

# DESAFIOS DA ENGENHARIA NO BRASIL: TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL

Organizadoras  
Adriana Maria Tonini  
Tânia Regina Dias Silva Pereira

VOLUME  
**1**

Este livro foi organizado a partir das Sessões Dirigidas realizadas no 53º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE 2025 e VIII Simpósio Internacional de Educação em Engenharia – SIEE 2025 – na cidade de Campinas/SP, 15 a 18 de setembro de 2025.

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 2025**

|  |
|--|
| Adriana Maria Tonini (UFOP)                              |
| Betânia Hoss Lunelli (PUC/Campinas)                      |
| Carlos Almir Monteiro de Holanda (UFC)                   |
| Edson Pedro Ferlin (UniSantaCruz)                        |
| Gisele Maria Ribeiro Vieira (CEFET/RJ)                   |
| Roseli de Deus Lopes (USP)                               |
| Sergio Roberto Pereira (PUC/Campinas)                    |
| Tânia Regina Dias Silva Pereira (UNEB/ABENGE)            |
| Eduard Prancic (FEP/POLI/PUC-CAMPINAS)                   |
| Francisco de Salles Cintra Gomes (FEE/POLI/PUC/Campinas) |
| Lia Toledo Monteiro Mota (FEE/POLI/PUC/Campinas)         |
| Lorenzo Campos Coiado (FEE/POLI/PUC/Campinas)            |
| Regina Longo (FEA/POLI/PUC/Campinas)                     |

Renata Kelly Mendes Valente (FEQ/POLI/PUC/Campinas)  
Rodrigo Cuberos Vieira (FEC/POLI/PUC/ Campinas)  
Aurea Silva de Holanda (UFC)  
Carlos Alberto de Castro Junior (PUC/Campinas)  
Cintia Machado de Oliveira (CEFET/RJ)  
Clarissa Ana Zambiasi (IBMEC)  
Claudia Dias Silva (UNEB)  
Dianne Magalhães Viana (UNB)  
Elzo Alves Aranha (UNIFEI)  
Everton Skoronski (UDESC)  
Fabio De Avila Rodrigues (UFV)  
Jaiver Efren Jaimes Figueroa (UFMA)  
Laurete Zanol Sauer (UCS)  
Lia Lorena Pimentel (PUC/Campinas)  
Luís Mauricio Martins de Resende (UTFPR)  
Marcello Nitz da Costa (IMT)  
Marcilio André Felix Feitosa (POLI/UPE)  
Margarete Aparecida Pereira (TRIVENTO)  
Octavio Mattasoglio Neto (CEUN/IMT)  
Pedro Prates Valério (UMA)  
Raphael Soeiro Suppino (UNICAMP)  
Regina Márcia Longo (PUC/ Campinas)  
Sandra Rufino (UFRN)  
Sergio Campello (UPE)

### **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 Laudaes (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

DESAFIOS DA ENGENHARIA NO BRASIL: TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL /Adriana Maria Tonini e Tânia Regina Dias Silva Pereira – Organizadoras – Brasília: ABENGE, 2026. Vol.1.

202p.

C749 53º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE 2025) e VII Simpósio Internacional de Educação em Engenharia (SIEE 2025 – Campinas/ SP, 15 a 18 de setembro de 2025 – ABENGE.

ISBN: 978-65-87897-05-9

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

I. Título

CDU: 658.5

**O conteúdo da obra é de responsabilidade dos autores.**

### DIREITOS RESERVADOS

É proibida a reprodução total ou parcial da obra, de qualquer forma ou por quaisquer meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros, sem a autorização prévia e por escrito da ABENGE.

A violação dos Direitos Autorais (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal

## SUMÁRIO

**Apresentação**..... 09

**Capítulo 1**..... 12

### **ENGAJAR PARA TRANSFORMAR: O DESAFIO DE ATRAIR ALUNOS PARA A ENGENHARIA**

Maria de Lourdes Melo Guedes Alcoforado, Waslon Terlizzie Araújo Lopes, Adriana Maria Tonini, Alexandre Duarte Gusmão, Ana Beatriz Julião Alves de Lima, Anailza Cristina Galdino da Silva, Andrea Maria Nogueira Cavalcanti Ribeiro, Caio Cesar Farias Da Silva, Carina Pessoa Santos, Carla Wilza Souza de Paula Maitelli, Daniel Rodrigo Leiva, Elaine Cristina da Rocha Silva, Emerson Alexandre de Oliveira Lima, Fátima Verônica Pereira Vila Nova, Francisco Madeiro Bernardino Junior, Gabriel Alves De Albuquerque Junior, Guilherme Bergaro Sagula de Almeida, Guilherme Zepon, Izabella Costa Martins, Lidiano Augusto Nóbrega de Oliveira, Liliane Sheyla da Silva Fonseca, Marcio Eduardo da Costa Rodrigues, Maria Alice Andrade Calazans, Micheline Damião Dias Moreira, Pedro Isaac Ximenes Lopes, Raquel Silva dos Santos, Roberta Macedo Marques Gouveia, Sérgio Campello Oliveira, Tatiana Regina Fortes da Silva Barbosa, Verusca Severo de Lima.

**Capítulo 2**..... 39

### **ENSINO DE ENGENHARIA COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA: PRÁTICAS, PERSPECTIVAS E INOVAÇÕES PEDAGÓGICAS PARA A ERA 4.0**

Priscila Ferreira Barbosa de Sousa, Fernando César Meira Menandro, Fransérgio Leite da Cunha, Josegil Jorge Pereira de Araújo, Jeiza Anielle da Luz, Luciana Torres Correia de Mello, Luiz Fernando da Cunha Silva, Marcio Silva Lima, Samara Martins Nascimento Gonçalves, Samira Yusef Araújo de Falani Bezerra, Carlos Bernardo Gouvea Pereira, Raquel da Cunha Ribeiro da Silva, Elaine Gomes Assis, Pedro Augusto Queiroz de Assis.

**Capítulo 3**..... 67

### **DIÁLOGOS NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: ACOLHIMENTO E METODOLOGIAS COLABORATIVAS NA PROMOÇÃO DE UM ENSINO COMPROMETIDO COM A AGENDA 2030**

Leandro Honorato de Souza Silva, Anna Lúcia Miranda Costa, Adriana Paula Ferreira Palhares, Eliane Boronépá Monzilar, Elias Antunes dos Santos, Ester Almeida Helmer, Flávia Gomes Pileggi Gonçalves, Hellen Cristina de Souza, Leonice Aparecida de Fátima Alves Mourad, Marinez Cargnin-Stieler, Roberta de Fátima Carreira Moreira Padovez, Sergio Camargo, Sheilla Nadíria Rodrigues Rocha, Adailton Alves da Silva.

**Capítulo 4..... 92**

**COMPETÊNCIAS EMPREENDEDORAS, INOVAÇÕES DIGITAIS E GOVERNANÇA ESTRATÉGICA: CONECTANDO SABERES NA ENGENHARIA**

Sônia Marise Salles Carvalho, Paulo Cesar de Resende Andrade, Gilmar Barreto, João Paulo de Oliveira Macedo, Paulo Victor de Oliveira Miguel, Robson Arruda dos Santos, Suélio Fernandes Carolino.

**Capítulo 5..... 132**

**O CURRÍCULO DE ENGENHARIA: ESTRATÉGIAS PARA ASSOCIAR AS DEMANDAS DA SOCIEDADE COM A FORMAÇÃO EM ENGENHARIA**

Mauro Fonseca Rodrigues, Laura Lisiane Callai dos Santos, Adriana Paula Ferreira Palhares, Bianca M. Vasconcelos, Eduardo Galvão Leite das Chagas, Eliane Maria Gorga Lago, Evelyn Amanda de Abreu Lopes Ramos, Fabiano Romero de Souza Badaraco, Iris C. dos S. Rodrigues, João Guilherme Pereira Vicente, Josiane do Socorro Aguiar de Souza, Kaylane de S. Silva, Maria Vitória Duarte Ferrari, Martin Geier, Ronimack Trajano de Souza, Simone Ramires, Vinícius Barbalho Varela, Vinícius Francis Braga de Azevedo, Wellington da S. Fonseca, Yasmim M. D. Lisboa, Yasmin Antunes.

**Capítulo 6..... 188**

**EVOLUÇÃO E DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA NO BRASIL: TRANSFORMAÇÕES CURRICULARES, TECNOLÓGICAS E SOCIAIS PARA UMA FORMAÇÃO INTEGRAL E CONTEMPORÂNEA**

Fernando Akira Kurokawa, Luciana Montanari, Alexandre Kawano, Alexandre Lymeropoulos, Ana Carolina de Sousa Silva, Ana Maura Araújo Rocha, Andréa Regina Martins Fontes, Andréa Regina Martins Fontes, Antônio Carlos Seabra, Ariana L. C. Serrano, Camila Barros de Miranda Moram, Elisângela Martins Leal, Fabricio Rossi, Gustavo P. Rehder, Inês Barreto de Almeida, Isaias Torres, Marcelo Okada Shigueoka, Marinilda Lima Souza, Miguel Ángel Aires Borrás, Patrícia Lizi de Oliveira Maggi, Paulo Henrique Vieira Magalhães, Pedro Luiz Fagundes, Rafael Traldi Moura.

## APRESENTAÇÃO DO LIVRO

---

Este é o décimo oitavo 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 2025 e o SIEE 2025, ocorrido na cidade de Campinas/SP, de 15 a 18 de setembro de 2025.

A proposta de Sessão Dirigida (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 “DESAFIOS DA ENGENHARIA NO BRASIL: TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL”, os autores trazem como reflexões: No primeiro capítulo ENGAJAR PARA TRANSFORMAR: O DESAFIO DE ATRAIR ALUNOS PARA A

ENGENHARIA, tem como objetivo realizar uma análise qualitativa e quantitativa do número de vagas preenchidas em cursos de Engenharia nas Instituições de Ensino Superior (IES) do País, bem como das políticas institucionais de atração e permanência de estudantes nesses cursos, com foco na inclusão de jovens, mulheres e grupos minoritários. Já o segundo capítulo ENSINO DE ENGENHARIA COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA: PRÁTICAS, PERSPECTIVAS E INOVAÇÕES PEDAGÓGICAS PARA A ERA 4.0, situa o debate central e atual sobre o uso da Inteligência Artificial Generativa na educação em engenharia como instrumento de mediação cognitiva e de emancipação intelectual, o engenheiro da era digital deve ser preparado para dialogar com sistemas inteligentes, questionar suas respostas e aplicá-las de modo ético e criativo, contribuindo para uma engenharia mais humana, colaborativa e socialmente comprometida. No terceiro capítulo DIÁLOGOS NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: ACOLHIMENTO E METODOLOGIAS COLABORATIVAS NA PROMOÇÃO DE UM ENSINO COMPROMETIDO COM A AGENDA 2030, busca-se contribuir para o fortalecimento de práticas pedagógicas e políticas institucionais comprometidas com a Agenda 2030, com a permanência estudantil, com a pluralidade epistemológica e com a formação de engenheiros e engenheiras capazes de atuar de maneira ética, responsável e socialmente engajada. No capítulo quarto intitulado COMPETÊNCIAS EMPREENDEDORAS, INOVAÇÕES DIGITAIS E GOVERNANÇA ESTRATÉGICA: CONECTANDO SABERES NA ENGENHARIA, evidencia uma reflexão teórica sobre as competências empreendedoras nas engenharias, proposto pelas DCNs, na conexão entre visão empreendedora, inovações digitais e governança, apresentando práticas pedagógicas em Engenharia que mostram como implementar um currículo por competências, alinhada às exigências de uma sociedade acelerada, integrada e tecnológica. O quinto capítulo O CURRÍCULO DE ENGENHARIA: ESTRATÉGIAS PARA ASSOCIAR AS DEMANDAS DA SOCIEDADE COM A FORMAÇÃO EM ENGENHARIA, apresenta sete experiências com relatos de professores, pesquisadores, gestores e extensionistas que trazem a sociedade para dentro de suas práticas pedagógicas, vínculo com todas as etapas da formação em Engenharia, ou seja, desde o primeiro semestre até o último, mostrando que é possível transformar o ensino de Engenharia em algo prático e interligado com as demandas da comunidade em todas as etapas de formação. O sexto e último capítulo EVOLUÇÃO E DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA NO BRASIL: TRANSFORMAÇÕES CURRICULARES, TECNOLÓGICAS E SOCIAIS PARA UMA FORMAÇÃO INTEGRAL E

CONTEMPORÂNEA, analisa a evolução histórica do currículo de Engenharia no Brasil, detalhando as transformações implementadas em diferentes instituições, os desafios impostos pela tecnologia, o papel da cultura acadêmica e a importância estratégica da curricularização da extensão para a consolidação de uma formação verdadeiramente integral e contemporânea.

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 publicação, uma obra importante, colocada à disposição de professores, de estudantes, de profissionais e dos demais interessados na Educação em Engenharia.

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

## CAPÍTULO 1

### ENGAJAR PARA TRANSFORMAR: O DESAFIO DE ATRAIR ALUNOS PARA A ENGENHARIA

*Maria de Lourdes Melo Guedes Alcoforado - Coordenadora*  
Universidade de Pernambuco (UPE)

*Waslon Terlizzie Araújo Lopes - Coordenador*  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

*Caio Cesar Farias Da Silva*  
*Gabriel Alves De Albuquerque Junior*  
*Lidiano Augusto Nóbrega de Oliveira*  
*Raquel Silva dos Santos*  
*Roberta Macedo Marques Gouveia*  
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

*Carina Pessoa Santos*  
*Carla Wilza Souza de Paula Maitelli*  
*Marcio Eduardo da Costa Rodrigues*  
*Micheline Damião Dias Moreira*  
*Pedro Isaac Ximenes Lopes*  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

*Daniel Rodrigo Leiva*  
*Guilherme Bergaro Sagula de Almeida*  
*Guilherme Zepon*  
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

*Adriana Maria Tonini*  
Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)

*Izabella Costa Martins*  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet-MG)

*Anailza Cristina Galdino da Silva*  
*Elaine Cristina da Rocha Silva*  
*Fátima Verônica Pereira Vila Nova*  
*Tatiana Regina Fortes da Silva Barbosa*  
Instituto Federal de Pernambuco - Campus Caruaru (IFPE-Caruaru)

*Andrea Maria Nogueira Cavalcanti Ribeiro*  
*Maria Alice Andrade Calazans*  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

*Alexandre Duarte Gusmão*  
*Ana Beatriz Julião Alves de Lima*  
*Emerson Alexandre de Oliveira Lima,*  
*Francisco Madeiro Bernardino Junior*  
*Liliane Sheyla da Silva Fonseca*  
*Sérgio Campello Oliveira*  
*Verusca Severo de Lima*  
Universidade de Pernambuco (UPE)

## SUMÁRIO

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>15</b> |
| <b>2</b> | <b>PANORAMA DAS ENGENHARIAS E ÁREAS DE STEM NO BRASIL.....</b>                                   | <b>15</b> |
|          | 2.1. Oferta de Vagas por Turno e Modalidade.....   | 17        |
|          | 2.2. Preenchimento de Vagas.....   | 19        |
|          | 2.3. Matrículas nas Áreas de STEM e Engenharia.....  | 19        |
|          | 2.4. Perfil dos Ingressantes por Turno.....  | 19        |
|          | 2.5. Origem Escolar dos Ingressantes.....  | 20        |
|          | 2.6. Evasão de Estudantes e Taxas de Conclusão.....  | 20        |
|          | 2.7. Financiamento Estudantil.....   | 21        |
| <b>3</b> | <b>ESTRATÉGIAS PARA ATRAÇÃO DE ALUNOS PARA AS ENGENHARIAS.....</b>                               | <b>23</b> |
|          | 3.1. Estudo de Caso sobre Intervenção Urbana e Engajamento de Áreas STEM.....                    | 23        |
|          | 3.2. Iniciação Científica no Ensino Médio como Estratégia de Engajamento Estudantil em STEM..... | 24        |
| <b>4</b> | <b>ATRATIVIDADE E DESAFIOS DA PERMANÊNCIA NA EDUCAÇÃO SUPERIOR.....</b>                          | <b>25</b> |
|          | 4.1. Ação “Descomplicando a Vida Universitária” e Avaliação de Impacto.....                      | 27        |
| <b>5</b> | <b>POLÍTICAS PÚBLICAS.....</b>   | <b>29</b> |
|          | 5.1. Chamada FAPEMIG 013/2024.....   | 31        |
|          | 5.2. Chamada FAPEMIG 09/2025.....  | 32        |
| <b>6</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>   | <b>32</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>34</b> |

## ENGAJAR PARA TRANSFORMAR: O DESAFIO DE ATRAIR ALUNOS PARA A ENGENHARIA

### 1 INTRODUÇÃO

Durante o COBENGE 2025, a Sessão Dirigida (SD) “Engajar para Transformar: O Desafio de Atrair Alunos para Engenharia” reuniu pesquisadores de várias regiões do Brasil com o objetivo de realizar uma análise qualitativa e quantitativa do número de vagas preenchidas em cursos de Engenharia nas Instituições de Ensino Superior (IES) do País, bem como das políticas institucionais de atração e permanência de estudantes nesses cursos, com foco na inclusão de jovens, mulheres e grupos minoritários. Assim, este capítulo descreve os principais pontos abordados durante o encontro supracitado.

Primeiramente, é abordado o panorama das engenharias no Brasil, considerando também a grande área correlata de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). São avaliados parâmetros como o número de ingressantes em cada região do país, a correlação entre o número de ingressantes e o número de vagas oferecidas, além das tendências destes números, que são diferentes entre as Engenharias e, principalmente, de cursos da área de computação e ciência da informação.

Mecanismos para atração de alunos para área de Engenharias são discutidos, bem como experiências integradas com ações de motivação e divulgação no ensino fundamental e no ensino médio. Neste contexto, atividades de iniciação científica e intervenções urbanas são apresentadas como estudo de caso, por se tratarem de excelentes ferramentas para o aumento do interesse dos alunos pelas engenharias.

Por fim, mostra-se que tão importantes quanto os mecanismos de atração de alunos, são as estratégias para manter os alunos motivados dentro dos cursos das Engenharias, que são desafiadores em sua essência. Também é abordado como as políticas públicas são importantes no contexto da atração de alunos para Engenharia.

### 2 PANORAMA DAS ENGENHARIAS E ÁREAS DE STEM NO BRASIL

A definição dos cursos que compõem o conjunto STEM, neste capítulo, segue a metodologia “STEM and Gender Advancement”

(SAGA), que identifica as áreas com base na Classificação Internacional de Educação (ISCED) (Nascimento *et al.*, 2023). Para o contexto brasileiro, é estabelecida a correspondência entre os códigos do ISCED e a Classificação Internacional Normalizada da Educação Adaptada para Cursos de Graduação e Sequenciais de Formação Específica (Cine Brasil) (INEP, 2025). Assim, são considerados cursos de Engenharia aqueles correspondentes ao código 7 (Engenharia, Produção e Construção), enquanto os demais cursos de STEM, aqui denominados “Outros”, incluem os códigos 5 (Ciências Naturais, Matemática e Estatística) e 6 (Computação e Tecnologias da Informação e Comunicação).

A formação em STEM é essencial para o avanço tecnológico, a inovação e o desenvolvimento econômico (De Luca *et al.*, 2018). Nesse cenário, apesar de a Engenharia ocupar posição estratégica na infraestrutura, energia, transporte e indústria, a conjuntura brasileira mostra queda não somente no ingresso, como também na permanência e nas matrículas em relação à área - em contraste com o crescimento dos demais campos de STEM. Essa retração acentua o risco de não suprir a demanda futura de engenheiros, evidenciando a necessidade de compreender os fatores que reduzem a atratividade da área (Silva; De Oliveira, 2023).

Dentro desse cenário, a compreensão do panorama nacional das Engenharias e das demais áreas de STEM constitui o ponto de partida para se analisar a redução do interesse discente e as altas taxas de evasão. Esta seção traz resultados de uma análise comparativa multidimensional dos dados do Censo da Educação Superior de 2020 a 2023 estruturada em um *Data Warehouse* que permite correlações entre matrículas, gênero, modalidade de ensino, financiamento e taxas de conclusão. Dessa maneira, a comparação entre Engenharia e as demais áreas de STEM busca evidenciar padrões, contrastes e tendências que auxiliem na compreensão dos desafios enfrentados e das oportunidades de aprimoramento para essas formações no ensino superior brasileiro.

