia. Este capítulo apresenta cinco relatos de experiências que destacam o uso de estratégias e métodos de aprendizagem ativa que

favorecem o desenvolvimento de habilidades e competências técnicas, socioemocionais, procedimentais e atitudinais nos futuros engenheiros. Tais experiências são citadas brevemente a seguir e detalhadas na Seção 5.

A primeira experiência relatada como **“Projeto integrador na disciplina Ciências do Ambiente da Universidade Federal de Itajubá – Campus Itabira”** envolve a aplicação dos métodos Team-based Learning (TBL) e Problem-based Learning (PBL) em uma disciplina de Ciências do Ambiente, incentivando os estudantes a desenvolverem projetos que integram conhecimento em engenharia e sustentabilidade ambiental, promovendo o desenvolvimento de percepção socioambiental, pensamento crítico e habilidades de resolução de problemas. A iniciativa alinha-se com os ODS 4 (Educação de Qualidade) e 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima).

A segunda experiência relatada como **“PBL no estudo de impacto ambiental em cursos de engenharia da UnB – Campus do Gama”** fomenta o pensamento sistêmico e habilidades colaborativas por meio da aplicação do método Problem-based Learning (PBL) nas disciplinas, abordando impactos ambientais, envolvendo projetos de pesquisa aplicada e atividades de ensino e extensão nas disciplinas de Engenharia e Ambiente e de Desenvolvimento Sustentável. A experiência promove a integração de conhecimentos teóricos e práticos, enfatizando a importância da sustentabilidade. Além do ODS 4 e ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), esta experiência também contribui para os ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), 13, e 15 (Vida Terrestre), uma vez que, a análise do ciclo de vida da mineração e seu impacto na cadeia produtiva aborda diretamente a questão do consumo e produção sustentáveis, ao avaliar os impactos ambientais, está alinhada com a necessidade de mitigar as mudanças climáticas, ao analisar os impactos da mineração na Amazônia envolve a biodiversidade e os ecossistemas terrestres.

A terceira experiência relatada como **“PjBL e Design Thinking na formação de engenheiros da UFR/MT”** descreve o programa "Oficina Maker UFR" que se iniciou a partir de atividades de extensão e se expandiu, promovendo a cultura maker e a inovação entre alunos e professores, aplicando conjuntamente o Design Thinking e o PjBL para promover a criatividade em projetos de engenharia. A abordagem apresentada contribui para a formação complementar, estimulando a solução de problemas reais da comunidade. A experiência contribui para

os ODS 4, 5 ao fomentar um ambiente educacional inovador e inclusivo e de equidade de gênero, e potencialmente o ODS 11, ao buscar soluções para desafios urbanos e ambientais.

A quarta experiência relatada como **“Explorando a sustentabilidade na engenharia por meio de plataformas digitais de educação aberta na UFPR”** se baseia na utilização de plataformas digitais para explorar a sustentabilidade na engenharia, contribuindo para vários Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, especialmente os ODS 4, 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), 11, 12, promovendo acesso aberto e inclusivo a educação e formação em sustentabilidade e economia circular; incentivando a inovação e a infraestrutura sustentável através do uso de tecnologias educacionais; oferecendo formação que capacita profissionais a desenvolver cidades e comunidades mais sustentáveis; fornecendo conhecimentos e competências para promover a sustentabilidade na gestão de recursos e na produção.

A quinta experiência relatada como **“Práticas pedagógicas interdisciplinares em projetos de sustentabilidade em Tangará da Serra (MT)”** foca na importância da aprendizagem ativa e cooperativa, destacando práticas interdisciplinares em projetos semestrais que refletem a interseção entre a educação em engenharia e os esforços globais para o desenvolvimento sustentável, demonstrando a importância de integrar os ODS no currículo acadêmico. São citados projetos que abrangem os ODS 4, 6 (Água Limpa e Saneamento), 9, 11, 12, 13, promovendo práticas sustentáveis no manejo de recursos hídricos; desenvolvendo tecnologias sustentáveis e inovações na construção; melhorando a infraestrutura urbana com práticas de construção sustentável; implementando práticas de redução, reuso e reciclagem de resíduos na construção civil; reduzindo a emissão de CO<sup>2</sup> e promovendo a resiliência climática

Essas contribuições refletem a interseção entre a educação em engenharia e os esforços globais para o desenvolvimento sustentável, demonstrando a importância de integrar os ODS no currículo acadêmico.

Assim, na sequência, serão abordados os desafios que os cursos de Engenharia estão enfrentando em relação aos ODS, quais habilidades e competências os cursos de engenharia devem desenvolver nos estudantes para contribuir com os ODS, como a aprendizagem ativa pode contribuir com a educação em engenharia no contexto dos ODS, e sugestões de métodos de aprendizagem ativa que contribuem com o avanço dos ODS. Adiante, o texto traz o detalhamento das experiências

citadas e apresenta o relato de como se procedeu a Sessão Dirigida 07 no COBENGE 2023.

## **2 DESAFIOS QUE OS CURSOS DE ENGENHARIA ESTÃO ENFRENTANDO EM RELAÇÃO AOS ODS**

Conforme mencionado anteriormente, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável foram estabelecidos pela Organização das Nações Unidas em 2015 e compõem uma agenda mundial para a construção e implementação de políticas públicas para guiar a humanidade até 2030 (ONU, 2023). A agenda contempla um plano de ação internacional para o alcance dos 17 ODS, desdobrados em 169 metas, que abordam diversos temas fundamentais para o desenvolvimento humano, em cinco perspectivas: pessoas, planeta, prosperidade, parceria e paz. Os 17 ODS envolvem temáticas diversificadas como erradicação da pobreza, segurança alimentar e agricultura, saúde, educação, igualdade de gênero, redução das desigualdades, energia, água e saneamento, padrões sustentáveis de produção e de consumo, mudança do clima, cidades sustentáveis, proteção e uso sustentável dos oceanos e dos ecossistemas terrestres, crescimento econômico inclusivo, infraestrutura e industrialização, governança, e meios de implementação, ou seja, temáticas nas quais o profissional da engenharia pode sem dúvida atuar, mas para as quais necessita desenvolver competências adequadas.

Quando se foca na educação em engenharia, destaca-se que por mais que alguns marcos em relação à EDS tenham sido alcançados, os desafios permanecem. Um currículo de engenharia para a sustentabilidade deve incorporar princípios de aprendizagem da EDS e criar oportunidades para os estudantes aprenderem e praticarem o pensamento crítico, holístico e sistêmico, aplicando-o a situações da vida real (GUERRA, 2017). Nesse contexto, a premência da EDS é uma oportunidade para a utilização de estratégias ativas de aprendizagem centradas no aluno. Dessa forma, pedagogias de aprendizagem transformadoras, como aprendizagem baseada no local, aprendizagem, aprendizagem baseada em problemas (PBL), aprendizagem por descoberta, aprendizagem baseada em casos, conceive, design, implement, operate (CDIO) e aprendizagem baseada na comunidade podem ser exploradas (GUERRA, 2017).

Nesse cenário, os cursos de engenharia em vários lugares do mundo e, em particular no Brasil, enfrentam diversos desafios ao tentarem contribuir significativamente para o avanço dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Alguns desses desafios são:

- Currículos e projetos pedagógicos desatualizados que ainda não integram adequadamente os conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável.
- Falta de conscientização dos estudantes de engenharia que não possuem uma compreensão sólida dos ODS e de como suas futuras carreiras podem contribuir para esses objetivos.
- Cursos com foco excessivo na tecnologia, negligenciando os aspectos sociais, econômicos e ambientais dos problemas estudados;
- Falta de abordagem interdisciplinar nos cursos que podem não estar preparando os alunos para trabalhar em colaboração com profissionais de outras áreas, como ciências sociais, saúde pública e economia;
- Escolas com recursos limitados e restrições orçamentárias dificultando a implementação de mudanças nos currículos, o desenvolvimento de novos materiais de ensino e a e a incorporação de abordagens práticas;
- Falta de modelos de cursos de engenharia contribuam efetivamente para os ODS; e
- Barreiras culturais e institucionais que impedem a plena integração dos conceitos de sustentabilidade no ensino de engenharia.
- Para superar esses desafios, é fundamental que as escolas de engenharia adotem uma abordagem holística, colaborativa e voltada para o futuro. Isso implica em:
  - Revisar e atualizar os currículos, incorporando os princípios de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável;
  - Promover a conscientização sobre os ODS entre estudantes e professores;
  - Fomentar a pesquisa interdisciplinar para abordar os desafios de forma abrangente;
  - Criar parcerias com a indústria e outras organizações relevantes. para o desenvolvimento de projetos e iniciativas sustentáveis.



### **3 HABILIDADES E COMPETÊNCIAS QUE OS CURSOS DE ENGENHARIA DEVEM DESENVOLVER NOS ESTUDANTES PARA CONTRIBUIR COM OS ODS**

Os cursos de engenharia desempenham um papel importante na contribuição para os ODS, uma vez que as soluções técnicas e inovações desenvolvidas por engenheiros têm um impacto significativo no avanço desses objetivos. Apresentam-se aqui algumas habilidades e competências que os cursos de engenharia devem desenvolver nos estudantes para contribuir com os ODS:

- pensamento sistêmico e integração multidisciplinar;
- design sustentável;
- eficiência energética e uso responsável dos recursos;
- tecnologias renováveis e limpas;
- inovação e criatividade;
- conscientização ambiental e ética profissional;
- engajamento com as comunidades locais;
- resolução de problemas complexos;
- comunicação efetiva;
- liderança e advocacia sustentável.

Ao priorizar esses aspectos, os cursos de engenharia podem formar profissionais aptos a enfrentar desafios de sustentabilidade e impulsionar os ODS, preparando-os em um ambiente educacional inovador e dinâmico, como será discutido a seguir.

### **4 APRENDIZAGEM ATIVA, EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA E OS ODS**

Aprendizagem ativa e educação em engenharia são conceitos intrinsecamente associados. Este vínculo se fortalece por intermédio da incorporação das habilidades e competências mencionadas anteriormente, integrando-as em métodos de ensino que promovam uma educação holística, sistêmica e prática. Da mesma forma, estratégias e métodos de aprendizagem ativa e a formação por competências são complementares. Nesse contexto, o engenheiro deve ser educado para aplicar, na prática, os conhecimentos adquiridos, alinhando-se aos ODS por meio de propostas de soluções inovadoras para problemas reais.

(GRAAFF; CHRISTENSEN, 2004). A aplicação de estratégias e métodos de aprendizagem ativa em cursos de engenharia pode ser uma abordagem para contribuir com os ODS. Ao incentivar a participação ativa dos estudantes, a educação em engenharia pode ir além da simples transmissão de conhecimento teórico e promover reflexão crítica, desenvolvimento de habilidades práticas e busca de soluções inovadoras para os desafios sustentáveis que o mundo enfrenta. Para alcançar efetivamente esses objetivos, é imperativo explorar métodos específicos de aprendizagem ativa, que serão discutidos a seguir.

Os professores de engenharia, ao desenharem um currículo ou projeto pedagógico ou, mais cotidianamente, ao conceberem um ambiente de aprendizagem ativa para suas disciplinas, podem considerar alguns elementos essenciais da aprendizagem ativa, a saber: participação ativa dos estudantes, promoção da aprendizagem colaborativa, desenvolvimento de habilidades e competências transversais e socioemocionais, abordagem de situações de resolução de problemas reais, execução de projetos práticos, promoção da integração interdisciplinar, adoção de avaliação contínua e estímulo à autorregulação do processo de aprendizagem, entre outros aspectos.

As iniciativas de pesquisa e práticas pedagógicas em educação em engenharia, voltadas para o desenvolvimento sustentável, estão ganhando cada vez mais espaço nos processos de ensino e aprendizagem (GUTIERREZ-BUCHELI; KIDMAN; REID, 2022). Essencialmente, os estudantes de engenharia devem ser capacitados para enfrentar desafios complexos que exigem uma combinação de análise técnica e considerações sociais, além de desenvolver habilidades eficazes de trabalho em equipe. Esta abordagem integrada é importante para garantir que a sustentabilidade seja efetivamente incorporada nas práticas de engenharia transcendendo o objetivo de ser meramente almejada (KOLMOS, 2022).

Para que os estudantes obtenham sucesso dentro de seus grupos, é necessária uma consideração cuidadosa em relação à heterogeneidade grupal, juntamente com a atribuição de papéis que garantam a participação ativa e igualitária de todos os alunos.

A seguir, serão apresentados alguns métodos de aprendizagem ativa que podem contribuir para o avanço dos ODS.

## **5 MÉTODOS DE APRENDIZAGEM ATIVA QUE PODEM CONTRIBUIR PARA O AVANÇO DOS ODS**

A aplicação efetiva de estratégias e métodos de aprendizagem ativa é importante para o desenvolvimento dos estudantes de engenharia, capacitando-os a colocar em prática as habilidades adquiridas. Além disso, tanto as estratégias quanto os métodos de aprendizagem ativa podem contribuir com o avanço dos ODS nos cursos de engenharia. Explorando alguns métodos mais difundidos no Brasil, iniciamos com o Aprendizado Baseado em Problemas (Problem-based Learning).

### **5.1 Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem-based Learning)**

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP ou PBL) é um método instrucional de aprendizagem ativa, que leva os estudantes a aprenderem sobre um determinado assunto em um contexto de problemas reais, complexos e multifacetados (SAVIN-BADEN; HOWELL, 2004; GRAAFF; KOLMOS, 2007; VILLAS-BOAS et al., 2016). A principal dinâmica da ABP ocorre a partir da discussão dos problemas, que é responsável pelo desenvolvimento dos estudos sobre um tema específico do currículo. A discussão dos problemas ocorre principalmente em sessões tutoriais, a partir da formação dos grupos tutoriais, que são, normalmente, constituídos por um professor tutor e por 4 a 10 estudantes. Dentre esses estudantes, um é escolhido para ocupar a função de coordenador enquanto outros dois são selecionados para as funções de secretário de quadro e secretário de mesa. Após a definição de quem irá exercer cada função, o problema a ser trabalhado é apresentado pelo tutor para todos os integrantes do grupo tutorial e, assim, inicia-se o processo de produção, apreensão, organização, gestão, representação e difusão do conhecimento. A dinâmica da ABP ou PBL é constituída por sete passos, que são responsáveis por orientar o grupo tutorial em direção à solução dos problemas (DESLILE, 1997; BOUD; FELETTI, 1998; DUCH; GROH; ALLEN, 2001; PINTO; BURNHAM; PEREIRA, 2009).

Existem diferentes maneiras de se implementar o PBL, porém em todas elas há um conjunto de atividades que partem da apresentação de

um problema aos alunos, que organizam suas ideias em grupo, procurando compreendê-lo e solucioná-lo com o conhecimento que já possuem. A seguir, estes destacam questões com base no que não compreenderam e planejam uma distribuição de tarefas objetivando esclarecê-las para, então, compartilhar com o grupo, integrando os novos conhecimentos e relacionando-os com o contexto do problema (RIBEIRO; MIZUKAMI, 2004). Finalmente, realizam sua autoavaliação e a avaliação dos colegas e do processo vivenciado.

## **5.2 Aprendizagem Baseada em Projetos (Project-based Learning)**

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj ou PjBL) é um método de aprendizagem ativa, no qual, grupos de estudantes estão ativamente envolvidos em abordar ou resolver problemas e/ou situações reais da vida profissional. A vantagem desse método é que eles podem aprender a interagir uns com os outros e com a comunidade em torno deles, desenvolvendo habilidades, adquirindo conhecimento, desenvolvendo atitudes e comportamentos que lhes permitam lidar melhor em um cenário de trabalho, após a conclusão de seus estudos (Powell; Weenk, 2003).

O método PjBL, preferencialmente envolvendo projetos interdisciplinares, surge em função da necessidade de uma mudança da prática pedagógica, centrada no professor, para estratégias e/ou métodos instrucionais de aprendizagem centrados nos estudantes. No PjBL, os estudantes constroem significados, atitudes, competências (FERNANDES; FLORES; LIMA, 2012). O método enfatiza o trabalho em equipe, a resolução de problemas e a articulação teórica e prática, por meio da realização de um projeto que culmina com uma solução, a partir de um problema real, articulada com o futuro contexto profissional (POWELL; WEENK, 2003).

A abordagem de projeto se trata do desenvolvimento de um projeto que pode se dar ao longo do ano letivo ou de um semestre. É coordenado e gerido por uma equipe multidisciplinar, ou seja, inclui todos os responsáveis pelas disciplinas que darão suporte ao projeto (docentes e/ou especialistas envolvidos) (HELLE; TYNJALA; OLKINUORA, 2006), os professores responsáveis pelas disciplinas, que dão apoio ao projeto, têm como principal função ensinar os conteúdos de apoio técnico ao

projeto que facilitarão o desenvolvimento de competências planejadas para cada disciplina (FERNANDES; FLORES; LIMA, 2012).

Os principais objetivos da aprendizagem baseada em projetos são (ALVES; MOREIRA; SOUZA, 2007):

- estimular a motivação dos estudantes;
- promover aprendizagem focada no estudante;
- fomentar o trabalho em equipe;
- desenvolver o espírito de iniciativa e criatividade;
- desenvolver capacidades de comunicação;
- desenvolver o pensamento crítico;
- relacionar conteúdos interdisciplinares de forma integrada.

O envolvimento neste processo de ensino e de aprendizagem proporciona o desenvolvimento de competências essenciais para o futuro engenheiro, como, por exemplo:

- resolver problemas,
- apresentar resultados,
- gerir e liderar pessoas,
- desenvolver pensamento crítico,
- planejamento e organização,
- comunicação interpessoal,
- criatividade, entre outros.

### **5.3 Aprendizagem Baseada em Serviços Comunitários (Service-based Learning)**

A Aprendizagem Baseada em Serviços comunitários (ABS ou SBL) é um método de aprendizagem ativa que sugere uma integração entre a instituição de ensino, a comunidade e os estudantes, estabelecendo uma relação entre a prestação de serviços comunitários e a construção de conhecimento acadêmico (TSANG, 1999; FELTEN; CLAYTON, 2011; PIAZZA et al., 2019). Neste método, os estudantes se engajam em serviços sociais para atender determinadas necessidades da comunidade e têm a oportunidade de se apropriar do conhecimento científico sobre esses problemas, além de desenvolverem o senso de responsabilidade civil.

## 5.4 Aprendizagem Baseada em Cenários (Scenario-based Learning)

A Aprendizagem Baseada em Cenários (ABC ou SBL) é um método instrucional de aprendizagem ativa amplamente explorado em áreas de conhecimento como a medicina e a educação e consiste na concepção de situações hipotéticas associadas à prática profissional, prevendo a apresentação de soluções para essas situações (ERRINGTON, 2011; SORIN, 2013). Perante o cenário existente, espera-se que os estudantes assumam diferentes papéis ou abordem diferentes pontos de vista, sendo o objetivo principal a mobilização de um conjunto de recursos (por exemplo, conhecimentos) para a resolução de um determinado problema.

## 5.5 Aprendizagem Baseada em Equipes (Team-based Learning)

A Aprendizagem Baseada em Equipes (ABE ou TBL) é um método de aprendizagem ativa no qual os estudantes constroem o conhecimento com o suporte de uma equipe de trabalho. A condução desse método propõe que os estudantes estudem o conteúdo antes da aula por meio de materiais indicados pelo professor como textos, vídeos e podcasts, e, em aula, realizam um teste conceitual individualmente, que é recolhido pelo professor. Na sequência, os estudantes se reúnem em equipes e realizam o mesmo teste novamente, devendo discutir as questões e chegar a um consenso quanto às respostas. No momento seguinte, o professor propõe atividades que articulam teoria e prática, demonstrando a aplicação do conteúdo no dia a dia. Por fim, avaliam os seus pares e a si mesmos (MICHAELSEN; SWEET, 2011; OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2016)

## 5.6 Design Thinking

O Design Thinking é um método de aprendizagem ativa que promove a resolução de problemas de modo criativo e envolvente. O método envolve os estudantes em um processo criativo motivado por buscar soluções para problemas complexos, pautado em quatro pilares: o ser humano, a colaboração, o otimismo e a experimentação. Tradicionalmente pode ser organizado em cinco etapas. A primeira etapa do método é a imersão, na qual o problema é identificado e observado

de diversas perspectivas. Nesta etapa, podem ser utilizadas ferramentas como brainstorming e pesquisa. Na etapa seguinte, a interpretação, os estudantes procedem com a análise e síntese das ideias levantadas com o intuito de compreender melhor o problema e analisar as soluções propostas. Posteriormente, os estudantes passam para a etapa da ideação, que consiste em eleger a melhor solução para o problema. Por fim, na etapa da evolução, ocorre o desenvolvimento real da ideia. Essa etapa requer um planejamento detalhado dos passos a serem seguidos para implementar a ideia e transformar o protótipo em uma solução real (IDEO, 2023; GALLAGHER; THORDARSON, 2020).

## 5.7 Aprendizagem ativa no ensino híbrido

Sobre o uso dos métodos PBL, PjBL e SBL no ensino híbrido, acreditamos que podem ser utilizados com pequenas ou nenhuma adaptação. Cada dia que passa, as plataformas oferecem mais recursos que possibilitam trabalho em equipe e condições de trabalho no modo online que permitem interação de qualidade entre os estudantes. Obviamente, os professores devem ter sempre em mente que ao planejar um ambiente de aprendizagem no modo híbrido (ou on-line), os estudantes precisam ter as condições apropriadas para atuar nesses ambientes a partir de seus espaços de estudo. Essa flexibilidade nos leva a considerar a aplicação prática destas técnicas no contexto real.

## 6 RELATOS DE EXPERIÊNCIAS

A implementação de métodos e estratégias de aprendizagem ativa é fundamental para compreendermos o papel dos atores envolvidos no processo educacional, incluindo professores, estudantes e instituições de ensino. Suas diversas experiências auxiliam a entender o comportamento tanto institucional quanto individual na tratativa de alinhar a educação em engenharia às práticas sustentáveis. Neste contexto, apresentaremos relatos de experiência que demonstram como esses métodos e estratégias podem ser aplicados com sucesso para integrar a sustentabilidade no currículo de engenharia, evidenciando sua efetividade em promover uma educação mais responsável.

## **6.1 Projeto integrador na disciplina Ciências do Ambiente da Universidade Federal de Itajubá – Campus Itabira**

A disciplina Ciências do Ambiente, oferecida nos Cursos de Engenharia da Universidade Federal de Itajubá - Campus de Itabira, vem adotando, desde 2013, uma abordagem fundamentada no paradigma da sustentabilidade e adaptada para o uso de métodos e estratégias de aprendizagem ativa por meio de um “projeto integrador”. Essa abordagem emprega o Team-based Learning (TBL) para engajar os estudantes em conjunto com o Problem-based Learning (PBL). A partir de problemas reais, são explorados conteúdos e conceitos relacionados tanto à sustentabilidade quanto à responsabilidade social. Dessa forma, é enfatizado o papel dos engenheiros como agentes de mudança e a relação inseparável entre danos ambientais e sociais, conforme destacado nos estudos de Caldeira et al. (2015) e Morais et al. (2017).

O semestre letivo na instituição corresponde a 16 semanas e a carga horária da disciplina Ciências do Ambiente corresponde a 2 horas/aula semanais. O projeto integrador inicia-se, geralmente, a partir da sétima semana, permitindo que os estudantes tenham tempo para se organizar e desenvolver a capacidade de percepção socioambiental e identificar possíveis problemas ambientais. Detalhe sobre os objetivos de cada etapa podem ser observados na Figura 1.

Cada etapa do projeto é desenvolvida em 2 semanas, período durante o qual os estudantes se organizam em equipes para discutir o problema-chave, pesquisar o enquadramento do problema e as possíveis soluções socioambientais. Vale ressaltar que é utilizada uma rubrica para melhor acompanhar o progresso e o empenho de cada equipe e um instrumento de avaliação e também de coleta da opinião dos estudantes com questões fechadas, com uso de escala Likert e questões abertas. Os resultados apresentados neste estudo foram coletados durante o processo de avaliação, ao final do período de desenvolvimento do projeto integrador, por meio de formulário (Google Forms) aplicado a três turmas da disciplina, nos anos de 2022 e 2023.

As Figuras 2 e 3 apresentam as respostas em percentuais dos estudantes a duas questões de interesse. No caso da Figura 2, a questão respondida foi: “Já pensou em algum momento desenvolver um projeto que correlacione engenharia com sustentabilidade ambiental?”



Figura 1: Etapas do projeto integrador



Fonte: Caldeira, Morais e Silva.

Figura 2: Respostas em percentuais dos estudantes para a questão colocada.

**Já pensou em algum momento desenvolver um projeto que correlacione engenharia com sustentabilidade ambiental?**



Fonte: Caldeira, Morais e Silva.

Percebe-se que 31,1% dos estudantes não tinham, inicialmente, conhecimento acerca do tema, bem como a noção de como aplicá-lo no

seu próprio curso de engenharia, indicando uma oportunidade para se trabalhar os conceitos de sustentabilidade com os alunos.

Figura 3: Respostas em percentuais dos estudantes para a questão colocada.

**Na sua opinião, a proposta do projeto de integrar conhecimento em engenharia e aplicar no desenvolvimento da sustentabilidade ambiental é relevante?**



Fonte: Caldeira, Morais e Silva.

Na Figura 3, a questão respondida foi: “Na sua opinião, a proposta do projeto de integrar conhecimento em engenharia e aplicar no desenvolvimento da sustentabilidade ambiental é relevante?”, é possível observar somente respostas positivas evidenciando a relevância do tema para a formação em engenharia.

Desenvolver a percepção socioambiental dos estudantes no contexto de sua formação acadêmica teve como objetivo despertar um olhar mais crítico sobre o processo de formação e responsabilidades com o desenvolvimento inovador e tecnológico, a responsabilidade do desenvolvimento socioambiental. Este objetivo está em consonância com o desenvolvimento sustentável e com a sustentabilidade, pois está alinhado a ações que buscam o desenvolvimento social, técnico econômico e ambiental.

Nota-se nas citações a seguir que os estudantes de engenharia reconhecem e valorizam o projeto integrador como uma oportunidade importante para o desenvolvimento do pensamento crítico, crescimento profissional, e análises de diferentes situações ambientais e suas aplicações nas engenharias, refletindo acerca de um tema bem debatido atualmente. O conhecimento formado sobre sustentabilidade aplicada às

engenharias trouxe uma ampliação da visão sobre o universo das engenharias.

“O projeto me deu uma visão que não tinha em outras áreas da engenharia, e isso foi essencial para eu aprender mais sobre sustentabilidade ambiental de uma forma mais profunda e complexa, o que é muito importante para todo engenheiro” (estudante 05-2023).

“Acredito que nosso trabalho pode também mudar nossa percepção sobre as engenharias, mostrando que vai além de contas e computadores” (estudante 12-2023).

Os resultados do projeto integrador corroboram com o entendimento e sugestão de Castro, Spazziani e Santos (2012), sugerindo que as universidades, sendo espaços que favorecem o desenvolvimento do conhecimento e a formação de pessoal, devem promover, em suas atividades de pesquisas, soluções para os problemas socioambientais. Este contexto prepara o terreno para a exploração das práticas de aprendizagem ativa em cursos específicos de engenharia.

## **6.2 PBL no estudo de impacto ambiental em cursos de engenharia da UnB – Campus do Gama**

A Universidade de Brasília possui quatro campi no Distrito Federal, sendo que dois deles abrigam cursos de engenharia: O Campus do Gama, mais recente, e o Campus Darcy Ribeiro. Na Faculdade do Gama, há cinco cursos de engenharia: Aeroespacial, Automotiva, Eletrônica, de Energia, de Software.

Nesta seção serão apresentadas duas experiências realizadas em disciplinas na Faculdade do Gama que contribuem para o desenvolvimento de habilidades e competências a partir do emprego de métodos de aprendizagem ativa no contexto dos ODS.

As experiências aconteceram no primeiro semestre de 2023, no âmbito de um projeto de pesquisa aplicada, envolvendo atividades de ensino e extensão com os estudantes, abrangendo os componentes curriculares das disciplinas “Engenharia e Ambiente” e “Desenvolvimento Sustentável”, ministrados para alunos de primeiro semestre dos cinco cursos de engenharia.

A partir do material organizado no âmbito do projeto de pesquisa foram propostos os problemas a serem trabalhados em equipes pelos estudantes das duas disciplinas mencionadas. Para a solução dos problemas propõe-se as seguintes etapas de execução: entendimento do contexto; compreensão dos conceitos; identificação do problema a ser estudado; formulação de hipóteses explicativas com base no conhecimento teórico prévio; elaboração dos objetivos da aprendizagem; elaboração de textos sobre os assuntos e dados levantados; compartilhamento do conhecimento sobre os assuntos estudados e de dados levantados para debates sobre o problema, técnicas e métodos de abordagem.

Para definir as diretrizes e estratégias do trabalho utiliza-se um termo de referência com cronograma de entregas, pontos de controle e métodos de avaliação. Os estudantes são organizados em equipes de seis alunos contendo um(a) gerente e um(a) auditor(a), responsáveis pela interlocução com a professora e pela gestão do processo.

O desenvolvimento dos trabalhos partiu de uma discussão acerca do contexto dos problemas: o risco de impactos ambientais negativos de empresas de mineração na região da Amazônia e a demanda pela inclusão da variável ambiental no processo produtivo. Os estudantes realizaram uma pesquisa, utilizando como fontes as informações disponibilizadas no sítio institucional das próprias mineradoras, suas redes sociais e contatos por correio eletrônico; as bases de dados da Capes, veículos de comunicação de grande circulação, como jornais eletrônicos e organizações não governamentais de projeção nacional e internacional.

### ***Primeira experiência***

- ❖ Requisitos Ambientais em Processos Produtivos: Mineração  
Disciplina de Engenharia e Ambiente.
- ❖ Problema proposto: Analisar e quantificar os impactos ambientais resultantes da extração e processamento de minerais metálicos empregados na indústria eletroeletrônica.

O resultado de aprendizagem esperado foi alcançado ao proporcionar aos estudantes uma compreensão integrada e sistêmica dos impactos ambientais associados ao ciclo de vida de certos minerais, destacando a interconexão entre as cadeias de suprimento, principal e auxiliar. Focando na análise do ciclo de vida "do berço ao portão da

fábrica", o estudo abrangeu os processos de mineração e beneficiamento de minerais metálicos (cobre, ferro, níquel e ouro), essenciais para a indústria eletroeletrônica. Para tal, doze mineradoras foram selecionadas para esta análise, permitindo uma investigação mais detalhada sobre os requisitos ambientais e os impactos dessas atividades.

A implementação do PBL nesta experiência estendeu-se por um período de cinco semanas, envolvendo os 120 estudantes inscritos na disciplina. Eles foram divididos em equipes de cinco integrantes, com as aulas do período sendo inteiramente dedicadas ao desenvolvimento, supervisão e acompanhamento dos projetos. Como resultado de seu trabalho, os alunos elaboraram relatórios técnicos e produziram vídeos educativos de cinco a sete minutos, destinados a disseminar os conhecimentos adquiridos para o público do ensino fundamental e médio. Os procedimentos adotados e as etapas seguidas no PBL estão detalhados no Quadro 1.