A fim de contextualizar a problemática que envolve a evasão nos cursos de Engenharias, esta seção apresenta um estudo de caso relacionado à Escola Politécnica de Pernambuco (POLI-UPE), no qual foi examinada a trajetória de alunos ingressantes de 2015 dos cursos de Engenharias Elétricas a fim de verificar como determinadas variáveis relacionam-se com a formação dos jovens. A análise foi realizada considerando um horizonte temporal de dez anos, em que foram levantadas as taxas de conclusão e abandono dos estudantes da referida graduação, levando em conta variáveis como o método de ingresso o

vestibular tradicional ou Sistema Seriado de Avaliação (SSA), a modalidade da Engenharia Elétrica (Eletrônica, Eletrotécnica ou Telecomunicações), os semestres de ingresso (2015.1 e 2015.2) e a condição de cotista ou não cotista.

### **2.1. Oferta de vagas por turno e modalidade**

A análise dos dados de 2020 a 2023, apresentados na Tabela 1, evidencia padrões distintos na evolução da oferta de vagas para Engenharia e para os Demais Cursos de STEM ao considerar as categorias de turnos diurno e noturno, além da modalidade de ensino à distância (EAD), para as regiões: Centro Oeste (CO), Nordeste (NE), Norte (N), Sudeste (SE) e Sul (S).

Nos Demais Cursos de STEM, o EAD é o grande destaque, apresentando crescimento acentuado até 2023, com ênfase no Sudeste, que passou de 662 mil vagas em 2020 para mais de 1,33 milhão em 2023. Esse avanço no EAD sugere que as Instituições de Ensino Superior (IES) têm explorado fortemente a modalidade como estratégia de expansão e captação, aproveitando a escalabilidade e o alcance geográfico (Maieski; Casagrande; Alonso, 2024). O turno diurno apresentou pequenas oscilações, enquanto o noturno registrou retração em algumas regiões, possivelmente refletindo mudanças no perfil dos ingressantes e na disponibilidade de cursos presenciais noturnos.

Na área de Engenharia, o crescimento da modalidade EAD também foi relevante, embora tenha sido inferior ao dos demais cursos de STEM. No Sudeste, por exemplo, as vagas EAD passaram de cerca de 632 mil em 2020 para mais de 642 mil em 2023, mas com oscilações intermediárias e até reduções em determinados anos, indicando ajustes na oferta. Os turnos diurno e noturno apresentaram certa estabilidade em números absolutos, com variações pontuais por região.

De forma geral, a análise mostra que, para ambas as áreas, o EAD consolidou-se como o principal vetor de expansão de vagas, superando de forma significativa o crescimento das ofertas presenciais. No entanto, nos demais cursos de STEM o aumento foi mais acelerado e volumoso, indicando que essa modalidade está mais avançada na migração da modalidade presencial para o EAD. Embora o EAD tenha crescido na Engenharia, o ensino presencial (diurno e noturno) ainda mantém relevância, possivelmente devido à necessidade de infraestrutura prática e laboratorial, o que limita a transição completa para o formato a distância.

Tabela 1 - Distribuição do número de vagas ofertadas totais e EAD em cursos de Engenharia e demais áreas STEM no Brasil (2020 a 2023).

| Ano  | Região | Engenharia |         |         |         | Demais Cursos de STEM |        |         |           |
|------|--------|------------|---------|---------|---------|-----------------------|--------|---------|-----------|
|      |        | Vagas      | Diurno  | Noturno | EAD     | Vagas                 | Diurno | Noturno | EAD       |
| 2020 | CO     | 98.740     | 20.224  | 38.816  | 39.700  | 53.664                | 10.362 | 21.636  | 21.666    |
|      | NE     | 299.248    | 105.358 | 111.625 | 82.265  | 308.350               | 37.507 | 45.331  | 225.512   |
|      | N      | 213.445    | 36.275  | 45.850  | 131.320 | 175.110               | 11.797 | 17.868  | 145.445   |
|      | SE     | 1.157.816  | 180.352 | 344.847 | 632.617 | 875.338               | 68.483 | 144.476 | 662.379   |
|      | S      | 304.640    | 47.684  | 103.416 | 153.540 | 276.553               | 15.359 | 37.131  | 224.063   |
| 2021 | CO     | 90.428     | 17.427  | 33.174  | 39.827  | 87.748                | 9.660  | 19.106  | 58.982    |
|      | NE     | 395.798    | 90.882  | 117.211 | 187.705 | 408.920               | 33.692 | 46.590  | 328.638   |
|      | N      | 273.547    | 35.284  | 53.764  | 184.499 | 283.464               | 11.068 | 20.501  | 251.895   |
|      | SE     | 1.104.994  | 152.096 | 333.944 | 618.954 | 1.121.741             | 72.362 | 144.505 | 904.874   |
|      | S      | 395.144    | 38.349  | 89.270  | 267.525 | 399.090               | 13.447 | 35.189  | 350.454   |
| 2022 | CO     | 89.679     | 18.547  | 28.998  | 42.134  | 140.129               | 10.838 | 20.272  | 109.019   |
|      | NE     | 401.622    | 103.866 | 110.396 | 187.360 | 406.053               | 37.379 | 42.511  | 326.163   |
|      | N      | 263.687    | 34.298  | 41.482  | 187.907 | 304.999               | 11.614 | 16.590  | 276.795   |
|      | SE     | 988.302    | 166.052 | 291.900 | 530.350 | 1.240.343             | 73.677 | 138.833 | 1.027.833 |
|      | S      | 358.214    | 37.903  | 71.148  | 249.163 | 417.936               | 14.241 | 33.801  | 369.894   |
| 2023 | CO     | 131.252    | 26.140  | 29.815  | 75.297  | 226.420               | 20.182 | 22.646  | 183.592   |
|      | NE     | 415.194    | 94.253  | 97.349  | 223.592 | 450.931               | 38.409 | 38.216  | 374.306   |
|      | N      | 198.773    | 28.364  | 37.573  | 132.836 | 289.257               | 9.515  | 14.114  | 265.628   |
|      | SE     | 1.073.857  | 159.945 | 271.117 | 642.795 | 1.550.541             | 77.513 | 134.058 | 1.338.970 |
|      | S      | 411.899    | 38.889  | 69.354  | 303.656 | 574.937               | 15.766 | 36.233  | 522.938   |

Fonte: Os autores

## 2.2. Preenchimento de vagas

Entre 2020 e 2023, os cursos de Engenharia registraram queda no interesse dos candidatos em quase todas as regiões, mesmo com aumento ou estabilidade na oferta de vagas. No Nordeste, o número de vagas cresceu de 299 mil para 415 mil (+38,8%), mas o número de ingressantes caiu de 312 mil para 178 mil (-43,0%). No Norte, a quantidade de vagas se manteve próxima de 213 mil, enquanto o número de inscritos caiu de 103 mil para 64 mil. No Sudeste, houve redução parcial das vagas e queda no número de inscritos de 731 mil para 552 mil, evidenciando dificuldades de atratividade.

Nos demais cursos de STEM, a oferta de vagas cresceu de forma expressiva, como no Sudeste (de 875 mil para 1,55 milhão) e no Sul (de 276 mil para 574 mil). Porém, algumas regiões, como o Centro-Oeste, apresentaram queda na procura, passando de 149 mil para 107 mil inscritos, mesmo com o aumento de vagas. Apesar do desempenho relativamente melhor que a Engenharia, essas áreas também enfrentam desafios para manter o interesse dos candidatos.

## 2.3. Matrículas nas áreas de STEM e Engenharia

Entre 2020 e 2023, a área de Engenharia manteve o maior número de matrículas em relação aos demais cursos de STEM, o que ratifica sua relevância histórica e econômica no país. No entanto, um ponto de destaque é o declínio específico de alunos em Engenharia ao longo do período analisado: foi a única categoria a registrar uma diminuição, sobretudo nas IES privadas, que reduziram de 504.384 para 292.467 estudantes (queda de 42%). Nas IES públicas, a retração foi menor, passando de 320.681 para 310.913 matrículas (cerca de 3%). Por sua vez, os demais cursos de STEM apresentaram crescimento: no setor privado, subiram de 155.280 para 182.984 matrículas (18%), enquanto no público avançaram de 197.900 para 222.573 (12,5%).

Assim, embora a Engenharia ainda concentre o maior número absoluto de alunos dentro de STEM, foi a única a registrar retração no período. Em 2020, reunia mais de 825 mil estudantes, mas em 2023 esse total caiu para cerca de 603 mil, contrastando com a expansão das demais áreas. Esses resultados evidenciam um desafio específico de atratividade e retenção nos cursos de Engenharia, que exige estratégias próprias para manter sua relevância no ensino superior brasileiro.

## 2.4. Perfil dos Ingressantes por Turno

Nos cursos de Engenharia entre 2020 e 2023, observa-se uma redução consistente no número de ingressantes tanto no turno diurno

quanto no noturno. No diurno, o total caiu de 90,5 mil em 2020 para 78,6 mil em 2023, enquanto no noturno a queda foi ainda mais acentuada, passando de 118,6 mil para 88,3 mil no mesmo período. Essa retração pode refletir a menor procura pela área, influenciado pelo mercado de trabalho, a longa duração e complexidade do curso e a concorrência com áreas em expansão, como Tecnologia da Informação.

Nos demais cursos de STEM, a variação entre turnos apresenta um padrão diferente. O turno diurno apresentou oscilações, com queda entre 2020 e 2022 (de 55,4 mil para 59,2 mil) e aumento expressivo em 2023, chegando a 66,7 mil ingressantes. Por outro lado, o turno noturno, que historicamente concentra um número elevado de alunos, teve crescimento mais consistente, passando de 77,5 mil em 2020 para 100,6 mil em 2023. Esse desempenho pode indicar que os estudantes tenham a necessidade de conciliar trabalho e estudo, além de uma possível expansão da oferta noturna em cursos de STEM, o que contrasta com a redução observada na engenharia e sugere maior adaptabilidade dessas áreas às demandas do perfil atual de ingressantes.

## **2.5. Origem Escolar dos Ingressantes**

Entre 2020 e 2023, nas IES privadas de Engenharia, predominaram ingressantes do ensino médio público, mas com queda de 86.882 para 63.176, enquanto os da rede privada caíram de 40.355 para 25.879. Nas IES públicas, os números se mantiveram estáveis, entre 48 mil e 53 mil da rede pública e 25 mil a 29 mil da privada. Nos demais cursos de STEM, as IES privadas registraram forte oscilação no ingresso via rede pública, caindo de 50.706 em 2020 para 34.200 em 2021 e subindo para 71.512 em 2023. Nas IES públicas, tanto a rede pública (42–44 mil) quanto a privada (18–20 mil) apresentam estabilidade.

Esses padrões indicam que, tanto em Engenharia quanto nos demais cursos de STEM das IES privadas, há uma maior variação no ingresso de estudantes oriundos da rede pública, enquanto, nas IES públicas, a estabilidade do perfil de origem pode estar associada à previsibilidade dos processos seletivos e à limitação de vagas, que preserva a proporção entre ingressantes das duas redes.

## **2.6. Financiamento Estudantil**

Nos cursos de Engenharia, sobretudo nas IES privadas, é alta a dependência de financiamento estudantil, como o FIES e programas de parcelamento, devido a mensalidades elevadas por conta de laboratórios, infraestrutura e corpo docente especializado. A redução recente de contratos do FIES (de 219 mil para 111 mil) tem sido

parcialmente compensada por programas próprios das instituições ou bolsas vinculadas ao desempenho acadêmico (Chaves; Sousa, 2024).

Por outro lado, nos demais cursos de STEM, o uso de financiamento é menor (em torno de 55.720 contratos) e a combinação de mensalidades mais baixas e a ampliação da oferta na modalidade EAD permite que muitos alunos consigam arcar com os custos sem recorrer a crédito educacional.

Dessa forma, a Engenharia depende mais do financiamento formal para garantir a permanência do aluno no setor privado, atraindo principalmente estudantes de classes média e baixa, enquanto nos demais de STEM prevalecem bolsas, descontos e recursos próprios, favorecidos pelo menor custo ou flexibilidade da modalidade.

## 2.7. Evasão de Estudantes e Taxas de Conclusão

Nas IES públicas, a Engenharia quase dobrou o número de alunos desvinculados entre 2020 e 2023, crescimento que pode estar ligado à ampliação de vagas sem políticas eficazes de permanência, restrições socioeconômicas e currículos exigentes (Saccaro; França; Jacinto, 2019). Já nas privadas, houve queda contínua no indicador, possivelmente devido à redução de ingressantes, fechamento de cursos deficitários e programas de acompanhamento acadêmico. Por outro lado, nos demais cursos de STEM, as IES privadas reduziram desvinculações de 53.152 em 2020 para 44.897 em 2022 (-15,5%), mas registraram alta em 2023 (49.834), possivelmente pela retomada agressiva da captação pós-pandemia, atraindo perfis mais vulneráveis (Leite; De Souza; Dos Santos, 2022). Nas públicas, o número subiu de 26.389 para 49.617 (88%), indicando possíveis dificuldades crescentes de retenção, associadas à expansão de vagas, mudanças no perfil dos ingressantes e concorrência de áreas mais alinhadas ao mercado (Canto *et al.*, 2022).

Referente à taxa de evasão, a Engenharia nas IES privadas chegou a 49,88% em 2022 antes de cair para 38,17% em 2023, sugerindo custos elevados, alta exigência e reavaliação de carreira. Nas públicas, a taxa subiu de 15,66% para 29,06%, influenciada por carga horária intensa, períodos letivos extensos, greves, pouca flexibilidade curricular e fatores externos como necessidade de trabalhar.

A fim de ilustrar esta problemática, o estudo de caso realizado na POLI-UPE mostra a baixa taxa de conclusão geral dos cursos de Engenharia Elétrica, associado também a um alto índice de abandono. Considerando que as vagas disponibilizadas no ano de 2015 eram de até 22 estudantes por semestre para Eletrônica; 45 para Eletrotécnica em cada uma das entradas; e 20 por semestre para Telecomunicações, além disso, 20%

das vagas eram reservadas a cotistas e o ingresso era dividido igualmente entre Sistema de Seleção Unificada (SISU), vestibular tradicional, e Sistema Seriado de Avaliação (SSA), maneira de ingresso exclusiva da Universidade de Pernambuco, com provas divididas em fases. Do total de 171 estudantes ingressantes nas três Engenharias Elétricas em 2015, apenas 64 concluíram o curso até 2025.1, o que corresponde a uma taxa geral de conclusão de 37,43% dentro do limite de até dez anos após o ingresso. De modo geral, as turmas do primeiro semestre apresentaram maior percentual de formandos do que as do segundo: em Telecomunicações, a taxa de conclusão foi de 50% para 2015.1 e de 25% para 2015.2; em Eletrônica, os percentuais foram de 36,36% e 22,73%; e em Eletrotécnica foram de 44,18% e 38,64% para as primeiras e segundas entradas, respectivamente. Nesse cenário, as taxas de abandono corresponderam a um valor elevado: Eletrônica (2015.2) apresentou o maior índice, com 68,18% após, em média, 8,1 semestres cursados; Telecomunicações (2015.2) com 65%, após 4,9 semestres e Eletrotécnica (2015.2), com 54% após cerca de 7,5 semestres. O caso de maior permanência antes do abandono foi Eletrônica (2015.1), cuja média foi de 9 semestres que corresponde a apenas um a menos do que o tempo regular de conclusão. Vale a pena salientar que as menores taxas de abandono corresponderam a Telecomunicações (40%) e Eletrotécnica (46,5%) nas turmas de 2015.1, ambas com abandono médio após 7,5 semestres.

Referente à política de cotas, a pesquisa da POLI-UPE ilustra um cenário não uniforme relativo à comparação do desempenho entre os cotistas e não cotistas. Nas turmas de 2015.2, em todas as três modalidades, os cotistas apresentaram taxas de conclusão menores que as dos não cotistas, com destaque para Telecomunicações, curso no qual cerca de 30% dos não cotistas o concluíram, enquanto nenhum cotista o finalizou durante o prazo estabelecido. Por outro lado, em 2015.1, Eletrônica e Eletrotécnica registraram percentuais maiores de conclusão entre cotistas do que entre não cotistas, sendo o caso mais expressivo o de Eletrônica: 75% de conclusão entre cotistas contra aproximadamente 28% entre não cotistas. Em Telecomunicações (2015.1), ambos os grupos apresentaram o mesmo desempenho, com 40% de concluintes.

Por fim, a relação entre o tipo de vestibular e o número de formandos dos cursos de Elétrica da POLI-UPE mostrou que, em quatro das seis turmas analisadas, a maior parte dos estudantes que concluíram o curso havia ingressado pelo vestibular tradicional. A diferença mais significativa ocorreu em Eletrotécnica (2015.2), em que os formandos provenientes do vestibular tradicional superaram os do SSA em cerca de 31%. O

cenário mais equilibrado ocorreu em Telecomunicações (2015.1), com número igual de formandos entre SISU e SSA. Em Telecomunicações (2015.2), o maior número de concluintes veio do SSA – único caso em que o ingresso não tradicional resultou em mais formandos.

### **3 ESTRATÉGIAS PARA ATRAÇÃO DE ALUNOS PARA AS ENGENHARIAS**

Diante do cenário de queda no interesse de jovens pela engenharia (CONFEA, 2023; CREA-SC, 2023) são delineadas estratégias para atrair mais alunos para áreas STEM com metodologias ativas (Silva, 2017; Gunther, 2024) como aprendizagem baseada em projetos (Cirilo; Souza; Leão, 2025) e, ao mesmo tempo, engajar diferentes públicos sobre a relevância dessa área para a sociedade. Essas iniciativas viabilizam o diálogo com públicos diversos e permitem uma aproximação da engenharia com o cotidiano das pessoas. Nesta seção dois tipos de estratégias serão abordadas: as intervenções urbanas e os projetos de iniciação científica com alunos do ensino médio.

#### **3.1. Estudo de Caso sobre Intervenção Urbana e Engajamento de Áreas STEM**

Foi realizado um estudo com grupos de estudantes do ensino médio e técnico dos cursos de Agroindústria, Agropecuária, Edificações, Segurança do Trabalho e Mecatrônica, das instituições Escola de Referência em Ensino Fundamental e Médio (EREFEM) Presidente Castelo Branco, IFPE Campus Caruaru e IFPE Campus Vitória. Assim como, com estudantes do ensino superior dos cursos de Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Engenharia Eletrônica, Engenharia de Telecomunicações, Engenharia de Controle e Automação, Sistemas de Informação e Licenciatura em Química da UPE, UFPE, IFPE Campus Caruaru e IFPE Campus Vitória.

O estudo foi conduzido ao longo de sete meses, seguindo uma metodologia estruturada em três etapas: inventos tecnológicos, intervenções urbanas e análise de impactos.

A etapa de inventos tecnológicos foi composta por cinco subetapas, a primeira delas foi a de empatia, na qual os participantes realizaram atividades de imersão no problema para compreender os desafios do público-alvo. Em seguida, foi realizada a definição, em que foram estruturados problemas centrais a serem solucionados de modo a orientar o processo criativo. Na subetapa de ideação foi realizada a

geração de soluções para os desafios levantados, incentivando criatividade e pensamento divergente. Por fim, houve as subetapas de prototipação das ideias mais promissoras e teste de aplicabilidade em pequena escala para validação e coleta de *feedback* para ajustes e melhorias iterativas.

Com relação à etapa de intervenções urbanas, subdividida em planejamento, infraestrutura e execução, de acordo com o perfil do público esperado. Foram definidos quatro ambientes de implementação: 1) escolas de ensino fundamental e médio, visando aproximar jovens da exposição aos artefatos produzidos; 2) evento de ciência de grande porte, a 77ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), favorecendo a disseminação para a comunidade acadêmica e científica; 3) evento na temática feminina; 4) espaços públicos abertos, como parques e shoppings, visando atingir público diverso em contextos informais. Cada ambiente demandou um planejamento específico de infraestrutura, logística e engajamento, respeitando suas características.