Quadro 1: Passos do PBL

- 1 - Introdução, contextualização do tema que será abordado no trabalho, com importância do tema e justificativa. Diretrizes para elaboração são itens como a importância da mineração para a balança comercial, como fonte de receita e todos os riscos e custos ambientais negativos associados, para o ecossistema, para todos os seres vivos;
- 2 - Identificação e caracterização do empreendimento, incluindo a localização geopolítica, a bacia hidrográfica e o ecossistema;
- 3 - Definição do objeto de estudo, limites e escopo;
- 4 - Caracterização da cadeia produtiva, identificando os componentes da cadeia de fornecedores, cadeia auxiliar e cadeia principal;
- 5 - Elaboração do fluxograma de massa e energia do processo produtivo, identificando todos os pontos de entrada e saída de energia, água, insumos, emissões, efluentes e resíduos para cada atividade;
- 6 - Identificação dos principais impactos ambientais negativos;
- 7 - Identificação dos principais instrumentos de controle – acordos e tratados internacionais, leis ambientais federais, normas de certificação e padrões de boas práticas ambientais;
- 8 - Considerações finais, com as principais lições aprendidas;
- 9 - Referências bibliográficas.

Fonte: Autoria própria.

Na Figura 4 e no Quadro 2 são apresentadas as competências trabalhadas.

Figura 4: Competências julgadas pelos alunos por ordem de importância.



Fonte: Autoria própria.

Quadro 2: Descrição das competências julgadas pelos alunos em ordem de importância.

- 1 - Realizar uma avaliação crítico-reflexiva dos impactos das soluções de engenharia nos contextos social, legal, econômico e ambiental
- 2 - Comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica;
- 3 - Observar e compreender as demandas dos usuários considerando as perspectivas sociais, culturais e ambientais;
- 4 - Implantar, supervisionar e controlar as soluções propostas;
- 5 - Adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua atuação profissional;
- 6 - Atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e ambiental;
- 7 - Considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais para as soluções propostas;
- 8 - Pesquisar, desenvolver, adaptar, e adotar medidas e soluções, com atuação inovadora e empreendedora;
- 9 - Atuar em equipes multidisciplinares na solução de problemas complexos;
- 10 - Diferenciar problemas complicados de problemas complexos

Fonte: Autoria própria.

A avaliação do trabalho foi realizada pelos pares, por todos os integrantes da própria equipe, pela banca avaliadora do seminário composta por professores e equipe de monitoria. De acordo com essa avaliação foi possível verificar que esse trabalho contribuiu para o desenvolvimento de competências e habilidades indicadas nas Diretrizes Curriculares Nacionais para Engenharia, tais como visão sistêmica, colaboração, criatividade, espírito crítico, capacidade de aprender a aprender.

Na avaliação do trabalho pelos estudantes, realizada na última aula, 98 estudantes participaram. As principais dificuldades relatadas pelos estudantes foram: compatibilizar trabalho com atividades de outras disciplinas, dificuldade de alguns componentes em seguir o que estava nos requisitos, falta de cooperação dos colegas, falta de comunicação entre os componentes da equipe, estudantes que desistiram e abandonaram os trabalhos, entrega de material de má qualidade pelos componentes.

### ***Segunda experiência***

- ❖ Análise Espacial de Impactos Ambientais de Mineração na Amazônia Brasileira  
Disciplina Desenvolvimento Sustentável.
- ❖ Problema: Como mitigar os impactos ambientais causados pela necessidade de extração mineral imposta pelo modo de produção capitalista?

A implementação do PBL estendeu-se por um período de oito semanas, envolvendo 30 estudantes organizados em seis grupos, cada um composto por cinco membros. Além de abordar aspectos técnicos, o objetivo principal desta ação foi o desenvolvimento de competências interpessoais, incentivando a colaboração eficaz dentro das equipes e promovendo o reconhecimento do valor do aprendizado autônomo na ciência. Adicionalmente, enfatizou-se a importância de desenvolver a capacidade de análise e resolução de problemas complexos, preparando os alunos para enfrentar desafios futuros com raciocínio crítico e soluções inovadoras.

Nesta experiência foram definidas 3 etapas de trabalho:

1ª Etapa: Levantamento de Dados, referencial teórico e Organização de Banco de Dados no Qgis;

2ª Etapa: Análise dos Dados Levantados e Identificação dos impactos Negativos por Microbacia Hidrográfica, na Amazonia Legal;

3ª Etapa: Avaliação dos impactos ambientais correlacionados com as ODS pela metodologia de sobreposição de cartas e matriz de impactos ambientais.

Para a realização dessas etapas foram desenvolvidas as seguintes atividades em estudo na microbacia na escala de trabalho:1:250.000.: Caracterização dos empreendimentos de mineração. Caracterização das bacias hidrográficas onde se localizam os empreendimentos. Identificação, mediante EIA/Rima, da área de influência direta do empreendimento, área de influência indireta.

No contexto da pesquisa foi realizado um levantamento preliminar na Agência Nacional de Mineração (ANM) acerca de empresas na área de mineração, em seguida, foram realizados levantamentos acerca da localização dessas empresas envolvendo os recursos naturais, pedologia, geomorfologia, vegetação e hidrologia, povoados, unidades de conservação, terras Indígenas, estradas e projetos de assentamentos. Depois, tudo foi plotado no programa de Sistemas Geográficos de Informações (Qgis). Com a técnica de sobreposição de cartas foram identificados os conflitos devidos a uso do solo.

Posteriormente, junto à Agência Nacional de Águas (ANA) foram delimitadas micro, meso e macro bacias e também bacias de planejamento e elaborados riscos de conflitos pelo método de matriz de interação (COSTA et al., 2005, p. 7). Por fim, foram elaborados mapas de localização do empreendimento e mapas de risco de impactos ambientais

Os resultados foram apresentados em um seminário em sala de aula. Por um lado, os alunos avaliaram que foi positivo o exercício proposto pela complexidade de entendimento entre as questões ambiental e produtiva. Por outro lado, os relatos foram das dificuldades para serem protagonistas no processo educativo.

No que diz respeito às habilidades de interação em equipe, foram observados relatos de mudanças iniciais na capacidade empática dos alunos. A dificuldade mais frequentemente mencionada pelos estudantes foi relacionada à capacidade de se colocar no lugar do outro e compreender seus sentimentos e perspectivas, como se estivessem vivenciando a mesma situação. Através do desenvolvimento da empatia, torna-se viável a compreensão dos sentimentos, emoções e desafios enfrentados por outras pessoas. Essa evolução na capacidade empática



e nas habilidades de interação em equipe é fundamental no contexto teórico e também na prática, especialmente em disciplinas que exigem colaboração e inovação.

### **6.3 PjBL e Design Thinking na formação de engenheiros da UFR/MT**

Iniciado em 2020, a partir de ações de extensão envolvendo alunos e professores do curso de Engenharia Mecânica para o atendimento de demandas da Covid-19, o programa Oficina Maker, da Universidade Federal de Rondonópolis surgiu com o intuito de promover a integração e a aplicação prática do conhecimento, possibilitando uma formação técnica e também humana dos estudantes de engenharia.

Desde então, o programa tem expandido seu escopo para a execução de diversos projetos, adotando uma metodologia que une a Aprendizagem Baseada em Projetos (PjBL) com o Design Thinking para a busca de soluções de problemas reais da comunidade externa.

O programa “Oficina Maker UFR” tem como objetivos específicos:

- Promover a difusão de valores da cultura maker entre alunos e professores e contribuir para a construção de um ambiente mais colaborativo, dinâmico, criativo e inovador e, paralelamente, visando o maior envolvimento da academia na busca por soluções de problemas reais da comunidade externa;
- Contribuir para a formação complementar de estudantes e professores por meio da oferta de treinamentos para a aplicação do Design Thinking e outras ferramentas de criatividade, bem como cursos de modelagem 3D, impressão 3D, simulação computacional, robótica e automação, ferramentas de grande importância no processo de desenvolvimento de soluções (produtos ou processos); e
- Oferecer por meio de seus membros docentes colaboradores, orientações técnicas na elaboração e execução de projetos de engenharia em áreas estratégicas como: educação, saúde e meio ambiente.

A missão estabelecida visa promover a colaboração entre estudantes, pesquisadores e empresas no processo de desenvolvimento de produtos inovadores capazes de atender a diferentes demandas da sociedade; estimular o empreendedorismo social e ações que possam contribuir para a qualidade da educação em diferentes níveis; e estimular

a troca constante de conhecimento e experiências entre membros da academia (alunos e professores) e a comunidade externa. Os valores a seguir foram considerados na elaboração da proposta e compartilhados entre os diferentes membros que colaboraram para a construção desta:

- Compromisso com a comunidade interna e externa à UFR;
- Foco no ser humano e suas necessidades;
- Ética e profissionalismo;
- Transparência;
- Respeito às pessoas, suas escolhas e ideias;
- Multidisciplinariedade, interdisciplinaridade;
- Trabalho em equipe e colaborativo;
- Compromisso com a educação, inovação e sustentabilidade;
- Atenção e respeito aos ODS da agenda 2030 da ONU.

Para o programa, também foi desenvolvida uma identidade visual sendo que estas ações sempre foram realizadas buscando-se a participação efetiva de alunos e professores de diferentes cursos. Para isso, a proposta foi preliminarmente apresentada para docentes, alunos e coordenadores de diferentes cursos de graduação e pós-graduação, à Pró-Reitoria de Extensão e à Secretaria de Inovação da UFR, sendo estimulado que cada membro, de acordo com seu interesse, pudesse auxiliar na construção de uma proposta de programa de forma conjunta.

De forma prática, para atingir os objetivos específicos, foi proposto que o programa fosse organizado em diferentes projetos, sendo que cada projeto, de acordo com a área e problema a ser solucionado, deveria possuir seus objetivos e ações específicas, bem como coordenação e colaboradores.

Assim, o programa tem sido desenvolvido em torno de atividades de aprendizagem baseada em projetos e envolve o trabalho colaborativo e a interação entre os membros de vários grupos ou frentes de trabalho, baseando-se na teoria pedagógica do construtivismo de Vygotsky (aprendizagem prática e experiencial em grupos de alunos e professor).

Para nortear a execução das ações do programa Oficina Maker, à medida que se identifica uma demanda, foi estabelecido um fluxograma de operacionalização, incluindo as abordagens do Design Thinking (Figura 5).

Figura 5: Fluxograma de operacionalização dos projetos vinculados ao programa Oficina Maker UFR.



Fonte: Autoria própria.

As etapas constantes no fluxograma, são descritas abaixo:

1. Demanda da Comunidade Externa empresas, empreendedores individuais, startups, associações, sindicatos, ou grupos comunitários. Demanda da Comunidade Interna: da própria instituição.
2. Programa Maker: a demanda pode chegar Demanda Indireta: para a coordenação e/ou membros vinculados ao programa: A demanda pode chegar diretamente aos coordenadores ou membros vinculados ao programa, ou de forma indireta, quando chega inicialmente a um docente não vinculado ao programa e este docente precisa de suporte técnico para a solução.
3. Definição da equipe e stakeholders (partes interessadas): Independente da origem da demanda, a coordenação do programa juntamente com os docentes colaboradores, identificam os membros disponíveis (alunos e professores) para a formação de equipe para trabalhar sobre esta demanda. Nesta etapa, se torna importante também a identificação dos

- stakeholders e de qual a melhor maneira de envolvê-los nas dinâmicas e etapas seguintes de desenvolvimento de solução.
4. Identificação e análise do problema: Nesta etapa é importante que fique claro quem é o público-alvo da solução, ou seja, para quem a solução está sendo proposta. É uma etapa onde a empatia é estimulada para ser utilizada pelos membros da equipe. Nesta etapa, utiliza-se pesquisa literária sobre o assunto e estimula-se também que membros da equipe possam realizar visitas de campo, levantamento de preferências, acompanhamento de jornada ou outro tipo de levantamento para a análise mais profunda do problema e conhecimento dos stakeholders.
  5. Realização de dinâmicas de criatividade: Nesta etapa, são aplicadas as dinâmicas de criatividade de acordo com o tipo de problema a ser resolvido. Podem ser utilizadas dinâmicas como Brainstormings, Six Thinking Hats, ou SCAMPER entre outras.
  6. Seleção de ideias de solução: Nesta etapa, ideias propostas nas dinâmicas de criatividade deverão ser selecionadas para posterior análise técnica e econômica e prototipagem.
  7. Análise técnica e econômica: se refere a análise mais profunda das condições de viabilidade técnica e custos envolvidos na prototipagem das ideias selecionadas. Desta etapa, o processo de desenvolvimento pode evoluir para a etapa seguinte ou haver a necessidade de ajustes e portanto, retornar para etapas anteriores como a 4 e a 5.
  8. Seleção de ideias para prototipagem: A quantidade de modelos a serem prototipados, dependerá do recurso financeiro disponível e do interesse dos stakeholders em testar modelos diferentes para uma única solução.
  9. Desenvolvimento dos protótipos: Esta etapa envolve o dimensionamento, cálculos, definição de materiais e componentes a serem utilizados, desenvolvimento de modelos 3D, desenhos técnicos, simulação computacional para prevenção de falhas, fabricação de peças e montagem.
  10. Testes: Esta etapa envolve a realização de testes em laboratório ou em campo para a validação da funcionalidade do protótipo de solução.
  11. Ajustes: Etapa de realização de ajustes no protótipo quando necessário.

12. Validação: Etapa de validação, onde é verificado que o produto/solução desenvolvido atende às necessidades dos stakeholders ou dos usuários. Este programa não propõe a certificação de qualquer produto e sim a validação por meio de testes experimentais sempre quando possível.

Os primeiros projetos executados com recursos financeiros, colaboraram para a estruturação física do Laboratório de Simulação e Prototipagem, ambiente hoje conhecido como Oficina Maker, localizado no Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas.

O primeiro projeto executado foi intitulado “Projeto Maker: Desenvolvimento de produtos para a área médica”, o qual nasceu de uma necessidade urgente por equipamentos de proteção para atender a médicos e enfermeiros das unidades de saúde na fase inicial da Covid-19 e promoveu o desenvolvimento e fabricação de protetores faciais em 2020.

No mesmo ano, ainda por meio deste projeto, deu-se início ao desenvolvimento de protótipos de equipamentos voltados para a esterilização do ar e de superfícies utilizando radiação UVC. Este projeto envolveu ao longo de todas as etapas de execução mais de 15 alunos, 3 professores e a parceria com a Associação dos Especialistas Médicos e Outros Profissionais de Rondonópolis - AEMPRO.

Como resultados principais, ressalta-se o engajamento de estudantes e o envolvimento deles na busca de soluções para ambientes contaminados. Isto culminou na formação de uma equipe e a fundação de uma startup voltada para o desenvolvimento de soluções para o monitoramento e gerenciamento de locais de risco à saúde ou à vida humana. Atendidos por mentores do projeto de extensão “Escritório Híbrido”, também da UFR, puderam aprender a iniciar modelagem de negócios e técnicas para a elaboração de pitches.

Acredita-se que a maneira como esses alunos foram envolvidos na busca por soluções possa ter contribuído substancialmente para o desenvolvimento de habilidades e características empreendedoras, para a sua autonomia e para o desenvolvimento de uma curva de aprendizagem ascendentes, agregando tanto conhecimentos técnicos como habilidades comportamentais.

Recentemente, a startup foi contemplada com seu primeiro capital semente no programa Centelha-MT e seus membros, hoje, egressos do curso de Engenharia Mecânica, seguem sendo atendidos e orientados dentro do programa e colaboram efetivamente para o desenvolvimento

de seus primeiros produtos/soluções. Como produtos, estes primeiros projetos do programa Oficina Maker proporcionaram:

- A entrega de mais de 500 protetores faciais à diferentes unidades de saúde na fase inicial da pandemia da COVID-19,
- A entrega de 4 protótipos de esterilização de ar para uma escola pública, os quais testado por análises microbiológicas do ar tratado, demonstrou eficiência de até 62,94% em 4 horas de funcionamento no controle de fungos e de até 95,64% em 8 horas de funcionamento no controle de bactérias do ar em testes de laboratório e sala de aula.
- Uma solicitação de patente de invenção para um equipamento esterilizador multiuso;
- Uma solicitação de patente de modelo de utilidade;
- Uma solicitação de registro de software.

O segundo projeto vinculado ao programa Oficina Maker se refere a um projeto submetido em resposta ao Edital FAPEMAT: Meninas e Mulheres nas exatas, Engenharias e Computação, aprovado e executado em 2021 e 2022. Intitulado “Oficina Maker: Engenharia Criativa par a Indústria 4.0” o projeto teve como objetivo, estimular nas estudantes dos cursos de engenharia e em estudantes do ensino fundamental de uma escola pública, o gosto e o prazer pelo desenvolvimento de projetos.

Utilizando estratégias de aprendizagem ativa do tipo mão na massa, o projeto visou estimular a empatia, o pensamento criativo, o empreendedorismo e promover o empoderamento das meninas e mulheres para encarar os desafios inerentes à área de engenharia mecânica para atuação coerente com as realidades da indústria 4.0.

O projeto foi dividido em duas etapas, onde na primeira etapa as ações foram mais voltadas para as mulheres alunas de graduação que foram divididas em duas equipes para que cada uma pudesse trabalhar sobre um desafio, conforme segue:

- Desafio 1: Propor um kit de robótica que estimule o aprendizado, o engajamento e motivação das jovens na aprendizagem de robótica; e
- Desafio 2: Propor um projeto de dispositivo que possa ser utilizado para o tratamento do ar ambiente para ser utilizado em salas residenciais, escritórios ou consultórios.

Na primeira etapa, as alunas receberam treinamentos e orientações relacionadas à modelagem 3D, impressão 3D e montagem de protótipos. Também foram realizadas com elas, atividades de imersão, que incluiu

levantamento de pesquisas científicas e produtos existentes no mercado, relacionados aos desafios propostos. Após as atividades de imersão, as estudantes participaram de sessões de ideação com a aplicação da dinâmica de criatividade denominada SCAMPER (S – Substituir; C – Combinar; A – Adaptar; M – Modificar; P – Propor; E – Eliminar e R – Rearrumar).

Na segunda etapa, as atividades incluíram a modelagem 3D dos produtos propostos e selecionados após as sessões de ideação, a prototipagem física do kit de robótica e aplicação deste kit em campo (na escola pública) com a realização das oficinas presenciais de robótica a alunos de escola pública. As soluções apresentadas pelas alunas de graduação para os desafios incluem:

- Produto 1, apresentado por uma das equipes de graduandas do curso de engenharia mecânica: Kit para o ensino de robótica – Foi modelado e prototipado o Kit Otto com opções de máscaras divertidas que puderam ser escolhidas pelos participantes das oficinas de robótica para a caracterização dos seus próprios robôs. Este kit foi proposto como um dos materiais didáticos a ser utilizado na oferta das oficinas aos estudantes de 8º anos do ensino fundamental. De forma complementar foi elaborada uma apostila didática contendo uma apresentação básica sobre conceitos de leis físicas e dispositivos físicos usuais em projetos de robótica para iniciantes e uma introdução sobre programação com Arduino. Neste material também foi incluso a instrução de montagem de 5 miniprojetos mão na massa (sirene de bombeiros, semáforo, mini piano, sensor ultrassônico) e 1 projeto final (montagem do Robô Otto e testes).
- Produto 2, apresentado por outra equipe também composta de graduandas do curso de engenharia mecânica: Esterilizador de ar para uso em ambientes de até 25 m<sup>2</sup> – Foi proposto um modelo pequeno para uso sobre mesas e aparadores, com uso de lâmpadas de esterilização fechadas em um compartimento contendo ventilador axial de baixo ruído, filtros e um sistema auxiliar de umidificação do ar. Foi projetado, porém ainda não foi prototipado e testado.

Como resultados deste projeto cita-se o amplo envolvimento das estudantes em todas as etapas e atividades. Os desafios colocados de desenvolver um produto que visa resolver um determinado problema, trouxe às jovens, a consciência de que podem ser protagonistas como



profissionais e buscar relacionar os conceitos da física e da engenharia vistos na universidade para potencialmente atenderem as demandas da sociedade.

Essa experiência de envolvimento e protagonismo das estudantes nas atividades práticas do curso é um reflexo importante do potencial da educação em engenharia para impactar positivamente a sociedade. Isso é particularmente relevante no curso de engenharia mecânica, onde se observa uma elevada evasão. Acompanhar a evolução das alunas e orientá-las no desenvolvimento de atividades em equipe fortaleceu os resultados alcançados. Apesar de não ter sido possível a prototipagem do projeto de dispositivo de esterilização projetado por elas, este desafio permitiu agregar conhecimentos relacionados a dimensionamento e modelagem de um equipamento inteiro.

As atividades de oficinas de robótica, desenvolvidas pelas alunas de graduação na escola pública permitiram envolver e impactar de forma direta e indireta tanto professores como pais das crianças. Um dos reflexos disso é que tanto as crianças, como a gestão escolar da escola atendida solicitou que as ações fossem realizadas novamente no próximo ano, podendo seguir com atividades de contraturno para turmas de 8º e 9º anos.

Este impacto positivo nas comunidades educacionais reflete a capacidade de inovação e de transformação social que a engenharia pode promover. Isso reforça a importância de compartilhar experiências e conhecimentos, não só dentro do ambiente acadêmico, mas também com profissionais do setor, para que os futuros engenheiros possam apreciar a complexidade e a relevância prática de suas futuras atuações.

#### **6.4 Explorando a sustentabilidade na engenharia por meio de plataformas digitais de educação aberta na UFPR**

A expansão dos cursos à distância impulsiona o desenvolvimento, a disseminação e a validação de um modelo de referência com ênfase na educação ao longo da vida (Lifelong Education). Na UFPR, este modelo propõe a criação de uma plataforma ou o desenvolvimento de um software orientado para um catálogo de cursos abertos, especializado na formação de competências em sustentabilidade e economia circular. Destinado aos profissionais que atuam no setor construção, é possível prepará-los para atender às demandas contemporâneas do mercado com uma abordagem ecologicamente responsável.



A tecnologia educacional proposta possibilita a prospecção e implementação de uma Smart Learning University – um conceito de instituição de ensino que emprega de forma intensiva, global, eficiente e sustentável as tecnologias digitais. O objetivo é conectar de maneira sinérgica todos os seus participantes e serviços, promovendo benefícios tangíveis para a sociedade. Esse modelo serve como um catalisador para a transformação social, econômica e ambiental, contribuindo assim para o desenvolvimento de uma sociedade mais sustentável.

Neste contexto, as tecnologias de informação e comunicação (TICs) estimulam a criatividade e incentivam a inovação em práticas educacionais abertas (PEAs), atraentes e estimuladoras do aprendizado. A educação aberta consiste em uma ampla disponibilidade de conhecimento de qualidade. Por sua vez, o objetivo do aprendizado autônomo é tornar o processo de aprendizagem ativa mais efetivo com a entrega do conhecimento desejado pelo estudante diretamente em uma plataforma aprendizagem.

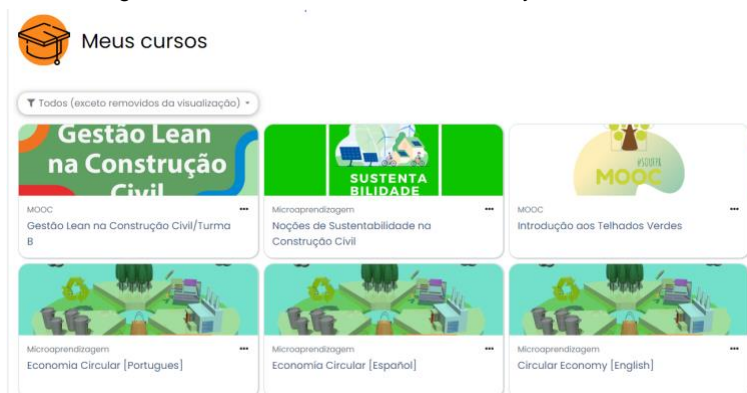
A oferta de cursos no formato de educação aberta foi planejada com enfoque em competências e direcionada a engenheiros e arquitetos. O projeto intitulado "Disseminação de Pesquisa sobre Sustentabilidade" foi conduzido pela UFPR e teve início durante o período de isolamento social imposto pela pandemia de COVID-19. A experiência adquirida nesse período nos permitiu reconhecer seu potencial para proporcionar um ensino de alta qualidade abordando diversos tópicos, com aprofundamentos condizentes com os programas de pós-graduação das universidades brasileiras. Para ampliar sua visibilidade, o projeto foi nomeado "Smart Learning University" e posteriormente "Smart Online University" - #SoUFPR.

Este relato tem como base fundamental as discussões teóricas sobre sustentabilidade aplicada à construção civil, desenvolvimento sustentável, economia circular, transferência de conhecimento e educação aberta e continuada para engenheiros e arquitetos. Em especial, aborda como estimular a formação autônoma do engenheiro, capacitando-o a ser o protagonista de seu processo de aprendizagem. A estratégia metodológica concentrou-se no desenvolvimento de competências teóricas e práticas em gestão e sustentabilidade aplicadas à construção civil, com ênfase nas tendências de estudos em economia circular (EC). Isso resultou na criação de quatro cursos no formato de MOOCs (Figura 6): gestão Lean, sustentabilidade, telhados verdes e economia circular.

A escolha de adotar a educação aberta como estratégia sustentável possibilitou a disponibilização de recursos e práticas educacionais abertas permitindo sua livre reutilização, remixagem e uso por educadores em diversos contextos. Esta iniciativa possui uma trajetória estruturada em três etapas: graduação, pós-graduação e educação continuada, estabelecendo uma abordagem holística e integrada ao longo da vida acadêmica e profissional.

O uso de tecnologias educacionais abertas proporciona uma amplitude e flexibilidade da oferta educativa estendendo-se até a formação profissional. Em particular, contribui diretamente para o cumprimento das metas estabelecidas pelo ODS 4, que visa assegurar uma educação inclusiva, equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos. Este compromisso com a educação aberta fortalece as fundações para uma sociedade mais justa, inclusiva e sustentável.

Figura 6: Cursos Smart Online University - #SoUFPR



Fonte: Autoria própria.

Os cursos possibilitam a formação de grupos de discussão para a pesquisa e concepção de um roteiro educacional voltado para engenheiros, a partir da comunidade de prática formada pelos participantes dos MOOCs, visando à criação de cursos em diferentes níveis. Além disso, permite a investigação das melhores práticas internacionais (UNESCO) para a capacitação de gestores em temas emergentes, como sustentabilidade e economia circular.

Especificamente, o curso busca aprofundar o estado da arte da economia circular em âmbito internacional, visando identificar lacunas de pesquisa e refinar os objetivos do curso, eventualmente gerando novas versões direcionadas a diferentes públicos.

No sentido de promover a acessibilidade, quatro cursos estão disponíveis em formato MOOC e podem ser acessados por falantes de língua portuguesa em todo o país. O curso de Gestão Lean apresenta os conceitos básicos do Lean e suas variações na indústria da construção, estimulando o desenvolvimento do pensamento Lean para melhorias contínuas nos processos e fluxos administrativos do setor. O curso de Noções de Sustentabilidade tem por objetivo familiarizar os participantes com os conceitos de sustentabilidade e seus impactos ambientais na construção civil.

O curso de Introdução aos Telhados Verdes apresenta conceitos sobre essa tecnologia, sua classificação, composição e aplicações voltadas à sustentabilidade. Além disso, busca estimular a discussão sobre soluções convencionais de cobertura e está alinhado com o ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis.

Por fim, o curso de economia circular, disponível em três idiomas e com mais de 1.460 alunos inscritos (Tabela1), tem como objetivo promover estratégias para implementar a economia circular, incentivando uma indústria mais sustentável nos países ibero-americanos. Ao término do curso, os participantes desenvolvem competências relacionadas ao conhecimento dos conceitos de economia circular e seus impactos sociais e ambientais.

Tabela 1 – Número de inscritos em MOOCs na UFPRABERTA.

Moocs	Links	Inscritos
Gestão Lean	<a href="https://ufpraberta.ufpr.br/course/view.php?id=92">https://ufpraberta.ufpr.br/course/view.php?id=92</a>	1430
Noções de Sustentabilidade	<a href="https://ufpraberta.ufpr.br/course/view.php?id=27">https://ufpraberta.ufpr.br/course/view.php?id=27</a>	1060
Telhados Verdes	<a href="https://ufpraberta.ufpr.br/course/view.php?id=30">https://ufpraberta.ufpr.br/course/view.php?id=30</a>	1042
Economia Circular	<a href="https://ufpraberta.ufpr.br/course/view.php?id=812">https://ufpraberta.ufpr.br/course/view.php?id=812</a>	1460
	<b>Total</b>	<b>4992</b>

Fonte: Autoria própria.

Todos esses cursos estão acessíveis na plataforma <https://ufpraberta.ufpr.br/>. Embora sejam poucas as chamadas de divulgação, até a presente data os cursos possuem cerca de 5 mil participantes (Tabela 1), com relatos enviados à coordenação de uso dos mesmos incorporados a disciplinas graduação. Eles também foram incorporados na pós-graduação no formato de BMooc, promovendo uma aprendizagem ativa e fomentando debates entre os participantes ao retomarem as aulas presenciais.

Essa experiência demonstra o potencial das TICs em estimular a criatividade e inovação em práticas educacionais abertas, que podem ser extremamente úteis em situações práticas e contextos urbanos desafiadores.

## **6.5 Práticas pedagógicas interdisciplinares em projetos de sustentabilidade ambiental em Tangará da Serra (MT)**

A Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) engloba um total de 13 Campi, com sua sede em Cáceres, tendo sido concebida como uma instituição voltada para atender às demandas do interior do estado.

Tangará da Serra é uma cidade com menos de 50 anos de emancipação política população pouco acima de 100 mil habitantes e polo das cidades circunvizinhas. O Campus de Tangará da Serra, instalado em 1995, está localizado a uma distância de 230 km da capital do estado de Mato Grosso, Cuiabá, região mais afastada da costa oceânica na América do Sul.

Iniciado em 2013, o curso de Engenharia Civil já contempla, em 2023, a possibilidade de seu credenciamento junto aos órgãos reguladores competentes. Desde seu início, o curso tem concedido bolsas para os facilitadores do Programa de Formação de Células Cooperativas. Por meio deste programa, são promovidas práticas pedagógicas interdisciplinares fundamentadas em aprendizagem ativa para promover a cooperação entre os estudantes no desenvolvimento de projetos. Introduzidas em 2014 e expandidas em 2015, as práticas pedagógicas interdisciplinares têm sido objeto de publicações no COBENGE desde 2016.

Ao longo do semestre letivo, as práticas pedagógicas interdisciplinares são meticulosamente documentadas através de diários de classe, relatórios, anotações, fotografias, vídeos, entrevistas, eventos

do curso e publicações. Essa documentação enriquece e aprofunda a compreensão dessas práticas.

Inspiradas na pedagogia de Paulo Freire, especialmente como apresentado em sua obra "Pedagogia do Oprimido" (Freire, 2013), essas ações visam promover transformações significativas na formação dos estudantes. Elas refletem o desejo de construir um mundo mais sustentável e humano, onde a qualidade de vida e a cooperação mútua são pilares fundamentais para a intervenção e mudança da realidade, através do conhecimento adquirido.

Os estudantes se engajam em problemas ambientais reais que demandam a integração de conhecimentos de diversas disciplinas presentes na matriz curricular. O relatório, exigido ao final do semestre, constitui uma ferramenta importante de avaliação. Ele permite que os professores acompanhem o desenvolvimento dos projetos, soluções de engenharia para os problemas propostos. Além do relatório técnico, outras questões são consideradas na avaliação, tais como, a gestão de obras, a resolução de conflitos, a busca por orientação, o engajamento e interações, assim como a consideração de medidas voltadas ao bem-estar social, a forma de abordagem de questões de sustentabilidade e impacto ambiental.