Por fim, a análise de impactos, consistiu na etapa de finalização do estudo e teve como principal objetivo compreender a satisfação do público a partir do grau de interesse apresentado nas atividades, relacionando os ambientes de intervenção e o engajamento observado. Esses dados são de suma importância para orientar novas ações, seja para replicar ou para adaptar a fim de que desperte interesse num maior número de pessoas, considerando que o objetivo é disseminar a importância das áreas STEM.

### **3.2. Iniciação Científica no Ensino Médio como Estratégia de Engajamento Estudantil em STEM**

Numa perspectiva de engajar alunos antes mesmo de ingressarem em cursos contemplados na área de STEM, um estudo de caso no Colégio Ábaco propõe que a iniciação científica (IC) seja desenvolvida como uma disciplina regular para as 1ª e 2ª séries do ensino médio, desde 2023. A disciplina, com uma aula de 45 minutos por semana, se estrutura ao longo de seis trimestres e é organizada em etapas sequenciais que compreendem desde o ensino de fundamentos epistemológicos sobre os diferentes tipos de conhecimento até a elaboração de artigos científicos.

A proposta é que no primeiro trimestre os alunos apenas assistam aulas expositivas sobre cada forma de conhecimento e que sejam entrevistados para realizarem conexões entre o conteúdo abordado e a

vida pessoal. O segundo trimestre é o momento em que é iniciado o processo de prática científica a partir da escolha de um tema de pesquisa. Essa escolha não possui nenhuma delimitação e os alunos podem escolher qualquer tema, com o objetivo de construir a autonomia na escolha individual e interesse genuíno. Este tema é então recortado, com o auxílio do professor orientador, visando elaborar a questão de pesquisa do projeto. No terceiro trimestre, objetiva-se o aprofundamento crítico por meio de revisão bibliográfica, em que deve ser realizada uma busca e fichamento de artigos para futura argumentação com base em fontes científicas. Com isso, tem-se o fim da 1ª série com uma proposta de pesquisa definida para ser continuada na 2ª série.

Na sequência, no quarto trimestre é apresentada a estrutura de um artigo científico para que os alunos possam compreender como funciona o desenvolvimento de um artigo e com isso estabelecer uma proposta de escrita. A partir disso, os alunos são incentivados a apresentar uma problemática para a pesquisa e construir o objetivo do artigo, visando elucidar sua proposta de tema. Nos últimos dois trimestres, são definidos grupos de pesquisa que serão responsáveis por escrever um artigo completo culminando na participação em um congresso interno (no próprio colégio). O professor deve atuar como um orientador dos processos de pesquisa, assim como ocorre na universidade e a cada etapa da disciplina (escolha do tema, revisão bibliográfica, escrita e participação no congresso), o professor-pesquisador deve fazer analogias com os processos de investigação, análise e escrita científica realizada na academia. Dessa forma, os alunos não apenas desenvolvem seus próprios projetos, mas são também expostos, de maneira pedagógica, ao método científico, o que pode ser feito considerando temas correlatos com as áreas de STEM por meio das práticas e conteúdos mobilizados pelo professor-orientador.

#### **4 ATRATIVIDADE E DESAFIOS DA PERMANÊNCIA NA EDUCAÇÃO SUPERIOR**

O ingresso na educação superior marca uma etapa decisiva na vida dos estudantes. Porém, traz desafios de adaptação, autonomia e construção da identidade profissional, os quais são especialmente acentuados nos cursos de Engenharia devido não somente à elevada carga horária, mas também ao rigor formativo e às pressões relacionadas

ao futuro exercício profissional. Embora o acesso a cursos de graduação tenha aumentado, a permanência com qualidade persiste como um dos principais obstáculos das Instituições de Educação Superior (IES), diante da diversidade crescente do corpo discente e das dificuldades relatadas por ingressantes. Nesse contexto, surge a questão central: como estimular a atratividade enquanto permanência qualificada nos cursos de engenharia? Diante da lacuna de ações de acolhimento que integrem dimensões educacionais, psicológicas e sociais desde os primeiros semestres, esta seção apresenta a oficina “Descomplicando a vida universitária”, desenvolvida pelo Núcleo Interdisciplinar de Suporte ao Estudante (NISE) da UFRN, como parte de um conjunto de iniciativas que visam promover uma experiência mais humanizada e apoiar o bem-estar discente. A proposta busca discutir a atratividade focada na permanência com qualidade, apresentando uma ação com potencial de favorecer o sucesso acadêmico em cursos de engenharia.

A ampliação do acesso à educação superior e a diversificação do perfil discente têm exigido das IES um processo contínuo de reorganização, de modo a acolher estudantes com trajetórias, interesses e projetos de vida distintos (Junges; Behrens, 2016). Em um cenário marcado pela heterogeneidade, torna-se imprescindível a oferta de intervenções educacionais que promovam acolhimento, considerando a complexidade subjetiva e pedagógica do processo de ensino-aprendizagem (Basso *et al.*, 2013).

Dentro desse quadro, a Universidade, enquanto espaço formativo, possibilita experiências para a construção da identidade profissional, como a convivência com diferentes perspectivas, o estabelecimento de redes de contato e o enfrentamento de adversidades, mas também apresenta desafios relativos à organização do tempo, ao desempenho acadêmico e ao equilíbrio entre vida pessoal e acadêmica (Teixeira; Gomes, 2004; Basso *et al.*, 2013). Mudanças de cidade, afastamento da rede de apoio, adaptação a novos vínculos sociais e dificuldades nas relações interpessoais podem intensificar esse processo, com impactos sobre o bem-estar dos ingressantes (Malajovich *et al.*, 2017). Estudos sobre saúde mental de estudantes de engenharia indicam que muitos já chegam à universidade com fragilidades na qualidade de vida, agravadas pelas pressões por desempenho e pela expectativa de viabilizar sua subsistência por meio da formação (Bezerra *et al.*, 2021). Dificuldades não reconhecidas precocemente tendem a evoluir para desmotivação, prejuízos acadêmicos e evasão. Entre os fatores mais recorrentes está a organização da rotina de estudos, cuja ausência favorece a procrastinação, caracterizada por atrasos no início ou na conclusão de

tarefas, frequentemente associada a sentimentos de ansiedade, culpa, vergonha e depressão (Basso *et al.*, 2013). Tal quadro pode gerar afastamento progressivo de colegas, professores e atividades do curso, produzindo um efeito cumulativo negativo. A gestão ineficaz do tempo, somada às demandas de trabalho, estudo, convívio familiar e lazer, impõe desafios adicionais, especialmente quando muitas horas de dedicação não se traduzem em qualidade (De Oliveira *et al.*, 2016).

Diante disso, destaca-se a relevância do compartilhamento e aperfeiçoamento de estratégias de estudo, uma vez que cada estudante chega ao ensino superior com repertórios distintos desenvolvidos em contextos formais e informais (Bartalo; Guimarães, 2008). Considerando esses aspectos, compreende-se que a atratividade dos cursos, para além do ingresso, depende do investimento institucional em ações de acolhimento, apoio acadêmico, orientação e desenvolvimento de competências, contribuindo para uma permanência com qualidade.

#### **4.1. Ação “Descomplicando a Vida Universitária” e Avaliação de Impacto**

Com o propósito de fortalecer a acolhida e a adaptação de ingressantes aos cursos do Centro de Tecnologia (CT) da UFRN, o Núcleo Interdisciplinar de Suporte ao Estudante (NISE) desenvolve, desde 2022, a ação “Descomplicando a vida universitária: oficina de organização de rotina e horário de estudos”. A iniciativa surge como resposta às dificuldades recorrentes relacionadas à gestão do tempo, ao estabelecimento de hábitos de estudo e à conciliação entre atividades acadêmicas, pessoais e profissionais. Seu objetivo central é promover o desenvolvimento de autonomia, estimular a organização da rotina e favorecer uma experiência universitária mais equilibrada.

A metodologia da oficina se estrutura em dois momentos complementares. O primeiro consiste em uma exposição dialogada fundamentada em Basso *et al.* (2013) e De Oliveira *et al.* (2016), abordando temáticas relevantes para estudantes ingressantes, como o ingresso na universidade, o processo de construção da identidade profissional, a adaptação a uma nova rotina, a procrastinação acadêmica, os sinais de possível adoecimento psicológico e as formas adequadas de buscar apoio. Nesse contexto, enfatiza-se também a existência e o papel da rede institucional da UFRN, que oferece suporte psicopedagógico e orientações acadêmicas.

O segundo momento da oficina é dedicado a uma atividade prática baseada na apresentação de dez dicas de organização da rotina, formuladas a partir da experiência acumulada do NISE em atendimentos

a estudantes e docentes. Entre essas orientações estão: realizar planejamento semanal; identificar os ambientes mais adequados para estudar; aprimorar a qualidade do sono; estimar o tempo real necessário para cada tarefa; incorporar atividades de lazer e relaxamento; incluir exercícios físicos na rotina; verificar estratégias de estudo mais adequadas a cada disciplina; evitar o acúmulo de atividades; buscar ajuda ao enfrentar dificuldades relacionadas ao conteúdo; e reconhecer situações atípicas sem transformar eventuais contratemplos em fonte de frustração. A partir dessas orientações, formam-se grupos para análise de estudos de caso, todos inspirados em situações vivenciadas por estudantes de engenharia do CT, permitindo que os participantes discutam alternativas e proponham soluções.

No primeiro semestre de 2025, foi realizada uma avaliação de impacto, por meio de um questionário composto por 13 questões e aplicado ao final de cinco oficinas. O instrumento levantou dados sobre perfil sociodemográfico, presença ou ausência de rotina de estudos e percepções sobre as dicas apresentadas. Ao todo, 70 estudantes participaram da pesquisa, representando majoritariamente os cursos de Engenharia Civil (28,6%), Engenharia Química (27,1%), Engenharia de Energia (15,7%) e Engenharia Têxtil (10,0%). Também houve participação de discentes de Ciências e Tecnologia (10,0%), Engenharia Mecânica (4,3%) e Engenharia de Petróleo (4,3%). A distribuição por turnos indicou predominância de estudantes matriculados pela manhã e tarde (42,9%), seguida por aqueles que cursavam em múltiplos turnos.

Em relação ao gênero, 50% se identificaram como mulheres, 45,7% como homens, 1,4% como não-binários e 2,9% optaram por não declarar. Quanto à idade, predominou o grupo de 18 a 24 anos (74,3%), seguido por estudantes entre 30 e 59 anos (11,4%). No aspecto étnico-racial, 45,7% declararam-se brancos, 40% pardos, 10% pretos e 4,3% não informaram.

O levantamento indicou que 74,3% dos estudantes não trabalhavam, o que pode estar associado à predominância de estudantes jovens e ao fato de as oficinas não terem contemplado turmas do turno noturno no semestre analisado. Além disso, 22,9% afirmaram receber algum tipo de auxílio estudantil, dentre os quais se destacaram auxílio alimentação e transporte (ambos com 43,8%), auxílio óculos (25%), bolsa de monitoria (18,8%), auxílio moradia/residência e bolsa de apoio técnico (12,5% cada) e auxílio instrumental (6,3%).

No que diz respeito à organização dos estudos, observou-se que 42,9% dos respondentes não seguiam uma rotina. Após a oficina, porém, 95,7% afirmaram sentir-se motivados a iniciar ou modificar sua rotina de

estudos, sinalizando o potencial mobilizador da atividade. Ao serem convidados a destacarem as dicas mais relevantes, os estudantes apontaram “realizar planejamento semanal” (82,9%), “aprimorar a rotina de sono” (70,0%) e “evitar acumular atividades” (64,3%). Em relação às dicas já aplicadas com maior frequência, destacaram-se: “incluir atividades físicas na rotina” (47,1%), “evitar acumular atividades de uma semana para outra” (47,1%), “realizar planejamento semanal” (35,7%) e “aprimorar a rotina do sono” (35,7%). Quando questionados sobre as orientações que recomendariam a colegas, prevaleceram: “planejamento semanal” (75,7%), “evitar acúmulo de atividades” (72,9%) e “detectar onde melhor funciona estudar” (71,4%).

Os comentários registrados no questionário revelaram aspectos subjetivos importantes. Estudantes relataram alívio ao perceber que suas dificuldades eram compartilhadas por outros colegas, mencionando que a troca proporcionada pela oficina reduziu a sensação de isolamento. Expressaram ainda intenção de colocar em prática as dicas recebidas, reforçando a percepção de que a oficina representou um estímulo a ajustes de hábitos acadêmicos. Entre os depoimentos, destacam-se sentimentos de identificação com as situações discutidas, valorização do conteúdo apresentado e disposição para mudanças.

## 5 POLÍTICAS PÚBLICAS

Segundo Rocha (2019), as políticas públicas exercem um papel essencial na promoção da educação, mas sua efetividade depende da consideração de múltiplos fatores que assegurem o cumprimento das legislações vigentes. O termo “política” tem raízes na palavra grega *politikó*, que remete à participação ativa dos cidadãos livres nas decisões coletivas. Por sua vez, o termo “pública”, derivado do latim *publica*, refere-se ao povo e àquilo que lhe pertence. Assim, entende-se que as políticas públicas educacionais envolvem a atuação da sociedade na definição dos rumos da educação em seu território. Elas são concebidas como instrumentos para mitigar desigualdades sociais.

Nesse contexto, em 2012, o Governo Federal instituiu a adoção de cotas nas instituições federais de ensino. A medida supramencionada foi proposta como uma política afirmativa, com o objetivo de reparar danos históricos causados a grupos notoriamente desfavorecidos ao longo do desenvolvimento do Brasil. Essa iniciativa busca equiparar as oportunidades entre alunos das redes pública e privada de ensino,

considerando que, muitas vezes, as condições do ensino público são precárias, o que dificulta o acesso ao ensino superior.

No dia em que foi publicada, em 29 de agosto de 2012, a Lei nº 12.711 já entrou em vigor. No entanto, a sua implementação foi prevista para ocorrer de forma progressiva, atingindo sua completude em 4 anos, de forma que, de 2013 a 2016 foi introduzido a cada ano um aumento de 12,5% na reserva de vagas para estudantes cotistas (Brasil, 2012).

Em sua versão atualizada, a Lei estabelece que todas as instituições federais de ensino superior vinculadas ao Ministério da Educação devem reservar 50% das vagas disponíveis para estudantes que tenham cursado integralmente o ensino médio na rede pública. Desses 50%, metade deve ser destinada a estudantes oriundos da rede pública cuja renda familiar per capita seja igual ou inferior a um salário mínimo. Ainda dentro desse percentual, devem ser reservadas vagas para pretos, pardos, indígenas, quilombolas e pessoas com deficiência, conforme a proporção populacional desses grupos no estado onde está localizada a instituição, de acordo com os dados do último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Caso as vagas destinadas a um grupo prioritário específico não sejam totalmente preenchidas, elas devem ser remanejadas para os demais grupos prioritários, respeitando a ordem de prioridade, antes de serem disponibilizadas para ampla concorrência (Brasil, 2012; MEC, 2023). Outro ponto de suma relevância sobre o acesso ao ensino superior para estudantes cotistas é a dupla possibilidade de ingresso, uma vez que os candidatos concorrem, inicialmente, às vagas reservadas ao sistema de cotas e, simultaneamente, também podem optar por concorrer às vagas de ampla concorrência. Dessa forma, caso sua nota não seja suficiente para a classificação nas vagas reservadas, ainda há a chance de aprovação pela ampla concorrência, ou vice-versa, de acordo com as regras estabelecidas no edital de seleção (MEC, 2012).

Com relação às instituições estaduais de ensino superior, a regulamentação para destinação de vagas a grupos prioritários difere daquela aplicada às instituições federais. No Brasil, a Universidade de Pernambuco foi uma das pioneiras na adoção de cotas. Já em 2004, 20% das vagas eram reservadas para estudantes provenientes da rede pública de ensino. Este percentual manteve-se até 2022, quando foi ampliado para 30%, passando a contemplar também os alunos com renda familiar igual ou inferior a 1,5 salário mínimo. Em 2024, esse percentual foi elevado para 40%, mantendo os grupos supramencionados, porém ajustando a renda familiar para igual ou inferior a 1 salário mínimo. Para o processo de ingresso de 2025, foi

mantida a reserva de 40%, com a inclusão dos grupos de pretos, pardos, indígenas e quilombolas, além da intenção de, em breve, também priorizar pessoas com deficiência (JC, 2024).

Considerando agora o âmbito de cursos de STEM, no estado de Minas Gerais, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), que atua como a principal entidade estadual responsável por estimular e financiar iniciativas voltadas à pesquisa científica, à inovação e ao desenvolvimento tecnológico (FAPEMIG, 2025a), apresentou chamadas públicas relevantes na política pública mineira para favorecer o engajamento dos estudantes, e a transformação da educação e do cenário de acesso e permanência em cursos das áreas de STEM. Duas dessas chamadas serão descritas a seguir.

### **5.1. Chamada FAPEMIG 013/2024**

A FAPEMIG, em parceria com a Secretaria de Estado da Educação – SEE/MG, lançou em 06 de setembro de 2024, a chamada pública n. 13/2024, intitulada PESQUISA PARA TRANSFORMAÇÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA – CIÊNCIA, TECNOLOGIA, ENGENHARIA, ARTES E MATEMÁTICA.

A chamada em questão convidou IES públicas ou privadas sem fins lucrativos e Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação sediadas em Minas Gerais (ICTMG) a apresentarem propostas para financiamento. A iniciativa tem como objetivo estimular o desenvolvimento e a implementação de metodologias e recursos didáticos inovadores na educação básica e na área de STEAM, resultando em projetos que integraram pesquisa científica, tecnológica e divulgação científica, promovendo interdisciplinaridade, pensamento crítico e criatividade de estudantes e docentes (FAPEMIG, 2024a, p.1).

Foram recebidas 86 propostas, sendo 23 aprovadas dentro do limite financeiro alocado para a Chamada, 30 aprovadas fora do limite financeiro alocado para a Chamada e 33 foram inabilitadas ou desclassificadas no processo de julgamento e seleção, na etapa de “Habilitação” ou “Análise de Mérito”, conforme os termos do chamamento público. O resultado foi homologado em 15 de julho de 2025, totalizando um valor aprovado de R\$ 6.146.342,60 (FAPEMIG,2024b). Esta foi a primeira iniciativa oficial da fundação com abordagem STEM e se caracteriza como uma política pública com foco na educação básica e na atração de jovens para carreiras nessas áreas, buscando inovação pedagógica com o uso de metodologias ativas além de considerar aspectos relevantes como a inclusão de mulheres e grupos minorizados.

### 35.2. Chamada FAPEMIG 09/2025

Outra iniciativa da FAPEMIG visando atração e permanência de estudantes nas áreas de STEM foi lançada em 14 de maio 2025, a chamada FAPEMIG nº 09/2025 - Bolsas Especiais de Iniciação Científica e Tecnológica nas Áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática – (BIC STEM).

O objetivo é incentivar a participação de estudantes de graduação em atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) em temas das áreas STEM estimulando sua vocação científica, tecnológica e técnica, fortalecendo sua formação acadêmica e aproximando-os do ambiente produtivo e social. As atividades deverão ser desenvolvidas sob orientação de pesquisador(a) qualificado(a), contribuindo para o avanço de pesquisas e inovações de interesse estratégico para o setor produtivo e a sociedade.

A iniciativa destina bolsas especiais de iniciação científica e tecnológica a projetos nas áreas STEM e considera as seguintes linhas temáticas prioritárias associadas a setores estratégicos para o Estado de Minas Gerais: Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC); Saúde e Biotecnologia; Agricultura Sustentável e Valorização de Produtos Agrícolas; Energia e Sustentabilidade; Hidrogênio Verde (H<sub>2</sub>); Bioquerosene para Aviação (SAF); Indústria 4.0; Tecnologias e Soluções Logísticas para o Escoamento de Produtos para Exportação; Mineração Sustentável; Cadeia Produtiva do Lítio; Cadeia Produtiva de Terras Raras; Materiais Avançados e Nanotecnologia e Tecnologias Disruptivas. A chamada dispõe de um financiamento total de R\$ 12.000.000,00 (doze milhões de reais), alocados conforme a programação orçamentária e financeira da FAPEMIG, dos quais, no mínimo, R\$ 6.000.000,00 (seis milhões de reais) serão destinados ao apoio a estudantes do sexo feminino, e está com a divulgação de resultado prevista para outubro de 2025 (FAPEMIG, 2025b).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conjunto de análises apresentadas neste capítulo evidencia que o desafio de atrair e manter estudantes nos cursos de Engenharia no Brasil é multifatorial e requer ações articuladas entre instituições de ensino, gestores públicos e sociedade. Os dados nacionais mostram que, apesar da relevância histórica e estratégica da Engenharia para o desenvolvimento socioeconômico, o interesse dos jovens pela área tem

diminuído de forma consistente ao longo dos últimos anos, contrastando com o crescimento de outros campos de STEM, especialmente aqueles com maior aderência ao ensino a distância e às novas demandas do mercado tecnológico.