Dando continuidade à exploração e aplicação das práticas pedagógicas interdisciplinares, a "Semana da Engenharia" emerge como uma vitrine para a divulgação dessas iniciativas. Este evento, além de celebrar as conquistas acadêmicas dos alunos, também estreita os laços entre a academia e a comunidade, compartilhando aprendizados e incentivando a busca conjunta por soluções aos desafios contemporâneos. A participação ativa neste evento reflete o compromisso com a cooperação e a promoção do bem-estar social, temas centrais na pedagogia freiriana destacada anteriormente

Para ilustrar a amplitude e o impacto dessas práticas, os Quadros 3a e 3b sintetizam as atividades interdisciplinares realizadas entre 2014 e 2022. Esses projetos, desenvolvidos ao longo dos semestres, tiveram seus resultados expostos durante a Semana de Engenharia, proporcionando uma visão concreta do aprendizado aplicado. Além disso, essas iniciativas culminaram em publicações, reforçando o valor acadêmico e social do engajamento dos alunos com problemas ambientais e de sustentabilidade e evidenciando a eficácia da abordagem interdisciplinar na formação de engenheiros comprometidos com a transformação positiva da sociedade.

As publicações destacando os projetos a partir de práticas pedagógicas interdisciplinares tiveram seu marco inicial em 2016, com a divulgação de um projeto focado no desenvolvimento de piso permeável. Esta pesquisa, conduzida por Santos, Carvalho e Cargnin-Stieler (2016), se destacou como um exercício pedagógico para engajar os estudantes de engenharia civil nos semestres iniciais. A iniciativa visou à integração dos alunos em seu processo de aprendizado, exemplificando a aplicação prática do conhecimento em projetos reais.

Quadro 3a: Práticas pedagógicas interdisciplinares realizadas de 2014 a 2018.

<b>Ano</b>	<b>Publicações</b>	<b>Semana de Engenharia</b>	<b>Escopo dos Projetos</b>
<b>2014</b>	Educação em engenharia: estudo de caso sobre formação didática pedagógica e pós-graduação na área de engenharia elétrica.	Os desafios tecnológicos	-
<b>2015</b>	Foco como elemento agregador na formação dos celulosos de engenharia civil.	Engenharia civil: energias alternativas	-
<b>2016</b>	Desenvolvimento de piso permeável como estratégia de aprendizagem nos semestres iniciais de engenharia civil.	Sustentabilidade na indústria da construção civil	Resíduos da construção civil em Tangará da Serra
<b>2017</b>	Construção de um bosque através da revitalização de uma área da UNEMAT, Campus de Tangará da Serra.	Tecnologias na construção civil	Resíduos da construção civil em Tangará da Serra
<b>2018</b>	Disciplinas básicas na engenharia civil pensando sustentabilidade: confecção de tijolos ecológicos com resíduos de britagem e solo argiloso	Desafios de um planejamento eficaz	Resíduos da construção civil em Tangará da Serra

Fonte: Autoria própria.

Quadro 3b: Práticas pedagógicas interdisciplinares realizadas de 2019 a 2022.

<b>Ano</b>	<b>Publicações</b>	<b>Semana de Engenharia</b>	<b>Escopo dos Projetos</b>
<b>2019</b>	Do projeto a conclusão da calçada permeável: inovação na formação de engenheiros;	Novos tempos, novas atitudes: movimentando a engenharia	Resíduos da construção civil em Tangará da Serra
<b>2020</b>	-	-	Estudo da incorporação de resíduos em solo-cimento
<b>2021</b>	Educação em engenharia envolvendo a construção de uma estufa agrícola como demandas da extensão.	-	Estudo da incorporação de resíduos em solo-cimento
<b>2022</b>	Engineering education: interdisciplinary pedagogical practices in civil engineering	-	Terra como princípio educativo

Fonte: Autoria própria.

Projetos subsequentes, como as revitalizações de áreas do campus em 2017, reforçaram essa abordagem. Nestas iniciativas, grupos de alunos foram motivados por um desejo intrínseco de transformar o espaço ao seu redor e pela orientação docente. Tais ações demonstram o potencial da autonomia estudantil em contribuir significativamente para o ambiente universitário, promovendo uma mudança positiva através do engajamento ativo e criativo.

A colaboração com parceiros externos, exemplificada pela parceria com uma empresa de tijolos ecológicos em 2018, ilustra a ampliação do escopo das práticas pedagógicas interdisciplinares para além dos limites do campus. Este projeto proporcionou aos alunos a oportunidade de aplicar conceitos teóricos em situações reais e permitiu enfatizar a importância da sustentabilidade e da conscientização ambiental. O

trabalho, realizado por Santos, Cargnin-Stieler e Damasceno (2018), sobre a produção de tijolos de solo-cimento com adição de resíduos, é um testemunho da capacidade de parcerias estratégicas em enriquecer a experiência educacional, integrando práticas sustentáveis, engajamento comunitário e colaboração intersetorial.

Essas experiências indicam o valor das práticas pedagógicas interdisciplinares na formação dos engenheiros civis. Através da aplicação prática do conhecimento, da colaboração com a comunidade e da integração com o setor produtivo, os estudantes adquirem habilidades e competências técnicas, e desenvolvem uma consciência sobre seu papel como agentes de mudança para a sustentabilidade e melhoramento da sociedade.

Uma iniciativa que também vale destacar consiste no projeto de revitalização de uma estufa agrícola, integrado ao programa "MT Horticultura" do curso de agronomia da UNEMAT, detalhado na publicação de Santos, Cargnin-Stieler e Camargo (2021). Este projeto, desenvolvido no campus da universidade, responde diretamente às necessidades da comunidade local. A cidade abriga uma das maiores feiras de produtores do estado. Os agricultores locais, comprometidos com a oferta de produtos de alta qualidade, enfrentam desafios climáticos típicos da região, como a estiagem e os períodos intensos de chuva. Essas condições, juntamente com a insolação, as adversidades climáticas e as doenças das plantas, demandam o uso de estufas para garantir uma produção agrícola eficaz.

No entanto, a construção dessas estruturas muitas vezes se mostra proibitiva para os produtores familiares devido ao alto custo. O projeto "MT Horticultura", em parceria com a prefeitura municipal, fornece mudas e assistência técnica, contribuindo significativamente para superar essas barreiras. A revitalização da estufa agrícola potencializa a capacidade de produção hortifrutigranjeira da região e também tem um forte impacto social ao tornar a agricultura sustentável mais acessível para os pequenos produtores. Este esforço coletivo ilustra o papel vital da educação e da pesquisa acadêmica na solução de problemas reais da comunidade, reforçando o compromisso da universidade com o desenvolvimento social e econômico local.

Este conjunto de projetos e iniciativas, desde o desenvolvimento de pisos permeáveis até a revitalização de estufas agrícolas, reflete o compromisso da universidade com a aplicação prática do conhecimento acadêmico em benefício da comunidade local. Documentadas e



compartilhadas através de publicações, essas ações pedagógicas interdisciplinares demonstram como a educação pode transcender os limites da sala de aula, integrando-se diretamente às necessidades e desafios da sociedade.

A colaboração entre estudantes, professores, produtores locais e parceiros institucionais ressalta a importância de uma abordagem coletiva para a resolução de problemas. Ao oferecer soluções sustentáveis e viáveis para questões de engenharia e agronomia, esses projetos contribuem para a formação acadêmica dos alunos e para o fortalecimento econômico e a sustentabilidade ambiental da região.

Concluindo esta seção, a integração de práticas pedagógicas interdisciplinares, baseadas em aprendizagem ativa e com foco em projetos reais e relevantes para a comunidade é um modelo poderoso de educação em engenharia, uma vez que enriquece a experiência de aprendizado dos estudantes e fomenta uma cultura de inovação, cooperação e responsabilidade social. Este modelo, exemplificado pelos esforços documentados e publicados, pavimentação o caminho para futuras gerações de profissionais comprometidos com a criação de um mundo mais justo e sustentável.

## **7 A SESSÃO DIRIGIDA 07 NO COBENGE 2023**

A Sessão Dirigida realizada no COBENGE 2023 contou com a participação de 44 congressistas. Para sua realização, foi elaborada uma dinâmica intitulada “Desbravando os ODS”, cujo objetivo foi o de identificar abordagens de aprendizado ativo capazes de engajar estudantes de engenharia na solução de desafios globais, além de contribuir para o progresso dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. Buscou-se, também, compartilhar experiências sobre o emprego de estratégias e métodos de aprendizado ativo na educação de futuros engenheiros.

A dinâmica, estruturada para explorar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, foi organizada da seguinte maneira:

1. Formação dos Grupos: Inicialmente, os participantes foram divididos em grupos. A cada participante do grupo foi entregue uma carta representando um dos 17 ODS da ONU.

2. Identificação dos ODS: Os participantes analisaram quais ODS haviam sido designadas ao seu grupo através da carta recebida.
3. Rodadas de Discussão: Foram realizadas rodadas de discussão dentro dos grupos. Em cada rodada, os participantes responderam a uma das questões propostas por vez, baseando-se no ODS indicado em sua carta. Cada questão foi respondida individualmente por cada membro do grupo, focando no ODS de sua carta.
4. Temas das Discussões:
  - (i) Métodos e Estratégias de Aprendizagem Ativa: Discussão sobre os métodos e estratégias de aprendizagem ativa utilizados e que podem contribuir para o avanço do ODS específico. Debate sobre as ferramentas tecnológicas que podem ser aliadas à aprendizagem ativa na educação em engenharia.
  - (ii) Estudos de Caso e Projetos: Identificação de estudos de caso, problemas, e/ou projetos de engenharia que abordem desafios globais e possam ser desenvolvidos com o apoio de estratégias de aprendizagem ativa.
  - (iii) Desenvolvimento de Produtos Educacionais: Propostas de produtos como cursos gratuitos, jogos, apps e outras estratégias educacionais para auxiliar na conscientização e avanço dos ODS.
  - (iv) Barreiras e Soluções para Aprendizagem Ativa: Reflexão sobre as possíveis barreiras e soluções na implantação de métodos de aprendizagem ativa, visando formar estudantes de engenharia mais autônomos, colaborativos, criativos, éticos, inovadores, com consciência global, entre outras habilidades.
5. Consolidação e Compartilhamento das Respostas: Após a discussão de cada pergunta, as respostas foram consolidadas pelo grupo para a próxima fase da dinâmica, que envolveu o compartilhamento dos resultados com todos os participantes.

6. Apresentação dos Resultados: Representantes de cada grupo compartilharam as principais ideias e insights gerados durante as discussões, focando nas respostas de cada tema proposto.
7. Finalização com os coordenadores da Sessão Dirigida.

As Figuras 7 a 10 apresentam alguns momentos da dinâmica durante a Sessão Dirigida.

Figura 7: Identificação dos ODS do grupo.



Fonte: Autoria própria.

Esta dinâmica possibilitou, além de enriquecer o tema em discussão com conteúdo adicional, exemplificar, de maneira prática, a eficácia de métodos e estratégias de aprendizagem ativa no ambiente educacional. Essa experiência sublinha a importância de uma abordagem pedagógica que engaje estudantes em desafios reais e pragmáticos, preparando-os de forma integral para contribuir significativamente com soluções para questões críticas, como o desenvolvimento sustentável.

Figura 8: Rodadas de discussão nos grupos.



Fonte: Autoria própria.

Figura 9: Apresentação dos resultados.



Fonte: Autoria própria.

Além disso, destaca-se a valiosa lição de que a educação voltada para a ação e o envolvimento direto com problemas globais não só fomenta uma compreensão mais profunda destes, mas também incentiva o desenvolvimento de habilidades essenciais, como pensamento crítico, colaboração e inovação. Esta dinâmica evidencia, portanto, a necessidade de se integrar estratégias de aprendizagem ativa nas

práticas educacionais, visando formar profissionais mais capacitados, conscientes e prontos para enfrentar os desafios do futuro.

Figura 10: Finalização com os coordenadores da Sessão Dirigida.



Fonte: Autoria própria.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo destaca a importância de uma educação abrangente e transformadora no âmbito do desenvolvimento sustentável. A abordagem da UNESCO enfatiza a necessidade de uma formação que habilite os estudantes a agir de maneira responsável e informada. Contudo, a análise das Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de engenharia revela uma insuficiência na incorporação do desenvolvimento sustentável como um tema central. As atualizações curriculares e a sensibilização dos estudantes emergem como imperativos urgentes para integrar a sustentabilidade de maneira efetiva na educação em engenharia.

Além disso, a implementação de métodos e estratégias de aprendizagem ativa é identificada como fundamental para alinhar a educação em engenharia com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Métodos como Aprendizagem Baseada em Problemas e Aprendizagem Baseada em Projetos, entre outros, são imprescindíveis para engajar os estudantes na busca de soluções criativas e práticas para desafios globais de sustentabilidade. Assim, entende-se que a educação

em engenharia deve evoluir além da transmissão de conhecimentos teóricos, adotando um papel ativo na formação de profissionais capazes de enfrentar os desafios sustentáveis contemporâneos com inovação, crítica e competência.

Para fortalecer ainda mais essa visão, é imperativo que as instituições de ensino superior trabalhem em parceria com setores industriais e governamentais. Esta colaboração pode garantir que os currículos de engenharia estejam alinhados com as demandas contemporâneas e futuras do mercado, especialmente em relação à sustentabilidade. Ademais, tal sinergia entre academia e indústria pode proporcionar aos estudantes oportunidades práticas de aplicar seus conhecimentos em situações reais, reforçando o aprendizado e incentivando a inovação responsável.

Outro aspecto essencial é a necessidade de desenvolver uma mentalidade global nos futuros engenheiros. Em um mundo cada vez mais interconectado, os desafios de sustentabilidade transcendem fronteiras nacionais. Portanto, é vital incorporar uma perspectiva internacional na educação em engenharia, promovendo o entendimento de questões globais e a colaboração além das fronteiras. Isso não apenas prepara os estudantes para atuar em um contexto global, mas também os sensibiliza para a diversidade de desafios ambientais e sociais ao redor do mundo.

Por fim, o Quadro 4 apresenta uma síntese das experiências relatadas na Seção 7, com foco nos ODS, os métodos e estratégias de aprendizagem ativa relacionados e as competências relacionadas, estabelecidas nas DCNs.

Quadro 4: Síntese das experiências apresentadas.

Relatos	ODS	Método e/ou Estratégia	Habilidades e Competências relacionadas às DCNs
6.1 (UNIFEI)	4,13	TBL e PBL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compreensão e conhecimentos associados à sustentabilidade</li> <li>- Trabalho em equipe multidisciplinar</li> <li>- Investigação e resolução de problemas</li> <li>- Responsabilidade social e compromisso com a ética profissional</li> </ul>
6.2 (UNB)	4,11,12 13,15	PBL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidade de aplicar conhecimentos de forma prática</li> <li>- Habilidade para trabalhar em equipe</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento de soluções sustentáveis</li> <li>- Autonomia e gestão do próprio aprendizado</li> </ul>
6.3 (URN)	4, 5, 11	PBL + Design Thinking	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidade de inovação e adaptação a novas situações</li> <li>- Habilidade em desenvolver, aplicar e integrar conhecimentos</li> <li>- Competência para trabalhar em contextos multidisciplinares</li> <li>- Desenvolvimento de comunicação eficaz</li> </ul>
6.4 (UFPR)	4, 9, 11 12	Educação aberta e MOOCs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidade de atualização contínua</li> <li>- Compreensão dos desafios associados à sustentabilidade</li> <li>- Habilidade para gerir e aplicar conhecimentos de forma inovadora</li> <li>- Uso eficaz das tecnologias da informação e comunicação</li> </ul>
6.5 (UNEMAT)	4, 6, 9, 11,12,13	Aprendizagem cooperativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Competência para atuação ética e responsável</li> <li>- Capacidade de trabalhar em equipe</li> <li>- Engajamento com problemas e soluções sustentáveis</li> <li>- Desenvolvimento de comunicação efetiva</li> </ul>

Fonte: Autoria própria.

## REFERÊNCIAS

ALVES, A.; MOREIRA, F.; SOUZA, R. O papel dos tutores na aprendizagem baseada em projectos: três anos de experiência na Escola de Engenharia da Universidade do Minho. In.: Barca, A., Peralbo, M., Porto, A., Silva, B.D. e Almeida, L. (Eds.) Livro de Actas do Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia. **Revista Galego Portuguesa de Psicologia e Educación**, Coruña: Universidade da Coruña: ISSN: 1759-1770. 2007.

BOUD, D.; FELETTI, G. **The challenge of problem-based learning**. London: Kogan, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia. **Resolução CES/CNE 11/2002**, publicada no DOU 09/04/2002, Seção 1, p. 32, 2002.



BRASIL. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia. **Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019** - Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. 2019. Disponível em. Acesso em: 31 mai. 2019.

CALDEIRA, B. C. et al. **Perfil do professor de engenharia: Desenvolvimento de competências nos contextos de aprendizagem ativa**. In: Diana Mesquita et al. (Org.). 1ed. São Bernardo do Campo: Abenge, v. 1, p. 200-200. 2015.

CASTRO, R. S.; SPAZZIANI, M. L.; SANTOS, E. P. Universidade, meio ambiente e parâmetros curriculares nacionais. In: LOUREIRO, C. F. B; LAYRARGUES, P. P.; Castro, R.S. (Org.). **Sociedade e meio ambiente: a educação ambiental em debate**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

COSTA, M.V.; CHAVES, P.S.V; OLIVEIRA, F.C. Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, **Anais**. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em:< <http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2005/resumos/r0005-1.pdf>>. Acesso: 22 mai. 2016.

DESLILE, R. **Use problem-based learning in the classroom**. Virginia: ASCD, 1997.

DUCH B. J.; GROH S. E.; ALLEN, D. E. Why problem-based learning? A case study of institutional change in undergraduate education. In.: B. Duch, S. Groh, & D. Allen (Eds.). **The power of problem-based learning**, p. 3-11. Sterling, Virginia: Stylus Publishing, 2001.

ERRINGTON, E. Mission Possible: Using Near-World Scenarios to Prepare Graduates for the Professions. **International Journal of Teaching and Learning in Higher Education**, v. 23, n. 1, p. 84–91, 2011.

FELTEN, P.; CLAYTON, P. H. Service-learning. **New directions for teaching and learning, winter** 2011, n. 128, p. 75-84. 2011.

FERNANDES, S.; FLORES, M. A.; LIMA, R. M. Aprendizagem baseada em projetos interdisciplinares no ensino superior: implicações ao nível do trabalho docente. In: Fourth International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE'2012). **Proceedings**. p. 227- 236. 2012.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 54. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.

GALLAGHER, A.; Thordarson, K. **Design thinking in play: An action guide for educators**. Alexandria: ASCD, 174 p. 2020.

GRAAFF, E.; CHRISTENSEN, H. P. Editorial: Theme issue on active learning in engineering education, **European Journal of Engineering Education**, v. 29, n. 4, 2004.



GRAAFF, E.; KOLMOS, A. **Management of change: implementation of problem-based and project-based learning in engineering**, Netherlands: Sense Publishers, 2007.

GUERRA, A. Integration of sustainability in engineering education: why is PBL an answer?. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 18, n. 3, p. 436-454, 2017.

GUTIERREZ-BUCHELI, L.; KIDMAN, G.; REID, A. Sustainability in engineering education: A review of learning outcomes. **Journal of Cleaner Production**, 330, 2022.

HELLE, L.; TYNJÄLÄ, P.; OLKINUORA, E. Project-based learning in postsecondary education - theory, practice and rubber sling shots. **Higher Education**, v. 51, n. 2, p. 287-314, 2006.

HOWELL, Rachel A. "Engaging students in education for sustainable development: The benefits of active learning, reflective practices and flipped classroom pedagogies." **Journal of Cleaner Production**, 325 (2021): 129318.

IDEO. **Design Thinking for Educators**. Disponível em: <https://designthinking.ideo.com/resources/design-thinking-for-educators> Acesso em: 11 out. 2023.

KOLMOS, A. **Education for the future**. In: Engineering for Sustainable Production, 330, 2022.

MICHAELSEN, Larry K.; SWEET, Michael. **Team-Based Learning. New Directions for Teaching and Learning**, 128, Winter, 2011.

OLIVEIRA, T. E. D.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. (2016). Sala de aula invertida (flipped classroom): Inovando as aulas de física. **Física na escola**. São Paulo. Vol. 14, n. 2, 2016.

ONU, 2023 <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 12 ago. 2023.

MORAIS, A. A.; CALDEIRA, B. C.; BASTOS, N. Environmental Engineering Learning Process From Real Situations: 'Mariana Disaster' in Brazil. In: International Research Symposium on problem-based learning. PBL, Social Progress and Sustainability. **Proceedings**. Bogotá- Colômbia. IRSPBL 2017, 2017.

POWELL, P. C.; WEENK, W. Project-led engineering education. Utrecht: Lemma Publishers, 2003.

PIAZZA, D.; BARRETO, L. T. P.; POLETTI, M.; BERTÉLI, M. O.; PESSIN, N.; CORNELLI, R.; BRANDALISE, R. N.; Trabalho Discente Efetivo como meio de fomentar Autonomia do Estudante na disciplina de Introdução à Engenharia. In:

**Anais do XLVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia.** Fortaleza: ABENGE, 2019.

PINTO, G. R. P. R.; BURNHAM, T. F.; PEREIRA, H. B. de B. Uma interpretação do PBL baseada na perspectiva da complexidade. In: XXXVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2009, Recife. **Anais do XXXVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, 2009.

RIBEIRO, L. R. C; MIZUKAMI, M. G. N. Uma implementação da aprendizagem baseada em problemas (PBL) na pós-graduação em Engenharia sob a ótica dos alunos. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**. Londrina, v. 25, p. 89-102, 2004.

SANTOS, E. A., CARGNIN-STIELER, M., Camargo, S. Educação Em Engenharia Envolvendo a Construção de uma Estufa Agrícola como Demandas da Extensão. In: **Anais do XLIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, v.1. 2021. Disponível em: [http://abenge.org.br/sis\\_artigo\\_doi.php?e=COBENGE&a=21&c=3630](http://abenge.org.br/sis_artigo_doi.php?e=COBENGE&a=21&c=3630). Acesso em: 15 mai. 2023.

SANTOS, E.A; CARGNIN-STIELER, M; DAMASCENO, M, A. Disciplinas básicas na Engenharia Civil pensando Sustentabilidade: Confeção de tijolos ecológicos com Resíduos de britagem e solo argiloso. **Anais do XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) I Simpósio Internacional de Educação em Engenharia – Educação Inovadora para uma Engenharia Sustentável**, Salvador, 2018. Disponível em: [http://www.abenge.org.br/sis\\_submetidos.php?acao=abrir&evento=COBENGE18&codigo=COBENGE18\\_00068\\_00001615.pdf](http://www.abenge.org.br/sis_submetidos.php?acao=abrir&evento=COBENGE18&codigo=COBENGE18_00068_00001615.pdf)Acesso em: 23 jan. 2023.

SANTOS, E. A.; CARVALHO, K. S. A.; CARGNIN-STIELER, Marinez. Desenvolvimento de piso permeável como estratégia de aprendizagem nos semestres iniciais de Engenharia Civil. In: **Anais do XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE)**, 2016, Natal. COBENGE 2016. 20 anos de REENGE Caminhos da Engenharia, 2016. p. 1-10. Disponível em <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/3/anais/anais/161203.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2018.

SAVIN-BADEN, M.; HOWELL, M. C. **Foundations of problem-based learning**. New York: McGraw-Hill Education, 2004.

SORIN, R. Scenario-based learning: Transforming Tertiary Teaching and Learning. **Proceedings of the 8th QS Asia Pacific Professional Leaders in Education Conference**, 71–81. Bali, 2013.

SOS, 2021. Students, Sustainability and Education: Results from a Survey of Students in Higher Education Around the World. **Students Organizing for Sustainability International**. Disponível em: <<https://sos.earth/2020-survey-summary/>> Acesso em: 12 fev. 2024.

TSANG, E. (Ed.) **Projects that matter: Concepts and models for service-learning in engineering** (Vol. 5). Stylus Publishing, LLC., 1999.

UNESCO (2019), **Framework for the implementation of Education for Sustainable Development (ESD) beyond 2019**. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370215>>. Acesso em: 12 ago. 2023.

VILLAS-BOAS, V.; MARTINS, J. A.; GIOVANNINI, O.; SAUER, L. Z., BOOTH, I. A. S. (Org.). **Aprendizagem baseada em problemas: estudantes de ensino médio atuando em contextos de ciência e tecnologia**. 1ed. Brasília: ABENGE, 2016.

## CAPÍTULO 6

### EXPERIÊNCIAS EM TUTORIA E ACOLHIMENTO ESTUDANTIL NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO DE ENGENHARIA

*Cristiane Pessoa da Cunha - Coordenadora*  
Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

*Carlos Eduardo Sampaio Burgos Dias - Coordenador*  
Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP

*André Abel Augusto*  
*Ayres Nishio da Silva Junior*  
*Daniel Otavio da Cunha Cota*  
*Felipe Hugo Braga Bittar*  
*Felipe Sass*  
Universidade Federal Fluminense

*Adriana Paula Ferreira Palhares*  
*Felipe Fernando Furlan*  
*Gustavo Dias Maia*  
Universidade Federal de São Carlos

*Michelle Cristine da Silva Toti*  
*Amanda Rezende Costa Xavier*  
Universidade Federal de Alfenas

*Daniela de Castro Silva*  
Instituto Tecnológico de Aeronáutica

*Christopher Freire Souza*  
*Karoline Alves De Melo Moraes*  
*Marllus Gustavo Ferreira Passos Das Neves*  
Universidade Federal de Alagoas

*Mônica Rafaela de Almeida*  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
*Cássia Souza Guerreiro*  
*Eteunara Cristina Ferreira Lima*  
*Fabiano Ribeiro da Silva*  
Instituto Tecnológico de Aeronáutica

*Nubia Neri do Nascimento*  
Instituto Militar de Engenharia – IME

*Eliza Angelica Spíndola Rodrigues Ponte*  
*Francisco Vassiliepe Sousa Arruda*  
*Graça Maria de Moraes Aguiar e Silva*  
*Ingrid Soraya de Oliveira Sá*  
*Luiz Derwal Salles Júnior*  
*Marcelo Franco e Souza*  
*Maria Auxiliadora Ferreira Araújo*  
*Michelle Alves Vasconcelos Ponte*  
*Rômulo Carlos de Aguiar*  
*Silvia de Sousa Azevedo*  
Centro Universitário Inta – Uninta

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	215
2	A GESTÃO ACADÊMICA BASEADA NA ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS. O CASO DO BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE (UFF).....	217
3	CONEQTAR: PROJETO DE ACOLHIMENTO DE INGRESSANTES DA ENGENHARIA QUÍMICA DA UFSCAR.....	219
4	POSSIBILIDADES DE ACOLHIMENTO E COMPANHAMENTO NO ENSINO SUPERIOR EM ENGENHARIA NA UNIFAL-MG E NO ITA.....	221
5	ACOLHIMENTO, ORIENTAÇÃO ACADÊMICA E MENTORIA POR DOCENTES E DISCENTES NA UFAL.....	225
6	INTEGRAÇÃO E ADAPTAÇÃO AO ENSINO SUPERIOR DO ESTUDANTE DE ENGENHARIA E O PAPEL DA ASSISTÊNCIA ESTUDANTIL NESSE PROCESSO.....	227
7	IMPLANTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE ACONSELHAMENTO PARA ESTUDANTES DE UM CURSO DE ALTA DEMANDA: PRIMEIRAS VIVÊNCIAS.....	230
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	234
	REFERÊNCIAS.....	234

## **EXPERIÊNCIAS EM TUTORIA E ACOLHIMENTO ESTUDANTIL NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO DE ENGENHARIA**

### **1 INTRODUÇÃO**

O ensino superior no Brasil, recentemente passou por significativas mudanças, através de programas governamentais que, conseqüentemente, ampliaram o número de matrículas, tanto nas instituições públicas como nas instituições privadas.

Assim, além do acréscimo no número de alunos, houve forte mudança no perfil do corpo discente. Essas mudanças provocaram a propositura e estabelecimento de novas políticas de permanência e assistência estudantil, que têm como marco a publicação da Portaria Normativa 39/2007, que criou o Programa Nacional de Assistência Estudantil (PNAES), fortalecido pelo Decreto 7234/2010.

Nesses instrumentos legais o apoio pedagógico passou a ser visto como lócus de atuação para as políticas institucionais de permanência, criando as condições para que as instituições fortalecessem seus serviços e propostas.

A consequência do ingresso de estudantes com diferentes perfis no ensino superior foi a necessidade de as instituições passarem a dar atenção a novas demandas (ALTBACH; HADDAD, 2009). Os autores observam que, foi somente a partir de meados do século XX que as instituições de ensino, pressionadas pelo aumento e pela diversificação da população discente, buscaram entender as demandas psicossociais dos seus alunos. É nesse contexto que os serviços de assuntos estudantis passam a desempenhar e ter seu papel reconhecido no sucesso acadêmico e permanência dos estudantes.

No contexto da institucionalização da assistência estudantil no Brasil, o Fórum Nacional de Pró-reitores de Assuntos Comunitários e Estudantis (FONAPRACE, 2012) apresenta importante protagonismo desde sua criação em 1987, realizando movimentos importantes para chamar a atenção da relevância da assistência estudantil no âmbito das instituições de ensino superior.

Sobre experiências estrangeiras em assistência aos estudantes universitários, a literatura destaca o "programa de tutoria por pares" (EBY, RHODES, & ALLEN, 2007). A estratégia é reconhecida em instituições renomadas ao redor do mundo, como por exemplo, nas universidades portuguesas (FARIA et al, 2014), italianas (PEDICCHIO & FONTANA, 2000; MUNLEY, GARVEY, & MCCONNELL, 2010), belgas (DE SMET, VAN KEER, & VALCKE, 2009), dinamarquesas (LUEG & LUEG, 2014), norueguesas (QURESHI, & STORMYHR, 2012), do Sul da África (UNDERHILL & MCDONALD, 2010) e universidades da América Latina, como uruguaias (COLLAZO, HERNÁNDEZ, & SEOANE, 2014) e colombianas (CARDOZO-ORTIZ, 2011).

A literatura mostra que, ao longo dos últimos anos, e sobretudo a partir da segunda metade do século XX, a tutoria tem sido utilizada numa ampla gama de situações na educação por todo o mundo: para auxiliar a aprendizagem; para ajudar os alunos com maiores dificuldades de aprendizagem ou os que têm necessidades específicas de aprendizagem; para auxiliara inclusão de alunos em risco de exclusão; para capacitar os alunos a se beneficiarem do apoio dos seus pares, para citar apenas algumas.

Na contramão dos registros acima, percebemos que no Brasil, os estudos sobre o tema ainda são escassos e a discussão do papel que a tutoria desempenha, estão muito atreladas à compreensão de sua utilidade na Educação à Distância. Embora não esteja a ela restrita, a tutoria é entendida no país como a modalidade empregada nas atividades de ensino não presencial, exercendo o papel de interlocutor para essa modalidade de ensino muito disseminada hoje no país.

Assim, considerando os benefícios na oferta de apoio no processo de adaptação à vida universitária apresentados pela literatura, este capítulo congrega os trabalhos sobre experiências em tutoria e acolhimento do aluno, principalmente o ingressante, das instituições de ensino superior, apresentados na Seção Dirigida (SD) intitulada "Experiências em Tutoria e Acolhimento Estudantil nas Instituições de Ensino de Engenharia", que ocorreu durante o Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE, na cidade do Rio de Janeiro, em 2023.



## **2 A GESTÃO ACADÊMICA BASEADA NA ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS. O CASO DO BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE (UFF).**

No contexto da gestão educacional, a análise de dados desempenha um papel vital na identificação de padrões, tendências e correlações dentro da academia, orientando a ação institucional para áreas que requerem melhorias. Assim, os próximos parágrafos apresentam um estudo de caso do uso da análise exploratória de dados na gestão do curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica da Universidade Federal Fluminense (UFF). O estudo destaca os impactos positivos da tomada de decisão baseada em evidências, levando ao desenvolvimento de um plano de ação institucional. Ao incentivar uma cultura de análise de dados e utilização de evidências na gestão educacional, este trabalho visa otimizar o alcance das metas e objetivos educacionais de forma eficaz e eficiente.

Uma metodologia baseada em análise de dados vem se tornando uma ferramenta valiosa para prover informações sobre efetividade das abordagens pedagógicas, práticas de ensino, desempenho acadêmico de discentes etc. Como resultado, decisões baseadas em dados tem se tornado crucial aos gestores educacionais, pois permitem aprimorar a qualidade do serviço de ensino oferecido visando à redução de reprovações e eventualmente evasão universitária (WANG, 2019).

A evasão e a retenção escolar são dois grandes desafios da educação superior. Elas ocorrem por múltiplos fatores, de natureza interna e externa (MELLO, 2013). Os fatores externos estão associados ao próprio discente, como por exemplo, dificuldade de adaptação ao ambiente universitário, problemas de ordem financeira ou pessoal, e expectativas não alcançadas em relação ao curso escolhido. São exemplos de fatores internos a ausência de infraestrutura por parte da universidade e o descontentamento com os métodos didático-pedagógicos.

O programa de Tutoria da Pró-reitora de Graduação da Universidade Federal Fluminense (UFF) tem como objetivo principal a redução da evasão e retenção através da tutoria acadêmica, na qual pós-graduandos atuam como tutores nos discentes de graduação. Para combater

eficazmente a evasão e retenção nos cursos de graduação é necessário antes compreendê-la, considerando as particularidades de cada curso.

Em 2022, todos os cursos de engenharia da UFF tiveram seus currículos modificados, visando à implantação da extensão curricular e das novas diretrizes curriculares nacionais da engenharia (DCNs). Nesse contexto, o projeto de Tutoria do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da UFF, na sua edição de 2022, buscou identificar potenciais causas de evasão e retenção associadas à estrutura curricular. Esta investigação foi realizada a partir dos dados de gestão educacionais fornecidos pela instituição.

Com o intuito de identificar as maiores dificuldades acadêmicas enfrentadas pelos alunos durante o curso, foram analisados os dados sobre as reprovações em disciplinas. Para isso, foi desenvolvido uma ferramenta computacional, utilizando a linguagem de programação Python, para extrair dados do portal de transparência da UFF. A avaliação realizada teve como base de dados os índices de reprovações das 115 disciplinas disponibilizadas pelo curso durante os 15 semestres nos quais o currículo atual esteve em atividade. A partir da visualização gráfica dos dados concatenados foi possível realizar uma análise do curso neste intervalo de tempo e de obter insights necessários para a tomada de decisões. Durante este período de avaliação, foi possível identificar que cerca de 60 a 80% das reprovações observadas ocorreram durante o ciclo básico.

Nesse sentido, este trabalho procurou identificar as principais matérias que causam reprovações. Assim, através da observação da média de reprovações, constatou-se que as disciplinas do primeiro período são as que mais reprovam no ciclo básico e que os alunos têm tido dificuldades em disciplinas cujo conhecimento é vital para todo o restante do curso.

Para o ciclo básico, as disciplinas de Cálculo-IA, Geometria Analítica e Cálculo Vetorial, Cálculo II-A e B, apresentaram as maiores médias e pertencem ao primeiro ano do curso, conforme pode ser visto na Tabela 1. Vale destacar que as duas disciplinas com maior nível de reprovação são do primeiro período, momento em que o aluno faz a passagem de sua rotina do ensino médio para a universitária. Além disso, vale destacar que essas disciplinas têm o seu conhecimento como parte de qualquer cadeira do curso de engenharia, logo compreendê-las é de fundamental importância para entendimento das disciplinas ao longo de todo o curso.

Tabela 1: Média de reprovações por matérias do ciclo básico

Matérias de maiores reprovações	Média
Cálculo I-A	32
Geometria Analítica e Cálculo Vetorial	30
Cálculo II-B	24
Cálculo II-A	21

Fonte: Autores.

Já no ciclo profissional, os resultados apontaram que a disciplina de Circuitos Elétricos possui o maior índice de média em reprovação. Esse resultado chamou atenção da coordenação, pois se trata de uma disciplina fundamental do curso, cujo domínio depende de conhecimento prévio em disciplinas de períodos anteriores, fato que ratifica a necessidade de ações para fortalecer a compreensão do conteúdo na fase inicial do curso.

Os resultados obtidos evidenciaram que os primeiros períodos são fundamentais para o rendimento do aluno ao longo de todo curso. A necessidade de uma política de acompanhamento e ações de extensão como a tutoria, principalmente durante os primeiros períodos, são estratégias essenciais para fornecer suporte ao aluno, a fim de evitar reprovações, o desinteresse em continuar o curso, e consequentemente diminuir a evasão dos alunos ingressantes.

### **3 CONEQTAR: PROJETO DE ACOLHIMENTO DE INGRESSANTES DA ENGENHARIA QUÍMICA DA UFSCAR**

A adaptação acadêmica é o processo que o estudante universitário vivencia ao se ver diante das exigências do ensino superior, tais como desempenho, ajuste às regras da nova instituição de ensino e convívio social (OLIVEIRA et al, 2014).

As dimensões pessoal e estudo, são as áreas de maior vulnerabilidade dos acadêmicos, apresentando os menores índices de adaptação e onde pode residir o fator mais preponderante para as evasões e baixos êxitos dos discentes nos cursos de Engenharia, de acordo com Oliveira (2015). Um crescente número de jovens universitários insatisfeitos e desestimulados, especialmente quando se deparam com disciplinas básicas da área de exatas, pode ser compreendido pelo alto número de alunos inseridos em cursos que não correspondem às suas primeiras opções vocacionais. Somados aos

fatores pessoais e psicológicos, socioeconômicos, pedagógicos e estruturais, aqueles relacionados ao currículo do curso e seus primeiros anos, elucidam-se os gigantes números da evasão dos cursos superiores (MATTA, LEBRÃO E HELENO, 2017).

Diante desta realidade desafiadora, o papel das ações de acolhimento é fundamental e têm como objetivo promover a adaptação dos estudantes ao ambiente universitário, estabelecendo vínculos sociais e emocionais, tentando auxiliá-los na decisão de permanecer ou não no curso em que foram aprovados, para assim, trilharem seus caminhos até alcançarem o sucesso acadêmico.

O Curso de Engenharia Química da UFSCar (EQ/UFSCar) encontrou nas Novas DCNs o impulso para uma reformulação curricular profunda, já esperada e demandada pela sua própria comunidade e também pelo mercado de trabalho e sociedade, haja vista que seu Projeto Pedagógico data de 2005, tendo duas atualizações pequenas em 2012 e 2017. No conjunto de estudos e ações para a reformulação curricular, a coordenação do curso buscou experiências de outros cursos da UFSCar com ações de acolhimento de ingressantes mais adiantadas, particularmente a Engenharia Civil e a Engenharia de Materiais, este último contemplado pelo Edital PMG - CAPES/Fullbright (Projeto de Modernização do Ensino de Graduação em Engenharias) e constituiu um grupo de trabalho (GT) para a construção de um Projeto de Acolhimento para o curso de Engenharia Química. Constituído pela coordenadora do curso, três docentes integrantes do Núcleo Docente Estruturante (NDE) e dois discentes representantes de entidades estudantis do curso (o Centro Acadêmico (CAEQ) e a Atlética (AEQ)), o GT, após alguns meses de fundamentação teórica e levantamento de iniciativas, elaborou a proposta do projeto-piloto de acolhimento da EQ/UFSCar, o ConEQtar (2021), considerando fundamental:

- conectar-se às demais ações de acolhimento da UFSCar, buscando união ou conexão de todas as iniciativas;
- um escopo de projeto embasado em outras vivências, mas adaptado ao perfil da comunidade da EQ/UFSCar e elaborado com a participação de docentes e discentes;
- as atividades iniciadas após a Calourada, direcionadas especialmente ao 1o semestre do ingressante (com periodicidade aproximadamente mensal), mas estendidas por todo o 1o ano;

- a abordagem de problemas relacionados ao Sistema (SISU, UFSCar), à adaptação, às questões pedagógicas e psicopedagógicas e de saúde mental;
- a inserção de orientações/acompanhamento acadêmico e pedagógico baseado em parcerias institucionais como o Programa de Acompanhamento Acadêmico dos Estudantes de Graduação (PAAEG), o Projeto de Pré-Cálculo e o Pró-Estudos;
- a promoção e prevenção de saúde mental para docentes e discentes, com acompanhamento psicológico demandado aos setores especializados (DeAS, DeAE, DMed) e/ou profissionais voluntários, quando necessário;
- o apadrinhamento por docentes e alunos veteranos, em grupos de até 8 estudantes ingressantes, instituindo vínculos de pertencimento, referência e confiança e buscando também efetivo acompanhamento acadêmico e pedagógico;
- ações para o desenvolvimento de competências, habilidades sociais ou comportamentais promovidas em encontros temáticos e dinâmicos dos grupos de apadrinhamento: chegada, gestão de tempo, ansiedade/resiliência, ética, visão do curso, autocuidado, trabalho em equipe, descontração, etc.

O projeto ConEQtar nasceu e foi implementado em 2021 no ensino não presencial, como ação efetiva de acolhimento de ingressantes da Engenharia Química da UFSCar, para promoção da permanência e êxito dos estudantes, bem como de acompanhamento acadêmico dos mesmos. Avaliado, modificado e adaptado ao ensino presencial, já se revela uma ferramenta singular com reflexos reais na permanência estudantil, saúde mental e orientações psicopedagógicas dos estudantes, atuando em redes de apoio, na identificação e pertencimento ao curso e à universidade. A institucionalização do projeto será o passo definitivo na superação dos desafios existentes e consolidação dos seus objetivos, além de expandi-los para vivências dos estudantes da EQ na sociedade. O relato apresentado pode servir de material de apoio e inspiração para outros projetos de acolhimento.

#### **4 POSSIBILIDADES DE ACOLHIMENTO E COMPANHAMENTO NO ENSINO SUPERIOR EM ENGENHARIA NA UNIFAL-MG E NO ITA.**

Há algumas décadas reconhecemos a importância da integração bem-sucedida dos estudantes ingressantes para a sua permanência. Nos

Estados Unidos da América (EUA), país com tradição nos serviços de apoio ao estudante do ensino superior, a atenção aos estudantes remonta à década de 1980, um dos resultados da expansão e políticas para a educação superior naquele país (EZCURRA, 2007).

Por outro lado, no Brasil, as ações de apoio ao estudante estavam, historicamente, relacionadas ao apoio material (TOTI, 2022; TOTI; POLYDORO, 2020). Somamos a essa concepção, o fato de termos convivido até pouco tempo com uma universidade que atendia a uma parcela pequena da sociedade e temos, assim, um desenvolvimento recente dos serviços e programas para apoio aos estudantes que não se concretizem por meio de transferência de apoio material.

No Brasil, podemos identificar a partir da década de 2000 um importante ciclo de democratização do acesso às universidades, com políticas como Reuni, Sisu, Lei de Cotas, Prouni, Fies e de permanência na Ifes que se materializou com o Pnaes. As consequências dessas políticas e a concepção de assistência estudantil assumida, criaram um novo cenário para a Educação Superior, no qual serviços de apoio ao estudante foram criados e/ou fortalecidos e as ações de permanência, entendidas como multidimensionais, não só material, ganharam espaço nas políticas institucionais.

Nos próximos parágrafos apresentaremos as experiências de acolhimento aos estudantes de duas universidades que ofertam cursos de Engenharia. A primeira experiência apresentada é a do Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) que é uma instituição ligada ao Comando da Aeronáutica, com processo seletivo bastante concorrido e que, ao contrário da maioria das universidades brasileiras, possui ações de apoio ao estudante desde a sua criação. A segunda experiência é da Universidade Federal de Minas Gerais (UNIFAL-MG) que é uma universidade recente (2005), criada no bojo da expansão universitária dos anos 2000.

O regime acadêmico do ITA impõe aos alunos a participação no curso de formação militar durante o ano de ingresso, independentemente da opção pela carreira militar futura. Além disso, as normas praticadas na graduação são bem diferentes das demais instituições de ensino do Brasil.

Outro aspecto que merece destaque pela inexistência de outro exemplo no país, diz respeito à oferta de alojamento durante toda a trajetória do curso, independentemente da situação socioeconômica do aluno. Assim, temos a maioria dos alunos de graduação residindo no

campus, intensificando ainda mais as relações e proximidade com colegas e com a instituição.

Muito provavelmente, as características peculiares do Instituto tenham impulsionado a criação do Serviço de Orientação Educacional, ainda nos primórdios do Instituto, a partir de 1950, indicando o pioneirismo do ITA no ensino superior brasileiro, no que tange a oferta deste serviço (LACAZ & MAZARIOLLI, 2020). Na mesma esteira, os registros históricos apontam para o Sistema de Aconselhamento como uma das atividades da Orientação Educacional, já normatizado em 1964, através da atuação do Psicólogo Daniel Antipoff.

Na época, o Aconselhamento consistia basicamente em disponibilizar ao aluno ingressante a oportunidade de escolher um docente que era designado seu Conselheiro, e que iria orientá-lo durante sua trajetória acadêmica, além do acompanhamento em problemas de ordem pessoal.

Em 2019, como desdobramento de pesquisa conduzida pela Pró-reitoria de Graduação, implementamos a reformulação do Aconselhamento, lançando edital para inscrição dos docentes interessados. Com 34 docentes inscritos (cerca de 19% do quadro total de docentes do ITA). Iniciamos, em fevereiro de 2020, o I Ciclo de Oficinas Preparatórias, contemplando temas diversificados, de natureza social, psicológica e pedagógica. Após capacitação dos Conselheiros, foi realizada em março de 2020, a implantação oficial do Novo Aconselhamento. Alunos e professores foram apresentados, resguardando-se o número de, no máximo, um professor para até cinco alunos.

Mesmo com o início da pandemia do COVID-19, os conselheiros foram estimulados a adaptar o contato com os aconselhados, utilizando todos os recursos possíveis e disponíveis de tecnologia. O Aconselhamento tornou-se um importante aliado no enfrentamento às mudanças trazidas pela pandemia.

Desde a implantação do Novo Aconselhamento é lançado anualmente um edital para inscrição de docentes interessados em atuar junto à turma ingressante. Com apoio da ITAEx (grupo de egressos que apoiam, principalmente, financeiramente o ITA), tem sido possível ampliar as ações de engajamento e fortalecimento do Programa, além da capacitação dos Conselheiros.

Já no caso da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG) oferece, outra experiência aqui registrada, existem atualmente, 33 cursos



de graduação e a Instituição realiza diferentes ações de acolhimento para os estudantes. Semestralmente é realizada a Acolhida aos Calouros nos campi da instituição, quando para os ingressantes são realizadas ações de apresentação da organização institucional, atividades culturais e a Feira da Acolhida, que é composta por tendas específicas de cursos, projetos de pesquisa e extensão, Pró-reitorias etc., que aderem à atividade, incluindo, ainda, ações específicas de coordenações e atléticas dos cursos. Além das comemorações da semana de início das aulas, a UNIFAL-MG conta com o Programa de Mentoria aos Cursos de Graduação (PROMENT), que possibilita aos cursos que aderem à proposta, o acompanhamento dos ingressantes.

No campus Poços de Caldas estão concentrados os cursos de Engenharia ofertados na UNIFAL-MG, sendo eles Ambiental, Civil, de Minas, de Produção e Química. Dado o modelo curricular adotado naquele campus, estes cursos representam o 2º ciclo do curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (BICT) e a Acolhida ao Calouro tem, tradicionalmente, agenda própria, que se estende àquela oferecida pela Sede, contemplando atividades de naturezas diversas, como introdução à organização acadêmica do campus, apresentação dos setores de apoio à vida estudantil, encontro com as coordenações dos cursos de Engenharia, oficinas pedagógicas, atividades entre estudantes promovidas pelos Programas de Educação Tutorial (PET), pelos Centros Acadêmicos e pela Atlética. Nesse mesmo contexto, os alunos ingressantes são apresentados ao Programa Tutorial Acadêmico (PTA), um programa que compõe o Projeto Pedagógico dos Cursos (PPC) daquele campus, constituindo-se como programa curricular de acolhimento e acompanhamento da vida acadêmica dos estudantes do BICT e das Engenharias.

Assim concretiza-se uma concepção de acolhimento que não está limitada às comemorações da entrada à universidade e ações realizadas apenas na semana em que o estudante começa o curso.

Os programas das duas universidades são distintos nos seus desenhos, realidades e tempo de experiência, mas convergem no objetivo de acolher e promover a conclusão do curso com sucesso, persistindo, tomando a concepção de Tinto (2007), através das dificuldades que ocorrem no percurso.



## **5 ACOLHIMENTO, ORIENTAÇÃO ACADÊMICA E MENTORIA POR DOCENTES E DISCENTES NA UFAL**

Sabe-se que há uma grande distinção em termos de postura e maturidade dos discentes advindos do Ensino Médio, quando em contato com o Ensino Superior. O discente precisa ser mais independente e é exposto a situações novas, para as quais não foi habilitado a lidar. Os desafios se dão tanto no âmbito pedagógico, no que diz respeito ao nível de abordagem dos conteúdos, metodologias de ensino e aprendizagem, quanto nos âmbitos social e emocional, uma vez que surgem diversas inseguranças.

Quando o cenário está voltado para cursos de Engenharia, percebe-se que estas tensões são mais pronunciadas, devido ao grau de dedicação que é exigido nas disciplinas do ciclo básico. Além disso, boa parte dos discentes acredita que aprenderá, desde o início, conteúdos voltados para a prática da Engenharia. No entanto, a realidade do básico dissociado da atuação profissional atua como agente desmotivador. Isso corrobora com Giansesi (2021), quando cita que conhecer os conteúdos e não saber como aplicá-los tem “pouca serventia” na formação profissional.

Neste sentido, ações que possam promover o acolhimento desses estudantes são fundamentais para a sua manutenção no curso e redução do impacto negativo que pode surgir pela forma como estão organizadas as matrizes curriculares.

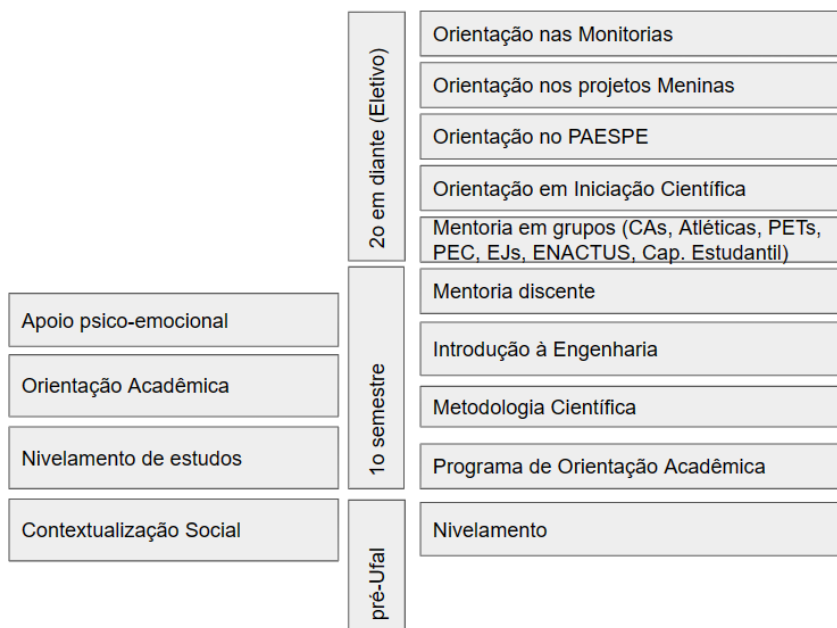
Há bastante tempo existem atividades voltadas para o acolhimento na UFAL. Com o surgimento das DCNs em 2019, o tema vem à tona e traz a reflexão sobre a efetividades das ações e como elas podem ser melhoradas para que se tenha alunos mais engajados, com sentimento de pertença ao curso, motivados para o enfrentamento das atividades e desafios que lhes serão propostos durante a formação acadêmica.

Giansesi (2021) enfatiza que aprender a aprender para o profissional de engenharia é a sua capacidade de identificar e atender às próprias necessidades de aprendizagem. Esta competência, apontada pela DCN, é cada vez mais difícil quando se percebe a realidade dos jovens atualmente que, conforme cita Nelsen (2015), não têm oportunidade de desenvolver as habilidades de responsabilidade e motivação.

Na Figura 1, apresenta-se um resumo das atividades desenvolvidas no CTEC no âmbito do acolhimento e mentoria. Destaca-se que as atividades prévias (Pré-UFAL) e do primeiro período estão mais

consolidadas e disponíveis a todos os ingressantes. Apesar disso, muitas vezes percebe-se baixa adesão voluntária para a participação, pois muitas vezes o comparecimento se dá para o fechamento de uma nota. Além disso, percebe-se um número cada vez maior de ingressantes com grandes lacunas da base matemática, que lhes trazem a sensação de que a formação em Engenharia não é possível para eles, e/ou em condições de vulnerabilidade social, que reduz o seu tempo de dedicação aos estudos para viabilizar recursos financeiros para a família.

Figura 1 - Fluxograma das ações de acolhimento e mentoria do CTEC/UFAL



Fonte: Autores

Neste cenário, muitas vezes os professores não estão preparados para lidar com as diferentes realidades. Assim, o suporte pedagógico e psicopedagógico de que tratam as DCN, deve abranger primeiramente os docentes visto que estes, em sua maioria, são provenientes de cursos

de bacharelado, e não tiveram formação voltada para didática, pedagogia, andragogia ou psicologia. O apoio psicoemocional é demandado e as lacunas vão aflorando. Este é um importante ponto de melhoria a ser buscado.

Em outro aspecto, destaca-se ainda na Figura 1 as ações eletivas a partir do segundo semestre do aluno no curso. Estas ações são restritas àqueles que participam de algum grupo discente ou que desenvolvem alguma atividade complementar de ensino (monitoria), pesquisa e/ou extensão. Isso demonstra que não há mais ações sistematizadas de acompanhamento e que provavelmente alguns discentes vão se desviando do sonho da engenharia ao longo do caminho, fazendo com que ainda sejam elevados os níveis de retenção e evasão à medida que se avança no curso.

Por ocasião da reformulação do PCC imposta pela atualização das DCN, este é um ponto que tem levantado discussão, ou seja, o acompanhamento de todos os discentes, mesmo após deixarem a condição de ingressantes. Quando vão se aproximando do final do curso, este acompanhamento pode se transformar, inclusive, em uma mentoria de carreira profissional.

## **6 INTEGRAÇÃO E ADAPTAÇÃO AO ENSINO SUPERIOR DO ESTUDANTE DE ENGENHARIA E O PAPEL DA ASSISTÊNCIA ESTUDANTIL NESSE PROCESSO**

Ao refletir sobre o Ensino Superior e seus desafios, considera-se que diversos fatores podem interferir, de maneira positiva ou negativa, no acesso e na permanência do estudante na Instituição.

Ao abordar esse tema, é importante considerar que existem muitas questões relacionadas a fatores internos e externos ao indivíduo, à universidade e as diferentes dimensões da aprendizagem (aspectos culturais, psicossociais, cognitivos, orgânicos e afetivo-emocionais), mas que interferem diretamente na vida acadêmica. Por isso, é necessário compreender o estudante através de uma visão integral, disponibilizando apoio e oferecendo intervenções não apenas relacionadas ao contexto acadêmico, mas também direcionadas para questões como os relacionamentos interpessoais, questões socioeconômicas, de permanência, entre outras.

Nesse contexto, a produção do conhecimento na área da Psicologia tem contribuído com estudos sobre as experiências universitárias,

adaptação e trajetórias de estudantes no ensino superior, sob variados aportes teórico-metodológicos (Marinho-Araújo, 2016), discutindo elementos que constituem o percurso do estudante universitário. As inúmeras dificuldades que acompanham a transição para o ensino superior, as expectativas acadêmicas em torno do ingresso nas IES e a perspectiva para intervenção ampliada e institucional de psicólogos na educação superior são exemplos dos principais interesses de pesquisa que fundamentam o processo de integração de estudantes universitários.

Nos próximos parágrafos serão apresentadas experiências de suporte aos estudantes de três Instituições que ofertam cursos de Engenharia. A primeira experiência apresentada é a do Instituto Militar de Engenharia (IME); a segunda experiência é da Universidade Federal Rural do Semiárido; e a terceira é do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

No Instituto Militar de Engenharia (IME) existe a Seção Psicopedagógica, que pertence à Divisão de Ensino e Pesquisa e é composta por dois psicólogos, uma psicopedagoga, um auxiliar de ensino e um oficial médico, que é o profissional responsável pela saúde mental dos estudantes.

A atuação é realizada através de uma abordagem clínica e institucional, oferecendo e prestando um acompanhamento com intervenção preventiva no processo de aprendizagem, com atendimentos que promovem e estimulam o desenvolvimento acadêmico, psicossocial e emocional desses estudantes, sendo os seguintes atendimentos: Assistência Psicopedagógica com a finalidade de contribuir para a superação das dificuldades nos estudos e melhoria no processo de ensino e aprendizagem; Atendimento Acadêmico Terapêutico (AAT), no intuito de equilibrar as cognições, as emoções e os comportamentos do aluno, para que ele possa elaborar suas estratégias de *coping* (enfrentamento) adequadamente frente aos desafios agravados pela adaptação à carreira da engenharia civil e/ou militar e Acolhimento emocional e psicológico, visando a construção do *rapport* entre os integrantes da Seção Psicopedagógica e os alunos da graduação e pós-graduação durante as visitas periódicas sugeridas por esta Seção, pelas Seções de Ensino, pelo Corpo de Aluno, Seção de Saúde e Seção Técnica de Ensino.

Já na Universidade Federal Rural do Semiárido (Ufersa), existe a oferta das atividades de assistência ao estudante através da Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis (Proae), que conta com uma equipe formada por

psicólogo, assistente social, pedagogo, educador físico, nutricionista e dentista. Os profissionais realizam diversas atividades de apoio e integração do estudante ao ambiente universitário.

A Política de Assistência Estudantil da Ufersa, promove projetos, serviços e equipamentos de apoio à permanência dos estudantes, através de subsídios financeiros (bolsas e auxílios), alimentação (Restaurante Universitário), moradias estudantis e serviços multiprofissionais. Ao longo dos semestres letivos são realizadas ações de Acompanhamento Psicossocial; Pedagógico e de Formação Profissional, abarcando atividades que buscam o desenvolvimento de competências e habilidades para a vida acadêmica e profissional, de modo a ampliar os itinerários formativos. São desenvolvidos também projetos de promoção, prevenção e atenção à saúde dos discentes numa perspectiva multiprofissional, com o intuito de ampliar o bem-estar individual e coletivo no ambiente acadêmico.

A Proae/Ufersa disponibiliza ainda ações e serviços que visam apoiar as manifestações culturais e artísticas, visando a construção e consolidação de espaços artísticos, culturais, esportivos e recreativos permanentes, como forma de fortalecer os vínculos, a convivência comunitária e o desenvolvimento biopsicossocial dos discentes. Além disso, são desenvolvidos serviços que fomentam a diversidade humana, cultural e social, de modo a promover o acesso, a inclusão e a permanência de pessoas com deficiência e aquelas que são alvo de discriminação por motivos de gênero, orientação sexual, credo, segmentos geracionais e/ou étnico-raciais.

Já no caso do Instituto Tecnológico de aeronáutica (ITA), a Divisão de Assuntos Estudantis (DAE), pertencente à Pró-reitoria de Graduação, é a responsável por todo atendimento prestado ao corpo discente.

A DAE possui diversas seções, entre elas, a Seção de Orientação Educacional (SOE), que possui em sua equipe psicólogas e psicopedagogas e presta atendimento por meio de dois formatos de plantão: o Plantão de Acolhimento, com referencial em Mahfoud (2004), que consiste em um atendimento breve, sem a proposta de ofertar psicoterapia clássica, mas oportunizando ao discente a oportunidade de conhecer, avaliar e repensar suas questões, com foco em atender demandas emergenciais e fornecer informações sobre rede de apoio, no caso de necessidade de atendimento especializado e o Plantão de Orientação Educacional, considerando referencial teórico da Autorregulação da Aprendizagem (BANDURA, 1991; ZIMMERMAN,

2000; AZZI; POLYDORO, 2006). O Plantão de Acolhimento é realizado por Psicólogas, enquanto o Plantão de Orientação Educacional é ofertado pelas equipes de Psicologia e Psicopedagogia.

Além dos Plantões, a SOE coordena ações voltadas para o desenvolvimento de habilidades sociais, oferece Rodas de Conversa com assuntos relacionados a saúde física e mental e atua em parceria com a Comissão de Amparo e Resiliência emocional (CARE), que é uma Iniciativa composta de estudantes do ITA, para apoiar os próprios discentes.

Com o objetivo de acolher demandas relacionadas a questões de vulnerabilidade socioeconômica, apoiar e acompanhar os estudantes que buscam algum tipo de suporte, a Seção de Apoio Acadêmico e Social (AAS) oferece atendimento através de procura espontânea, avalia, além de avaliar e encaminhar pedidos de bolsas e auxílios e possui equipe multidisciplinar, com profissionais de Serviço Social, Pedagogia e Fisioterapia. A seção de AAS também faz parte da DAE e atende somente alunos de graduação.

As experiências apresentadas pelas três Instituições de Ensino Superior mostram o papel fundamental que a assistência estudantil tem no itinerário formativo dos discentes, promovendo o direito à educação, o acesso às oportunidades acadêmicas qualificadas, a permanência e o êxito formativo, em consonância com as necessidades objetivas e subjetivas do corpo discente. Estes relatos mostram que a existência de programas, projetos, serviços e equipamentos de assistência estudantil podem fomentar a adaptação e integração ao ambiente universitário, fatores fundamentais para a permanência e sucesso acadêmico.

## **7 IMPLANTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE ACONSELHAMENTO PARA ESTUDANTES DE UM CURSO DE ALTA DEMANDA: PRIMEIRAS VIVÊNCIAS**

De fato, o ambiente pode se constituir numa variável definidora do grau de adaptação e do desempenho de um estudante. Isso tem sido observado, sobretudo, quando se trata de estudantes de cursos de alta demanda, como engenharia e medicina. Tais acadêmicos enfrentam uma série de dificuldades na adaptação ao ensino superior, principalmente devido à natureza singular e exigente da educação médica (CHEN et al., 2016).

Assim como ocorre em carreiras da área de exatas, como no caso das engenharias, por exemplo, o estudante de medicina enfrenta uma alta carga de estudos, pois os currículos dos cursos médicos são também densos e diversificados, incluindo assuntos que são, na maioria das vezes, trabalhados num curto espaço de tempo e exigindo-se notório saber prévio, para que possam ser adequadamente assimilados pelos estudantes.

De fato, o ingresso no ensino superior por um estudante de medicina tem sido marcado pela necessidade de adaptação rápida a uma nova realidade. Afinal de contas, os acadêmicos são rapidamente expostos a novas regras e novas metodologias de aprendizagem.

Tal prerrogativa tem sido suportada pelo fato de que a educação médica se utiliza, cada vez mais, de tecnologias e métodos de ensino inovadores, exigindo dos estudantes adaptação rápida a novas formas de ensinar e aprender. As escolas médicas têm desenvolvido, adaptado e reproduzido diversas metodologias ativas de ensino, pois o foco está no incentivo para que os estudantes aprendam de forma autônoma e participativa por meio de problemas e situações reais.

Não é raro observar que algumas escolas médicas têm adotado métodos ativos como o *Problem-Based Learning* (PBL), por exemplo, como principal método utilizado no processo de ensino-aprendizagem durante todo o curso médico.

Outro desafio da educação médica envolve a adequação do método avaliativo. Estudantes de medicina são frequentemente submetidos a múltiplos exames escritos, avaliações práticas e avaliações clínicas, aumentando-se cada vez mais a pressão sobre o seu desempenho.