A queda na procura por vagas, o aumento das taxas de evasão e as dificuldades de permanência com qualidade revelam uma combinação de fatores estruturais: currículos extensos e exigentes, insuficiência de políticas de apoio estudantil, fragilidade na formação básica em STEM, dificuldades socioeconômicas e a percepção de carreiras emergentes como mais acessíveis ou promissoras. O estudo de caso desenvolvido na POLI-UPE reforça esse diagnóstico ao evidenciar altas taxas de abandono, diferenças significativas entre modalidades de ingresso e variações no desempenho entre cotistas e não cotistas, revelando a necessidade de ações institucionais contínuas de acompanhamento acadêmico e psicossocial.

Nesse contexto, constata-se que aumentar a atratividade da Engenharia exige não apenas captação de novos alunos, mas também o fortalecimento de políticas que promovam engajamento e permanência. As experiências relatadas — como intervenções urbanas, projetos de iniciação científica no ensino médio e ações de acolhimento universitário, a exemplo da oficina “Descomplicando a vida universitária” — mostram que iniciativas que aproximam os estudantes da prática científica, da resolução de problemas reais e do apoio institucional contribuem para reduzir barreiras e estimular o pertencimento.

Do ponto de vista das políticas públicas, as ações afirmativas, especialmente a Lei de Cotas, têm papel central na democratização do acesso, mas devem ser acompanhadas de programas robustos de permanência, sob pena de ampliar desigualdades internas e comprometer a eficácia da inclusão.

Assim, os resultados deste capítulo apontam para a necessidade de uma agenda nacional e institucional que combine: (i) estratégias de aproximação da Engenharia com o cotidiano dos jovens; (ii) iniciativas pedagógicas que estimulem criatividade, autonomia e protagonismo; (iii) políticas de apoio estudantil que contemplem dimensão acadêmica, socioemocional e financeira; e (iv) modernização curricular e metodológica, alinhada às transformações tecnológicas e às demandas sociais.

Engajar para transformar significa, portanto, reconhecer que a formação em Engenharia ocorre em um ecossistema complexo, no qual o sucesso não depende apenas da escolha inicial do estudante, mas de sua trajetória completa.

## REFERÊNCIAS

BARTALO, Linete; GUIMARÃES, Sueli Edi Rufini. Estratégias de estudo e aprendizagem de alunos universitários: um estudo exploratório. **Informação e Informação**, v. 13, n. 2, p. 1-14, 2008.

BASSO, Claudia et al. Organização de tempo e métodos de estudo: oficinas com estudantes universitários. **Revista Brasileira de Orientação Profissional**, v.14, n.2, p. 277-288, 2013.

BEZERRA, João Ernesto Moura Sobreira et al. Saúde mental de estudantes dos cursos de graduação em engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 40, p. 321-333, 2021.

BRASIL. *Lei nº 12.711, de 29 de agosto de 2012*. Dispõe sobre o ingresso nas universidades federais e nas instituições federais de ensino técnico de nível médio e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 ago. 2012

CANTO, Alberto et al. Retenção e Evasão em Cursos de Engenharia: uso de tecnologia para proporcionar a Aprendizagem Social. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 20, n.1, p. 273–283, 2022.

CIRILO, Rodrigo Paiva; et al. Ensinando em engenharia: a aprendizagem baseada em projetos dinamizada pela integração entre as áreas STEM. **Revista Tecnologia Sociedade, Curitiba**, v. 21, n. 63, p. 142 - 164, jan./mar., 2025.

CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Censo do Confea: 92% dos profissionais estão empregados. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.confea.org.br/cento-do-confea-92-dos-profissionais-estaoempregados>. Acesso em: 18 ago. 2025.

CHAVES, Vera Lucia Jacob; SOUSA, Leila Maria Costa. Financiamento e Endividamento Estudantil no Ensino Superior na Era da Financeirização do Capital: o FIES e a Expansão de Empresas Educacionais Financeiras. **Revista Brasileira de Política e Administração da Educação**, v.40, n.1, 2024.

CREA-SC – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina. Engenharia tem queda de alunos nos últimos oito anos e faz MEC planejar reformulação. Florianópolis, 2023. Disponível em: <https://portal.crea-sc.org.br/materia-de-o-globo-engenharia-tem-queda-dealunos-nos-ultimos-oito-anos-e-faz-mec-planejar-reformulacao>. Acesso em: 18 ago. 2025.

DE LUCA, Marcelo Alexandre Siqueira et al. A Engenharia no Contexto Social: Evolução e Desenvolvimento. **Revista eletrônica dos Cursos de Engenharia**, v.2 n.1, 2018.

DE OLIVEIRA, Clarissa Tochetto et al. Oficinas de gestão do tempo com estudantes universitários. **Psicologia: Ciência e Profissão**, v. 36, n. 1, p. 224-233, 2016.

FAPEMIG – FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Missão, Visão e Valores. [2025a?]. Disponível em: <https://fapemig.br/a-fapemig/sobre-a-fapemig/missao-visao-e-valores>. Acesso em: 9 jul. 2025.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE MINAS GERAIS (FAPEMIG). Chamada nº 13/2024: Pesquisa para Transformação da Educação Básica – STEAM. Belo Horizonte: FAPEMIG, 2024a. Disponível em: [fapemig.br](https://fapemig.br). Acesso em: 10 jun. 2025.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE MINAS GERAIS (FAPEMIG). Homologação do resultado de julgamento – Chamada FAPEMIG nº 013/2024: Pesquisa para Transformação da Educação Básica – Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. Belo Horizonte: FAPEMIG, 2024b. Disponível em: [http://www.fapemig.br/pt/chamadas\\_resultados\\_opportunidades\\_fapemig/](http://www.fapemig.br/pt/chamadas_resultados_opportunidades_fapemig/). Acesso em: 15 jul. 2025.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE MINAS GERAIS (FAPEMIG). Chamada FAPEMIG nº 009/2025: Bolsas Especiais de Iniciação Científica e Tecnológica nas áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (BIC STEM). Belo Horizonte: FAPEMIG, 2025b. Disponível em: [https://fapemig.br/media/SEI\\_113617115\\_FAPEMIG\\_\\_\\_Chamada\\_009\\_2025\\_1.pdf](https://fapemig.br/media/SEI_113617115_FAPEMIG___Chamada_009_2025_1.pdf). Acesso em: 10 ago. 2025.

GÜNTHER, Simone Maren. Metodologias ativas no ensino da engenharia no Brasil: desafios e oportunidades. *In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA*, 10., 2024, Salvador. **Anais** [...] Salvador: CONFEA, 2024. Disponível em: [https://www.confea.org.br/midias/uploads-imce/contecc%202024/EXP/METODOLOGIAS\\_ATIVAS\\_NO\\_ENSINO\\_DA\\_ENGENHARIA\\_NO\\_BRASIL\\_DESAFIOS\\_E\\_OPORTUNIDADES.pdf](https://www.confea.org.br/midias/uploads-imce/contecc%202024/EXP/METODOLOGIAS_ATIVAS_NO_ENSINO_DA_ENGENHARIA_NO_BRASIL_DESAFIOS_E_OPORTUNIDADES.pdf). Acesso em 30 nov. 2025.

INEP. **Manual para Classificação dos Cursos de Graduação e Sequenciais : Cine Brasil**. [Brasília] : INEP, 2025. Disponível em [https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes\\_e\\_examenes\\_da\\_educacao\\_superior/manual\\_para\\_classificacao\\_dos\\_cursos\\_de\\_graduacao\\_e\\_sequenciais\\_cine\\_brasil.pdf](https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes_e_examenes_da_educacao_superior/manual_para_classificacao_dos_cursos_de_graduacao_e_sequenciais_cine_brasil.pdf). Acesso em: 13 ago. 2025.

JUNGES, Kelen dos Santos; BEHRENS, Marilda Aparecida. Uma formação pedagógica inovadora como caminho para a construção de saberes docentes no Ensino Superior. **Educar em Revista**, n. 59, p. 211-229, 2016.

LEITE, Maria Clerya Alvino; DE SOUZA, João Paulo Marçal; DOS SANTOS, Rayene Suter. A Evasão No Ensino Da Engenharia Antes Da Ascensão Da Pandemia Da Covid-19: Uma Revisão Narrativa. *In: Ensino e suas intersecções*. [S.l.]: Editora Realize, 2022. p.151-176

MAIESKI, Alessandra; CASAGRANDE, Ana Lara; ALONSO, Katia Morosov. Educação a Distância e Qualidade: Pauta Urgente para as Políticas Públicas na Educação Superior. **EaD em Foco**, v. 14, n.2, p. e2166, 2024.

MALAJOVICH, Nuria et al. A juventude universitária na contemporaneidade: a construção de um serviço de atenção em saúde mental para estudantes. **Mental**, v. 11, n. 21, p. 356-377, 2017.

MEC. Atualização da Lei nº 12.711/2012 inclui quilombolas e reduz teto de renda. Agência Brasil, 2023.

Ministério da Educação. **Perguntas Frequentes – Lei de Cotas**. [Brasília]: MEC, 2012. Disponível em:

<https://portal.mec.gov.br/cotas/perguntas-frequentes.html>. Acesso em: 14 ago. 2025.

NASCIMENTO, Luciana et al. Paridade de Gênero no Ensino Superior em STEM no Brasil: Uma Análise de 10 Anos. In: Women in Information Technology (WIT), 2023, João Pessoa. **Anais**. João Pessoa. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wit/article/view/25024/24845>. Acesso em 01 ago. 2025.

ROCHA, M. S. A. L. L. (org.). **Políticas públicas na educação: que caminho estamos seguindo?**. Campo Grande: Editora Inovar, 2019.

SACCARO, Aline; FRANÇA, Marco Tulio; JACINTO, Paulo de Andrade. Fatores associados à evasão no ensino superior brasileiro: um estudo de análise de sobrevivência para os cursos das áreas de Ciência, Matemática e Computação e de Engenharia, Produção e Construção em instituições públicas e privadas. **Estudos Econômicos**, v. 49, n.2, p. 337–373, 2019

Silva, Pricila da. **Uso do programa STEM como alternativa de aprendizagem para alunos de 9º ano em Escola Pública e Privada da rede de ensino de Joinville - Santa Catarina**. Repositório Institucional da UFSC, Santa Catarina, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/182217?show=full>. Acesso em: 30 nov. 2025.

SILVA, Sildemar Albertini da; DE OLIVEIRA, Oseias Santos. Evasão nas engenharias: um estudo a partir da visão dos acadêmicos de uma IFES. **Revista Brasileira de Administração Científica**, v.13, n. 2, p. 309–321, 2023.

TEIXEIRA, Marco Antônio Pereira; GOMES, William Barbosa. Estou me formando... E agora? Reflexões e perspectivas de jovens formandos universitários. **Revista Brasileira de Orientação Profissional**, v.5, n. 1, p. 47-62, 2004.

JC. **UPE aprova criação de cotas para negros, indígenas e quilombolas em seu processo de ingresso**. [Recife], 2024. Disponível em: <https://jc.uol.com.br/colunas/enem-e-educacao/2024/03/22/upe->

[aprova-criacao-cotas-para-negros-indigenas-e-quilombolas-em-seu-processo-de-ingresso.html](#). Acesso em: 14 ago. 2025.

## CAPÍTULO 2

### ENSINO DE ENGENHARIA COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA: PRÁTICAS, PERSPECTIVAS E INOVAÇÕES PEDAGÓGICAS PARA A ERA 4.0

*Priscila Ferreira Barbosa de Sousa - Coordenadora*  
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

*Fernando César Meira Menandro - Coordenador*  
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

*Fransérgio Leite da Cunha*  
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

*Josegil Jorge Pereira de Araújo*  
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

*Jeiza Anielle da Luz*  
*Luciana Torres Correia de Mello*  
*Luiz Fernando da Cunha Silva*  
*Marcio Silva Lima*  
*Samara Martins Nascimento Gonçalves*  
*Samira Yusef Araújo de Falani Bezerra*  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

*Carlos Bernardo Gouvea Pereira*  
*Raquel da Cunha Ribeiro da Silva*  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

*Elaine Gomes Assis*  
*Pedro Augusto Queiroz de Assis*  
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

## SUMÁRIO

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO.....  | 41 |
| 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....                             | 46 |
| 3 | UMA PERSPECTIVA DISCENTE.....                          | 49 |
| 4 | APLICAÇÕES PRÁTICAS E ESTUDOS DE CASO.....             | 52 |
| 5 | INOVAÇÕES DOCENTES E RECURSOS DIDÁTICOS COM<br>IA..... | 55 |
| 6 | UMA PERSPECTIVA PROFISSIONAL.....                      | 58 |
| 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS.....                              | 61 |
|   | REFERÊNCIAS.....                                       | 64 |

## ENSINO DE ENGENHARIA COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA: PRÁTICAS, PERSPECTIVAS E INOVAÇÕES PEDAGÓGICAS PARA A ERA 4.0

### 1 INTRODUÇÃO

O ensino de engenharia, historicamente marcado pela busca de rigor técnico e pela ênfase em metodologias consolidadas, atravessa atualmente uma das mais significativas transformações desde o advento da computação digital. O avanço da Inteligência Artificial Generativa (IAG) e, em especial, dos Grandes Modelos de Linguagem (LLMs – Large Language Models), tem provocado uma reconfiguração profunda nas práticas pedagógicas, nas formas de acesso ao conhecimento e no perfil de competências exigidas dos futuros engenheiros.

Ferramentas como ChatGPT, Gemini, DeepSeek e Copilot tornaram-se presença cotidiana em ambientes acadêmicos, laboratórios e empresas, oferecendo novas possibilidades de interação, análise e síntese de informações. Se, por um lado, essas tecnologias potencializam a aprendizagem autônoma e o desenvolvimento de soluções inovadoras, por outro, suscitam debates éticos, metodológicos e epistemológicos que desafiam as estruturas tradicionais da educação em engenharia.

Os modelos de linguagem deixaram de ser curiosidades tecnológicas e tornaram-se instrumentos que reconfiguram as práticas docentes e discentes, exigindo uma nova ética e uma nova literacia digital. Essa transição não se limita ao domínio de ferramentas; ela implica uma mudança de paradigma, em que o conhecimento técnico passa a coexistir com o conhecimento digital e ético. O engenheiro contemporâneo precisa, mais do que dominar equações e algoritmos, compreender as lógicas e limitações que regem os sistemas inteligentes com os quais interage.

O contexto da chamada Engenharia 4.0 reforça essa necessidade. Conforme apontam estudos da OECD (2021) e da MIAO, F. *et al* (2021) a integração entre automação, dados, conectividade e inteligência artificial redefine não apenas o mercado de trabalho, mas também o próprio conceito de competência profissional. A educação superior é desafiada a preparar engenheiros capazes de atuar em ambientes complexos, interdisciplinares e tecnologicamente mediados, conciliando produtividade com ética, criatividade e pensamento crítico.

A proposta discutida na Sessão Dirigida “Ensino de Engenharia com Inteligência Artificial Generativa: Inovações Pedagógicas para a Era 4.0” (Sousa & Menandro, 2025) parte desse cenário e propõe um novo olhar sobre a formação em engenharia. Em vez de resistir ao uso das IAs generativas, o objetivo é compreender seu potencial educativo e delinear práticas que assegurem uso responsável, crítico e colaborativo dessas tecnologias. A iniciativa articula docentes, discentes e egressos, propondo o desenvolvimento de materiais didáticos, oficinas e sistemas de apoio à aprendizagem mediados por IA.

Essa visão encontra respaldo nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial:

- ODS 4 (Educação de Qualidade), que defende uma educação inclusiva, equitativa e inovadora;
- ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), que estimula a aplicação ética e sustentável da tecnologia;
- ODS 10 (Redução das Desigualdades), que busca democratizar o acesso às ferramentas digitais e promover equidade no aprendizado.

Ao mesmo tempo, é necessário reconhecer os desafios que acompanham esse processo. O uso descontextualizado ou acrítico de modelos de linguagem pode reforçar desigualdades, gerar dependência cognitiva e comprometer a autenticidade acadêmica. Por isso, a discussão sobre a IA na educação em engenharia deve sempre estar ancorada em princípios de transparência, confiabilidade e responsabilidade social.

Holmes, Bialik e Fadel (2019) argumentam que “a IA deve ser utilizada para ampliar o potencial humano, e não para substituí-lo”. Essa afirmação sintetiza o cerne do debate contemporâneo: a tecnologia deve servir à formação integral do engenheiro, promovendo o desenvolvimento de competências cognitivas, sociais e éticas em equilíbrio.

A revolução impulsionada pelas IAs generativas, portanto, não se restringe à adoção de novas ferramentas. Ela representa uma transformação cultural na forma como o conhecimento é produzido, mediado e compartilhado. O desafio atual é estabelecer uma pedagogia que incorpore a IA de modo a fortalecer o raciocínio técnico e científico, e não o enfraquecer.

No cenário brasileiro, marcado pela heterogeneidade de recursos e pela diversidade de contextos institucionais, essa transição assume contornos próprios. Iniciativas como as relatadas na UFU, UFES, UFRSA, UFS e UTFPR — que serão analisadas ao longo deste capítulo — evidenciam que o avanço tecnológico, quando aliado à

intencionalidade pedagógica, pode resultar em experiências inovadoras, inclusivas e profundamente transformadoras.

A presente discussão parte desse reconhecimento: a IA já está nas salas de aula, laboratórios e escritórios de engenharia. A questão não é se devemos utilizá-la, mas como fazê-lo com criticidade, ética e propósito. Para isso, este capítulo reúne evidências, reflexões e experimentos realizados nas universidades brasileiras citadas anteriormente que mostram como a IA generativa pode ser aliada do aprendizado ativo e da formação integral do engenheiro contemporâneo.

As bases conceituais do uso da Inteligência Artificial na educação encontram respaldo em autores como Luckin *et al.* (2016), Holmes, Bialik e Fadel (2019) e nas diretrizes da UNESCO (2021). Esses trabalhos convergem na defesa de uma visão humanista da IA: uma tecnologia que amplia, mas não substitui, o papel humano na mediação do conhecimento. Segundo Holmes *et al.* (2019), “o maior potencial da IA na educação não está em ensinar por nós, mas em nos ajudar a ensinar e aprender melhor”.

No campo da engenharia, esse debate assume contornos ainda mais complexos. Como mostram Ariza, Restrepo e Hernández (2025), a IA Generativa introduz novos paradigmas de interação cognitiva, exigindo dos engenheiros competências que vão além do domínio técnico, abrangendo pensamento crítico, literacia digital e ética tecnológica. Essa tríade define o que chamamos de letramento em IA – ou AI Literacy – uma competência fundamental para operar e avaliar sistemas inteligentes de forma segura e responsável.

A literatura recente reforça que a IA Generativa traz oportunidades e riscos simultaneamente. De um lado, promove personalização, feedback instantâneo e suporte à aprendizagem autônoma; de outro, impõe desafios éticos, como a reprodução de vieses e a geração de respostas incorretas, conhecidas como “alucinações”. Por isso, organismos como a ISO/IEC JTC 1/SC 42 (2022) têm trabalhado para estabelecer padrões de confiabilidade e transparência em sistemas baseados em IA.

Nesse contexto, a engenharia de prompt – isto é, a capacidade de formular instruções claras, contextuais e verificáveis a modelos de linguagem – surge como habilidade central. Como aponta Boonstra (2025), “saber pedir é a nova forma de saber pensar”. Assim, preparar engenheiros para interagir criticamente com LLMs é preparar profissionais capazes de usar a IA como ferramenta de raciocínio e não de substituição.