Nesse sentido, em grande medida, como visto, as escolas médicas se assemelham de sobremaneira em diversos aspectos às escolas de engenharia e suas especificidades no processo de ensino-aprendizagem e adaptação dos estudantes. Felizmente, autores como Santos, Lacaz e Telles (2022), tem lançado luz sobre o processo de adaptação vivenciado por estudantes de engenharia. É verdade que muitos desses anseios, angústias e inquietações vivenciados por estudantes de engenharia podem ser compartilhados com estudantes de medicina, principalmente considerando-se que, apesar de parecer se tratar de áreas diametralmente opostas, a engenharia e a medicina possuem muitos pontos de confluência.

O objetivo dos próximos parágrafos é apresentar as primeiras vivências advindas da implantação de um programa de Aconselhamento



para estudantes de medicina do Centro Universitário Inta – Uninta, *campus* Itapipoca. É importante ressaltar que o Uninta, como instituição privada de ensino superior, é pioneiro na implantação desse programa, principalmente seguindo os moldes já estabelecidos nos cursos de engenharia do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), que já vivenciou grandiosa experiência e que tem definido os paradigmas do programa.

Assim como no ITA, nas engenharias, em grande medida as preocupações dos alunos se concentram no rigor acadêmico e no estresse gerado pela dificuldade de gerenciamento de tempo para realizar todas as atividades, tarefas e avaliações no prazo, potencializando estados emocionais de tensão (SANTOS; LACAZ; TELES, 2022). No UNINTA, os alunos do curso de medicina enfrentam dificuldades semelhantes.

O programa de Aconselhamento começou a ser implantado no Centro Universitário Inta – Uninta no início de 2023, utilizando-se como base o modelo do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

O UNINTA, cuja sede se localiza na cidade de Sobral, região Norte do Estado do Ceará, vem se destacando por suas políticas de apoio ao discente, com diversas experiências exitosas e inovações que dão suporte ao estudante e contribui para a sua permanência, diminuindo os índices de evasão.

Além do *campus* Sobral, o UNINTA tem mais três *campi* fora de sede no Estado, nas cidades de Itapipoca e Tianguá e na capital, Fortaleza. Além da modalidade EaD, presente em polos em todo o Brasil, em Orlando na Flórida, EUA, atendendo estudantes em 42 países.

Nesse contexto de uma instituição privada com mais de 30 mil estudantes de graduação e pós-graduação, *lato* e *stricto sensu*, o suporte ao discente é fundamental. Assim, o Aconselhamento se constitui como um programa fundamental para o êxito das políticas institucionais para a graduação.

A implantação do Aconselhamento foi autorizada pela chancelaria, reitoria e CONSUNI – Conselho Universitário do UNINTA, fazendo parte inclusive do Programa de Desenvolvimento Institucional – PDI dos anos 2023-2027, objetivando não só o apoio do acadêmico em transição para a Educação Superior, mas também no acompanhamento do seu desempenho escolar e experiência durante o primeiro ano de frequência do curso. Portanto, o Aconselhamento nasce como uma inovação na política de apoio ao discente do UNINTA.



No *campus* da cidade de Itapipoca, *locus* da experiência aqui relatada, um dos cursos escolhidos, dado a demanda descrita anteriormente e que mais se assemelha às carreiras das engenharias, tendo em vista suas especificidades, foi o curso de medicina.

E como, dito anteriormente, a necessidade de suporte ao discente nessa área é muito grande. Tanto que, entre outros serviços, os estudantes já dispõem de acesso ao NAPEM – Núcleo de Apoio Psicopedagógico ao Estudante de Medicina e ao NAPSI – Núcleo de Apoio Psicológico ao Estudante do UNINTA, ambos ligados ao SEAD – Serviço de Apoio ao Discente e Docente.

O fato de o UNINTA ser uma instituição de grande porte, privada, com muitos estudantes, traz alguns desafios extras para serem enfrentados. Nas reuniões de *debriefing* do semestre 2023.1 um dos fatores evidenciados como dificuldade no curso de medicina de Itapipoca foi o tempo limitado dos professores conselheiros dentro de suas atividades acadêmicas, visto que nem todos os professores médicos são de dedicação exclusiva do UNINTA e nem contratados em tempo integral.

Outro fator apontado foi sobre a comunicação dos conselheiros e aconselhados, feita essencialmente por meio do mensageiro instantâneo WhatsApp®, o qual acarretou em algumas inconveniências de horário e de não haver um registro formal das conversas.

A primeira dificuldade está sendo sanada para o semestre 2023.2 com mais horas de contratação disponibilizadas especificamente para o aconselhamento. Já a segunda dificuldade será ultrapassada com a implementação do aplicativo institucional, com funções dedicadas ao Aconselhamento.

Além disso, estão sendo desenvolvido, dentro do código-fonte do aplicativo UNINTA, recursos que melhoram a comunicação entre os setores de apoio ao discente na instituição, melhorando o fluxo de referência e contra referência dos encaminhamentos, incluindo manutenção do histórico de reuniões, atendimentos e processos. Os conselheiros terão um canal direto para encaminhar aconselhados que precisem de atendimento pedagógico, psicológico, social ou médico, dentro dos equipamentos disponíveis no *campus*.

Assim, na rede de apoio ao discente de medicina do UNINTA, o Aconselhamento tem sido um importante programa para os alunos do primeiro ano, ajudando a se integrarem ao curso, no suporte emocional e na sua experiência de adaptação e conseqüentemente em sua permanência na IES.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas últimas décadas, houve aumento progressivo no número de matrículas de estudantes no Ensino Superior, tanto em instituições públicas como em instituições privadas (Hering, 2011; Ristoff, 2014; Almeida, 2019), como resultado de políticas públicas voltadas para a expansão das instituições de ensino superior (IES) e para a democratização do acesso de estudantes a cursos de graduação no Brasil.

Muitos estudos confirmam a diversidade e multiplicidade de fatores que afetam o processo de interação, integração e permanência do estudante. Destacam-se o fato de muitos passarem a morar longe da família (ALMEIDA, 2007), a transição do ensino médio para o superior (PINHO et al., 2015), as dificuldades de adaptação na instituição (TEIXEIRA et al., 2008), o estabelecimento de uma percepção de identidade (MERCURI & POLYDORO, 2003), as pressões por rendimento, o desenvolvimento de novas relações interpessoais, o comprometimento com objetivos vocacionais, a realização de atividades extracurriculares, entre outras questões (ALMEIDA & SOARES, 2003).

As análises e ações aqui relatadas evidenciam a importância do acolhimento estudantil, através de suas várias possibilidades em diversas instituições de perfis contrastantes. Diante do desafio da implementação de políticas educacionais que considerem a diversidade da realidade social, educativa e emocional da comunidade acadêmica (Brum; Teixeira, 2020), compreender a heterogeneidade e demandas do perfil discente é fundamental para o cumprimento da agenda das políticas de assistência estudantil e de permanência dos alunos nas IES do país.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. S.; SOARES, A. P. Os estudantes universitários: sucesso escolar e desenvolvimento psicossocial. In: MERCURI, E.; POLYDORO, S. A. J. (Orgs.). **Estudante universitário: características e experiências de formação**. Taubaté: Cabral, 2003.

ALMEIDA, L. S. Transição, adaptação acadêmica e êxito escolar no ensino superior. **Revista Galego-Portuguesa de Psicologia e Educación**, v.15, n.2, p. 203-215. 2007.

ALMEIDA, M. R. **A assistência estudantil como estratégia de combate à evasão e retenção nas universidades federais:** um recorte do semiárido potiguar. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Psicologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

ALTBACH, Philip G.; HADDAD, Georges. Introduction. In: UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). **Student Affairs and Services in Higher Education: Global Foundations, Issues and Best Practices.** Paris, UNESCO, 2009.

AZZI, R. G.; POLYDORO, S. A. J. Autoeficácia proposta por Albert Bandura: algumas discussões. In: Azzi, R. G.; Polydoro, S. A. J. (orgs.). **Auto-eficácia em diferentes contextos.** Campinas, Editora Alínea, pp. 9-23. 2006.

BANDURA, A. Social cognitive theory of self-regulation. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, 50(2), 248–287, 1991.

BRUM, E. H. M., TEIXEIRA, M. A. P. Adaptação Acadêmica de Alunos de Psicologia ao Ensino Superior: Proposta de Intervenção e Avaliação. **Revista Psicologia & Saberes**, 9(14), 41–58. 2020.

CARDOZO-ORTIZ, C. E. Tutoria entre pares como uma estratégia pedagógica univeristaria. **Educación y Educadores** 14(2), 309-325. 2011.

CHEN, X. *et al.* Mutual benefit for foreign medical students and Chinese postgraduates: A mixed team-based learning method overcomes communication problems in hematology clerkship. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 45, n. 2, p. 93–96, 1 nov. 2016.

COLLAZO, M., HERNÁNDEZ, O., & SEOANE, M. La tutoría entre pares: primera experiencia curricular opcional en la Facultad de Odontología- UDELAR. **Odontoestomatología**, 16(23), 54-66. 2014.

DE SMET, M., VAN KEER, H., & VALCKE, M. Cross-age peer tutors in asynchronous discussion groups: A study of the evolution in tutor support. **Instructional Science**, 37(1), 87-105. 2009.

EBY, L.; RHODES, J. E.; ALLEN, T. Definition and evolution of mentoring. In: ALLEN, T.; EBY, L. (Orgs.). **The blackwell handbook of mentoring: a multiple perspectives approach**. Malden: Blackwell Publishing, 2007.

EZCURRA, Ana María. **Los estudiantes de nuevo ingreso: democratización y responsabilidad de las instituciones universitarias**. Pró-Reitoria de Graduação da USP, 2007.

FARIA, C., COELHO, C., OLIVEIRA, F., LUCAS, C. V., & SOARES, L. Entre Pares: Um programa de tutoria na Universidade da Madeira. **Livro de Atas**, 67-75.

FONAPRACE: **Revista Comemorativa 25 Anos**: histórias, memórias e múltiplos olhares / Organizado pelo Fórum Nacional de Pró-reitores de Assuntos Comunitários e Estudantis, coordenação, ANDIFES. – UFU, PROEX. 2012.

GIANESI, Irineu. Os cursos de Engenharia no Insper. In: **O futuro da formação em Engenharia**: Uma articulação entre as demandas empresariais e as boas práticas na Universidade. Brasília. CNI, 2021.

HERINGER, R. Expansão do ensino superior no Brasil: acesso, diferenciação interna e políticas de inclusão. **Anais do XI Congresso Luso Afro-brasileiro de Ciências Sociais, Diversidade e (Des)igualdade** (p. 1-15). Universidade Federal da Bahia (UFBA), Campus de Ondina, 2011.

LACAZ, Cristiane Pessôa da Cunha; MAZARIOLLI, João Francisco. Uma História de Pioneirismo (Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA). In DIAS, C. E. S. B.; SILVA TOTI, M. C. S.; SAMPAIO, H.; POLYDORO,

S.A. J. (Orgs.) **Os serviços de apoio pedagógico aos discentes no ensino superior brasileiro**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2020. 518 p.

LUEG, K., & LUEG, R. From teacher-centred instruction to peer tutoring in the heterogeneous international classroom: A Danish case of instructional change. **Journal of social science education**, 13(2), 39-62. 2014.

MAHFOUD, M. Introdução. Frutos maduros do Plantão Psicológico. In: MAHFOUD, M. (Org.). **Plantão psicológico: novos horizontes**. São Paulo: Editora CI, 2004. p. 11-14.

MARINHO-ARAÚJO, C. M. Inovações em Psicologia Escolar: o contexto da educação superior. **Estudos de Psicologia**, 33(2), 199–211, 2016.

MATTA, C.M.B. DA, LEBRÃO, S.M.G. & HELENO, M.G.V. Adaptação, rendimento, evasão e vivências acadêmicas no ensino superior: revisão da literatura. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 21(3), p. 583-591, São Caetano do Sul, 2017.

MELLO, Simone Portela Teixeira de *et al.* O fenômeno evasão nos cursos superiores de tecnologia: um estudo de caso em uma universidade pública no sul do Brasil. 2013. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL DE GESTÃO UNIVERSITÁRIA.13, 2013, Buenos Aires, **Anais** do XIII Colóquio de Gestión Universitária en Américas.

MERCURI, E.; POLYDORO, S. A. J. (Org.). **Estudante universitário: características e experiências de formação**. Taubaté: Cabral Editora e Livraria Universitária. 2003.

MUNLEY, V. G., GARVEY, E., & MCCONNELL, M. J. **The effectiveness of peer tutoring on student achievement at the university level**. *American Economic Review*, 100(2), 277-82. 2010.

NELSEN, Jane. **Disciplina positiva**. 3. ed. Editora Manole, 2015.

OLIVEIRA, C.T., CARLOTTO, R.C., VASCONCELOS, S.J.L., & DIAS, A.C.G. Adaptação acadêmica e coping em estudantes universitários brasileiros: uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Orientação Profissional**, v.15(2), p. 177-186, São Paulo, 2014.

OLIVEIRA, R.E.C. **Vivências acadêmicas:** interferências na adaptação, permanência e desempenho de graduandos de cursos de engenharia de uma instituição pública federal. Dissertação de mestrado, UNESP, 2015.

PEDICCHIO, M. C.; FONTANA, I. **Tutoring in European Universities.** Trieste: Servizio Tipografico editoriale d'Ateneo. 2000.

PINHO, Ana Paula Moreno *et al.* A transição do ensino médio para a universidade: um estudo qualitativo sobre os fatores que influenciam este processo e suas possíveis consequências comportamentais. **Revista de Psicologia**, Fortaleza, V. 6, n. 1, p. 33-47, Jan./Jun. 2015.

PROJETO ConEQtar: **Protocolo de organização de serviços para o enfrentamento do sofrimento psíquico de universitários.** / Tatiane C. M. Machado Rodrigues ... [et al.]. — São Carlos: UFSCar/CPOI, 2021.

QURESHI, M. A., & STORMYHR, E. Group dynamics and peer-tutoring a pedagogical tool for learning in higher education. **International Education Studies**, 5(2), 118-124. 2012.

RISTOFF, D. I. O novo perfil do campus brasileiro: uma análise do perfil socioeconômico do estudante de graduação. Campinas-Sorocaba/SP: **Avaliação**, 19(3), 723-747, 2014.

SANTOS, M. M. L.; LACAZ, C. P. DA C.; TELLES, M. M. Adaptação ao ensino superior. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 35, n. 1, p.242–263, 30 jun. 2022.

TEIXEIRA, M. A. P. et al. Adaptação à universidade em jovens calouros. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 185-202, 2008.

TINTO, Vincent. Taking student success seriously: Rethinking the first year of college. **NACADA Journal**, 19(2), 5-9, 2007.

TOTI, Michelle C. Silva. **Apoio Pedagógico nos serviços de assuntos estudantis das universidades federais brasileiras: mapeamento, tendências e desafios.** Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação. Orientadora: Soely Ap. Jorge POLYDORO. Campinas, SP, 210 p., 2022.

TOTI, Michelle C. Silva; POLYDORO, Soely A. J. Serviços de apoio a estudantes nos Estados Unidos da América e no Brasil. In: DIAS, Carlos Eduardo S. B. et al (Orgs.). **Os serviços de apoio pedagógico aos discentes no ensino superior brasileiro.** São Carlos: Pedro & João Editores, 2020. p. 79-102.

UNDERHILL, J., & MCDONALD, J. Collaborative tutor development: Enabling a transformative paradigm in a South African University. **Mentoring & Tutoring: Partnership in Learning**, 18(2), 91-106. 2010.

ZIMMERMAN, B. J. “Attaining self-regulation: A social-cognitive perspective”. In: M. Boekaerts, M.; Pintrich, P.; Zeidner, M. (eds.). **Self-regulation: Theory, research, and applications.** Orlando, FL7 Academic Press, pp. 13– 39, 2000.

WANG, Lei. “Analysis of Application of Big Data in College Education Management”. **Journal of Physics: Conference series.** <https://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1314/1/012220>. 2019.  
Acesso em: 02 mai. 2023.

## **CAPÍTULO 7**

### **O ENGENHEIRO EMPREENDEDOR A PARTIR DO NOVO ENSINO MÉDIO E DA CURRICULARIZAÇÃO DA EXTENSÃO**

*Martin Geier - Coordenador*  
Universidade Federal do Rio Grande - FURG

*Caroline Daiane Radüns- Coordenador*  
Universidade do Noroeste do Estado do RS - UNIJUÍ

*Mauro Fonseca Rodrigues*  
*Gustavo Fuhr Santiago*  
Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA

*Uziel Cavalcanti de Medeiros Quinino*  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

*Simone Ramires*  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

*Carmen Brum Rosa*  
*Diogo Ribeiro Vargas*  
*Dion LenonPredigerFeil*  
*Laura Lisiane Callai dos Santos*  
*Paulo César Vargas Luz*  
Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

*João Michel Oliveira*  
Faculdade de Horizontina - FAHOR

*Bianca Ozório*  
Universidade Federal do Rio Grande – FURG

*Denizard Batista de Freitas*  
Instituto de Pós-graduação de Goiânia - IPOG

*Flávio Kieckow*  
*Rosângela Ferreira Prestes*  
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - Uri



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>242</b>
<b>2</b>	<b>EXPERIÊNCIAS APRESENTADAS.....</b>	<b>244</b>
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>258</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>259</b>

## O ENGENHEIRO EMPREENDEDOR A PARTIR DO NOVO ENSINO MÉDIO E DA CURRICULARIZAÇÃO DA EXTENSÃO

### 1 INTRODUÇÃO

A discussão deste capítulo parte das mudanças estruturais na Educação Básica e na Superior desde 2018. Na primeira inicialmente com a aprovação da BNCC (Base Nacional Curricular Comum) através da Resolução CNE/CP Nº 3/2018 que impacta diretamente nas ações das diferentes etapas envolvidas; na segunda com as novas DCN (Diretrizes Curriculares Nacionais) dos Cursos de Graduação em Engenharia, Resolução nº 2 de 29 de abril de 2019 e, atualmente, com a aplicação prática da curricularização da extensão. Alguns aspectos discutidos: programa de acolhimento para os calouros, programas de extensão, integração empresa-universidade, criação de empresas juniores, projetos integradores e incentivo à pesquisa inovadora e sustentável.

Como ponto comum tem-se o empreendedorismo como um elo no ensino brasileiro, que pode surgir nos livres itinerários formativos e na curricularização da extensão. Este capítulo origina-se da Sessão Dirigida que discutiu a formação em Engenharia sob a égide do desenvolvimento tecnológico sustentado na inovação e na sustentabilidade, e voltado para esse interessante oriundo de um Ensino Médio mais empreendedor, engajado nos temas da sustentabilidade e com maior domínio de novas tecnologias digitais.

Em um país em que cerca de 58% dos engenheiros formados se dedicam a atividades não técnicas da Engenharia, há certamente algo a se fazer quanto à formação desses profissionais, para favorecer sua permanência na área, sobretudo em um país que tanto necessita de desenvolvimento e infraestrutura de qualidade (AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DA INDÚSTRIA, 2014). Para aproveitar o engajamento empreendedor da nova BNCC e a curricularização da extensão este capítulo traz considerações sobre o tema e as perspectivas da sinergia existente.

Segundo Drucker (1986), o empreendedorismo é um ato de inovação que envolve desenvolver em recursos já existentes uma capacidade de produzir riqueza nova. Outros autores, como Chiavenato (1997), tratam o empreendedor como a pessoa que consegue fazer as

coisas acontecerem, pois é dotado de sensibilidade para os negócios, tino financeiro e capacidade de identificar oportunidades. Com esse arsenal transforma ideias em realidade, para benefício próprio e para benefício da comunidade.

De acordo com a BNCC (BRASIL, 2018), as finalidades do Ensino Médio na contemporaneidade impõem desafios para atender às necessidades de formação geral, indispensável ao exercício da cidadania e à inserção no mundo do trabalho, com objetivo de responder à diversidade de expectativas de jovens quanto à sua formação. Consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no ensino Fundamental é elementar nessa etapa final da Educação Básica (BRASIL, 2018). Assim, este capítulo abordou o eixo IV - empreendedorismo (Resolução CNE/CEB nº 3/2018, Art. 12, § 2º).

As novas DCN de Engenharia, Resolução nº 2 de 29 de abril de 2019, devem estabelecer um programa de acolhimento para os calouros, programas de extensão, integração empresa-universidade, criação de empresas juniores e incentivo à pesquisa inovadora e sustentável, possibilitando ao acadêmico de Engenharia aproveitar melhor as oportunidades que o curso e a Universidade podem trazer, tanto para sua vida profissional, quanto para seu desenvolvimento psicológico (destacam-se os artigos 3º, 4º e 5º). Em conformidade com a indústria 4.0, conceito que engloba a adoção de tecnologias cada vez mais digitais nos processos fabris, a proposta é que o novo currículo da graduação de Engenharia seja mais prático e interdisciplinar.

O ensino de Engenharia é uma construção que deve ser estimulada ainda nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Conforme Oliveira (2007), o despertar do Engenheiro ocorre no interesse pela busca da solução dos problemas, na realização da pesquisa inovadora que gera um resultado prático para a sociedade. Nesse sentido, o novo Ensino Médio (BRASIL, 2017), proposto pela BNCC contempla o desenvolvimento de iniciativas e a participação de jovens, para uma cultura favorável ao desenvolvimento de atitudes, capacidades e valores que promovam o empreendedorismo.

Esse aspecto também é requerido pelas DCN da Engenharia brasileira, sobretudo agregando inovação e sustentabilidade. Mas será que o ensino da Engenharia no Brasil está preparado para o advento desse aluno, proporcionando-lhe uma cultura favorável ao desenvolvimento de atitudes, capacidades e valores que promovam o

empreendedorismo? Além disso, como fazer esse jovem se aproximar da área, enxergando seu futuro nessa carreira?

Para tentar responder essas perguntas, este capítulo discute o ensino de Engenharia a partir dos objetivos estabelecidos e a seguir listados:

- I. Agregar pesquisadores de diversas instituições públicas e privadas na discussão do ensino da Engenharia empreendedora.
- II. Discutir o aspecto do empreendedorismo na nova BNCC e seu impacto nos cursos de Engenharia.
- III. Encontrar pontos alinhados entre BNCC e DCNs de Engenharia.
- IV. Propor um ensino de Engenharia com princípios e práticas voltadas para inovação, sustentabilidade e empreendedorismo.
- V. Verificar como o empreendedorismo explorado no Ensino Médio se relaciona e contribui para a formação em Engenharia.
- VI. Vislumbrar como a curricularização da extensão pode colaborar com esse cenário.
- VII. Construir uma proposta para que a formação empreendedora iniciada no Ensino Médio seja contemplada também na Graduação em Engenharia.

## 2 EXPERIÊNCIAS APRESENTADAS

Neste espaço estão apresentadas as colaborações e experiências trazidas pelos pesquisadores, envolvendo empreendedorismo e extensão universitária na Engenharia. Pode-se perceber que a inovação é um braço que une os pilares ensino-pesquisa-extensão, agregando uma maior capacidade de empreender e enfrentar os desafios da área.

A preparação do profissional de Engenharia, conforme Oliveira (2007), também fica comprovada a partir da implantação da cultura *make* novas formas de enxergar a Engenharia nas séries do Ensino Básico. Para isso, é possível usar a própria Extensão como uma ferramenta para interligar os níveis de ensino. Por fim, se tudo for feito com inteligência emocional, tornando o aprendizado significativo, a paixão e o interesse pela Engenharia empreendedora deve ser alcançado.

## 2.1 O empreendedorismo no curso de Engenharia Elétrica da UFSM Campus Cachoeira do Sul

O empreendedorismo e a inovação no ensino superior não se limitam a apenas criar *startups* e negócios. O empreendedorismo abrange a promoção da mentalidade empreendedora, que engloba a busca por oportunidades, a iniciativa, a disposição para correr riscos e a capacidade de inovar. Essa mentalidade é fundamental para preparar os estudantes não apenas para o mundo de negócios, mas também para enfrentar desafios em qualquer contexto. Já a inovação, envolve o desenvolvimento de métodos de ensino e aprendizado que estimulam a criatividade, o pensamento crítico e a resolução de problemas. Além disso, a inovação no ensino superior também engloba a adoção de tecnologias e ferramentas modernas para melhorar a experiência profissional.

A ênfase no empreendedorismo e na inovação na graduação tem impacto direto na empregabilidade e nas carreiras dos estudantes, afinal empreender não é ser empresário e, isto sim, desenvolver habilidades transferíveis e cultivadas: como a comunicação eficaz, a colaboração e o pensamento crítico, características muito valorizadas pelos empregadores. Os estudantes que desenvolvem uma mentalidade empreendedora, estão mais preparados para se destacarem em ambientes de trabalho dinâmicos e em constante evolução (COSTA, 2011).

Nesse contexto, o curso de Engenharia Elétrica da UFSM Campus Cachoeira do Sul realizou a atualização do seu Projeto Pedagógico de Curso (PPC) levando em conta as DCNs nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia (BRASIL, 2019), a extensão e também o empreendedorismo e a inovação (BRASIL, 2018), pois estes desempenham papéis fundamentais na educação superior e na formação dos estudantes. Listando alguns conceitos/razões, conforme Costa (2011), Campos (2019) e Bispo (2020):

- **Desenvolvimento de habilidades:** o empreendedorismo e a inovação desenvolvem habilidades práticas e interdisciplinares, como pensamento crítico, resolução de problemas, comunicação eficaz, colaboração e liderança.

- **Fomento à criatividade:** a inovação permite identificar oportunidades de negócios, resolver desafios complexos e criar soluções únicas.
- **Empreendedorismo social:** a abordagem empreendedora pode ser direcionada para resolver problemas sociais e ambientais, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e o bem-estar da sociedade. Isso cria uma geração de profissionais conscientes e comprometidos com o impacto positivo.
- **Conexões com a indústria:** programas de empreendedorismo e inovação, muitas vezes, envolvem parcerias com a indústria e mentores experientes, permitindo que os estudantes aprendam com profissionais ativos no mercado.
- **Adaptação às mudanças:** a capacidade de se adaptar a um ambiente em constante mudança é essencial. O empreendedorismo ensina os discentes a abraçar a mudança, a abordar riscos calculados e a buscar, constantemente, maneiras de melhorar.
- **Transformação digital:** em um mundo cada vez mais digitalizado, a compreensão dos princípios de inovação e empreendedorismo é crucial para a adaptação às mudanças tecnológicas e ao surgimento de novos modelos de negócios.

Esse cenário é fomentado na UFSM a partir da Pró-Reitoria de Inovação e Empreendedorismo (PROINOVA), que é responsável por manter mecanismos de incentivo à inovação e ao empreendedorismo, identificando as demandas tecnológicas da sociedade e criando oportunidades de interação com a Universidade por meio de projetos ou criação de empreendimentos inovadores e sustentáveis, também prospectando e estimulando a transferência do conhecimento e das tecnologias geradas para a sociedade, com foco na produção de bens, processos e serviços inovadores.

Um dos braços de ação da PROINOVA é dentro da própria graduação, permeando os PPCs de forma a ampliar a penetração da inovação e do empreendedorismo no corpo da UFSM, impactando diretamente no perfil do egresso. Dessa forma, a atual matriz curricular do curso de Engenharia Elétrica possui 11% das disciplinas com Competências Empreendedoras e de Inovação, que são: Metodologia Científica para Engenharia, Administração e Organização de Empresas, Engenharia Econômica, Projeto Integrador I, Projeto Integrador II-A,

Projeto Integrador II-B, Projeto de Conclusão de Curso I, Projeto de Conclusão de Curso II, Estágio Curricular Obrigatório.

É possível analisar alguns casos já consolidados, como o caso da disciplina de Administração e Organização de Empresas, que tem como objetivo conhecer os conceitos fundamentais de Administração. Ao longo das atividades são realizadas intervenções extensionistas, totalizando uma carga horária de 15 horas de extensão. Essas atividades são desenvolvidas em conjunto com a coordenação do GEOPARQUE Quarta Colônia. As práticas extensionistas realizadas compreendem a construção de Planos de Negócios para micro e pequenas empresas da região e este é um processo fundamental para qualquer empreendimento, considerado um guia estratégico que define os objetivos, visão e estratégia do negócio, fornece uma estrutura sólida para a tomada de decisões e a alocação de recursos.

Para o caso da disciplina de Projeto Integrador I, o objetivo é estudar, pesquisar, planejar e desenvolver um projeto que estabeleça a integração entre as disciplinas oferecidas até o 4º semestre do curso. Nesse momento, os discentes devem implementar um projeto prático e funcional que aplique os conteúdos de diferentes áreas da Engenharia Elétrica. Com isso, são desenvolvidas atividades de extensão de no mínimo 45 horas, realizadas junto à comunidade, por meio de projetos que buscam tratar os problemas da sociedade através de soluções de Engenharia. Os projetos desenvolvidos devem atender a demandas sociais reais e os alunos são incentivados a buscar essas demandas e propor soluções inovadoras. Exemplos: construção de um software para dimensionamento de custos de produção e precificação de artesanato; desenvolvimento de uma solução para elevação de painéis fotovoltaicos para instalação em construções residenciais.

A incorporação do empreendedorismo e da inovação no curso de Engenharia Elétrica da UFSM - Campus Cachoeira do Sul -buscou responder com educação às demandas sociais da comunidade e promover a mentalidade empreendedora com habilidades inovadoras aos discentes, permitindo à Universidade gerar profissionais aptos a enfrentar desafios complexos do mercado e da sociedade, com comprometimento social. O acompanhamento de egressos, no futuro, deve trazer novos resultados e realimentar o processo para que continue evoluindo.

## 2.2 Trilha de aprendizagem Mais Ciência: preparando alunos do ensino médio para empreender

O Evento Educacional Mais Ciência se originou em projetos desenvolvidos no curso de Licenciatura em Matemática da URI, desde 2012. Numa trajetória de 10 anos, no ano de 2022, propôs-se desenvolver atividades de apoio ao aprendizado para estudantes e professores das Escolas participantes, de modo a atender as especificidades de novos componentes curriculares do ensino médio: Mundo do Trabalho, Projeto de Vida e Cultura e Tecnologias Digitais, bem como envolver temas sobre a Educação Financeira e o Empreendedorismo. Assim, participaram desta edição professores e estudantes de trinta e três escolas públicas da região de abrangência das Coordenadorias Regionais de Educação que compreendem o Polo 3, região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Mais de 1800 alunos utilizaram o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) desenvolvido e cerca de 400 participaram das atividades presenciais.

A aplicação veio a partir da demanda das escolas no que tange ao novo Ensino Médio, onde se propôs uma Trilha de Aprendizagem. O objetivo foi promover o desenvolvimento de competências, incluindo conhecimento teórico, habilidades técnicas e comportamentais e atitudes relacionadas aos componentes curriculares, utilizando o AVA projetado e denominado Mais Ciência.

Nesse ambiente, foram organizados um ciclo de palestras, um ciclo de oficinas e o *Pitchdo* Jovem Empreendedor. As palestras, oficinas e o *Pitchforam* realizados de maneira a atender aos componentes curriculares e o material didático digital foi construído com base na colaboração de diferentes profissionais de diversas áreas do conhecimento, envolvendo professores, influenciadores, alunos e comunidade em geral.

O ciclo de palestras apresenta de forma introdutória as temáticas do Mundo do Trabalho, Projeto de Vida, Empreendedorismo, Educação Financeira e Cultura e Tecnologias Digitais. As atividades relacionadas ao ciclo de palestras objetivaram promover conhecimento e interação entre alunos, professores e palestrantes de diferentes áreas do conhecimento, o que também colaborou para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais. A Figura 1 apresenta a sequência de palestras disponibilizadas.



Figura 1 - Ciclo de palestras postadas no ambiente virtual de aprendizagem

<p><b>PALESTRA 1</b></p> <p><b>OS PASSOS PARA ESCOLHER A VIDA QUE QUERO TER.</b></p> <p>PROFª BIBIANE BATISTA</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Liberação: dia 10 de maio</li><li>• Encontro: dia 18 de maio</li></ul> <p><b>YOUTUBE</b></p>	<p><b>PALESTRA 2</b></p> <p><b>PENSANDO O MUNDO DA VIDA, O MUNDO DO TRABALHO E O SUCESSO DO SEU PROJETO DE VIDA</b></p> <p>PROFª CIANA BERNARDI BRUM VENDRUSCOLO</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Liberação: dia 18 de maio</li><li>• Encontro: dia 26 de maio</li></ul> <p><b>YOUTUBE</b></p>	<p><b>PALESTRA 3</b></p> <p><b>ANÁLISE COMPORTAMENTAL E O CONSUMO RESPONSÁVEL</b></p> <p>PROFª BIBIANE BATISTA</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Liberação: dia 18 de maio</li><li>• Encontro: dia 26 de maio</li></ul> <p><b>YOUTUBE</b></p>
<p><b>PALESTRA 4</b></p> <p><b>VAMOS TIRAR Nossos SONHOS DA GAVETA?</b></p> <p>PROFª BRUNA MORAES</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Liberação: dia 18 de maio</li><li>• Encontro: dia 26 de maio</li></ul> <p><b>YOUTUBE</b></p>	<p><b>PALESTRA 5</b></p> <p><b>HABILIDADES COMPORTAMENTAIS E SOCIOEMOCIONAIS - CONSUMO CONSCIENTE</b></p> <p>PROFª DANIELA CONZALEZ</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Liberação: dia 26 de maio</li><li>• Encontro: dia 07 de junho</li></ul> <p><b>YOUTUBE</b></p>	<p><b>PALESTRA 6</b></p> <p><b>EDUCAÇÃO FINANCEIRA</b></p> <p>PROF. BERNARDO BOTH</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Liberação: dia 07 de maio</li><li>• Encontro: dia 14 de junho</li></ul> <p><b>YOUTUBE</b></p>
<p><b>PALESTRA 7</b></p> <p><b>EMPREENDER, A HORA É AGORA. NÃO DEIXE SEUS SONHOS PARA DEPOIS</b></p> <p>PROFª BRUNA MORAES</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Liberação: dia 07 de junho</li><li>• Encontro: dia 14 de junho</li></ul> <p><b>YOUTUBE</b></p>	<p><b>PALESTRA 8</b></p> <p><b>INOVAÇÃO</b></p> <p>RÔMULO MADRIP DE MELLO</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Liberação: dia 07 de junho</li><li>• Encontro: dia 14 de junho</li></ul> <p><b>YOUTUBE</b></p>	<p><b>PALESTRA 9</b></p> <p><b>A DIVERSIDADE E O MUNDO DO TRABALHO CONTEMPORÂNEO.</b></p> <p>PROFª ROSÂNGELA ANCELIN</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Liberação: dia 14 de junho</li><li>• Encontro: dia 23 de junho</li></ul> <p><b>YOUTUBE</b></p>
<p><b>PALESTRA 10</b></p> <p><b>GESTÃO DE CARREIRA</b></p> <p>PROFª BERENICE BEATRIZ ROSSNER WBATUBA</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Liberação: dia 14 de junho</li><li>• Encontro: dia 23 de junho</li></ul> <p><b>YOUTUBE</b></p>	<p><b>PALESTRA 11</b></p> <p><b>EXPERIÊNCIAS DO MUNDO DO TRABALHO E DE QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL NAS DIFERENTES ÁREAS</b></p> <p>PROFISSIONAIS DE DIFERENTES ÁREAS DO CONHECIMENTO</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Liberação: dia 23 de junho</li><li>• Encontro: dia 19 de julho</li></ul> <p><b>YOUTUBE</b></p>	<p><b>PALESTRA 12</b></p> <p><b>METODOLOGIAS ATIVAS E A EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA</b></p> <p><b>Para Professores</b></p> <p>PROFª ROSÂNGELA FERREIRA PRESTES</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Liberação: dia 23 de junho</li><li>• Encontro: dia 28 de julho</li></ul>

Fonte: dos autores.

Para ampliar o alcance dos objetivos propostos, julgou-se necessário a construção de um ciclo de oficinas. Nesse processo, estudantes e professores puderam desenvolver diferentes habilidades que envolveram ferramentas tecnológicas para utilização de planilhas, a produção/ fabricação/marketing de produtos para consumo e venda,

economias, apresentação de ideias de negócios e a preparação para o desenvolvimento da atividade *Pitch* de Negócios. A Figura 2 apresenta o material de divulgação das oficinas disponibilizadas no AVA.

Figura 2 - Ciclo de oficinas postadas no ambiente virtual de aprendizagem

<p><b>OFICINA 1</b></p> <p><b><u>CULTURA E TECNOLOGIAS DIGITAIS E AS FERRAMENTAS DO GOOGLE</u></b></p> <p>PROFª ELIANI RETZLAFF</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Liberação: dia 28 de julho</li><li>• Encontro: dia 05 de agosto</li></ul> <p><a href="#">LINK MATERIAL DE APOIO</a></p>	<p><b>OFICINA 2</b></p> <p><b><u>FONTE DE RENDA</u></b></p> <p>PROFª BIBIANE BATISTA</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Liberação: dia 28 de julho</li><li>• Encontro: dia 05 de agosto</li></ul> <p><a href="#">LINK MATERIAL DE APOIO</a></p>
<p><b>OFICINA 3</b></p> <p><b><u>PRODUÇÃO E VENDA</u></b></p> <p>PROFª BIBIANE BATISTA</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Liberação: dia 05 de agosto</li><li>• Encontro: dia 15 de agosto</li></ul> <p><a href="#">LINK MATERIAL DE APOIO 1</a> <a href="#">LINK MATERIAL DE APOIO 2</a></p>	<p><b>OFICINA 4</b></p> <p><b><u>SUSTENTABILIDADE</u></b></p> <p>PROFª BIBIANE BATISTA</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Liberação: dia 05 de agosto</li><li>• Encontro: dia 15 de agosto</li></ul> <p><a href="#">LINK MATERIAL DE APOIO</a></p>
<p><b>OFICINA 5</b></p> <p><b><u>NEUROMARKETING</u></b></p> <p>PROFª BIBIANE BATISTA</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Liberação: dia 05 de agosto</li><li>• Encontro: dia 15 de agosto</li></ul> <p><a href="#">LINK MATERIAL DE APOIO</a></p>	<p><b>OFICINA 6</b></p> <p><b><u>PITCH DE NEGÓCIOS</u></b></p> <p>PROFª ROSANE MARIA SEIBERT</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Liberação: dia 15 de agosto</li><li>• Encontro: dia 26 de agosto</li></ul> <p><a href="#">LINK MATERIAL DE APOIO</a></p>

Fonte: dos autores.

Com base nos ciclos de Palestras e Oficinas ofertados sequencialmente, foi possível o desenvolvimento do *Pitch* do Jovem Empreendedor. Essa etapa ocorreu para um feedback do aprendizado referente à Trilha de Aprendizagem desenvolvida junto às escolas. Por meio da apresentação de um negócio ou ideia de negócio inovador, os estudantes tiveram oportunidade de aplicar os conhecimentos e ao

mesmo tempo serem desafiados a desenvolver uma proposta real de negócio.

Essa ação desenvolveu nos alunos habilidades como autonomia, trabalho em equipe, criatividade, atitude, objetividade, paciência e autocontrole, bem como capacidade de empreender e habilidades socioemocionais. Para isso, a partir das oficinas, os estudantes estruturaram sua ideia empreendedora, construindo um plano de ação e negócios que culminou com um *Pitch* da proposta e possibilidade de obter apoio de um investidor anjo.

Esta ação como relato da experiência indica sucintamente o processo realizado para a construção da Trilha de Aprendizagem Mais Ciência, que mobilizou um grupo multidisciplinar de trabalho formado por professores formadores, graduandos, mestrands, egressos da URI e professores de Escolas Públicas. Os resultados alcançados apontaram uma maior entrada de alunos na graduação de Exatas na Uri, auxílio prático na implementação do novo Ensino Médio, iniciou-se um processo de mentoria e acompanhamento socioemocional dos alunos, tudo isso com aplicação direta da curricularização da extensão de forma multidisciplinar.

### **2.3 Potencial da curricularização da extensão no ensino de Engenharia de Telecomunicações da Unipampa**

Na Unipampa, o curso de Engenharia de Telecomunicações, usou a curricularização da extensão como ferramenta para agregar conhecimento prático à formação específica dos alunos, tentando aumentar o contato profissionalizante desde o início da formação. Assim houve o fortalecimento deste aspecto a partir da implantação da disciplina de Extensão I no primeiro semestre.

A tecnologia envolvida nas Telecomunicações está integrada ao cotidiano das pessoas. No entanto, segundo os relatos, muitas ferramentas existentes são usadas de maneira equivocada ou não exploradas em seu potencial, fazendo com que se usem as redes de comunicação sem perceber o trabalho profissional por detrás. Dessa forma, a curricularização da extensão veio para permitir que os discentes entendam a aplicação de sua formação desde o início e fortaleçam a relação de sua profissão com a comunidade a partir de 3 disciplinas vinculadas, com carga horária teórica e extensionista, onde se buscam

os conhecimentos necessários (teoria) para aplicar junto à comunidade (extensão). As ações para a disciplina de Extensão I, relatadas, foram:

- 1 medição de sinais de celular com aplicativo de smartphone;
- 2 medição de sinais de wi-fi em prédios públicos e residenciais;
- 3 montagem de circuitos elétricos básicos com microcontrolador em ambiente computacional.

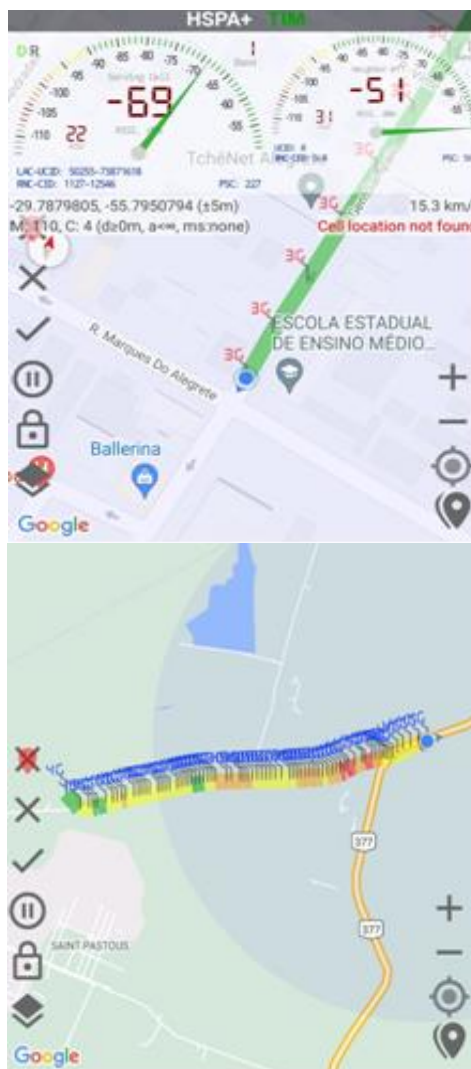
A primeira atividade consiste em usar um aplicativo chamado de *Field Test* que monitora a intensidade do sinal e mapeia sua qualidade por um determinado período. A segunda atividade tem o mesmo princípio e serve para mostrar o quanto os canais de comunicação estão ocupados num ambiente de múltiplos roteadores wi-fi. Por fim, num terceiro momento os alunos montam circuitos básicos de robótica em ambiente computacional de simulação, usando componentes e microcontroladores para criar pequenas automações.

Na ação extensionista, as atividades 1 e 2 são levadas à comunidade analisada (região) para divulgação e relato da atividade de forma a mostrar a possibilidade de melhorar o uso de sinais de Telecomunicações, diminuindo interferências e problemas de conexão, além de apresentar a profissão e suas funções. Na terceira é elaborado uma atividade para Escola de Ensino Médio onde os alunos da graduação passam suas experiências para os mais jovens, sob orientação do Professor Extensionista, mostrando a prática relacionada.

Da atividade de monitoramento de sinal de telefonia móvel (1), foi utilizada uma Escola pública para apresentação e discussão dos dados e, ao final, foi realizada uma prática envolvendo os alunos da Escola e os alunos da graduação. A Figura 3 apresenta alguns resultados dessa primeira atividade, com foco na cobertura de sinal da telefonia móvel no município de Alegrete/RS.

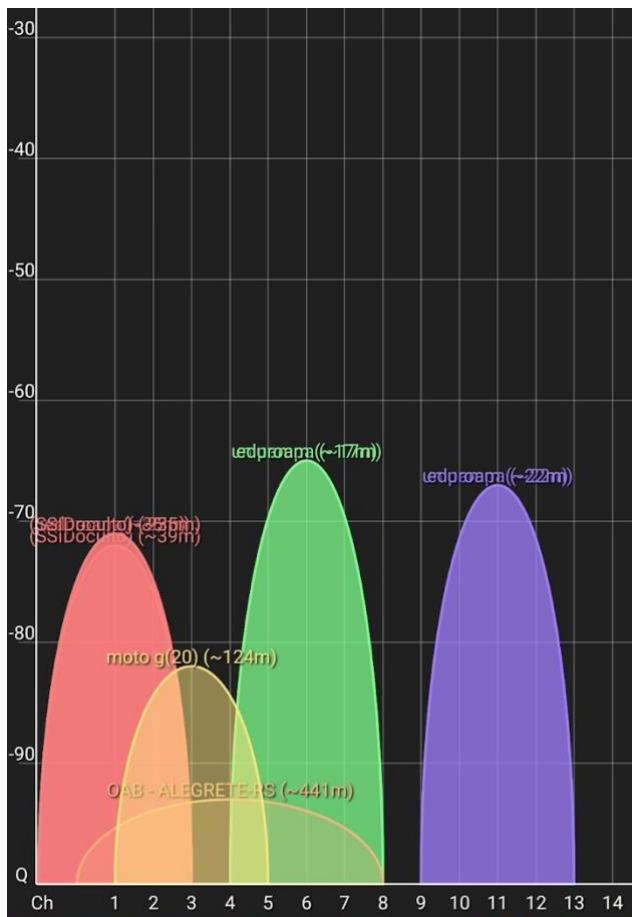
Na segunda atividade, os discentes realizaram medições de sinal wi-fi em prédios públicos e privados. Dessas medições foram obtidos conceitos de interferência, relação sinal-ruído e noções de codificação de sinais para diferenciação dos canais de comunicação em mesma frequência, permitindo aos alunos um conhecimento prévio dos conceitos que irão ser apresentados na sua matriz curricular (Figura 4).

Figura 3 - Medidas de sinal de telefonia móvel



Fonte: dos autores.

Figura 4 - Medidas de sinal de wi-fi em prédios com inúmeros roteadores



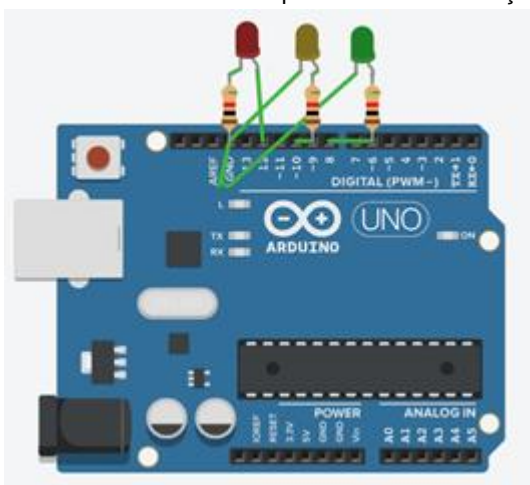
Fonte: dos autores.

Para a terceira atividade, foram preparadas atividades de robótica educacional, envolvendo programação de computadores, eletrônica e efeitos físicos perceptíveis. Para essa ação foi utilizado um site de simulação ([www.tinkercad.com](http://www.tinkercad.com)) que facilmente permite a criação de protótipos funcionais a partir de oficinas montadas para atividades



presenciais com metodologia de mão na massa, onde se aprende fazendo. Por exemplo, a primeira montagem é um protótipo de semáforo que se inicia com 1 LED e termina com os 3 funcionais como em um semáforo de trânsito real, onde os participantes modificam seu tempo e organizam a lógica de verde, amarelo e vermelho (Figura 5).

Figura 5 - Semáforo montado na plataforma de simulação online

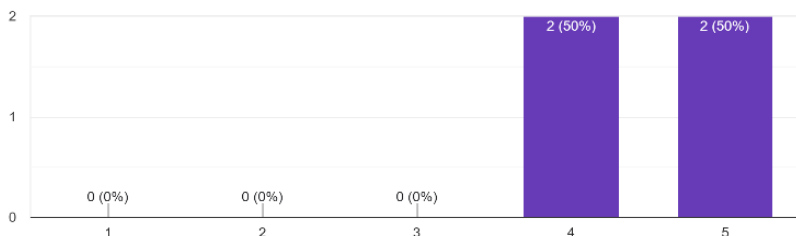


Fonte: dos autores.

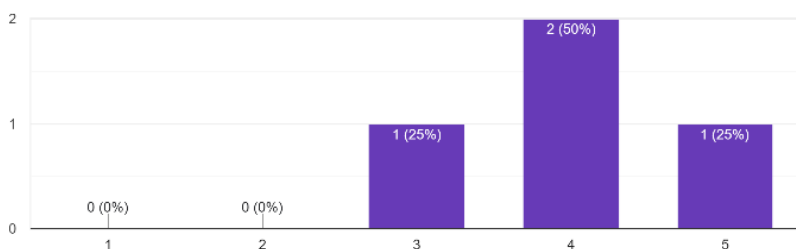
Para avaliar as ações, foi solicitada aos alunos participantes a sua percepção. Todas as avaliações foram entre bom e excelente (4 e 5) para um total de cinco itens, onde 1 é péssimo e 5 é excelente. As Figuras 6 e 7 apresentam alguns resultados gerados para compilar a percepção quanto à formação e ao impacto na comunidade. Os valores estão agrupados porque são auto-explicativos de acordo com as questões e as respostas que apontaram um caminho de aceitação total na escala utilizada, praticamente. Cabe comentar que num cenário de 8 alunos participantes, 4 responderam ou 50% do total. Essa amostra acaba sendo mais significativa por apresentar uma avaliação excelente ou boa da ação, o que mostrou o impacto do que foi feito, motivando-os a responder. Isso geralmente acontece quando a percepção é ruim ou péssima, algo que não ocorreu.

Figura 6 - Avaliação dos alunos quanto à sua formação.

Qual sua percepção sobre a receptividade do público para o conteúdo apresentado?



Qual a relevância do conteúdo para sua formação?



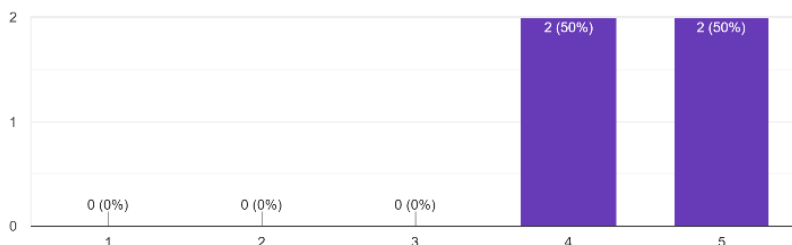
Fonte: dos autores.

Sabendo que o curso em questão oferece 4 áreas básicas, o trabalho executado buscou fortalecer o vínculo com estas e permitir que, no futuro, os discentes percebam a necessidade dos conceitos que irão estudar dentro da matriz curricular. Por outro lado, a comunidade passa a conhecer o curso, entender um pouco mais da área e saber que o conhecimento da Engenharia de Telecomunicações está ao seu alcance.

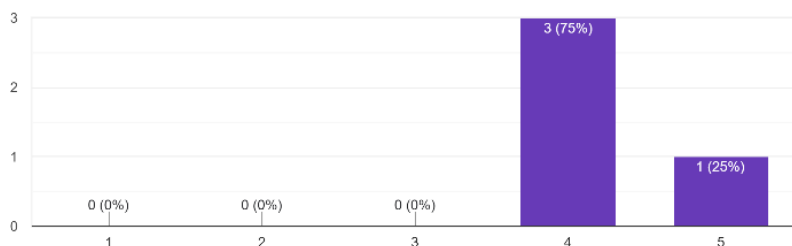


Figura 7 - Avaliação dos alunos quanto ao impacto na comunidade.

Qual a relevância do conteúdo para a comunidade?



No geral, você acredita que a comunidade foi impactada pela ação realizada?



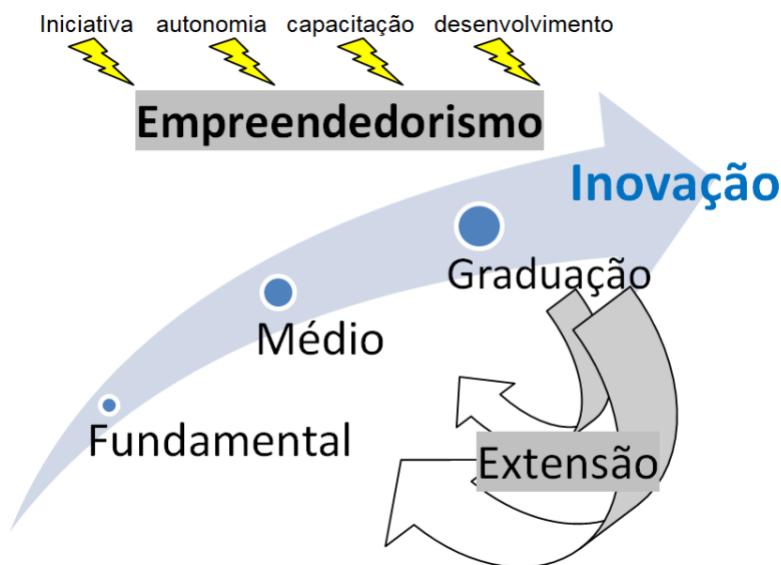
Fonte: dos autores.

Por fim, buscou-se uma contribuição para a formação de Engenheiros conscientes de sua importância e de como seu conhecimento faz a diferença na comunidade, podendo ser uma oportunidade para motivar os ingressantes a continuar nos cursos, diminuindo a evasão. Além disso, espera-se uma formação de bacharéis em Engenharia de Telecomunicações comprometidos com a realidade social de suas comunidades, através da interação via extensão universitária. E, por fim, contribui-se diretamente com uma das atribuições do Engenheiro: ensinar sua profissão.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação pode ser um canal de desenvolvimento. Vários países, como a Coréia do Sul, por exemplo, adotaram essa política e tiveram uma aceleração do seu crescimento econômico e desenvolvimento humano. As experiências relatadas neste texto apontam diretamente para um impacto de mudança nas comunidades, agregando valor e levando o conhecimento da Universidade para a sociedade. Das discussões, foi extraída a Figura 8 para compilar os argumentos.

Figura 8 – Cenário do empreendedorismo e da extensão levando à inovação



Fonte: dos autores.

O Brasil iniciou em 2023 a curricularização da extensão e um pouco antes uma nova trilha de aprendizagem no Ensino Básico, sobretudo no Médio, que busca dar ao jovem uma percepção de suas aptidões e habilidades, para que possa organizar sua carreira acadêmica e o que poderá desenvolver para atuar no mercado de trabalho e na sua formação profissional. Nesse cenário, a discussão mostrou que esses

dois temas estão relacionados também com as DCNs para Engenharia, contemplando uma formação de Engenheiros desde os anos iniciais, fazendo com que tenham uma conexão maior com a área e possam escolher o desafio de se formar nela. Para isso, percebe-se que os estudos apresentados permearam todos esses aspectos e fortaleceram a relação da graduação com a prévia apresentação do conhecimento que poderá ser adquirido ao entrar e permanecer numa Faculdade de Engenharia ou de Ciências Exatas, em geral.

Outra característica que ficou marcada nas experiências relatadas é que o processo da extensão universitária, se executado com início, meio e fim, permitiu ao jovem vislumbrar que o conhecimento gera mais conhecimento e resultados aplicáveis que o tornam ser ativo e transformador da realidade.

Por fim, percebe-se que a integração da extensão universitária com o empreendedorismo do Ensino Médio permite uma aproximação com a comunidade em geral e, sobretudo, com as Escolas, contribuindo significativamente com a nova BNCC e aplicando as novas DCNs. A exploração dessa sinergia deve melhorar índices de evasão em ambos os níveis, ampliar ingressantes na Engenharia e melhorar a aprendizagem significativa a partir de relações socioemocionais que vinculem o conteúdo à prática e permitam a discussão e a troca de conhecimentos no ensino (FREIRE, 1987) (PAPERT, 1994) (FREIRE, 1992).

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DA INDÚSTRIA. **Apenas 42% dos engenheiros brasileiros atuam na área em que se formam.** 2014. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/inovacao-e-tecnologia/apenas-42-dos-engenheiros-brasileiros-atuam-na-area-em-que-se-formam/>>. Acesso em: 01 jun. 2022.

BISPO, C. dos S. **Empreendedorismo e Inovação.** 2020. Disponível em: [https://www.uniceusa.edu.br/aluno/arquivos/iniciacao\\_cientifica/publicacoes/artigo\\_empreendedorismo\\_inovacao.pdf](https://www.uniceusa.edu.br/aluno/arquivos/iniciacao_cientifica/publicacoes/artigo_empreendedorismo_inovacao.pdf). Acesso em: 09 ago. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019.** Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação em engenharia. Brasília, 2019. Disponível em:

[https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/pdf/CNE\\_RES\\_CNE\\_CESN22019.pdf](https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/pdf/CNE_RES_CNE_CESN22019.pdf). Acesso em: 09 ago. 2023.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular. Ensino Médio.** Brasília: MEC. Versão entregue ao CNE em 03 de abril de 2018. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/04/BNCC\\_EnsinoMedio\\_embaixa\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/04/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site.pdf)>. Acesso em: 01 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CES nº 7, de 18 de dezembro de 2018.** Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira. Brasília, 2018. Disponível em: [https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/pdf/CNE\\_RES\\_CNE\\_CESN72018.pdf](https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/pdf/CNE_RES_CNE_CESN72018.pdf). Acesso em: 09 ago. 2023.

CAMPOS, Gilson Ribas. **Análise sobre Ensino de Empreendedorismo e a Geração de Inovação na UNICENTRO.** 2019. Dissertação (Mestrado) – Curso de Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação. Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2019. Disponível em: <https://profnit.org.br/wp-content/uploads/2020/11/UNICENTRO-GILSON-RIBAS-DE-CAMPOS-TCC.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2023.

CHIAVENATO, IDALBERTO. **Administração.** Rio de Janeiro: Editora Elsevier. 1997. ISBN:9788535218589.

COSTA, Danilo de M.; BARBOSA, Francisco V.; SILVA, Cláudio H. P. **Empreendedorismo e Inovação: O Papel Da Educação Superior Nas Economias Mundiais.** XI Colóquio Internacional sobre Gestão Universitária na América do Sul e II Congresso Internacional IGLU, 2011, Florianópolis. **Anais.** Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/32854/8.3.pdf>. Acesso em: 09 ago.2023.

DRUCKER, PETER. **As Fronteiras da Administração:** ensaios. Rio de Janeiro: Editora Campus. 1986. ISBN: 9788535252248.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Esperança:** um reencontro com a pedagogia do oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1992.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido.** 17a. Edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1987.

OLIVEIRA, Agamenon R. E. Os desafios atuais para a formação dos engenheiros brasileiros. **Cadernos FISENGE 3**. Rio de Janeiro: Federação Interestadual de Sindicatos de Engenheiros, 2007.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças**: Repensando a Escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994. 228 p.

## CAPÍTULO 8

### O ENSINO DE FÍSICA BÁSICA EM CURSOS DE ENGENHARIA – FENOMENOLOGIA, CONCEITUAÇÃO E MODELAGEM DO MUNDO FÍSICO

*Octavio Mattasoglio Neto - Coordenador*  
Instituto Mauá de Tecnologia - IMT

*José Aquiles Baesso Grimoni - Coordenador*  
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - EPUSP

*Alexandre Guimarães Rodrigues*  
*José Benício da Cruz Costa*  
*Marlon Carlos Nascimento Pereira*  
*Matheus da Cunha Brito*  
*Renato Martins das Neves*  
Universidade Federal do Pará - UFPA

*André P. Vieira*  
*Carmen P. C. Prado*  
Instituto de Física da Universidade de São Paulo - IFUSP

*Andrea Dias Quintão*  
*Mario Gonçalves Garcia Júnior*  
Centro Universitário Fundação Santo André - CUFA

*Nair Stem*  
*Rodrigo Cutri*  
Instituto Mauá de Tecnologia - IMT

*Nestor Cortez Saavedra Filho*  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

*Ronnie Peter Pereira Zanatta*  
Secretaria Municipal de Educação de Curitiba  
*Silvio Antônio Rodrigues Martins Junior*  
Instituto Federal do Paraná - IFPR

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>264</b>
<b>2</b>	<b>A FÍSICA NOS CURSOS DE ENGENHARIA - ACOLHIMENTO E INTEGRAÇÃO DO ESTUDANTE .....</b>	<b>265</b>
<b>3</b>	<b>ESTRATÉGIAS DE ENSINO COMO FERRAMENTAS DE APRENDIZAGEM DA FÍSICA EM CURSOS DE ENGENHARIA .....</b>	<b>271</b>
<b>4</b>	<b>AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DE FÍSICA EM CURSOS DE ENGENHARIA .....</b>	<b>280</b>
<b>5</b>	<b>ENSINO DE FÍSICA – DILEMAS E CAMINHOS NA PÓS- MODERNIDADE .....</b>	<b>284</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>289</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>291</b>
	<b>APÊNDICE A - Rubricas utilizadas no Open LMS</b>	<b>295</b>

## **O ENSINO DE FÍSICA BÁSICA EM CURSOS DE ENGENHARIA – FENOMENOLOGIA, CONCEITUAÇÃO E MODELAGEM DO MUNDO FÍSICO**

### **1 INTRODUÇÃO**

A Física é uma ciência experimental e exata sendo base para compreensão do mundo e é amplamente usada na Engenharia. O conhecimento da Física ajuda na observação, análise e interpretação de fenômenos, o que leva à elaboração de leis físicas que permitem a predição de resultados que, por sua vez, determinam limites para projetos e a construção de equipamentos e sistemas que atendam a solução de problemas.

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) dos cursos de Engenharia (MEC, 2019), trazem como uma das competências fundamentais do Engenheiro “analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação”. Como complemento há um detalhamento dessa competência:

- a) ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras.
- b) prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos;
- c) conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo.

Promover a aprendizagem da Física em cursos de Engenharia traz ao mesmo tempo o desafio de promover uma formação em fundamentos dessa ciência como também promover a apropriação de conhecimento de ferramentas que possam ser aplicadas de modo prático na solução de problemas reais. É um caminho estreito que deve ser seguido com cautela para não se cair na tentação de um aprofundamento teórico desestimulante para os estudantes de engenharia ou de um tratamento superficial que transforma o conhecimento em mera aplicação de fórmulas sem sentido algum.



Este capítulo aborda o ensino de Física em cursos de Engenharia e nasceu com o propósito de coletar, discutir, registrar e difundir experiências do ensino dessa ciência tornando-a mais alinhada às expectativas dos atuais dos cursos de Engenharia.

Com contribuições que tratam do acolhimento discente, do uso de estratégias ativas e de novas tecnologias, também se irá fazer uma reflexão sobre a avaliação da aprendizagem nessa disciplina. Como complemento será apresentada uma reflexão do papel do ensino de Física na pós-modernidade, tudo isso dando margem a uma discussão ampla sobre o papel dessa disciplina no cenário de formação de engenheiros.