Uma das dimensões mais urgentes desse debate é a perspectiva discente. Pesquisa realizada na UTFPR por Pereira e Silva (2025) revelou que, embora 100% dos estudantes de engenharia entrevistados utilizem o ChatGPT e 86% utilizem o Gemini, apenas 18% afirmaram compreender as diferenças conceituais entre Inteligência Artificial, Aprendizado de Máquina e Redes Neurais. Além disso, 77% relataram nunca ter cursado disciplinas que abordassem o tema, demonstrando uma lacuna significativa na formação formal.

Esse cenário expressa um paradoxo contemporâneo: estudantes são usuários experientes de IA, mas carecem de fundamentos teóricos e éticos sobre seu funcionamento. Como afirmam os autores, “o uso prático coexiste com uma profunda lacuna conceitual”, e a resposta institucional deve ser a inclusão urgente de temas ligados à IA nos currículos de engenharia.

Ainda segundo o estudo, 91% dos discentes acreditam que a IA deve ser parte obrigatória da graduação, e 100% manifestam interesse em participar de oficinas e cursos sobre o tema. Esses dados evidenciam o que Holmes, Bialik e Fadel (2019) descrevem como a transição da passividade tecnológica para a agência digital – ou seja, o momento em que o estudante deixa de ser consumidor de tecnologia para tornar-se coautor de suas soluções.

Essa percepção discente fomenta a construção colaborativa de saberes entre discentes, docentes e egressos. As universidades precisam, portanto, criar espaços de formação prática em engenharia de prompt, letramento em IA e ética digital, de modo a transformar o uso cotidiano de ferramentas em aprendizado crítico e responsável.

A integração de LLMs ao ensino de engenharia já tem sido objeto de pesquisas aplicadas. Na Universidade Federal de Sergipe, Araújo (2025) desenvolveu o Assistente GPT para a disciplina de Máquinas Térmicas, configurado para atuar como tutor pedagógico. O assistente foi projetado para não fornecer respostas diretas, mas promover raciocínio guiado e explicações graduais, estimulando a autonomia cognitiva. Ao final do semestre, 95% dos estudantes declararam uso efetivo e avaliaram positivamente a clareza e utilidade das respostas.

Os resultados demonstram que o ChatGPT, quando orientado pedagogicamente, pode funcionar como um recurso de suporte cognitivo, apoiando o estudante em sua Zona de Desenvolvimento Proximal. Araújo (2025) conclui que “a IA generativa atua como mediadora cognitiva eficaz, desde que acompanhada pela supervisão docente”.

Na UFES, Cunha e Menandro (2024) realizaram uma análise comparativa entre o desempenho dos modelos ChatGPT 3.5 e 4.0 Turbo

na resolução de questões do ENADE 2019 em Engenharia Mecânica. O GPT-4.0 apresentou desempenho 49% superior, com maior coerência e estabilidade de respostas. Os autores destacam que “a evolução dos modelos reflete melhorias significativas na inferência e interpretação contextual”, tornando-os ferramentas promissoras para revisão de conteúdo e apoio à tutoria automatizada.

Esses casos reforçam a importância de compreender as LLMs como aliadas pedagógicas. Elas ampliam a capacidade docente de oferecer feedback personalizado, simulam problemas técnicos e ajudam a desenvolver o pensamento sistêmico e a criatividade, competências essenciais na formação do engenheiro 4.0.

Enquanto os estudantes exploram novas formas de aprender com IA, professores também começam a reimaginar suas práticas de ensino. Na UFERSA, Nascimento e Mello (2025) propuseram o EngenhoEdu, uma plataforma que integra IAs generativas ao planejamento docente. O sistema permite criar planos de aula, gerar quizzes e elaborar bancos de questões com apoio de ferramentas como ChatGPT e Gemini. A proposta parte do princípio de que “o professor não deve ser substituído pela IA, mas empoderado por ela”.

De modo semelhante, Lima *et al.* (2025) apresentaram o jogo sério EDU-PDP, que utiliza mecânicas de gamificação e IA para apoiar o ensino da disciplina de Projeto e Desenvolvimento de Produto. O jogo simula decisões de engenharia por meio de cartas interativas e desafios baseados em situações reais, integrando o modelo Command R+ da Cohere para gerar feedbacks automáticos. Segundo os autores, “a combinação entre IA e ludicidade amplia o engajamento e favorece o aprendizado ativo”.

Essas experiências ilustram uma tendência global: a IA como mediadora entre teoria e prática. Ferramentas como o EngenhoEdu e o EDU-PDP materializam o conceito de aprendizagem aumentada por IA – ambientes em que o docente se torna designer de experiências, e o estudante, protagonista de sua jornada de aprendizado.

O uso da IA não se limita às salas de aula. Pesquisa conduzida por Assis, Sousa e Assis (2025) com 101 engenheiros egressos da UFU revelou que 82% utilizam LLMs diariamente ou semanalmente, principalmente em tarefas de pesquisa, redação e suporte à decisão. Entretanto, apenas 16% afirmaram ter recebido capacitação formal. Essa discrepância indica um risco ético e técnico: o uso indiscriminado de IA sem preparo adequado pode levar a erros e decisões enviesadas.

Os autores concluem que “a integração curricular do uso ético e técnico da IA é urgente para a formação de profissionais conscientes e

competentes”. Além disso, apontam a engenharia de prompt como competência estratégica para o século XXI. O domínio dessa habilidade permite reduzir as alucinações dos modelos e melhorar a precisão das respostas, garantindo maior confiabilidade nos processos de engenharia assistidos por IA.

Esses resultados dialogam diretamente com o que Murray *et al.* (2025) denominam “alfabetização profissional em IA”: a capacidade de utilizar a tecnologia como instrumento de ampliação da performance humana, e não de sua substituição. Para a engenharia, isso significa desenvolver profissionais capazes de questionar, validar e aprimorar o conhecimento produzido por sistemas inteligentes.

A educação em engenharia da era 4.0 requer mais do que domínio técnico – exige sensibilidade ética, pensamento crítico e consciência social. Ao incorporar a IA como parceira cognitiva, as universidades ampliam o alcance do ensino, reduzem desigualdades de acesso e promovem ambientes de aprendizado mais inclusivos e criativos. Contudo, é essencial garantir que o uso dessas tecnologias seja sempre acompanhado por reflexão, responsabilidade e transparência.

Nesse sentido, a formação do engenheiro contemporâneo passa a incluir a capacidade de dialogar com sistemas inteligentes, interpretar criticamente suas respostas e aplicar esse conhecimento de forma ética e sustentável.

O caminho está aberto: cabe às escolas de engenharia consolidar currículos que unam técnica, ética e inovação, transformando a IA de um recurso emergente em uma verdadeira aliada na construção de um futuro mais inteligente, justo e humano.

Em síntese, o estudo situa o debate central e atual o uso da Inteligência Artificial Generativa na educação em engenharia como instrumento de mediação cognitiva e de emancipação intelectual. O que se pretende, portanto, não é substituir o papel humano, mas reinventá-lo. O engenheiro da era digital deve ser preparado para dialogar com sistemas inteligentes, questionar suas respostas e aplicá-las de modo ético e criativo, contribuindo para uma engenharia mais humana, colaborativa e socialmente comprometida.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A reflexão sobre o papel da Inteligência Artificial Generativa (IAG) na educação em engenharia se ancora em um campo teórico consolidado que articula os princípios da Educação 4.0, do letramento digital, da ética tecnológica e das práticas pedagógicas mediadas por algoritmos. A partir

dessa base, torna-se possível compreender a emergência de novas competências — cognitivas, sociais e técnicas — indispensáveis à formação do engenheiro da era digital.

Segundo Holmes, Bialik e Fadel (2019), o impacto da inteligência artificial no ensino vai muito além da automação de tarefas: trata-se de repensar os papéis de professores e estudantes em um ecossistema de aprendizagem mais dinâmico e personalizado. Para os autores, “a IA não deve substituir o docente, mas ajudá-lo a compreender melhor cada estudante, tornando o processo de ensino mais empático, preciso e adaptativo”. Essa concepção de IA como mediadora pedagógica inaugura uma nova epistemologia educacional baseada na colaboração entre humanos e máquinas.

Essa perspectiva também é explorada por Luckin *et al.* (2016) em seu clássico *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*, no qual os autores defendem que o verdadeiro potencial da IA está em ampliar a capacidade humana de aprender e ensinar. A chamada inteligência aumentada surge como um paradigma em que o professor atua como arquiteto cognitivo — capaz de desenhar experiências de aprendizagem apoiadas por sistemas inteligentes que fornecem feedback em tempo real, identifica lacunas de conhecimento e adaptam a complexidade das tarefas ao perfil do estudante. Nikolic *et al.* (2023) sugerem que, para os engenheiros, é necessário adotar ferramentas que permitam trabalhar de forma mais inteligente e eficiente, assim como as calculadoras foram incorporadas como instrumentos educacionais. Segundo os autores, trata-se de uma nova adaptação tecnológica na educação que não deve ser ocultada, pois isso resultaria na perda de vantagens competitivas. Eles destacam que é preciso apenas compreender como realizar essa integração de maneira ética e segura.

No campo da engenharia, essa lógica ganha contornos específicos. A natureza analítica, quantitativa e experimental das disciplinas técnicas faz com que a IA encontre terreno fértil para aplicação prática. Entretanto, os desafios éticos e pedagógicos são igualmente maiores. Ariza, Restrepo e Hernández (2025) apontam que o uso pedagógico da IA em engenharia requer equilíbrio entre automação e reflexão. Em uma revisão de mais de cinquenta estudos empíricos, os autores identificam que as ferramentas de IA melhoram a eficiência cognitiva dos estudantes, mas também podem gerar dependência, se não houver orientação docente e formação crítica.

Essa necessidade de criticidade é reforçada pelos relatórios da MIAO, F. *et al* (2021) e da OECD (2021), que convergem na defesa de uma educação digital humanista, centrada em valores de transparência,

equidade e responsabilidade. A UNESCO enfatiza que “a IA deve ser usada para fortalecer a pedagogia e promover o desenvolvimento profissional dos professores, nunca para substituí-los”. Já a OECD (2021) alerta que o impacto da IA sobre o futuro das habilidades humanas exige políticas educacionais que integrem ética e tecnologia desde os currículos de base.

Essas recomendações dialogam diretamente com as práticas relatadas nos trabalhos enviados para este capítulo. É necessário integrar discentes, docentes e egressos na construção de oficinas práticas com LLM, um espaço de colaboração e letramento crítico que coloca a IA a serviço da aprendizagem reflexiva e contextualizada.

Dentro desse escopo, o conceito de Engenharia de Prompt emerge como uma das novas competências centrais para a formação do engenheiro 4.0. Segundo Boonstra (2024), “saber formular o pedido certo é a nova forma de saber pensar”. A Engenharia de Prompt é definida como a habilidade de elaborar instruções claras, contextualizadas e verificáveis para sistemas de linguagem natural, de modo a reduzir vieses, evitar alucinações e garantir a precisão técnica das respostas. Essa competência não é apenas instrumental, mas cognitiva: ela exige domínio do conteúdo técnico, raciocínio lógico, leitura crítica e ética na interação com os modelos.

O ensino dessa habilidade se conecta à noção de letramento em IA (*AI Literacy*), amplamente discutida em autores contemporâneos e nas pesquisas nacionais que compõem este capítulo. O estudo da UTFPR, Pereira & Silva (2025) mostra que, embora os discentes de engenharia sejam usuários frequentes de ferramentas de IA, poucos compreendem seus fundamentos conceituais. Essa lacuna revela a urgência de incorporar nos currículos disciplinas e oficinas voltadas à leitura e interpretação dos algoritmos, bem como à compreensão de seus limites epistemológicos.

Qadir J. (2023), além de apresentar interessantes usos de IA na educação, conclui que,

É evidente que o ensino da engenharia e a profissão acabarão por adotar essas ferramentas, e as estratégias de avaliação terão de evoluir para evitar condutas antiéticas, permitindo, ao mesmo tempo, a produtividade que pode ser alcançada com essas ferramentas. Também é importante garantir o acesso equitativo à tecnologia avançada e à formação e educação suficientes, especialmente para as comunidades marginalizadas, a fim de evitar o agravamento das desigualdades existentes.

Complementando essa visão, as normas internacionais ISO/IEC JTC 1/SC 42 (2022) estabelecem diretrizes sobre a confiabilidade e transparência em sistemas de IA destacando três princípios fundamentais que também se aplicam ao ensino: explicabilidade, robustez e mitigação de vieses. Esses pilares servem de referência para a construção de práticas pedagógicas responsáveis, nas quais o uso da IA não se limita à geração de conteúdo, mas se converte em um exercício de validação e análise crítica.

No contexto da Engenharia 4.0, a IA é compreendida como vetor de transformação produtiva e cognitiva. Ela potencializa metodologias como problem-based learning (PBL), flipped classroom e simulações computacionais avançadas, permitindo a criação de ambientes de aprendizagem que integram teoria, prática e feedback automatizado. Segundo Rodrigues *et al.* (2023), “a IA representa, para o ensino de engenharia, o mesmo salto que a máquina a vapor representou para a revolução industrial: uma mudança de paradigma que redefine o papel do engenheiro e do educador”.

No entanto, como adverte Assis, Sousa e Assis (2025), o avanço dessas ferramentas deve ser acompanhado de políticas institucionais de uso ético, sob pena de gerar assimetrias de poder e de acesso à informação. Os autores observam que o uso indiscriminado de LLMs sem formação adequada pode resultar em decisões equivocadas e em dependência excessiva da automação. Por isso, propõem que a alfabetização em IA seja integrada desde o primeiro ano dos cursos, com foco em ética, confiabilidade e pensamento computacional.

### 3 UMA PERSPECTIVA DISCENTE

A análise da percepção discente sobre o uso da Inteligência Artificial Generativa (IAG) no ensino de engenharia revela um cenário de grande entusiasmo, mas também de fragilidades conceituais e éticas. Os estudantes constituem o núcleo dinâmico da transformação educacional, sendo os primeiros a incorporar ferramentas de IA em suas rotinas acadêmicas. No entanto, o uso espontâneo e desorientado dessas tecnologias expõe lacunas significativas na formação formal oferecida pelas instituições.

Um estudo conduzido por Pereira e Silva (2025), na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), mapeou o uso e a percepção da IA entre discentes de engenharia. Os resultados apresentam um paradoxo revelador: 100% dos estudantes entrevistados afirmaram

utilizar ferramentas baseadas em IA, sendo ChatGPT e Gemini as mais citadas, porém apenas 18% afirmaram compreender as diferenças conceituais entre Inteligência Artificial, Aprendizado de Máquina e Redes Neurais. Essa discrepância evidencia um descompasso entre a familiaridade operacional e o conhecimento teórico, refletindo uma formação ainda carente de abordagem crítica sobre a tecnologia.

Além disso, 77% dos estudantes declararam nunca ter cursado disciplinas que abordassem a IA de forma estruturada. Apesar disso, 91% acreditam que o tema deveria integrar obrigatoriamente o currículo da engenharia e 100% manifestaram interesse em participar de oficinas e cursos sobre o assunto. Esses dados sugerem não apenas curiosidade, mas demanda ativa por formação específica, que considere tanto o domínio técnico quanto as implicações éticas e sociais da IA.

De acordo com Holmes, Bialik e Fadel (2019), esse movimento marca uma transição importante na educação contemporânea: a passagem da passividade tecnológica para a agência digital, em que o estudante deixa de ser mero consumidor de tecnologia e passa a atuar como coautor de soluções mediadas por ela. Essa transição, no entanto, exige intencionalidade pedagógica. O uso intuitivo e descontextualizado das ferramentas, embora desperte interesse, tende a gerar dependência cognitiva e superficialidade na aprendizagem, se não for acompanhado de orientação docente.

O estudo de Pereira e Silva (2025) reforça essa preocupação. Os autores observam que os estudantes relatam ganhos evidentes de eficiência e engajamento ao utilizar IA para resolver problemas, revisar cálculos ou elaborar relatórios. Contudo, parte expressiva deles reconhece não saber avaliar a confiabilidade das respostas. Isso se relaciona diretamente ao fenômeno das “alucinações”, comum em modelos de linguagem, em que o sistema gera respostas sintaticamente coerentes, mas semanticamente incorretas. A ausência de formação em engenharia de prompt e avaliação crítica amplifica o risco de reprodução de erros técnicos e conceituais.

Esses resultados dialogam com os achados da Universidade Federal de Sergipe (UFS), no estudo conduzido por Araújo (2025) sobre o uso do Assistente GPT na disciplina de Máquinas Térmicas. O projeto consistiu na criação de um agente inteligente configurado para atuar como tutor digital, promovendo o raciocínio orientado em vez da simples entrega de respostas. O sistema foi programado para oferecer explicações graduais e perguntas-guia, estimulando o estudante a reconstruir o raciocínio e revisar conceitos teóricos. Ao final do semestre,

95% dos alunos relataram melhora no engajamento e 88% apontaram maior compreensão dos conteúdos.

O diferencial dessa experiência, segundo Araújo (2025), está no uso da IA como mediadora cognitiva, e não como substituta do docente. A ferramenta foi desenhada para operar dentro do que Vygotsky (1978) chamaria de “zona de desenvolvimento proximal”, em que o suporte automatizado auxilia o estudante a atingir níveis mais complexos de entendimento sem romper com o protagonismo da aprendizagem. Essa abordagem humanizada da IA mostra que os sistemas generativos podem atuar como extensões do processo cognitivo, desde que estejam subordinados a um projeto pedagógico consciente.

Na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), a pesquisa de Cunha e Menandro (2025) avaliou a evolução entre os modelos ChatGPT 3.5 e 4.0 Turbo na resolução de questões objetivas do ENADE 2019 – Engenharia Mecânica. O estudo revelou um desempenho 49% superior do modelo mais recente, com maior coerência e consistência nas respostas. No entanto, os autores destacam que essa superioridade técnica não elimina a necessidade de validação humana. Eles afirmam que “a IA generativa se mostra promissora para apoiar o aprendizado, mas ainda depende de supervisão constante para garantir a precisão e o alinhamento conceitual”.

Logo, tanto em contextos didáticos quanto profissionais, o sucesso da IA depende da capacidade do usuário em compreender suas limitações, calibrar os prompts e interpretar criticamente os resultados. Essa competência — engenharia de prompt — é um novo tipo de literacia técnica e cognitiva, indispensável ao engenheiro 4.0. Boonstra (2025) define essa prática como a habilidade de “dialogar tecnicamente” com sistemas de IA formulando instruções que conduzam o modelo a respostas precisas, éticas e contextualizadas.

O uso responsável da IA, portanto, deve ser tratado como uma competência transversal na formação em engenharia. A ausência dessa abordagem curricular compromete a autonomia do estudante e o coloca em posição de dependência tecnológica. O que as pesquisas da UTFPR, UFS e UFES indicam é que a IA, quando utilizada sob mediação docente e com objetivos pedagógicos claros, transforma-se em ferramenta de aprendizado ativo e reflexão metacognitiva.

Entretanto, quando usada de modo acrítico, tende a reforçar o imediatismo e a superficialidade — sintomas de uma cultura educacional orientada por resultados rápidos e pouco reflexivos. Por isso, autores como Luckin *et al.* (2016) e Álvarez Ariza *et al.* (2025) defendem que a integração da IA à educação deve vir acompanhada do desenvolvimento

do pensamento crítico e ético, ampliando a capacidade dos alunos de compreender o processo por trás da resposta gerada.

Outro aspecto recorrente nas percepções discentes é a valorização da IA como meio de autonomia e acessibilidade. Estudantes relatam que as ferramentas generativas ajudam a revisar conteúdos complexos, superando barreiras linguísticas e cognitivas. Esse fenômeno, embora positivo, também exige cuidado. A facilidade de acesso e a fluidez textual das respostas podem mascarar o nível real de entendimento, levando à ilusão de domínio conceitual. A função do professor, nesse cenário, é promover momentos de confronto crítico entre a explicação automatizada e a verificação empírica, estimulando o discernimento e a autocrítica técnica.

Em síntese, as evidências empíricas apontam para um duplo movimento: de um lado, a IA motiva, facilita e democratiza o aprendizado; de outro, exige novas formas de mediação e regulação ética. As experiências da UTFPR, UFS e UFES demonstram que a IA é tão poderosa quanto o projeto pedagógico que a orienta. Quando bem estruturada, ela amplia a capacidade de aprendizado e promove o protagonismo discente; quando usada de forma desordenada, pode limitar o pensamento crítico e reduzir a complexidade da formação.

Esse equilíbrio é o ponto central da discussão contemporânea sobre o ensino de engenharia na era da IA. A tecnologia, isoladamente, não garante inovação — é a intencionalidade pedagógica e ética que transforma o potencial técnico em aprendizagem significativa. As percepções discentes, portanto, não apenas evidenciam o impacto imediato da IA nas práticas educacionais, mas também revelam as demandas urgentes por um novo modelo curricular, pautado pela interdisciplinaridade, pela ética digital e pelo desenvolvimento de competências socioemocionais.

## **4 APLICAÇÕES PRÁTICAS E ESTUDOS DE CASOS**

A aplicação prática da Inteligência Artificial Generativa (IAG) no ensino de engenharia constitui o campo mais fértil para compreender seus impactos pedagógicos. Enquanto as discussões teóricas indicam tendências e riscos, é nas experiências concretas, realizadas em sala de aula e laboratórios, que se observa como a IA pode contribuir efetivamente para a aprendizagem e o desenvolvimento de competências.

Duas experiências acadêmicas destacam-se no cenário brasileiro recente: o Assistente GPT, desenvolvido na Universidade Federal de

Sergipe (UFS) por Araújo (2025), e o estudo de Cunha e Menandro (2025) na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), que comparou o desempenho dos modelos ChatGPT 3.5 e 4.0 Turbo na resolução de questões de engenharia. Ambos os casos oferecem evidências empíricas sobre o uso da IA como ferramenta de apoio cognitivo e de mediação pedagógica.

O projeto desenvolvido por Araújo (2025) teve como objetivo avaliar a eficácia de um assistente baseado em LLM para apoiar o ensino da disciplina Máquinas Térmicas — tradicionalmente reconhecida pela sua complexidade conceitual. O Assistente GPT foi configurado como um tutor digital autônomo, programado para oferecer suporte aos estudantes na resolução de exercícios e na revisão teórica de conteúdos, atuando de forma orientadora, e não como um gerador de respostas automáticas.

O diferencial da proposta residiu em sua abordagem pedagógica guiada, inspirada nos princípios da teoria socioconstrutivista de Vygotsky (1978). O sistema foi projetado para estimular o aluno a desenvolver o raciocínio próprio, por meio de perguntas intermediárias e explicações graduais, dentro do que o autor chamou de “zona de desenvolvimento proximal”. Assim, o estudante não recebia a solução direta, mas era conduzido a reconstruir o caminho lógico do problema.

Os resultados foram expressivos: ao final do semestre, 95% dos alunos relataram aumento de engajamento e 88% afirmaram ter compreendido melhor os conteúdos abordados. Além disso, a percepção de clareza, utilidade e confiabilidade do assistente obteve média de 4,6 numa escala Likert de 5 pontos. O estudo demonstrou que, quando adequadamente orientada, a IA pode atuar como mediadora cognitiva eficaz, promovendo autonomia intelectual e aprendizado significativo.

Araújo (2025) observa que o sucesso da ferramenta dependeu da presença ativa do docente, que assumiu o papel de mediador do diálogo entre o estudante e o sistema. Esse papel é fundamental, pois impede que a IA se torne um substituto do professor e garante que sua utilização permaneça ética e pedagógica. Assim, a experiência da UFS demonstra que a IA pode ser integrada de forma responsável às práticas de ensino, desde que inserida em um projeto educativo consciente.

Essa concepção dialoga com a proposta da UNESCO (2021), que defende a IA como ferramenta de ampliação pedagógica, e não de substituição docente. O relatório “*AI and Education: Guidance for Policy-makers*” afirma que “a IA deve fortalecer a pedagogia e apoiar o desenvolvimento profissional dos professores, sem jamais reduzir o papel humano da mediação educacional”. A experiência da UFS

concretiza esse princípio, mostrando como a tecnologia pode ser moldada para respeitar a dimensão humana do ensino.

A segunda aplicação prática relevante é apresentada por Cunha e Menandro (2025), que investigaram o potencial de modelos de linguagem em tarefas de resolução de problemas de engenharia. O estudo avaliou o desempenho dos modelos ChatGPT 3.5 e 4.0 Turbo ao resolver questões objetivas do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE), edição de 2019, voltado à Engenharia Mecânica.

O experimento consistiu em submeter os dois modelos às mesmas questões, em dez rodadas de testes independentes. As respostas foram avaliadas segundo critérios de acurácia, coerência e estabilidade. Os resultados apontaram que o ChatGPT 4.0 Turbo apresentou desempenho 49% superior ao 3.5, com maior consistência nas justificativas e menor propensão a respostas incoerentes ou equivocadas. Esses resultados confirmam a previsão de Abedi *et al.* (2023) de que as próximas versões seriam ainda mais poderosas. Esses autores ainda destacam a necessidade urgente das instituições de ensino superior incorporarem LLMs em seu panorama acadêmico, ressaltando a importância da adaptação e atualização das instituições ser efetuada de forma ética e responsável.

Os autores destacam que o avanço entre as versões reflete uma evolução significativa nas capacidades de inferência e interpretação contextual dos modelos generativos. Contudo, ressaltam também que a confiabilidade das respostas depende fortemente da qualidade dos prompts e da revisão humana. Assim, a IA deve ser vista como assistente complementar — uma ferramenta de suporte ao raciocínio técnico, e não um substituto do processo de aprendizado.

Cunha e Menandro (2025) observaram ainda que o uso controlado da IA permitiu aos alunos desenvolver uma nova forma de raciocínio analítico, baseado na comparação e validação das respostas do modelo com os princípios teóricos estudados em sala. Esse processo ampliou o engajamento e promoveu um tipo de aprendizado reflexivo, em que o erro do modelo se transforma em oportunidade de discussão crítica.

Esses resultados convergem com a visão de Holmes, Bialik e Fadel (2019), segundo a qual o papel mais importante da IA na educação é estimular o pensamento crítico, não apenas acelerar a execução de tarefas. Quando o estudante é desafiado a avaliar, comparar e corrigir respostas automatizadas, desenvolve-se uma forma de aprendizagem dialógica e autorregulada, em consonância com as pedagogias ativas e com o ideal da Engenharia 4.0.

As experiências da UFS e da UFES revelam dimensões complementares do uso da IA no ensino de engenharia. Enquanto o Assistente GPT evidencia o potencial da IA para mediar o raciocínio e personalizar o aprendizado, a análise comparativa entre versões do ChatGPT demonstra como a evolução tecnológica pode influenciar o desempenho cognitivo dos estudantes.

Em ambos os casos, a IA é mais eficaz quando utilizada sob supervisão e curadoria docente, com objetivos pedagógicos bem definidos. A mediação humana é indispensável para garantir que a tecnologia não produza simplificações indevidas ou respostas erradas. Como sintetizam Rodrigues *et al.* (2023), “a IA na engenharia deve ser compreendida como instrumento de ampliação do raciocínio técnico e não como substituto da análise humana”.

Além disso, as duas experiências demonstram que o uso intencional da IA pode aumentar o engajamento, reduzir a evasão e promover uma aprendizagem mais personalizada, especialmente em disciplinas de alta complexidade. Esses resultados corroboram o que a OECD (2021) chama de “aprendizagem centrada no estudante mediada por algoritmos confiáveis”, e reforçam a importância de políticas institucionais de incentivo à inovação pedagógica com responsabilidade ética.

Portanto, os estudos analisados consolidam a visão de que a IA generativa, quando orientada por princípios pedagógicos e éticos, é capaz de elevar a qualidade do ensino e promover maior autonomia cognitiva.

## 5 INOVAÇÕES DOCENTES E RECURSOS DIDÁTICOS COM IA

A incorporação da Inteligência Artificial Generativa (IAG) ao ensino de engenharia não se restringe à experiência discente. Professores de todo o país vêm desenvolvendo estratégias criativas para utilizar a IA como ferramenta de apoio pedagógico, planejamento curricular e mediação didática. Entre as experiências mais representativas, destacam-se os projetos EngenhoEdu, idealizado por Nascimento e Mello (2025), e GAME CARDS, desenvolvido por Lima *et al.* (2025), ambos vinculados à Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA).

Essas iniciativas, ao integrarem IA generativa a ambientes de aprendizagem colaborativos e lúdicos, demonstram que a tecnologia pode ampliar a capacidade docente, reduzindo o tempo dedicado a tarefas repetitivas e abrindo espaço para o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais reflexivas, participativas e inclusivas.

O EngenhoEdu, proposto por Nascimento e Mello (2025), é uma plataforma digital que utiliza modelos de linguagem para auxiliar professores de engenharia na elaboração de planos de aula, atividades avaliativas e materiais didáticos personalizados. A proposta surgiu a partir de uma constatação recorrente nas reuniões pedagógicas da UFRSA: a sobrecarga docente e a dificuldade em planejar aulas inovadoras diante da ampliação das exigências curriculares e tecnológicas.

Baseado em uma arquitetura modular, o sistema permite ao professor criar conteúdo de forma manual ou com o auxílio da IA bastando inserir o tema da aula, o nível da turma e os objetivos de aprendizagem. A ferramenta, então, gera automaticamente uma estrutura de aula contendo objetivos, metodologias ativas, atividades práticas e critérios de avaliação, que o docente pode revisar, adaptar e exportar.

Segundo as autoras, “o professor não deve ser substituído pela IA, mas empoderado por ela” (Nascimento & Mello, 2025, p. 3). Essa afirmação sintetiza o propósito do EngenhoEdu: usar a IA como mediadora, não como autora exclusiva do processo pedagógico. A plataforma adota uma abordagem fundamentada na metodologia de pesquisa-ação (TRIPP, 2005), promovendo o envolvimento contínuo dos usuários no processo de melhoria do sistema.

Durante a fase piloto, realizada com docentes da área de Engenharia Mecânica, os resultados foram expressivos. 85% dos professores relataram redução significativa do tempo de planejamento de aulas, enquanto 92% avaliaram positivamente a qualidade das sugestões geradas pela IA. Além disso, o uso do EngenhoEdu favoreceu a reflexão sobre metodologias de ensino e incentivou o compartilhamento de boas práticas entre os docentes, criando uma comunidade de aprendizagem colaborativa.

Do ponto de vista pedagógico, o projeto materializa a visão defendida por Holmes, Bialik e Fadel (2019), segundo a qual o professor deve ser o curador do conhecimento mediado pela IA, e não um executor de instruções automatizadas. Essa mediação crítica é o que transforma o potencial técnico em valor educacional.

A experiência também responde ao que propõe a MIAO, F. *et al* (2021) em seu relatório “*AI and Education: Guidance for Policy-makers*”, ao destacar que “a IA deve ser usada para fortalecer a pedagogia e apoiar o desenvolvimento profissional dos professores”. O EngenhoEdu exemplifica esse princípio, demonstrando que, quando integrada de

forma ética e contextualizada, a IA pode promover a autonomia docente e aprimorar a qualidade da aprendizagem.

Enquanto o EngenhoEdu busca empoderar o docente, o GAME CARDS, idealizado por Lima *et al.* (2025), tem como foco o engajamento discente. Trata-se de um jogo sério (*serious game*) desenvolvido para a disciplina Projeto e Desenvolvimento de Produto (PDP), integrando elementos de gamificação com Inteligência Artificial Generativa.

O GAME CARDS utiliza o modelo Command R+ da Cohere para gerar feedbacks automáticos e situacionais, simulando contextos reais da prática da engenharia. O jogo é composto por cartas temáticas que representam desafios típicos da área — como escolha de materiais, análise de custos, sustentabilidade e inovação tecnológica. A IA atua como mediadora, fornecendo respostas e comentários baseados nas decisões tomadas pelos jogadores.

Segundo Lima *et al.* (2025), “a combinação entre IA e ludicidade amplia o engajamento e favorece o aprendizado ativo”. Durante o experimento com estudantes de Engenharia de Produção e Mecânica, observou-se um aumento de 40% no nível de participação e 35% de melhora na retenção de conceitos-chave, em comparação com aulas expositivas tradicionais.

Além dos resultados quantitativos, o GAME CARDS estimulou o trabalho colaborativo e o pensamento crítico, permitindo que os alunos vivenciassem, de forma prática e divertida, os dilemas típicos da engenharia contemporânea. A IA, ao fornecer feedback contextualizado, ajudou os estudantes a compreenderem melhor as consequências de suas escolhas e a revisarem suas estratégias de forma iterativa.

Essa abordagem lúdica e interativa reforça o que Álvarez Ariza *et al.* (2025) chamam de aprendizagem aumentada por IA, na qual o estudante é protagonista e a tecnologia atua como facilitadora do raciocínio. O jogo também exemplifica o potencial da IA para criar ambientes simulados de aprendizagem — uma das competências-chave da Engenharia 4.0, segundo Rodrigues *et al.* (2023).

O EngenhoEdu e o GAME CARDS, embora distintos em formato e público-alvo, compartilham princípios pedagógicos semelhantes. Ambos:

- tratam a IA como parceira cognitiva, e não como substituta;
- privilegiam o protagonismo humano na aprendizagem;
- e reafirmam a importância da ética e da curadoria docente.

Essas experiências também evidenciam que a IA pode contribuir para reduzir desigualdades educacionais, ao permitir que instituições com recursos limitados desenvolvam soluções tecnológicas acessíveis e

escaláveis. Como ressaltam Nascimento e Mello (2025), “a integração de ferramentas generativas ao planejamento docente democratiza o acesso à inovação e fortalece a autonomia pedagógica”.

Por outro lado, o uso da IA requer letramento digital contínuo. É preciso capacitar professores para compreender as potencialidades e limitações dos modelos generativos, evitando tanto o tecnicismo ingênuo quanto a rejeição desinformada. A formação docente na era da IA deve contemplar três dimensões:

- Cognitiva, para compreender o funcionamento dos sistemas;
- Pedagógica, para aplicá-los com intencionalidade e ética;
- Reflexiva, para avaliar criticamente os resultados e impactos sociais.

Em síntese, o EngenhoEdu e o GAME CARDS demonstram que a IA pode atuar como ferramenta de humanização e engajamento, desde que orientada por valores pedagógicos sólidos. Essas experiências reforçam a tese de que o verdadeiro papel da IA no ensino de engenharia é expandir o alcance humano, e não o reduzir.

## **6 UMA PERSPECTIVA PROFISSIONAL**

A adoção de sistemas de Inteligência Artificial Generativa (IAG) não se limita ao contexto acadêmico. No campo profissional da engenharia, essas tecnologias têm redefinido processos de criação, análise, gestão e tomada de decisão, tornando-se instrumentos centrais para a produtividade e inovação. Contudo, à medida que se intensifica seu uso no mercado de trabalho, surgem desafios éticos e epistemológicos que exigem reflexão crítica e preparo adequado dos profissionais formados nas universidades.

A pesquisa conduzida por Assis, Sousa e Assis (2025) na Universidade Federal de Uberlândia (UFU) representa um marco nesse debate. O estudo teve como objetivo investigar como engenheiros em atuação têm utilizado grandes modelos de linguagem (LLMs), como ChatGPT, Gemini e Copilot, em suas rotinas de trabalho. Os resultados revelaram um cenário de crescente integração tecnológica: 82% dos profissionais afirmaram utilizar ferramentas de IA generativa regularmente, principalmente para a elaboração de relatórios técnicos, apoio à pesquisa de soluções e revisão de textos normativos.

Entretanto, o estudo também evidenciou uma lacuna importante: apenas 16% dos entrevistados declararam ter recebido capacitação

formal sobre o uso responsável e ético dessas tecnologias. A ausência de formação específica gera insegurança, especialmente no que se refere à confiabilidade das respostas automatizadas e à responsabilidade técnica por decisões baseadas em dados produzidos por IA.

Os autores destacam que o uso desorientado desses sistemas pode levar a “erros de inferência e a decisões equivocadas”, sobretudo em áreas que envolvem segurança industrial, análise de falhas e gestão de riscos (Assis, Sousa e Assis, 2025). Essa constatação reforça a urgência de incorporar a IA de forma estruturada e ética nos currículos de engenharia, de modo que o futuro profissional saiba analisar criticamente os resultados gerados por máquinas antes de aplicá-los em contextos reais.

Essa discussão aproxima-se do conceito de literacia em IA (*AI Literacy*) apresentado por Álvarez Ariza, Benítez Restrepo e Hernández Hernández (2025), segundo o qual o domínio das ferramentas deve vir acompanhado da compreensão de seus princípios, limitações e impactos sociais. O engenheiro alfabetizado em IA não é aquele que apenas utiliza a ferramenta, mas aquele que entende o que ela faz, por que faz e até onde pode ser confiável.

Nesse sentido, a engenharia de prompt, conforme defendida por Boonstra (2025), torna-se uma competência essencial no exercício profissional. Saber formular perguntas precisas e éticas, avaliar o contexto de aplicação e interpretar criticamente as respostas é tão importante quanto dominar cálculos ou softwares de simulação. A precisão do prompt reflete a precisão do pensamento — e, portanto, da decisão técnica.

Do ponto de vista normativo, o documento ISO/IEC JTC 1/SC 42 (2022) oferece diretrizes fundamentais para a confiança e transparência em sistemas de IA estabelecendo princípios que devem ser aplicados tanto em ambientes industriais quanto educacionais. Esses princípios incluem:

- Explicabilidade, para garantir que as decisões automatizadas possam ser compreendidas por humanos;
- Robustez, assegurando consistência nos resultados;
- Mitigação de vieses, prevenindo discriminações e falhas éticas em processos automatizados.

Tais parâmetros, quando incorporados à formação do engenheiro, ampliam a segurança e a responsabilidade técnica no uso da IA.

Os resultados obtidos pela UFU também revelam um fenômeno interessante: os engenheiros que receberam alguma formação

acadêmica em ética digital ou IA apresentaram maior capacidade de validar resultados e identificar inconsistências, demonstrando que a formação humanista e crítica contribui diretamente para o desempenho técnico. Essa constatação confirma o argumento de Holmes, Bialik e Fadel (2019) de que “a educação para a era da inteligência artificial deve formar profissionais capazes de aliar conhecimento técnico a julgamento moral”.

A integração entre academia e mercado, portanto, torna-se um ponto estratégico. A IA tem potencial para reduzir o hiato histórico entre o que se ensina e o que se pratica na engenharia. Projetos de extensão, laboratórios de inovação e residências tecnológicas podem funcionar como pontes entre esses dois mundos, permitindo que estudantes e profissionais aprendam juntos a lidar com os desafios éticos, técnicos e sociais da automação inteligente.

De forma mais ampla, o estudo da UFU evidencia que a IA está modificando também o perfil das competências profissionais. Além da capacidade técnica tradicional, o engenheiro da era 4.0 deve desenvolver:

- Pensamento crítico e ético, para avaliar e interpretar resultados gerados por IA;
- Adaptabilidade e aprendizado contínuo, para acompanhar a evolução acelerada dos sistemas;
- Competência comunicacional, para interagir com modelos generativos e traduzir seus resultados em decisões práticas;
- Consciência socioambiental, para usar a tecnologia de modo responsável e sustentável.

Essas competências dialogam com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, em especial o ODS 4 (Educação de Qualidade), o ODS 9 (Inovação e Infraestrutura) e o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis). A engenharia guiada pela IA deve, portanto, alinhar eficiência e ética, inovação e humanismo.

Como defendem Rodrigues *et al.* (2023), “a IA deve ser compreendida como instrumento de ampliação do raciocínio técnico, e não como substituto da análise humana”. Essa frase sintetiza o ponto central do capítulo: a tecnologia é poderosa, mas seu valor depende da capacidade humana de interpretar, validar e contextualizar suas respostas.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O percurso desenvolvido ao longo deste capítulo revelou que a Inteligência Artificial Generativa (IAG) vem se consolidando como um dos vetores mais transformadores da educação em engenharia contemporânea. Seu impacto vai muito além do domínio técnico: a IA tem se mostrado um catalisador de mudanças culturais, epistemológicas e pedagógicas, desafiando o papel tradicional de docentes e discentes e inaugurando novas formas de ensinar, aprender e criar conhecimento.