Além de promover a formação de profissionais tecnicamente bem capacitados, competentes no modelamento do mundo físico e que façam uso das novas tecnologias a Física também pode contribuir na formação de profissionais sensíveis às demandas de um mundo sustentável e inclusivo.

A discussão na Sessão Dirigida realizada no COBENGE 2023, pautada pelas contribuições recebidas dos coautores deste capítulo ampliou a percepção inicial do tema e, principalmente, mostrou que há pessoas sensíveis e engajadas em aproximar de modo mais efetivo o Ensino de Física do Ensino em Engenharia. Então, vamos a apresentação dos resultados.

## **2 A FÍSICA NOS CURSOS DE ENGENHARIA - ACOLHIMENTO E INTEGRAÇÃO DO ESTUDANTE**

As séries iniciais dos cursos de Engenharia trazem diversos desafios para os seus estudantes. O primeiro é relacionado à mudança de atitude que deve ter frente ao compromisso de aprendizagem. Assume-se que o estudante ao ingressar no ensino superior tem clareza sobre o seu papel que é de ser responsável por acompanhar e buscar entender o que é oferecido nos programas de ensino. No entanto, muitos estudantes não conseguem fazer um bom uso das ferramentas que lhes são oferecidas por falta de disciplina e organização para o estudo, não assumindo com propriedade seu papel de buscar internalizar o conhecimento.

Outro desafio é que o estudante ingressa em cursos de Engenharia com a expectativa de que desde os primeiros dias de curso irá “engenheirar” e, no entanto, se depara com disciplinas que estão aparentemente distantes da engenharia, como a Física e as

Matemáticas, levando alguns a se desestimularem e a aumentar a taxa de evasão.

Há ainda a dificuldade de os ingressantes em cursos de Engenharia trazerem deficiências do ensino médio, tanto em modelagem matemática quanto em conceitos físicos (OLIVEIRA & PASSOS, 2014; PARK, 2019) o que representa uma barreira para acompanhar as Matemáticas e a Física que são trabalhadas com um formalismo e uma abordagem inalcançável para alguns estudantes. O desenvolvimento do raciocínio em física para que esteja posteriormente apto a atuar no desenvolvimento das competências da Engenharia e, na sequência, desenvolver modelos utilizados nessa atividade profissional, passa obrigatoriamente pelo desenvolvimento conceitual (NGUYENA & MELTZERB, 2003; MALONEY, 2011; VREELAND, 2012; ALI et al, 2014; FAKCHAROENPHOL & STELZER, 2014).

Esses três fatores estão agravados atualmente pelo fato de que o distanciamento provocado pela COVID-19 ampliou o déficit de conhecimento dos ingressantes. A falta de interação direta com professores e colegas, juntamente com as dificuldades inerentes ao aprendizado remoto, fez com que muitos estudantes falhassem ao enfrentar obstáculos extras na assimilação desses conteúdos fundamentais.

Muitas escolas buscam estratégias para superar essas dificuldades dos alunos ingressantes. Nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) dos cursos de Engenharia (MEC, 2019), vê-se um grande destaque dado à importância do reconhecimento pelo próprio estudante de seu desenvolvimento profissional e pedagógico ao longo de seu curso de graduação. Nesse sentido o acolhimento docente é uma dimensão explicitamente indicada nas DCNs e deve ser estruturado e oferecido pelas escolas de engenharia.

Quando se fala em acolhimento docente deve-se pensar em múltiplas dimensões, desde aquela vinculada a aspectos socioambientais, por exemplo para estudantes que se afastam da família para estudar em instituições distantes, ou de alunos com dificuldades de aprendizagem e que carecem de um acompanhamento mais especializado, até estudantes que tiveram uma formação pouco eficaz no ensino médio, e carecem de um programa de adaptação e nivelamento às condições mínimas necessárias para acompanharem os programas das disciplinas iniciais desses cursos.

## 2.1 Os cursos de engenharia do Centro Universitário Fundação Santo André

Na matriz curricular dos cursos de Engenharia do Centro Universitário da Fundação Santo André (CUFSA), todos na modalidade semestral, desde 2008, os alunos passaram a ingressar no chamado Ciclo Básico, comum a todas as engenharias. Após o primeiro ano o aluno opta pela modalidade que irá seguir: Mecânica, Civil, Automação, Produção e Eletrônica. O Quadro 1 traz matriz do Ciclo Básico do ano de 2008.

Quadro 1 - Matriz curricular do Ciclo Básico dos cursos de Engenharia do CUFSA em 2003.

Semestre da disciplina	Disciplina
1º sem	Cálculo I
	Inglês Técnico
	Introdução à Informática
	Química Geral e Experimental
	Física Geral e Experimental
	Comunicação e Expressão I
2º sem	Cálculo II
	Probabilidade e Estatística
	Introdução à Ciência dos Materiais
	Química Geral e experimental II
	Comunicação e Expressão I
	Desenho Técnico
	Geometria Analítica
	Inglês Técnico

Fonte: Os autores

Após 2 décadas houve mudanças com inserções de novas disciplinas. No Quadro 2 está indicada a matriz 2023 do Ciclo Básico.

Quadro 2 - Matriz curricular do Ciclo Básico dos cursos de Engenharia do CUFSA em 2023.

Semestre da disciplina	Disciplina
1º sem	Algoritmo e Linguagem de Programação
	Engenharia e Tecnologia/ACEx
	Matemática
	Eletricidade e Energia
	Modelagem e Simulação do Mundo Físico
	Educação em Direitos Humanos e Educação das Relações Étnico-Raciais (EAD)
	Educação Ambiental (EAD)
	Responsabilidade Social, Ética, Ciência e Sociedade (EAD)
2º sem	Cálculo I
	Desenho Técnico
	Física Geral I
	Laboratório de Física Geral I
	Química Geral I
	Laboratório de Química Geral I
	Projeto Integrador I/ACEx
	Atividades Complementares
	Gestão de Projetos e Análise de Viabilidade (EAD)
	Metodologia da Pesquisa Científica (EAD)

Fonte: Os autores

## 2.2 Uma proposta de inserção curricular de estudantes de Engenharia

Cursos de nivelamento são uma das estratégias utilizadas na busca da superação das dificuldades de aluno que ingressam no ensino superior. Algumas vezes oferecidos até mesmo antes do início do ano letivo outras vezes introduzidos nos currículos dos cursos o nivelamento tem, via de regra, fazer o aluno superar as deficiências que traz do ensino médio. A pergunta que se pode fazer é, há alternativas para superação dessas dificuldades? Se a resposta for não, o nivelamento deveria ser

instituído em todos os cursos de Engenharia. Mas cabe aqui conhecer a experiência de uma instituição que fez do nivelamento a porta de entrada nos cursos de Engenharia, mas percebeu que pode fazer algo mais.

O Centro Universitário da Fundação Santo André (CUFSA) percebendo a dificuldade dos alunos ingressantes e a alta taxa de evasão por dificuldades em acompanhar os cursos, criou e introduziu a partir de 2021 nos seus cursos de Engenharia a disciplina Modelagem e Simulação do Mundo Físico, que tem por objetivo aproximá-los da Física I, evitando a evasão pela deficiência trazida pelo estudante.

O fundamento que norteou a decisão institucional é que para combater o problema da evasão é essencial melhorar o acompanhamento pedagógico, estabelecer objetivos educacionais e ter metas claras.

A disciplina Modelagem e Simulação do Mundo Físico passou a ser oferecida no semestre imediatamente anterior ao da disciplina Física I. As atividades desenvolvidas nessa disciplina alinham-se com os instrumentos de avaliação do MEC (INEP, 2017), que incentivam trabalhar conhecimentos vindos de periódicos científicos e, também se alinha com as novas DCNs da Engenharia que indica que o ensino deve ser voltado para promover o desenvolvimento de competências.

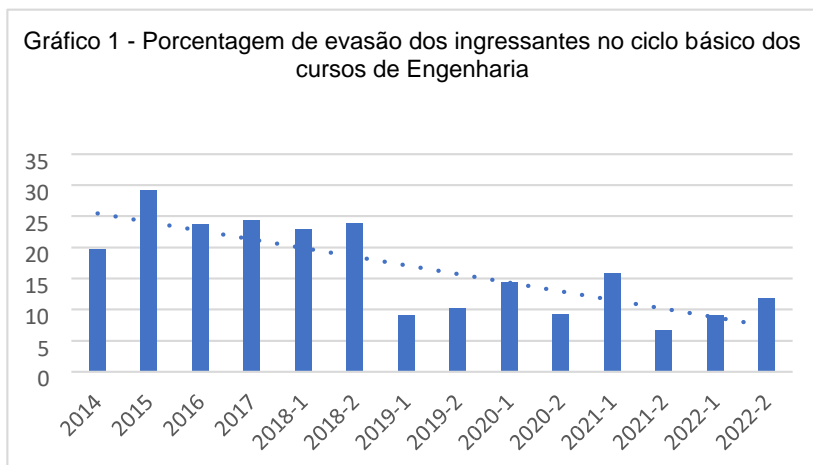
A ementa e outras informações sobre as disciplinas Modelagem e Simulação do Mundo Físico e Física I estão indicadas no Quadro 3, permitindo a comparação entre ambas.

Quadro 3 - Ementas, carga horária e momento de oferta das Física I e Modelagem e Simulação do Mundo Físico.

Disciplina	Semestre da disciplina	Carga horária semanal	Ementa
Modelagem e Simulação do Mundo Físico	1º	2 h/a	A modelagem como simulação imperfeita da realidade. Princípios de Vetores, operações com vetores. Cinemática. Cinemática vetorial. Estudo do movimento. Matrizes e Sistemas lineares. Geometria Analítica Plana.
Física I	2º	4 h/a	Leis de Newton. Aplicações das Leis de Newton. Trabalho, energia cinética e potencial. Conservação da Energia.

Fonte: Os autores

O impacto na evasão dos estudantes com a inserção da disciplina de Modelagem e Simulação do Mundo Físico no 1º semestre do curso, usando como referência a taxa de evasão dos alunos no 1º do curso quando ele era anual (de 2014 a 2017) e o 2º semestre dos cursos semestrais, quando os alunos cursaram Cálculo I e Física I, mas depois de terem cursado as disciplinas Matemática e Modelagem e Simulação do Mundo Físico, pode ser observado no Gráfico 1.



Fonte: Os autores

Deve-se ressaltar que a introdução da disciplina Modelagem e Simulação do Mundo Físico foi precedida pela introdução da disciplina Matemática que por sua vez antecede a disciplina Cálculo I. Portanto, o gráfico carrega também as informações relativas à introdução de duas inovações no currículo, que juntas colaboraram para a redução significativa da evasão dos estudantes.

Há ainda que ser observado que de 2014 a 2017 o curso era anual, tornando-se semestral em 2018. Porém, somente em 2019 os cursos de Física I e Cálculo I passaram a ser oferecidos no 2º semestre do curso, com as disciplinas Matemática e Modelagem e Simulação do Mundo Físico começando a ser implantadas a partir de 2019. Portanto, é importante comparar a evasão das turmas de 2014 a 2018, quando os cursos de Física I e Cálculo I estavam no 1º semestre dos cursos, com

as evasões dos 2º semestres dos anos de 2019 a 2022, quando as disciplinas Física I e Cálculo I passaram para os 2º semestres dos anos em questão.

A competência II indicada nas DCNs dos cursos de Engenharia (MEC, 2019) indica que a compreensão e modelagem do mundo físico é fundamental na formação do Engenheiro e, portanto, a experiência relatada vai ao encontro dessa indicação e mostra resultado positivo na permanência de estudantes no curso de Engenharia.

A experiência apresentada é um caminho curricular para o acolhimento e a melhoria do desempenho do estudante, mas o maior desafio é tornar nosso aluno protagonista de sua caminhada escolar, e não mais como figura passiva, como acontecia no passado.

### **3 ESTRATÉGIAS DE ENSINO COMO FERRAMENTAS DE APRENDIZAGEM DA FÍSICA EM CURSOS DE ENGENHARIA**

Ao se analisar as estratégias ativas para aprendizagem pode-se considerar aquelas voltadas para o trabalho em sala de aula e outras que exigem um forte envolvimento do estudante para além da sala de aula. No conjunto das primeiras pode-se citar a instrução por pares (*Peer Instruction*) (CROUCH & MAZUR, 2001; CROUCH et al. 2007), a sala de aula invertida (*Flipped classroom*) e o ensino híbrido (*Blended learning*). Esse último ainda que considere uma atuação fora da sala de aula, tem o seu foco no trabalho em sala de aula. Como estratégia para além da sala de aula, pode-se citar o Ensino por Projetos (*Project Based Learning*), que levam os estudantes a realizarem pesquisa e trabalho muitas vezes em horários fora da sala de aula.

O desempenho de cada uma delas está vinculada ao objetivo de aprendizagem, à habilidade do professor em conduzi-la, às condições estruturais para sua realização e à sua vinculação com outras disciplinas do curso, podendo nesse caso ser utilizada como ferramenta de relação interdisciplinar.

#### **3.1 Ensino de Física com uso de estratégias ativas: a experiência SCALE-UP**

O uso de variadas estratégias no ensino de Física busca atender uma grande diversidade de demandas. Podemos citar a abordagem experimental, essencial para a conexão entre as teorias e o mundo ao

nosso redor, assim como a compreensão do papel dos modelos, das observações e experimentos na validação da descrição dos fenômenos estudados, bem como a necessidade da compreensão profunda de conceitos fundamentais, e com ela o desenvolvimento de estratégias específicas (ver por exemplo MAZUR, 2015), ou ainda a integração, ao processo de ensino e aprendizagem, das tecnologias que cercam o estudante desse início do século XXI. Uma proposta com foco nessas demandas é o SCALE-UP (BEICHNER et al., 2007), que tem como objetivo viabilizar e facilitar a introdução das chamadas metodologias ativas em cursos universitários nos quais as disciplinas são, em geral, ministradas para turmas numerosas, às vezes de mais de 100 alunos, e com base em ementas mais rígidas. O projeto, desenvolvido inicialmente para o ensino de física universitária em um ciclo básico que incluía engenharias, resultou em um conjunto de estratégias de ensino, em materiais didáticos, além de orientações práticas diversas com o objetivo de criar um ambiente didático colaborativo, rico em atividades práticas e computacionais.

O SCALE-UP pressupõe que a aprendizagem é melhor e mais eficiente se os estudantes são submetidos a estratégias que os façam colocar a “mão na massa” (FREEMAN, 2014).

O Instituto de Física da USP (IFUSP) tem experiência na condução da estratégia SCALE-UP, que será aqui relatada<sup>5</sup>. A infraestrutura necessária é simples, e inclui mesas adequadas ao trabalho em equipe (Figura 1), telas de projeção em várias posições na sala de aula, de modo que os estudantes tenham visão da projeção do material instrucional de qualquer local da sala. Inclui ainda quadros brancos no entorno da sala, para que os estudantes possam escrever e expor ideias e discussões; um notebook com acesso à internet por equipe, um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) ([Moodle](#) ou outro), e equipamentos e espaço para pequenos experimentos. A ideia é permitir aos alunos, tanto o acesso a informações e recursos disponíveis na internet como a pequenos experimentos, durante as aulas, que podem ser realizados mesmo em turmas da ordem de 100 alunos, conduzidas, por exemplo, apenas por um docente e por um ou dois monitores.

---

<sup>5</sup> Mais informações sobre características das turmas e particularidades do currículo do ciclo básico no IFUSP podem ser encontradas em <http://fig.if.usp.br/~scaleup>



Figura 1 – Sala estúdio do SCALE-UP



Fonte: Os autores.

Essa sala estúdio possibilita intercalar facilmente trabalho em equipe e miniaulas, favorecendo que alunos e instrutores troquem informações entre si. As lousas permitem que as equipes apresentem suas ideias e estas sejam acompanhadas com facilidade pelos instrutores, que podem dar feedback rápido sobre o desempenho dessas equipes. Também é possível, aos alunos, simplesmente olhando ao redor da sala, comparar resultados e abordagens ou identificar uma pista do caminho a seguir, de forma que possam ir em frente na tarefa, eventualmente sem ter que recorrer ao professor. Para viabilizar à equipe docente um acompanhamento adequado do trabalho dos alunos, sugere-se que as atividades práticas sejam curtas, durando tipicamente de 15 a 20 minutos, e sejam intercaladas por outras, conduzidas coletivamente pelo professor.

O SCALE-UP se apoia na ideia de sala de aula invertida (TUCKER, 2012), que considera que o primeiro contato dos alunos com o conteúdo a ser estudado deve ocorrer antes da aula. No SCALE-UP, o primeiro contato se dá através da leitura de textos. Para estimular e facilitar o estudo prévio dos estudantes, há, para cada aula, um questionário com poucas perguntas ou com exercícios simples sobre o conteúdo, que deve ser respondido em ambiente virtual, *antes do início da aula*.

Essa estratégia permite que o período de aula seja utilizado de modo mais nobre que a mera apresentação de conteúdos no quadro negro,

ajudando os alunos, com base em um amplo leque de atividades, a entenderem melhor os conceitos, bem como exercitá-los na resolução de problemas mais complexos e realistas. Na sala de aula, faz-se uso de uma gama variada de estratégias ativas, que incluem a instrução por pares (MAZUR, 2015), o uso de programas e simulações, como códigos computacionais escritos em linguagem VPython e as simulações disponíveis na plataforma PhET<sup>6</sup>, além de cálculos analíticos. Durante as aulas, há ainda exposições curtas do professor, sempre intercaladas com as atividades em equipes, que servem tanto para contextualizar a atividade quanto para retomar pontos que o professor identifica como especialmente relevantes ou que causaram maior dificuldade, garantindo um ritmo coletivo à aula. Os estudantes recebem as orientações e o material de trabalho através do Moodle, assim como é através do Moodle que os alunos registram ou entregam os resultados obtidos.

Na proposta SCALE-UP, as atividades não são pré-determinadas; tem-se um protocolo de trabalho aberto, flexível, adaptável ao perfil dos estudantes, às necessidades dos professores e aos currículos das diversas instituições de ensino. Há, no entanto, orientações gerais importantes, como a de trabalhar com atividades com duração em torno de 15 minutos, intercaladas com outras conduzidas pelo docente, envolvendo toda a classe.

Após as aulas, os alunos respondem listas de exercícios, também pelo AVA, que oferece um feedback imediato, mas também permite a submissão das soluções detalhadas, por escrito e individualizadas. Por sorteio, no caso da experiência do IFUSP, algumas listas eram escolhidas para uma correção detalhada, cuja nota eventualmente substituía a obtida eletronicamente.

A experiência SCALE-UP conduzida pelo Instituto de Física da USP, de 2014 a 2019, envolveu as disciplinas de Física I e II, ministrada para cerca de 280 alunos por semestre, para os cursos de bacharelado de Física, Astronomia, Geofísica e Meteorologia, períodos diurno e noturno, divididos em quatro turmas de cerca de 70 alunos. Para avaliar o desempenho dos alunos que participaram das aulas utilizando o SCALE-UP, foram analisados dados dos boletins finais de notas, dos anos de 2012 a 2017, nas disciplinas de Física I, II e III. Com base nesses dados, comparou-se a estatística de alunos aprovados (A), reprovados por nota

---

6 Mais referências sobre a plataforma PhET pode ser encontrada em <https://phet.colorado.edu/>

(RN) e reprovados por ambos (RA, ou desistentes). Como índices de aprovação dependem do nível de exigência das avaliações, comparou-se também o desempenho na disciplina seguinte, Física III, dos alunos que cursaram a disciplina Física I e Física II com o método ativo.

Em 2012 e 2013, as disciplinas em questão também foram ministradas pelo método tradicional e a análise foi feita para permitir alguma comparação. Em 2014, as mudanças metodológicas foram parciais e introduzidas de forma gradativa, sendo realizadas em apenas uma das três aulas da semana, com as outras duas no formato tradicional (método híbrido).

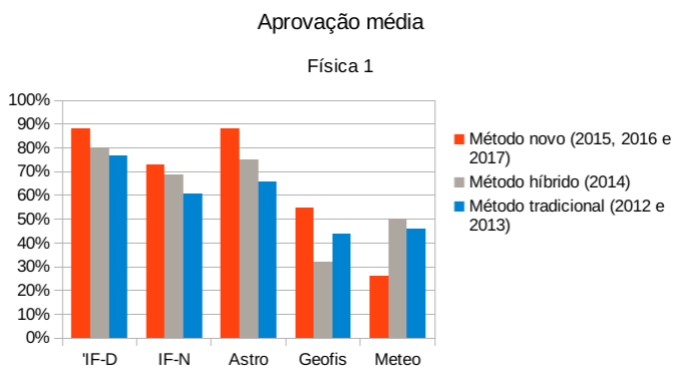
Em 2015, implementou-se integralmente a nova proposta metodológica. O curso de 2015 foi bastante modificado em 2016, com correções nas atividades e na dinâmica, mas também com a incorporação de sugestões e exigências das comissões que coordenam o ensino de graduação no IFUSP. Em 2017 e 2018, as modificações foram menores.

Como no SCALE-UP há um controle pleno da frequência dos alunos, o que não é a regra nas disciplinas ministradas pelo método tradicional, a análise se concentrou nos índices de aprovação, que foram bastante favoráveis ao método ativo, como mostram os Gráficos 2 e 3. Mesmo no caso da disciplina de Física III, ministrada por outra equipe, no método tradicional, e de forma bastante teórica, com muita exigência matemática, a comparação do desempenho dos alunos que passaram pela experiência SCALE-UP com o dos alunos que só cursaram disciplinas pelo método tradicional mostra resultados encorajadores.

○

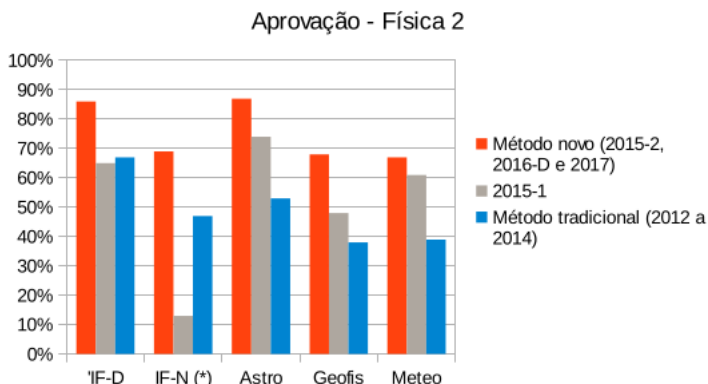
Gráfico 2 e o Gráfico 3 comparam índices de aprovação nas disciplinas de Física I e II, indicando um ganho na aprovação quando a disciplina foi ministrada com metodologias ativas.

Gráfico 2 – Aprovação na disciplina Física 1 Período 2014 2017



Fonte: Os autores

Gráfico 3 - Aprovação na disciplina Física 2 Período 2014 2017



Fonte: Os autores

Uma análise do perfil dos alunos matriculados em Física III em 2017 mostra que apenas 41% participaram da experiência SCALE-UP; considerando apenas os alunos desse subconjunto, com todos os requisitos exigidos pela disciplina, a aprovação foi de 80%, maior que a média da turma, indicando claramente que estavam perfeitamente preparados para saírem-se bem em uma disciplina tradicional.

A experiência do SCALE-UP mostra eficácia na aprovação dos estudantes e se mostra promissora para aplicação em cursos de Engenharia, sendo a experiência conduzida no Instituto de Física da USP referência para potenciais aplicadores dessa estratégia.

### 3.2 Ensino de Física com uso de projetos: A experiência do Laboratório de Inovação Didática em Física

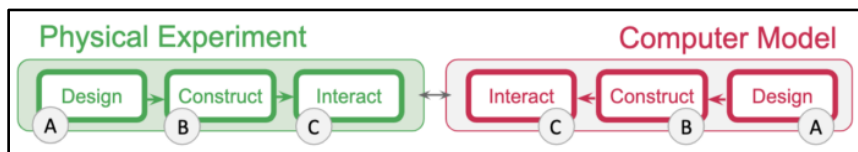
Muitos são os motivos que impellem professores, pesquisadores e gestores vinculados aos cursos de graduação em engenharia na busca por inovações didáticas, pedagógicas e curriculares que sejam realmente efetivas para o desenvolvimento das habilidades e competências que atendam às necessidades da sociedade contemporânea (SILVA & OLAVE, 2020; CARVALHO & TONINI, 2017; GALLOWAY, 2008; GRIMSON, 2002). Como resposta a essa busca pela inovação, foi criado em 2017 no Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará (UFPA), o Grupo de Pesquisa do Laboratório de Inovação Didática em Física - LIDF<sup>®</sup>. Esse grupo conta com professores e estudantes de

graduação e pós-graduação de variadas formações (professores da Educação Básica, do Ensino Tecnológico, Físicos, Engenheiros e Neurocientistas). O grupo reúne esforços no desenvolvimento, validação e avaliação de produtos e metodologias didático-pedagógicas alinhadas a um grupo de diretrizes cunhadas como “Princípios de Design LIDF®”.

Um dos produtos desenvolvidos pelo LIDF® é um Projeto Integrador que buscou estimular o desenvolvimento das seguintes competências no estudantes: Identificar na situação-problema posta, as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la; Selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo; Representar dados e utilizar escalas; fazer estimativas; elaborar hipóteses; interpretar resultados; Relacionar os conceitos teóricos das disciplinas inter-relacionadas com o projeto com a prática relacionada ao desenvolvimento do projeto; Realizar levantamento e análise de dados estatísticos; Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos; Atuar em equipes multidisciplinares; Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais; Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

O projeto integrador do LIDF® é delineado também em consonância com duas abordagens metodológicas, a Instrução por Modelagem e a Modelagem Bifocal (MB). A MB é um método de ensino por investigação (CARVALHO, 2018), que desafia os alunos a projetar, comparar e examinar as relações entre experimentos físicos e modelos computacionais, justificando o termo “Bifocal” (TLTL, 2023). A Figura 2 ilustra o esquema proposto para MB.

Figura 2 - Estrutura de modelagem bifocal com as etapas de planejamento, construção e comparação de um modelo físico e um modelo computacional.



Fonte: (COLUMBIA, 2023)

### ***Projeto Integrador LIDF®: o desafio da ponte com palitos de picolé***

No desafio “ponte de palitos de picolé” os alunos foram desafiados a construir um modelo físico de uma ponte treliçada fazendo uso de hastes de madeira (palitos de picolé) e concomitante a isso, um modelo matemático-computacional da mesma estrutura. Os modelos físico e virtual deveriam ser comparados em um ensaio destrutivo de carga, permitindo aos alunos compararem o desempenho previsto no modelo matemático-computacional com o desempenho real.

Os estudantes tinham à sua disposição ferramentas de suporte para o enfrentamento do desafio (Quadro 4).

Quadro 4 - Apresentação das ferramentas disponibilizadas aos alunos

Recurso (ferramenta)	Finalidade no PI
Guia PI - LIDF <sup>®</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar o desafio proposto;</li> <li>• Apresentar as etapas previstas para o projeto;</li> <li>• Clarificar os papéis e as ações de todos os participantes (equipe de coordenação e estudantes);</li> <li>• Delineamento de competências gerais e transversais a serem desenvolvidas no projeto;</li> <li>• Cronograma contendo todos os marcos de entrega previstos no projeto;</li> <li>• Descrição das modalidades e dos critérios de avaliação utilizados no projeto (tanto para o relatório quanto para a apresentação da pesquisa);</li> <li>• Referências bibliográficas.</li> <li>• Estrutura de apêndices (Esboço do Modelo Físico; Imagem do Modelo Computacional; Tabela de Conceitos e/ou Mapa Conceitual; Questões Desafiadoras)</li> </ul>
Regras do desafio	Orientar os alunos e facilitar a orientação dos alunos em relação ao que é permitido em termos de materiais e de formatos de ponte.
Manual de Diário de Bordo	Orientar o registro dos processos que levam a equipe a cumprir o desafio.
Guia EduScrum	Instruir os alunos em ferramentas ágeis de gestão de projetos.
Modelo de relatório	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientar os alunos na confecção do relatório.</li> <li>• Tornar transparente os requisitos para avaliação do relatório pelo professor.</li> <li>• Explicar o que é cada um dos itens presentes do Relatório de Pesquisa</li> </ul>

Rubrica de avaliação	Guiar professores e alunos sobre o modo como estão sendo avaliados, quais são as habilidades, conhecimentos e/ou atitudes que se espera potencializar.
Práticas integrativas	São treinamentos destinados a apoiar os alunos no cumprimento do desafio.

Fonte: Os autores

O projeto tinha etapas a serem desenvolvidas. Primeira etapa: engajamento; Segunda etapa: construção do modelo físico; Terceira etapa: construção do modelo computacional e; Quarta etapa: ensaio destrutivo.

Para aferição dos resultados, os alunos foram avaliados tanto pela apresentação do trabalho de pesquisa do projeto integrador (seminário) como pela parte escrita da pesquisa (relatório).

A avaliação das apresentações foi realizada por uma equipe formada pelo professor da disciplina, um aluno monitor e um professor convidado membro do LIDF<sup>®</sup>. As equipes foram arguidas após as apresentações e receberam feedbacks, numa rica interação.

O resultado alcançado com o projeto mostra que as equipes se envolveram e elaboraram boas apresentações finais, à altura de um bom trabalho de pesquisa, atendendo as expectativas para a disciplina.

A avaliação da pesquisa indica que conceitos/conteúdos importantes e pouco comuns de serem apreendidos no curso tradicional de Física 1 foram citados pelos alunos, indicando um avanço além daqueles muitas vezes alcançados em cursos tradicionais expositivos de Física 1, cabe citar: Método dos nós; Método das seções; Limite de resistência; Treliças; Treliças planas; Vínculos; Módulo de elasticidade; Ensaio de tração; Curva tensão-deformação; Esforços Mecânicos; Esforços de Tração; Esforços de Compressão; Princípio de Superposição de Forças; Vetores.

Foi elaborado um guia do PI que ajudaria na avaliação dos projetos com Questões Desafiadoras tais como: Para que usar o *Gantt Project* como ferramenta de gerenciamento de projetos? Os reforços nos nós da treliça colaboram para maior resistência da estrutura? Como saber o tempo de cura da cola de madeira usada para colagem dos palitos? Essas questões foram identificadas pelas equipes. Os resultados indicam que os próprios alunos foram capazes de destacar os principais empecilhos e desafios na elaboração do projeto.



Em síntese, o PI promoveu uma vivência de princípios de engenharia na construção de modelo físico de uma ponte de palito de picolé e do respectivo modelo computacional da ponte. Os alunos construíram, compararam, estimaram e argumentaram, demonstrando ganhos ao conseguir compreender e contextualizar conceitos físicos em problema típico de engenharia. Para além do conhecimento técnico, as equipes destacaram o aprendizado em gerenciar o conflito no trabalho em equipe e citaram como desenvolvimento pessoal a melhoria na capacidade de gestão dos estudos e a capacidade para gerenciar tarefas de projeto.

#### **4 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DE FÍSICA EM CURSOS DE ENGENHARIA**

Na estruturação de qualquer disciplina num currículo a avaliação é um ponto importante e que tem que estar alinhado com os objetivos de aprendizagem.

Avaliações formativas desenvolvidas ao longo do semestre letivo são fundamentais para promover ritmo de estudo e engajamento dos estudantes, permitindo o desenvolvimento das competências esperadas: equacionar, modelagem física, habilidades de interpretação física, realização de medidas físicas, comunicação oral e escrita.

Alguns instrumentos formativos desenvolvidas junto aos estudantes da disciplina de Física 1 dos cursos de Engenharia do Instituto Mauá de Tecnologia (IMT) têm o objetivo de engajar os alunos e levá-los a estudar pequenos “pacotes de conteúdo”, facilitando assim o seu aprendizado, é o caso dos tutoriais online com *h5p* e das sínteses de experimentos de laboratório. Cabe aqui uma breve apresentação desses instrumentos.

##### **4.1 Vídeos online *h5p***

O uso de tutoriais com conceitos introdutórios revisando conceitos de Física 1 utilizaram o recurso *h5p* na forma de vídeos ou apresentações intercaladas com questões. Esses vídeos apresentam uma sequência histórica com pausas para testes que podem ser realizadas em múltiplas tentativas (STEM, et. al., 2021), permitido ao aluno assistir de modo mais interativo a explicação e responder questões de múltipla escolha, em certos instantes do vídeo, de forma ativa. Esses vídeos eram recomendados com elemento pré-aula, permitindo que os alunos



realizassem várias tentativas e revisassem os conceitos aprendidos anteriormente no ensino secundário.

## 4.2 Sínteses de Laboratórios Semanais

As aulas de laboratório tratam de conteúdos correlatos com as aulas de teoria e visam o desenvolvimento de habilidades como realizar medidas físicas, estimar erros experimentais e calcular a propagação de incertezas, além de promover a competência de modelamento físico, com equações e/ou gráficos. As competências abordadas nestes relatórios estão relacionadas com as DCNs dos cursos de engenharia (OLIVEIRA, 2019).

Os alunos trabalham em equipes com três ou quatro componentes e as atividades são avaliadas por rubricas (STEM et. al., 2022), que visavam tornar a avaliação explícita para que os alunos soubessem identificar os pontos a serem melhorados via feedback. Uma vez que os alunos trabalham em equipes no laboratório e com o objetivo de que todos os alunos recebessem feedback, foram utilizados os recursos tarefa e escolha grupos do *Open LMS*, que é o AVA utilizado na instituição. Nessa avaliação foram utilizadas rubricas descritivas (APÊNDICE A) que permitiam ao aluno identificar item a item as competências avaliadas. No final uma única nota era gerada pelo *Open LMS*. Exemplos das atividades desenvolvidas podem ser encontradas no Quadro 5, que traz duas figuras de experimentos conduzidos nas aulas.

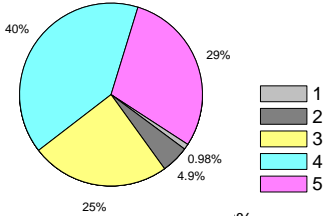
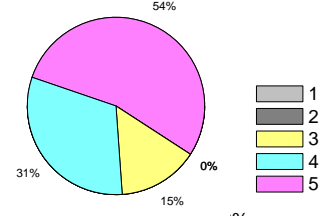
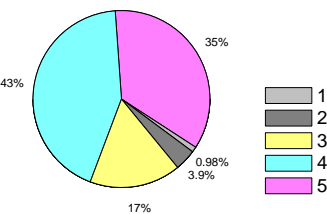
Quadro 5 - Exemplos de experimentos semanais realizados no decorrer do ano letivo de 2022

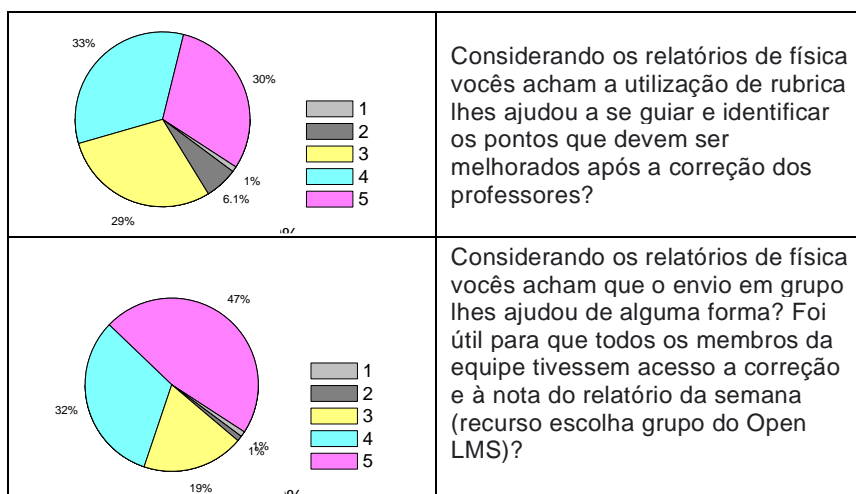
Mini Kit Rotacional com sensor de rotação	Engavetamento de Carros e o estudo de colisões com sensor de movimento
	

Fonte: Os autores

Para o levantamento da percepção dos estudantes sobre os diferentes instrumentos de avaliações utilizados na disciplina criou-se um questionário no *Google forms* cujo link foi encaminhado aos estudantes. Foi solicitado que respondessem ao questionário, com sigilo garantido. Os dados obtidos foram organizados numa planilha *Excel*, permitindo a filtragem e separação dos dados voltados para as diversas perguntas. Dos 460 alunos matriculados cerca de 102 responderam os questionários. Algumas das questões respondidas pelos estudantes são apresentadas no Quadro 6, que traz gráficos das respostas das questões.

Quadro 6 - Percepção dos alunos sobre as atividades desenvolvidas no laboratório de física e as competências previstas pelas DCNs.

 <p>Detailed description: A pie chart with five segments. The largest segment is cyan (40%), followed by magenta (29%), yellow (25%), dark grey (4.9%), and light grey (0.98%). A legend to the right shows five categories: 1 (light grey), 2 (dark grey), 3 (yellow), 4 (cyan), and 5 (magenta).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Rating</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.98%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4.9%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>29%</td> </tr> </tbody> </table>	Rating	Percentage	1	0.98%	2	4.9%	3	25%	4	40%	5	29%	<p>Você se julga capaz de realizar modelamentos físicos através da observação e medidas de resultados experimentais?</p>
Rating	Percentage												
1	0.98%												
2	4.9%												
3	25%												
4	40%												
5	29%												
 <p>Detailed description: A pie chart with four segments. The largest segment is magenta (54%), followed by cyan (31%), yellow (15%), and dark grey (0%). A legend to the right shows five categories: 1 (light grey), 2 (dark grey), 3 (yellow), 4 (cyan), and 5 (magenta).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Rating</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>31%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>54%</td> </tr> </tbody> </table>	Rating	Percentage	1	0%	2	0%	3	15%	4	31%	5	54%	<p>Você se julga capaz de analisar dados por meio de tabelas, gráficos?</p>
Rating	Percentage												
1	0%												
2	0%												
3	15%												
4	31%												
5	54%												
 <p>Detailed description: A pie chart with five segments. The largest segment is cyan (43%), followed by magenta (35%), yellow (17%), dark grey (3.9%), and light grey (0.98%). A legend to the right shows five categories: 1 (light grey), 2 (dark grey), 3 (yellow), 4 (cyan), and 5 (magenta).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Rating</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.98%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3.9%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>17%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>43%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>35%</td> </tr> </tbody> </table>	Rating	Percentage	1	0.98%	2	3.9%	3	17%	4	43%	5	35%	<p>Você julga capaz de realizar medidas experimentais e avaliar as incertezas associadas a ela?</p>
Rating	Percentage												
1	0.98%												
2	3.9%												
3	17%												
4	43%												
5	35%												



Fonte: Os autores

Na percepção dos alunos os vídeos tutoriais *h5p* facilitaram a compreensão de conceitos e permitiram a autoavaliação. Se mostraram úteis para gravação de simulações para análise pelos alunos em conjunto com o reforço da análise e interpretação gráfica. Ao mesmo tempo as atividades experimentais semanais permitiram o desenvolvimento de habilidades e competências previstas nas DCNs e os alunos julgaram que o uso de rubricas ajudou a identificar os pontos falhos. Indicam ainda que o envio de feedback individualizado do recurso *Tarefa* do OpenLMS em conjunto com o recurso *Escolha Grupo* do mesmo AVA foi bastante útil para a aprendizagem.

## 5 ENSINO DE FÍSICA – DILEMAS E CAMINHOS NA PÓS-MODERNIDADE

Com o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) da economia brasileira (de meados da década de 2000 até meados da década de 2010) houve um aumento na procura pelos cursos de engenharias no país (Pesquisa FAPESP, 2023). Em 2014, ingressaram nos cursos de engenharia do país 378 mil novos estudantes, o maior valor anual já registrado. Nos anos subseqüentes, esse número recuou continuamente,

até chegar ao nível de 250 mil ingressos em 2019 (Pesquisa FAPESP, 2023).

Ainda com dados obtidos no periódico Pesquisa FAPESP (2023), a queda de ingressantes nos cursos de engenharias entre 2014 e 2019 se deu integralmente no setor privado (305 mil para 173 mil ingressos), o que faz sentido devido à queda observada no poder de compra do trabalhador assalariado (PIERI, 2021). No setor público ocorreu pequeno aumento (73 mil para 76 mil), ainda como fruto da expansão do Ensino Superior na esfera federal. Segundo os dados obtidos no periódico Pesquisa FAPESP (2023),

Uma estimativa do índice de conclusão é a razão entre o número de conclusões de um certo ano e o número de ingressos seis anos antes. Seu complementar corresponde ao índice de evasão. Relacionando os números acumulados de ingressos, entre 2010 e 2014 (1,42 milhão), com o de conclusões, entre 2015 e 2019 (552 mil), obtém-se um índice de conclusão de 39%, ou evasão estimada de 61% dos ingressantes no período. Separando os setores público e privado, os respectivos índices de evasão seriam de 52% e 64%, no mesmo período.

De acordo com dados do Indicador de Fluxo da Educação Superior do INEP, 68,74% dos alunos desistiram do ensino superior de engenharia no período compreendido entre os anos de 2012 e 2019 (INEP, 2019).

A partir desse panorama, algumas reflexões fazem-se necessárias. Embora oscilações no panorama macroeconômico brasileiro tenham repercussões diretas em cursos de graduação cuja demanda tem uma correlação direta com o setor produtivo, como é o caso das engenharias, a evasão histórica desses cursos é causada por fatores diversos, alguns externos à Universidade, como a formação básica deficiente para a maioria dos ingressantes (GODOY & ALMEIDA, 2017), o que ocasiona reprovações nas disciplinas de Física e Matemática do Ciclo Básico. Como fatores internos à Universidade, pode-se associar a como são planejadas e ministradas as disciplinas, tanto no Ciclo Básico como no Profissionalizante, relacionadas a uma crise no paradigma da Ciência e Tecnologia Modernas.

### ***Modernidade e Pós-modernidade***

A ciência moderna tem a sua gênese no Renascimento científico e cultural que ocorre a partir do Século XV, onde, no caso da Física, podem ser colocados como marcos iniciais os trabalhos de Francis Bacon, Rene Descartes e Galileu Galilei, este no século XVI. Tal paradigma se estende, de forma absoluta, até meados do século XX. Já o pensamento pós-moderno surge a partir da década de 50 (século passado), quando tomam lugar diversos questionamentos sobre a neutralidade e a positividade da ciência moderna no pós-guerra.

No âmbito da Física, a ciência moderna toma seu impulso a partir do Século XVI, após a revolução copernicana e os trabalhos de Galileu que propôs a utilização de modelos experimentais baseados em argumentos e descrições matemáticas para o estudo da natureza, possibilitando uma extrapolação do conhecimento então adquirido, levando a uma inédita sofisticação do conhecimento.

Em seu livro, “Diálogos sobre duas novas ciências” Galileu estabelece, pela primeira vez na história do pensamento ocidental, uma relação matemática algébrica direta entre espaço e tempo, permitindo, pois, uma descrição e previsão matemática acerca dos corpos em movimento:

Se um móvel, ao partir do repouso, cai em movimento uniformemente acelerado, os espaços por ele percorridos em quaisquer intervalos de tempo, estão relacionados entre si na razão dupla dos de tempos, ou seja, como os quadrados destes tempos. (GALILEU, 2015, p. 136, tradução dos autores).

Posteriormente, Isaac Newton, no Século XVII, estabelece, com base na descrição matemática do espaço por René Descartes, a unificação dos movimentos sublunares (corpos e graves na superfície da Terra) e supralunares (corpos celestes), através de uma descrição matemática dos movimentos, tudo isto regido por leis universais do movimento e da gravitação universal. Junto a este desenvolvimento matemático, Delizoicov e Auler (2011, p. 254) ressaltam a necessidade da união entre técnica e episteme, materializada no desenvolvimento de instrumentos de medida:

A noção de movimento, inseparavelmente ligada à de tempo e à necessidade da sua matematização exigiu, de um lado, a concepção e criação do instrumento de medida, sobretudo do tempo e, de outro, que a noção de perfeição dos movimentos absolutos e perfeitamente regulares das esferas e astros celestes, descritos pelas leis da geometria, fosse aplicada aos movimentos terrestres.

Com base filosófica diversa a ciência basear-se-á durante os séculos seguintes na utilização do raciocínio hipotético-dedutivo validado pela experimentação e reiterada por recursos matemáticos. Esse conjunto metodológico deu às ciências a possibilidade de análise racional e matemática da natureza o que permitiu a previsibilidade dos fenômenos naturais (ZANATTA & SAAVEDRA, 2020).

O determinismo da descrição matemática da natureza, descrevendo o seu presente e permitindo fazer previsões acerca do seu comportamento futuro, somado a um empirismo que faz uso de instrumentos de medida cada vez mais precisos e sofisticados, permite um desenvolvimento inédito na história da humanidade.

A crítica a esta percepção surge na Escola de Frankfurt, que quando aplicada à Educação formal, leva à chamada Teoria Crítica da Educação, Saviani (2003), que teve o mérito de evidenciar a ligação entre a educação formal, na instituição escola, e os interesses do capital burguês, em que a educação da classe trabalhadora é feita de forma alienada, direcionada apenas ao mundo do trabalho.

Em resumo, ainda no Século XXI, temos uma educação formal, inclusive no nível Superior, dentre eles os cursos de engenharias, pautada por uma visão positivista, calculista e determinista da descrição dos fenômenos da natureza, em currículos e práticas pedagógicas alienadas da sociedade, com caráter instrumental e voltada aos interesses da manutenção dos sistemas produtivos.

Os avanços científicos e tecnológicos da primeira metade do século XX, com base nos desenvolvimentos da Mecânica Quântica e da Teoria da Relatividade, colocaram em transe o paradigma positivista e determinista da ciência moderna. A Teoria Quântica eliminava qualquer possibilidade de descrição *a priori* da realidade de um sistema atômico, tendo como pilares o Princípio da Incerteza de Heisenberg, de 1927, e a Interpretação Estatística Generalizada, de Niels Bohr e Max Born, que

condicionam a realidade física objetiva ao processo de medição. Estes dois princípios formam a base da Interpretação de Copenhagen da Mecânica Quântica, que rompe com a previsibilidade e determinismo, com suas origens nos já citados pensamentos de Descartes, Galileu e Newton. A Teoria da Relatividade, por seu lado, rompe com o caráter absoluto de uma medida física, bem como a (então) chocante relatividade do tempo, onde este, tido como absoluto e imutável na Física Clássica, passar a ser relativo ao referencial onde é feita a sua medição.

Aliada ao pensamento neoliberal vigente a partir do Consenso de Washington, na década de 1990, a Pós-modernidade passa a ter como características a ausência de valores e regras, imprecisão, individualismo, pluralidade, mistura do real e do imaginário, espontaneidade e liberdade de expressão.

Todas essas características, presentes no pensamento e culturas da contemporaneidade pós-moderna, colocam em rota de colisão uma educação totalizante que fazem esvaecer anseios e práticas do jovem da atualidade, o que pode explicar o declínio pelo interesse e legitimação em ciências e pelas carreiras de Engenharia, levando à queda de ingressantes e ao aumento da evasão nesses cursos.

### ***Da crise da Modernidade à necessidade de uma Educação Pós-moderna***

Num texto em que discute a inviabilidade de mantermos a educação em um paradigma moderno, Lima, Ostermann e Cavalcanti (2018), criticam a exposição de fatos e teorias científicas como verdades absolutas, objetivas e óbvias, onde “a educação em Ciências não mostra que as ‘verdades’ foram construídas e ocuparam, em algum momento, um palco de disputas não só circunscrito à dimensão intelectual, mas que também envolveu esferas políticas”, o que leva, já no campo científico, às crises e contradições indicadas.

Dessa forma, os autores propõem que o ensino de ciências contemple a diversidade de narrativas na constituição do discurso científico, ao expor as controvérsias na formulação dos consequentes fatos e teorias científicas, acabando, também, com o mito dos “gênios na ciência”, que terminam por constituir mais uma forma de alienação e dominação de um discurso científico homogeneizante e, portanto, descolado da realidade dos estudantes.



Também é necessário, segundo estes autores, “abrir as caixas pretas” das redes sociotécnicas que levam a definição de programas de pesquisa e, portanto, à constituição dos fatos científicos, em detrimento de outra mistificação, que é a descoberta empírica e acidental feita por tais gênios. Ao apresentar a rede sociotécnica que envolve dado fato científico, são evidenciados os aspectos sociais, culturais, políticos, econômicos e também científicos, aproximando a narrativa das situações vivenciais dos estudantes, fazendo com que os mesmos possam desenvolver uma relação de pertencimento com os temas a serem mediados.

O apagamento das controvérsias e das redes sociotécnicas no processo de fazer ciência faz com que essa seja apresentada tanto na escola como à sociedade de forma pronta, resvalando em uma verdade científica dogmática, o que termina por diminuir o interesse pelas mesmas, pela falta de entendimento não apenas do fato científico em si, mas no processo científico e tecnológico necessário à sua constituição.

Por tudo isso a crise na procura e na evasão dos cursos de engenharia não se limita apenas ao menos importante contexto econômico brasileiro da última década. Também são necessárias reflexões e entendimentos do período atual em que a sociedade e, portanto, seus jovens, que são potenciais candidatos a ingressarem nos cursos de engenharia, estão inseridos.

Com base nas características da sociedade vivenciada pelo jovem pós-moderno, faz-se necessária uma educação que contemple a diversidade de situações vivenciais e discursos, para que, ao considerarmos todos como pontos de partida, possamos na instituição escola tornar o conhecimento científico dinâmico e sempre em reformulação e evolução. Assim, será possível resgatar a relevância do empreendimento científico e tecnológico para a sociedade, com impactos positivos, também, nas carreiras de engenharia.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O movimento na busca de melhoria do ensino de Física nos cursos de Engenharia é um objetivo que se materializa em estratégias de ensino, na avaliação da aprendizagem, no acolhimento discente e na ressignificação da construção do conhecimento de engenharia.

Uma das condições necessárias para essa melhoria é que as equipes das ciências básicas tenham um canal aberto para um diálogo

constante que permita que as competências dos egressos sejam entendidas e trabalhadas já dentro das ciências básicas dos cursos, e aqui apontamos diretamente para a Física. Isso se observa na experiência do CUFSA onde o Projeto Pedagógico do Curso levou à uma revisão do currículo e a introdução de elementos que aproximaram o conhecimento trazido pelos estudantes daqueles necessários à disciplina Física, voltada para o curso de Engenharia. A opção não foi rever os conteúdos do ensino médio, mas, pelo modelamento de fenômenos, dar significado físico ao mundo e avançar na aprendizagem de uma Física mais adequada aos cursos de Engenharia.

As Estratégias Ativas para Aprendizagem continuam sendo o elemento mais adequado para colocar o aluno em atividade e interagir com o objeto de conhecimento. Essa interação acontece tanto de modo concreto, quando o aluno experimenta em laboratórios ou assiste a demonstrações, como também acontece de modo abstrato, mas contextualizado, quando resolve problemas de lápis e papel, mas que exigem a abstração para a construção de solução de problemas realísticos. Na experiência do SCALE-UP do IFUSP como no desenvolvimento de projetos interdisciplinares na experiência da UFPA, chama a atenção o fato do professor ter suporte de monitores em sala de aula, o que indica que a mediação de alguém mais experiente é fundamental para acelerar o processo de aprendizagem, não como alguém que dê a solução, mas alguém que assista os estudantes em suas dúvidas e aponte caminhos para a busca de solução.

A observação, conceituação, experimentação e modelagem pode dar ao estudante a possibilidade de ser protagonista e não reprodutor de conhecimento. A consciência de que ele faz, ele constrói, ele soluciona estabelece um novo tipo de relação entre o sujeito e o mundo que o cerca. Esse protagonismo deve considerar que o agente transforma o mundo e se o compromisso é com a sustentabilidade e o meio ambiente, essas diretrizes devem ser consideradas nas ações sobre o mundo.

Outro ponto que merece destaque é a avaliação. As novas DCNs de Engenharia indicam a necessidade do desenvolvimento de competências e se queremos alcançá-las devemos ter instrumentos que indiquem isso. O uso de rubricas, tal como destacado na experiência do IMT e na experiência da UFPA colocam em cena as regras de onde se quer chegar. A avaliação passa a ser um instrumento de aprendizado para os alunos e também para a equipe de professores da disciplina, por fazer com que esses tenham claramente definidos objetivos de aprendizagem.

Tudo isso não pode deixar de considerar a ressignificação do que é a construção do conhecimento em engenharia, que no contexto de um mundo que vem alcançando mudanças nas relações, nos papéis e na forma de sua construção. Essa é provavelmente a mudança mais desafiadora, porque é uma mudança de paradigma e, como vivenciado nas mudanças paradigmáticas nas ciências, a convivência com interpretações diferentes de um mesmo fenômeno é algo que acontece ao longo do tempo, até que a nova interpretação seja amplamente aceita e compartilhada pela comunidade. Portanto, movimentar a mudança de mitos da modernidade pode ser algo lento, mas é uma marcha que se torna cada dia mais perceptível e que influencia cada vez mais setores da sociedade, dentre eles o espaço do ensino de Física nas Engenharias.

O desejo dos autores desse capítulo é que sua leitura contribua para acelerar mudanças e promover a formação de Engenheiros com uma visão abrangente do papel da Física nos cursos de Engenharia.

## REFERÊNCIAS

ALI, M.; IBRAHIM, N.; ABDULLAH, A.; SURIF, J.; SAIM, N. **Physics problem solving strategies and metacognitive skills: Force and motion topics**. 2014. Disponível em: 133-138. 10.1109/ICEED.2014.7194702. Acesso em 01 abr.2021.

BEICHNER, R. J. et al. The Student-Centered Activities for Large Enrollment Undergraduate Programs (SCALE-UP) project, 2007, em **Research-Based Reform of University Physics**, editado por E. F. Redish e P. J. Cooney (American Association of Physics Teachers, College Park, MD, 2007), Reviews in PER vol. 1, <http://www.per-central.org/document/ServeFile.cfm?ID=4517>.

CARVALHO, A. M. P. DE. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 765–794, 15 dez. 2018.

CARVALHO, L. de A.; TONINI, A. M. Uma análise comparativa entre as competências requeridas na atuação profissional do engenheiro

contemporâneo e aquelas previstas nas diretrizes curriculares nacionais dos cursos de Engenharia. **Gestão & Produção**, v. 24, p. 829–841, 23 out. 2017.

COLUMBIA. Bifocal Modeling – **Transformative Learning Technologies Lab. TITL**, 2023. Disponível em: <<https://titlab.org/bifocal-modeling/>>. Acesso em: 16 fev. 2023

CROUCH, C., WATKINS, J.; FAGEN, A.; MAZUR, E. Peer Instruction: Engaging Students One-on-One, All at Once. In **Research-Based Reform of University Physics** (1). 2007. Disponível em: <https://www.compadre.org/Repository/document/ServeFile.cfm?ID=4990&DocID=241>. Acesso em 01.abr.2021.

CROUCH, C.; MAZUR, E. Peer Instruction: Ten years of experience and results, **American Journal of Physics** 69, 970-977, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1119/1.1374249>. Acesso em 01.abr.2021.

DELIZOICOV. D., AULER, D. Ciência, Tecnologia e Formação Social do Espaço: questões sobre a não-neutralidade. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.4, n.2, p.247-273, nov. 2011.

FAKCHAROENPHOL, W.; STELZER, T. Physics exam preparation: A comparison of three methods. 2014. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**. Disponível em: 10.10.1103/PhysRevSTPER.10.010108. Acesso em 01 abr.2021.

FREEMAN, S. et al. **Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics**, PNAS 111(23), p. 8410 (2014). C. E. Wieman, “Large-scale comparison of science teaching methods sends clear message”, PNAS 111(23), p. 8319 (2014).

GALILEU, G. **Dialogues Concerning Two New Sciences**. Connecticut (USA): Martino Fine Books, 2015.

GALLOWAY, P. The 21 St Century Engineer. Em: 2008 **Annual Conference & Exposition**. 22 jun. 2008. Disponível em: <<https://peer.asee.org/the-21-st-century-engineer>>. Acesso em: 25 jul. 2023.

GODOY, E.; ALMEIDA, E. A evasão nos cursos de Engenharia e a sua relação com a Matemática: uma análise a partir do COBENGE. **Educação Matemática Debate**, v. 1, n. 3, p. 339–361, 1 dez. 2017.

GRIMSON, J. Re-engineering the curriculum for the 21st century. **European Journal of Engineering Education**, v. 27, n. 1, p. 31–37, 1 mar. 2002.

INEP - Instrumentos de Avaliação de Cursos de Graduação 2017. Disponível em: <http://inep.gov.br/instrumentos>. Acesso em: 14 fev. 2020.

INEP. **Censo da Educação do Ensino Superior. Tabelas de Divulgação, 2019**. Disponível em <<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-da-educacao-superior/resultados>>. Acesso em 15 de agosto de 2023.

LIMA, N. W.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. de H. A não-modernidade de Bruno Latour e suas implicações para a Educação em Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 367-388, 2018.

MAZUR, Eric. **Peer Instruction: A Revolução da Aprendizagem Ativa**, editora Penso, Porto Alegre, 2015.

MALONEY, D. An Overview of Physics Education Research on Problem Solving. In **Getting Started in PER** (1,2). 2011. Disponível em: <https://www.compadre.org/Repository/document/ServeFile.cfm?ID=11457&DocID=2427>. Acesso em 01 abr.2021.

MEC - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - **RESOLUÇÃO Nº 2, DE 24 DE ABRIL DE 2019** - Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=12991>. Acesso em: 29 nov. 2019.

NGUYENA, N.; MELTZERB, D. E. Initial understanding of vector concepts among students in introductory physics courses. **American Journal of Physics**, Vol. 71, No. 6, June 2003 American Association of Physics Teachers. Disponível em: DOI: 10.1119/1.1571831# Acesso em 01 abr.2021.

OLIVEIRA, H. & PASSOS, W.A.C. Ensino de Física Básica para as Engenharias: O Caso da UNIVASF. **Revista de Ensino de Engenharia**. 33. 9-14. 10.15552/2236-0158/abenge.v33n2p9-14, 2014.

OLIVEIRA, V. F.; A Engenharia e as Novas DCNs - Oportunidades para Formar Mais e Melhores Engenheiros, Editora LTC, 2019.

PARK, M. Effects of Simulation-based Formative Assessments on Students' Conceptions in Physics. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, 15(7), 1722. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.29333/ejmste/103586>, 2019. Acesso em 01 abr.2021.

STEM, N, MATTASOGLIO Neto, O., CUTRI, R., MARTIN, P. A. Atividades online extra-classes como forma de auto-monitoramento do aprendizado no ensino de física com alunos ingressantes do curso de engenharia: Uso das ferramentas do open-lms (questionário e H5P), *Latin America Development Journal of Curitiba*, v. 3, n. 4, 2021.

STEM, N; MATTASOGLIO Neto, O.; GIL, H. A. C.; CUTRI, R., Avaliação por competências uma proposta de aplicação nos laboratórios de ciências básicas nas engenharias, In: **COBENGE 2022**, doi 10.37702/COBENGE.2022. 3767.

VREELAND, P. M. The use of qualitative representations with ranking task exercises in Physics. 2012. Tese, Disponível em: DOI: <http://dx.doi.org/10.34944/dspace/3741>. Acesso em 01 abr.2021" <http://dx.doi.org/10.34944/dspace/3741>. Acesso em 01 abr. 2021.

Pesquisa FAPESP. **Tendências recentes na formação em engenharia. Ingressos, matrículas e conclusões: após crescimento, números diminuem.** Edição 326, abril de 2023. Disponível em <<https://revistapesquisa.fapesp.br/tendencias-recientes-na-formacao-em-engenharia/>>. Acesso em 15 de agosto de 2023.

PhET Home Page. **University of Colorado**. - <https://phet.colorado.edu/> Acesso em: 16.11.2023.

PIERI, R. G. Pandemia e a queda do poder aquisitivo dos brasileiros. **Portal da Fundação Getúlio Vargas**, publicado em 23 de setembro de 2021. Disponível em <<https://portal.fgv.br/artigos/pandemia-e-queda-poder-aquisitivo-brasileiros>>. Acesso em 15 de agosto de 2023.

SAVIANI, Dermeval. **Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política**. 36. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

SILVA, M. R. dos S. da; OLAVE, M. E. L. Contribuições das tecnologias digitais associadas à indústria 4.0 para a formação profissional. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, v. 17, n. 2, p. 82–110, 1 maio 2020.

TLTL, C. Modelagem Bifocal - Laboratório de Tecnologias de Aprendizagem Transformativa. 2023. Disponível em: <<https://tltlab.org/bifocal-modeling/>>. Acesso em: 1 maio. 2023.

TUCKER, B. The Flipped Classroom: Online instruction at home frees class time for learning. **Education Next**, 12(1), p. 82, 2012.

ZANATTA, R. P., SAAVEDRA, N. O Ensino de Ciências e a leitura da modernidade e da pós-modernidade por Bruno Latour: reflexões acerca do surgimento de pós-verdades e concepções alternativas no Ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Fundamental II. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1469-1495, dez. 2020.

## APÊNDICE A

Quadro 7 - Rubricas utilizadas no *Open LMS* (STEM et. al., 2022)

Descritor do item	NÍVEL			
	<b>Destaque 4 pontos</b>	<b>Proficiente 3 pontos</b>	<b>Aprendiz 2 pontos</b>	<b>Iniciante 1 ponto</b>
Proposta (Modelagem Física e Matemática)	O modelo foi claramente desenvolvido e explicado	O modelo foi satisfatório, no entanto faltam algumas premissas	O modelo desenvolvido apresenta alguns erros	O modelo está incompleto
Análise de erros	Erros experimentais, os seus possíveis efeitos e modos de reduzi-los são discutidos. capaz de estimar incertezas e realizar propagação quando solicitado.	Erros experimentais, os seus possíveis efeitos e modos de reduzi-los são discutidos. Capaz de estimar incertezas e realizar propagação.	Erros experimentais são mencionados. Apresenta erros nos cálculos de incertezas.	As discussões sobre os erros são insatisfatórias.
Cálculos	Todos os cálculos são mostrados e os resultados estão corretamente tabulados.	Alguns cálculos são mostrados e os resultados estão corretos (parcialmente incompleto)	Alguns cálculos são mostrados e os resultados estão tabulados.	Nenhum cálculo é mostrado ou resultados apresentam erros.
Dados	Aparência profissional e representação precisa dos dados nas tabelas e/ou gráficos.	Representação precisa dos dados nas tabelas e/ou gráficos. os gráficos e tabelas estão adequados com títulos e unidades	Representação precisa dos dados na forma escrita, mas nenhum gráfico ou tabela foi apresentado.	Os dados estão muito imprecisos.
Conceitos científicos	O relatório mostra um conhecimento preciso sobre os conceitos envolvidos no experimento.	O relatório mostra um conhecimento preciso sobre a maioria dos conceitos envolvidos no experimento.	O relatório mostra um conhecimento limitado sobre a maioria dos conceitos envolvidos no experimento.	O relatório mostra um conhecimento não satisfatório sobre a maioria dos conceitos envolvidos no experimento