A partir das análises teóricas e dos estudos de caso apresentados — abrangendo experiências da UTFPR, UFS, UFES, UFERSA e UFU —, emergem evidências convergentes: a IA, quando integrada de maneira crítica e ética, eleva a qualidade do ensino, aumenta o engajamento discente e potencializa o protagonismo docente. Contudo, seu uso requer uma mediação humana consciente, capaz de transformar o potencial técnico em aprendizado significativo e socialmente responsável.

Através do exposto é possível compreender que a Inteligência Artificial Generativa (IAG) se tornou um elemento estruturante no ensino de engenharia contemporâneo. Ela redefine não apenas a forma como o conhecimento é acessado, mas também o modo como é construído, validado e compartilhado. Essa transformação, contudo, não é automática nem desprovida de riscos. Como mostram as pesquisas analisadas, o uso consciente e pedagógico da IA depende essencialmente de dois fatores: a mediação docente qualificada e o letramento ético-discente.

Os estudos realizados por Pereira e Silva (2025), na UTFPR, evidenciam que os estudantes de engenharia são usuários ativos e curiosos de ferramentas baseadas em IA, mas carecem de formação conceitual e crítica para compreender suas dinâmicas internas. O caso da UFS (Araújo, 2025) demonstra que, quando a IA é integrada a um projeto pedagógico orientado — como o Assistente GPT para Máquinas Térmicas —, ela potencializa o raciocínio e o engajamento estudantil. Por outro lado, o estudo da UFES (Cunha & Menandro, 2024) revela que, mesmo com o avanço técnico dos modelos generativos, o julgamento humano e a supervisão docente continuam sendo indispensáveis.

Esses achados reforçam a ideia de que a IA não substitui o professor, mas expande o alcance de sua mediação. Como defendem Holmes, Bialik e Fadel (2019), a verdadeira inovação pedagógica não está na tecnologia em si, mas na forma como ela é utilizada para promover aprendizagem ativa, personalização e pensamento crítico. A IA

deve ser entendida como instrumento de ampliação cognitiva, e não como mecanismo de automação do ensino.

Nesse contexto, a Engenharia de Prompt emerge como competência central na formação do engenheiro 4.0. Saber interagir com sistemas inteligentes de forma contextualizada e ética torna-se uma habilidade equivalente ao domínio de ferramentas de simulação ou cálculo avançado. Conforme aponta Boonstra (2024), “a precisão da pergunta determina a qualidade da resposta”, o que desloca o foco da mera operação técnica para o raciocínio metacognitivo. Assim, o domínio da IA passa a ser também uma forma de alfabetização crítica, em que se aprende a questionar, validar e corrigir o próprio sistema de conhecimento.

Outra evidência clara é a necessidade de uma abordagem interdisciplinar. A IA na educação em engenharia deve ser tratada simultaneamente como fenômeno técnico, pedagógico e ético. Essa tríade é o que garante que as soluções geradas sejam confiáveis, transparentes e socialmente responsáveis. Assis, Sousa e Assis (2025) reforçam que o uso profissional da IA sem capacitação adequada representa um risco não apenas acadêmico, mas ético, podendo levar à tomada de decisões incorretas em ambientes industriais e organizacionais.

Do ponto de vista institucional, torna-se urgente o desenvolvimento de políticas educacionais e currículos integrados que abordem a IA como eixo transversal da formação. Isso inclui a oferta de oficinas de Engenharia de Prompt, disciplinas sobre ética digital e programas de capacitação docente. É necessário um modelo viável de articulação entre docentes, discentes e egressos, promovendo o diálogo entre teoria e prática, técnica e humanidade.

Em síntese, os fundamentos e as percepções analisados indicam que o ensino de engenharia se encontra diante de um ponto de inflexão. O uso da IA, quando orientado por princípios éticos e pedagógicos, pode reduzir desigualdades, aumentar a autonomia estudantil e aprimorar o raciocínio técnico. Por outro lado, o uso indiscriminado e acrítico tende a reforçar dependências cognitivas e desvalorizar o papel da reflexão humana.

Transicionando do plano conceitual e formativo para o plano prático e institucional os estudos e experiências apresentados exemplificam como a IA generativa tem sido aplicada no ensino de engenharia — desde assistentes pedagógicos e plataformas docentes até jogos sérios e ferramentas de aprendizagem ativa. A partir dessas aplicações, é

possível demonstrar que o futuro da educação em engenharia depende não apenas de adotar tecnologias emergentes, mas de humanizá-las.

Assim, as experiências apresentadas — desde o uso didático na UFS e UFES até as práticas docentes da UFERSA e as pesquisas profissionais da UFU — demonstram que a IA generativa, quando aplicada de forma crítica e ética, pode transformar o ensino e a prática da engenharia em um processo mais inclusivo, criativo e sustentável.

A consolidação dessa transformação depende de três eixos fundamentais:

- Formação ética e crítica, que prepare engenheiros capazes de compreender o papel humano na era digital;
- Integração interdisciplinar, que una tecnologia, pedagogia e valores humanistas;
- Governança institucional e regulamentação, que garantam a transparência e a segurança no uso da IA em contextos educacionais e produtivos.

Consequentemente o engenheiro da era 4.0 deve ser, antes de tudo, um mediador entre o humano e o digital — alguém que entende a linguagem das máquinas, mas mantém a responsabilidade e a criatividade humanas como pilares de sua prática profissional.

Os estudos e experiências reunidos neste capítulo demonstram que a Inteligência Artificial Generativa está redesenhando a paisagem do ensino de engenharia. Em diferentes instituições e contextos, discentes, docentes e profissionais convergem para um mesmo ponto: o uso da IA é inevitável e sua apropriação ética e crítica é indispensável, assim como é indispensável o acesso desta às comunidades marginalizadas, no sentido de reduzir as desigualdades sociais.

O futuro da educação em engenharia dependerá, portanto, da capacidade de articular ciência, ética e humanidade em torno do uso responsável da tecnologia. A consolidação dessa visão exige compromisso coletivo — de universidades, professores, estudantes e profissionais — em cultivar o pensamento crítico, o rigor técnico e a ética digital como fundamentos da prática de engenharia. Somente assim será possível construir uma engenharia humanizada pela inteligência artificial, capaz de unir eficiência, criatividade e responsabilidade em prol de um futuro mais justo, sustentável e inovador.

A IA generativa deve ser vista como instrumento de emancipação intelectual, não de substituição da experiência humana. Essa é a síntese e o convite que encerra este capítulo: usar a tecnologia não para pensar por nós, mas para pensar melhor com ela — formando engenheiros

capazes de construir um futuro tecnicamente robusto, socialmente justo e eticamente orientado.

## REFERÊNCIAS

ABEDI, Mahyar et al. Beyond traditional teaching: the potential of large language models and chatbots in graduate engineering education. **arXiv preprint** arXiv:2309.13059, 2023.

ARAÚJO, J. J. P., Assistente GPT como ferramenta de apoio didático em Máquinas Térmicas: análise de uso, percepção e engajamento discente.UFS, 2025

ARIZA, J. A.; RESTREPO, M. B.; HERNÁNDEZ, C H., Generative AI in Engineering and Computing Education: A Scoping Review of Empirical Studies and Educational Practices. **IEEE Access**, v. 13, p. 30789-30810, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3541424>. Acesso em: 9 jun. 2025.

ASSIS, E. G.; SOUSA, P. F. B.; ASSIS, P. A. Q. Uso de grandes modelos linguísticos na prática de engenharia: pesquisa e conclusões. UFU, 2025.

BOONSTRA, L. **Prompt Engineering**. Google, 2025. Disponível em: [Prompt Engineering | Kaggle](#) . Acesso em: 24 nov. 2025

CUNHA, F. L.; MENANDRO, F. C. M. Análise comparativa do desempenho e coerência das versões ChatGPT 3.5 e 4.0 Turbo na resolução de questões objetivas do ENADE 2019 – Engenharia Mecânica. UFES, 2025.

HOLMES, Waine; BIALIK, Maya; FADEL, Charles **Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning**. Center for Curriculum Redesign, Boston, MA, USA, 2019.

ISO/IEC JTC 1/SC 42. **Artificial Intelligence – Overview of Trustworthiness in AI**. Geneva: ISO, 2022.

LIMA, M. S.; MELO, R. A.; PEREIRA, G. F. et al. GAME CARDS: uma proposta de jogo sério para ensino da disciplina Projeto e

Desenvolvimento de Produto usando Inteligência Artificial. UFERSA, 2025.

LUCKIN, Rose. et al. **Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education**. Pearson, 2016.

MIAO, Fengchun *et al* UNESCO. **AI and Education: Guidance for Policy-makers**. Paris: UNESCO EDUCATION SECTOR, 2021.

MURRAY, M, MACLACHLAN, R, FLOCKHART, GMH, ADAMS, R, MAGUEIJO, V, GOODFELLOW, M, LIASKOS, K, HASTY, W & Lauro, 'A 'snapshot' of engineering practitioners views of ChatGPT-informing pedagogy in higher education', **European Journal of Engineering Education**, 2025.

NASCIMENTO, S. M.; MELLO, L. T. C. EngenhoEdu: uma proposta de plataforma didática para professores da engenharia. UFERSA, 2025.

NIKOLIC, Sasha et al. ChatGPT versus engineering education assessment: a multidisciplinary and multi-institutional benchmarking and analysis of this generative artificial intelligence tool to investigate assessment integrity. **European Journal of Engineering Education**, v. 48, n. 4, p. 559-614, 2023.

OECD. AI and the Future of Skills. Paris: **OECD Publishing**, 2021.

PEREIRA, A. L.; SILVA, M. F. Percepções discentes sobre Inteligência Artificial na Engenharia. UTFPR, 2025.

QADIR, Junaid. Engineering education in the era of ChatGPT: Promise and pitfalls of generative AI for education. In: 2023 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). **IEEE**, 2023. p. 1-9. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/10125098/proceeding> Acesso em: 24 nov. 2025

RODRIGUES, D. S. et al. Impactos da utilização da inteligência artificial na educação em engenharia: uma abordagem exploratória. In: LI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), 2023, **Anais**. Rio de Janeiro. Disponível em: [ABENGE](#) Acesso em: 24 nov. 2025

SOUSA, P. F. B e MENANDRO F. C. M., Ensino de engenharia com inteligência artificial generativa: inovações pedagógicas para a era 4.0. COBENGE 2025 e VIII Simpósio Internacional de Educação em Engenharia. Sessão dirigida disponível em: [COBENGE 2025](#). Acesso em: 24 de nov. 2025

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443–466, 2005.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes**. Cambridge: Harvard University Press, 1978.

## CAPÍTULO 3

### DIÁLOGOS NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: ACOLHIMENTO E METODOLOGIAS COLABORATIVAS NA PROMOÇÃO DE UM ENSINO COMPROMETIDO COM A AGENDA 2030

*Leandro Honorato de Souza Silva - Coordenador*  
Universidade de Pernambuco (UPE)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB)

*Anna Lúcia Miranda Costa - Coordenadora*  
Universidade de Pernambuco (UPE)

*Sheilla Nadíria Rodrigues Rocha*  
Universidade de Pernambuco (UPE)

*Adailton Alves da Silva*  
*Eliane Boronepá Monzilar*  
*Elias Antunes dos Santos*  
*Marinez Cargnin-Stieler*  
Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)

*Leonice Aparecida de Fátima Alves Mourad*  
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

*Hellen Cristina de Souza*  
Secretaria do Estado de Educação de Mato Grosso (SEDUC MT)

*Sergio Camargo*  
Universidade Federal do Paraná (UFPR)

*Adriana Paula Ferreira Palhares*  
*Ester Almeida Helmer*  
*Flávia Gomes Pileggi Gonçalves*  
*Roberta de Fátima Carreira Moreira Padovez*  
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

## SUMÁRIO

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>69</b> |
| <b>2</b> | <b>FUNDAMENTOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS.....</b>   | <b>71</b> |
|          | 2.1 Acolhimento no ensino superior em Engenharia.....  | 71        |
|          | 2.2 Metodologias colaborativas e aprendizagem significativa.....   | 73        |
|          | 2.3 Interculturalidade, saberes tradicionais e pluralidade epistemológica na Educação em Engenharia..... | 75        |
| <b>3</b> | <b>EIXO I – ACOLHIMENTO INSTITUCIONAL E POLÍTICAS DE PERMANÊNCIA.....</b>                                | <b>77</b> |
|          | 3.1 A experiência do DCET/UNIFAP na sistematização do acolhimento estudantil.....                        | 77        |
|          | 3.2 Contribuições do acolhimento institucional para a permanência estudantil.....                        | 79        |
| <b>4</b> | <b>EIXO II – METODOLOGIAS ATIVAS E COLABORATIVAS COMO DISPOSITIVOS PEDAGÓGICOS DE ACOLHIMENTO.....</b>   | <b>80</b> |
| <b>5</b> | <b>EIXO III – ACOLHIMENTO PSICOPEDAGÓGICO E CUIDADO COM A SAÚDE MENTAL NO ENSINO DE ENGENHARIA.....</b>  | <b>82</b> |
|          | 5.1 O Núcleo de Apoio Psicopedagógico Inclusivo como política institucional.....                         | 84        |
|          | 5.2 Perfil das demandas atendidas e evidências do acolhimento psicopedagógico.....                       | 85        |
|          | 5.3 Contribuições do acolhimento psicopedagógico para a permanência e inclusão.....                      | 85        |
| <b>6</b> | <b>EIXO IV – DIÁLOGO ENTRE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, SABERES INDÍGENAS E A AGENDA 2030.....</b>            | <b>85</b> |
| <b>7</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>   | <b>88</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>89</b> |

## DIALOGOS NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: ACOLHIMENTO E METODOLOGIAS COLABORATIVAS NA PROMOÇÃO DE UM ENSINO COMPROMETIDO COM A AGENDA 2030

### 1 INTRODUÇÃO

A Educação em Engenharia tem sido cada vez mais interpelada por desafios que extrapolam a dimensão estritamente técnica da formação profissional. Questões como evasão, desigualdades de acesso e permanência, sofrimento psíquico discente e reconhecimento da diversidade sociocultural colocam em evidência a necessidade de repensar currículos, práticas pedagógicas e políticas institucionais. Nesse contexto, a formação em Engenharia passa a demandar abordagens que integrem competências técnicas, humanas, éticas e sociais, alinhando-se a compromissos globais como os estabelecidos pela Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.

As Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia (Brasil, 2019) reforçam essa mudança de paradigma ao estabelecerem que o egresso deve ser capaz de propor soluções sistêmicas, considerando o usuário, o território e o contexto sociocultural em que atua, além de reconhecer e conviver com diferenças. Tal orientação desloca o foco da formação puramente conteudista para uma perspectiva mais ampla, que valoriza o protagonismo estudantil, a aprendizagem colaborativa, a interdisciplinaridade e a responsabilidade social da Engenharia.

No âmbito internacional, a Agenda 2030, especialmente por meio do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 4 (Educação de Qualidade), reconhece a educação como eixo estruturante para o alcance dos demais objetivos, incluindo energia acessível e limpa (ODS 7), redução das desigualdades (ODS 10), cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11), ação climática (ODS 13) e parcerias para a implementação dos objetivos (ODS 17). No contexto brasileiro, esse compromisso é ampliado pela incorporação de objetivos transversais, como a igualdade racial, a valorização da diversidade cultural e os direitos dos povos originários (ODS 18, 19 e 20), fundamentais para uma educação comprometida com a justiça social e epistêmica.

É nesse cenário que emergem os dispositivos de acolhimento e as metodologias colaborativas como estratégias centrais para a promoção de um ensino de Engenharia mais inclusivo, humano e socialmente comprometido. O acolhimento, compreendido de forma ampliada, não se

restringe a ações pontuais de recepção ao estudante ingressante, mas configura-se como uma política institucional contínua, voltada à escuta, ao apoio psicopedagógico, à orientação acadêmica e à promoção do bem-estar e da permanência estudantil. Estudos apontam que tais dispositivos exercem impacto direto na redução da evasão e no fortalecimento do vínculo do estudante com a instituição, ao reconhecer suas singularidades e necessidades ao longo da trajetória formativa (Lima, 2020; Ferrari; Mendes, 2021; Souza, 2021).

De modo complementar, as metodologias ativas e colaborativas têm se consolidado como práticas pedagógicas capazes de promover maior engajamento discente, aprendizagem significativa e desenvolvimento de competências socioemocionais. Ao deslocar o estudante para o centro do processo educativo, essas metodologias favorecem a construção coletiva do conhecimento, o diálogo entre pares e a articulação entre teoria e prática, contribuindo para a formação de profissionais mais críticos, reflexivos e preparados para enfrentar desafios complexos e interdisciplinares.

Além disso, torna-se cada vez mais evidente a necessidade de ampliar o diálogo entre a Educação em Engenharia e diferentes epistemologias, especialmente aquelas historicamente marginalizadas no espaço universitário. A incorporação de saberes indígenas e tradicionais, em diálogo com o conhecimento científico, representa não apenas uma ampliação de repertórios, mas também um movimento de ruptura com a colonialidade epistêmica que marcou a produção do conhecimento acadêmico. Como defendem autores do campo da interculturalidade crítica, a universidade contemporânea precisa se constituir como um espaço pluriepistêmico, capaz de reconhecer, legitimar e articular diferentes formas de saber, especialmente em contextos marcados por diversidade socioterritorial e desafios socioambientais, como a Amazônia (Luciano, 2006; Tubino, 2005; Smith, 2018).

A Sessão Dirigida SD03 – “Diálogos na Educação em Engenharia: dispositivos de acolhimento e metodologias colaborativas na promoção de um ensino comprometido com a Agenda 2030”, realizada no âmbito do COBENGE 2025, constituiu-se como um espaço para a socialização e o debate de experiências que materializam essas preocupações. Os trabalhos apresentados, embora situados em contextos institucionais e territoriais distintos, compartilham um eixo comum: a busca por práticas educativas que promovam acolhimento, colaboração, justiça social e sustentabilidade na formação em Engenharia.

As experiências discutidas abrangem desde políticas institucionais de acolhimento e nivelamento acadêmico, passando por metodologias ativas voltadas à reconexão pedagógica e à formação docente, até dispositivos psicopedagógicos de apoio à saúde mental e iniciativas interculturais que articulam a Educação em Engenharia aos saberes indígenas e aos desafios da transição energética justa. Essa diversidade de abordagens reforça a compreensão de que o acolhimento e a colaboração não são elementos periféricos, mas princípios estruturantes de uma formação em Engenharia alinhada às demandas contemporâneas.

Dessa forma, este capítulo tem como objetivo articular criticamente as contribuições apresentadas na SD03, organizando-as a partir de eixos analíticos integradores que evidenciem convergências, tensões e potencialidades das experiências discutidas. Ao fazê-lo, busca-se contribuir para o fortalecimento de práticas pedagógicas e políticas institucionais comprometidas com a Agenda 2030, com a permanência estudantil, com a pluralidade epistemológica e com a formação de engenheiros e engenheiras capazes de atuar de maneira ética, responsável e socialmente engajada.

## **2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS**

A análise das práticas educacionais voltadas à formação em Engenharia requer a delimitação de conceitos que fundamentam propostas comprometidas com a inclusão, a permanência estudantil e a sustentabilidade. Em um cenário caracterizado por elevados índices de evasão, desafios à saúde mental, desigualdades socioculturais e demandas crescentes por responsabilidade social, torna-se necessário compreender os referenciais teóricos que orientam dispositivos de acolhimento, metodologias colaborativas e abordagens interculturais no ensino superior. Esta seção apresenta os principais conceitos que sustentam essas perspectivas, oferecendo embasamento teórico para a compreensão das experiências e reflexões desenvolvidas ao longo do capítulo.

### **2.1 Acolhimento no ensino superior em Engenharia**

O conceito de acolhimento no ensino superior tem se ampliado, especialmente no contexto da Educação em Engenharia, acompanhando a complexidade crescente dos desafios enfrentados pelas instituições e pelos estudantes. Tradicionalmente associado a ações iniciais de recepção aos ingressantes, o acolhimento passa a ser compreendido

como um processo contínuo e estruturante, voltado à promoção da permanência, do bem-estar e do desenvolvimento acadêmico e humano ao longo de toda a trajetória universitária.

As Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia (Brasil, 2019) reconhecem a importância da implantação de sistemas de acolhimento e nivelamento como estratégias para a redução da retenção e da evasão, indicando a necessidade de ações institucionais que considerem as múltiplas dimensões da experiência estudantil. Nessa perspectiva, o acolhimento pode ser entendido como um dispositivo institucional e pedagógico, que articula recepção, orientação acadêmica, acompanhamento psicopedagógico e apoio à adaptação do estudante ao contexto universitário.

Pesquisas na área da educação superior apontam que a ausência de dispositivos de acolhimento tende a intensificar dificuldades acadêmicas, sentimentos de isolamento e sofrimento psíquico, sobretudo em cursos caracterizados por elevada exigência cognitiva e por uma cultura de desempenho, como os cursos de Engenharia (Lima, 2020; Ferrari; Mendes, 2021; Souza, 2021). Assim, o acolhimento assume papel estratégico não apenas como resposta a situações de vulnerabilidade, mas como política institucional preventiva, capaz de favorecer o engajamento, o sentimento de pertencimento e a construção de vínculos entre estudantes, docentes e a instituição.

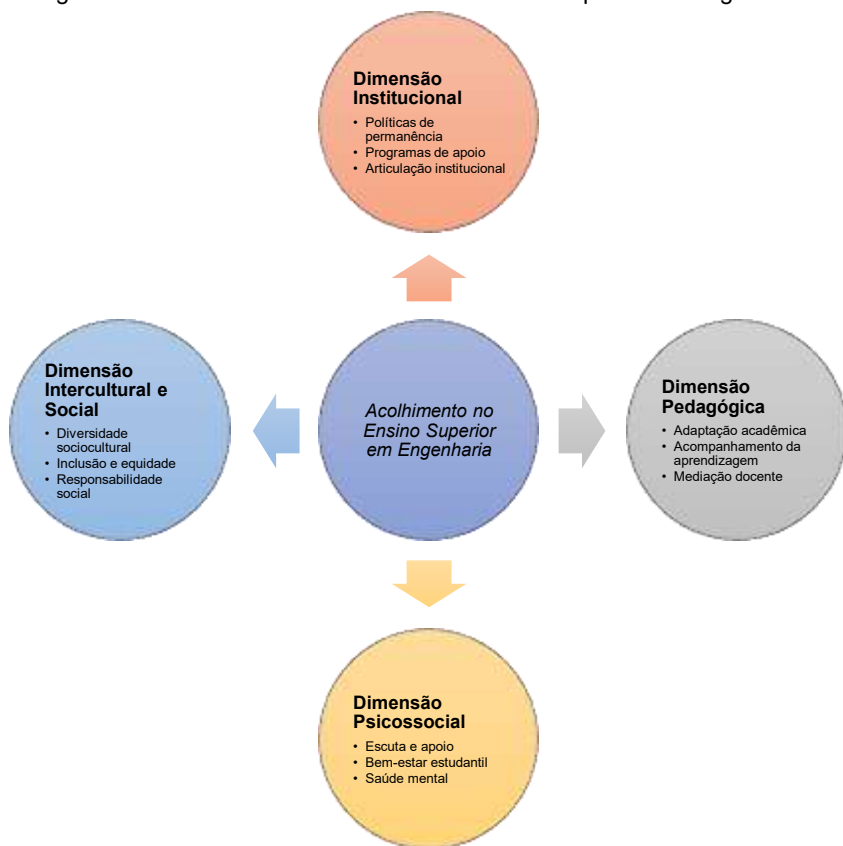
O acolhimento no ensino superior em Engenharia pode ser compreendido como um processo contínuo e estruturante, que ultrapassa ações pontuais de recepção que ultrapassa ações pontuais de recepção e se configura como um dispositivo institucional, pedagógico e social. Essa compreensão pressupõe a articulação de diferentes dimensões da experiência universitária, que atuam de forma integrada ao longo da trajetória acadêmica do estudante. Conforme sintetizado na Figura 1, o acolhimento envolve dimensões institucionais, pedagógicas, psicossociais e interculturais, que se complementam na construção de ambientes educacionais mais inclusivos e comprometidos com a permanência e o desenvolvimento integral dos estudantes.

Ao reconhecer os estudantes em sua diversidade de trajetórias, saberes e condições de vida, as práticas de acolhimento fortalecem uma concepção de Educação em Engenharia orientada por valores de inclusão, equidade e responsabilidade social, em consonância com os princípios da Agenda 2030.

## 2.2 Metodologias colaborativas e aprendizagem significativa

A crescente complexidade dos desafios enfrentados pela sociedade contemporânea tem provocado questionamentos sobre a eficácia de modelos educacionais centrados exclusivamente na transmissão de conteúdos. No ensino superior, e particularmente na Educação em Engenharia, essa discussão ganha relevância diante da necessidade de formar profissionais capazes de atuar em contextos marcados pela incerteza, pela interdisciplinaridade e pela rápida transformação tecnológica. Nesse cenário, as metodologias colaborativas emergem como abordagens pedagógicas capazes de promover aprendizagens mais profundas, contextualizadas e socialmente relevantes.

Figura 1 – Dimensões do acolhimento no ensino superior em Engenharia.



Fonte: Autoria própria.

As metodologias colaborativas compreendem a aprendizagem como um processo construído coletivamente, mediado pela interação entre estudantes, docentes e o conhecimento. Nessa perspectiva, aprender deixa de ser um ato individual e passa a ser uma prática social, fundamentada no diálogo, na cooperação e na resolução conjunta de problemas (Johnson; Johnson; Smith, 2014). Ao contrário de modelos tradicionais, nos quais o estudante assume **um papel** predominantemente passivo, essas abordagens estimulam a participação ativa e o protagonismo discente, favorecendo a construção compartilhada de significados.

A noção de aprendizagem significativa está associada à capacidade do estudante de relacionar novos conhecimentos a saberes prévios, experiências pessoais e situações concretas. Moran (2018) destaca que metodologias ativas e colaborativas favorecem esse tipo de aprendizagem ao envolverem os estudantes em processos de investigação, experimentação e reflexão, nos quais o conhecimento é mobilizado para compreender e intervir em problemas reais. De forma complementar, Bacich e Moran (2018) apontam que a aprendizagem se torna mais consistente quando o estudante participa ativamente da construção do conhecimento, em interação com seus pares e com o docente.

No contexto da Educação em Engenharia, as metodologias colaborativas assumem papel estratégico ao possibilitar a articulação entre teoria e prática, especialmente por meio de abordagens como a aprendizagem baseada em problemas, a aprendizagem baseada em projetos, os estudos de caso e as atividades em grupo. Essas práticas aproximam o estudante de situações reais ou simuladas, favorecendo a compreensão dos impactos técnicos, sociais e ambientais das soluções desenvolvidas, em consonância com as Diretrizes Curriculares Nacionais da Engenharia (Brasil, 2019). Zabala e Arnau (2010) ressaltam que o ensino orientado por competências exige metodologias que integrem conhecimentos, habilidades e atitudes, o que reforça a centralidade das práticas colaborativas.

Outro aspecto relevante das metodologias colaborativas refere-se à sua dimensão relacional. Ao promover ambientes de aprendizagem baseados no diálogo e na cooperação, essas abordagens contribuem para a construção de vínculos entre docentes e discentes, reduzindo distanciamentos hierárquicos e favorecendo o engajamento acadêmico. Cunha e Leite (2019) destacam que práticas pedagógicas fundamentadas na interação e na escuta ampliam o sentimento de

pertencimento dos estudantes, um elemento fundamental para a permanência no ensino superior.

Além disso, a aprendizagem colaborativa pode ser compreendida como um dispositivo pedagógico de acolhimento, na medida em que reconhece a diversidade de trajetórias, ritmos e formas de aprender. Ao valorizar a troca de experiências e o trabalho coletivo, essas metodologias criam condições para que os estudantes se sintam parte ativa do processo formativo, fortalecendo a corresponsabilidade pelo aprendizado e pela construção do conhecimento (Freire; Almeida, 2020).

Dessa forma, as metodologias colaborativas e a aprendizagem significativa configuram-se como elementos centrais para a renovação das práticas pedagógicas na Educação em Engenharia. Ao integrar conhecimento técnico, interação social e reflexão crítica, essas abordagens contribuem para uma formação mais humana, ética e alinhada aos princípios da sustentabilidade e da justiça social, em consonância com os compromissos expressos na Agenda 2030.

### **2.3 Interculturalidade, saberes tradicionais e pluralidade epistemológica na Educação em Engenharia**

A ampliação do debate sobre sustentabilidade na Educação em Engenharia tem evidenciado os limites de abordagens restritas à dimensão técnico-ambiental do desenvolvimento. Progressivamente, a sustentabilidade passa a ser compreendida de forma mais ampla, incorporando dimensões sociais, culturais, territoriais e éticas, o que tensiona modelos formativos historicamente centrados na eficiência técnica e na neutralidade do conhecimento. Nesse contexto, a formação em Engenharia é convocada a considerar não apenas os impactos ambientais das soluções propostas, mas também suas implicações sociais e culturais, bem como os diferentes modos de vida e de produção de conhecimento presentes nos territórios onde essas soluções se inserem.

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável explicita essa perspectiva ao reconhecer que desafios globais — como a emergência climática, as desigualdades sociais e a transição energética — exigem respostas interdisciplinares e socialmente comprometidas. O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 4 (Educação de Qualidade) assume papel estruturante nesse processo, ao afirmar a educação como base para a consecução dos demais objetivos, incluindo energia acessível e limpa (ODS 7), cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11), ação climática (ODS 13) e parcerias para o desenvolvimento (ODS 17). Tal abordagem reforça a necessidade de práticas educativas capazes de articular

conhecimento técnico, responsabilidade social e reconhecimento da diversidade sociocultural.

No campo da Educação em Engenharia, esse movimento se expressa na ampliação do escopo formativo proposto pelas Diretrizes Curriculares Nacionais (Brasil, 2019), que destacam competências relacionadas à atuação ética, à compreensão dos contextos de uso das tecnologias e à proposição de soluções sistêmicas, considerando usuários, territórios e impactos sociais. Embora as DCNs não tratem explicitamente da interculturalidade, elas abrem espaço para abordagens que problematizam a homogeneização dos saberes e reconhecem a necessidade de diálogo com realidades diversas, especialmente em contextos marcados por desigualdades históricas e socioterritoriais.

Nesse sentido, a discussão sobre interculturalidade e pluralidade epistemológica emerge como um campo relevante de reflexão crítica para a Educação em Engenharia, ao questionar a hegemonia de uma única racionalidade técnico-científica e reconhecendo a existência de outros modos legítimos de produzir, transmitir e aplicar conhecimentos. Autores do campo da interculturalidade crítica defendem que a universidade contemporânea deve avançar para além de políticas de reconhecimento simbólico, incorporando práticas que valorizem epistemologias situadas e promovam o diálogo entre saberes científicos e saberes tradicionais (Tubino, 2005; Gasché, 2010; Smith, 2018).

A formação em Engenharia, quando orientada por essa perspectiva, passa a considerar o território não apenas como espaço de aplicação de soluções técnicas, mas como espaço de aprendizagem, no qual conhecimentos tradicionais, práticas comunitárias e experiências históricas contribuem para a construção de respostas mais contextualizadas e socialmente responsáveis. Essa abordagem mostra-se particularmente relevante em regiões caracterizadas por diversidade cultural e ambiental, onde soluções tecnológicas descoladas das realidades locais tendem a reproduzir assimetrias e injustiças.

A relação entre Educação em Engenharia, interculturalidade e justiça social torna-se, portanto, elemento estratégico para a consolidação de uma formação comprometida com o desenvolvimento sustentável. Ao reconhecer a diversidade de realidades e saberes, e ao promover o diálogo entre diferentes epistemologias, a Engenharia amplia sua capacidade de responder a problemas complexos de maneira ética e inclusiva. Assim, a interculturalidade e a pluralidade epistemológica não se apresentam como elementos acessórios, mas como perspectivas que tensionam e enriquecem a formação profissional, alinhando-a aos

princípios da Agenda 2030 e às demandas contemporâneas por equidade, responsabilidade social e sustentabilidade.

### **3 EIXO I – ACOLHIMENTO INSTITUCIONAL E POLÍTICAS DE PERMANÊNCIA**

A permanência estudantil constitui um dos principais desafios enfrentados pelas instituições de ensino superior brasileiras, especialmente em cursos de Engenharia, historicamente marcados por elevadas taxas de retenção e evasão. Embora esses fenômenos sejam frequentemente atribuídos a dificuldades individuais dos estudantes, estudos recentes têm evidenciado que fatores institucionais, pedagógicos e organizacionais exercem um papel determinante na trajetória acadêmica, exigindo respostas estruturadas e sistêmicas por parte das instituições.

Nesse contexto, o acolhimento institucional emerge como um eixo estratégico das políticas de permanência, ao deslocar o foco de ações pontuais ou emergenciais para a construção de processos contínuos de acompanhamento, orientação e integração dos estudantes à vida universitária. Trata-se de uma abordagem que reconhece a diversidade de trajetórias formativas, condições socioeconômicas e experiências educacionais prévias, assumindo que a permanência não é apenas resultado do esforço individual, mas de um ambiente institucional capaz de oferecer suporte acadêmico, e psicopedagógico.

#### **3.1 A experiência do DCET/UNIFAP na sistematização do acolhimento estudantil**

A experiência desenvolvida no Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Federal do Amapá (DCET/UNIFAP) constitui um exemplo consistente de como o acolhimento pode ser institucionalizado como política de permanência, superando ações isoladas ou reativas. Ao reconhecer que dificuldades acadêmicas recorrentes, especialmente nos períodos iniciais dos cursos de Engenharia, não decorrem exclusivamente de fragilidades individuais, o DCET/UNIFAP estruturou um conjunto articulado de ações voltadas à integração, orientação e acompanhamento dos estudantes.

Um dos aspectos centrais dessa experiência é a compreensão do acolhimento como um processo contínuo, que se inicia no ingresso do estudante, mas se estende ao longo de sua trajetória acadêmica. A recepção aos ingressantes é concebida não apenas como momento informativo, mas como estratégia de integração institucional, permitindo

que os estudantes compreendam o funcionamento do curso, as expectativas acadêmicas e os dispositivos de apoio disponíveis. Essa etapa inicial contribui para reduzir a sensação de estranhamento e para fortalecer o vínculo entre estudantes, docentes e a instituição.

Outro elemento estruturante da política de acolhimento do DCET/UNIFAP é a implementação de ações de nivelamento acadêmico, com destaque para a Semana Pré-Cálculo. Essa iniciativa reconhece as assimetrias na formação básica dos ingressantes e busca oferecer suporte pedagógico antes do início formal das disciplinas, reduzindo impactos negativos associados à reprovação precoce e ao desestímulo acadêmico. Ao tratar o nivelamento como parte da política institucional — e não como atividade opcional ou paralela —, o DCET/UNIFAP reforça o compromisso com a equidade e a permanência.

Complementarmente, a atuação do professor orientador de turma configura-se como um dispositivo fundamental de acompanhamento acadêmico e institucional. Esse papel amplia a função docente tradicional, incorporando dimensões de escuta, orientação e mediação, contribuindo para a identificação precoce de dificuldades e para o encaminhamento adequado dos estudantes aos serviços de apoio disponíveis. Essa prática fortalece o diálogo entre estudantes e instituição, reduzindo a fragmentação das ações de acolhimento. As principais ações que compõem a política de acolhimento institucional do DCET/UNIFAP encontram-se sistematizadas no Quadro 1, que sintetiza os dispositivos implementados, suas características centrais e suas contribuições para a permanência estudantil.

Quadro 1 - Sistematização das ações de acolhimento estudantil no DCET/UNIFAP.

| <b>Ação de acolhimento</b>           | <b>Descrição sintética</b>  | <b>Contribuição para a permanência</b>  |
|--------------------------------------|---|---|
| <b>Recepção aos ingressantes</b>     | Atividades de acolhida e apresentação institucional no início do curso        | Integração inicial e redução do estranhamento acadêmico                         |
| <b>Semana Pré-Cálculo</b>            | Ações de nivelamento em conteúdos matemáticos antes do início das disciplinas | Mitigação de dificuldades iniciais e prevenção de reprovações                   |
| <b>Professor orientador de turma</b> | Docente responsável pelo acompanhamento acadêmico e orientação dos estudantes | Identificação precoce de dificuldades e fortalecimento do vínculo institucional |

Fonte: Autoria própria.

### 3.2 Contribuições do acolhimento institucional para a permanência estudantil

A sistematização do acolhimento no DCET/UNIFAP evidencia que políticas institucionais estruturadas podem exercer impacto significativo na permanência e no engajamento estudantil. Ao articular ações institucionais, pedagógicas e de orientação acadêmica, a experiência analisada desloca a compreensão da evasão como falha individual para uma abordagem que reconhece a responsabilidade institucional na criação de condições favoráveis à aprendizagem e à permanência.

Entre as principais contribuições observadas, destaca-se o fortalecimento do vínculo institucional, especialmente nos períodos iniciais dos cursos. Ao oferecer informações claras, apoio pedagógico e canais permanentes de escuta, o acolhimento contribui para que os estudantes se reconheçam como parte da comunidade acadêmica, aspecto fundamental para a construção do sentimento de pertencimento. Esse vínculo tende a refletir-se positivamente no engajamento com as atividades acadêmicas e na disposição para enfrentar desafios inerentes à formação em Engenharia.

Outro aspecto relevante refere-se à prevenção de dificuldades acadêmicas recorrentes. A antecipação de ações de nivelamento e a presença de mecanismos de acompanhamento contínuo permitem identificar fragilidades antes que se convertam em reprovações sucessivas ou abandono do curso. Essa lógica preventiva aproxima-se das recomendações presentes nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Engenharia (Brasil, 2019), que enfatizam a importância de sistemas de acolhimento e acompanhamento como estratégias de redução da evasão.

Além disso, a experiência do DCET/UNIFAP contribui para a construção de uma cultura institucional mais sensível à diversidade de trajetórias e condições de ingresso. Ao reconhecer que os estudantes chegam ao ensino superior com formações, expectativas e contextos distintos, o acolhimento passa a operar como instrumento de equidade, favorecendo a permanência de grupos historicamente mais vulneráveis à evasão. Essa perspectiva amplia o alcance social da Educação em Engenharia e reforça seu compromisso com a inclusão.

Por fim, a sistematização do acolhimento no DCET/UNIFAP evidencia que práticas frequentemente percebidas como “óbvias” ganham potência quando organizadas de forma intencional, contínua e institucionalizada. Ao transformar ações dispersas em política estruturada, a experiência analisada oferece subsídios relevantes para outras instituições que buscam enfrentar os desafios da permanência

estudantil de maneira integrada, sustentável e alinhada aos princípios de uma formação em Engenharia mais humana e socialmente comprometida.

#### 4 EIXO II – METODOLOGIAS ATIVAS E COLABORATIVAS COMO DISPOSITIVOS PEDAGÓGICOS DE ACOLHIMENTO

As políticas institucionais de acolhimento não se esgotam em ações administrativas ou de apoio externo à sala de aula. A experiência formativa dos estudantes é fortemente influenciada pelo modo como o ensino é conduzido no cotidiano das disciplinas, especialmente nos cursos de Engenharia, caracterizados por elevada carga conceitual, abstração matemática e forte pressão por desempenho. Nesse sentido, as metodologias ativas e colaborativas assumem um papel estratégico ao redefinir as práticas pedagógicas, atuando como dispositivos de acolhimento no próprio processo de ensino-aprendizagem.

Enquanto nas metodologias ativas há o reposicionamento do estudante como sujeito do processo educativo, promovendo participação, diálogo e corresponsabilidade pela aprendizagem, no âmbito das práticas colaborativas, a aprendizagem é compreendida como uma construção coletiva, mediada pela interação social e pela troca de experiências. Trabalhos em grupo, atividades dialógicas, resolução conjunta de problemas e projetos colaborativos criam condições para que os estudantes articulem saberes prévios, conhecimentos técnicos e experiências pessoais. Essa dinâmica contribui para reduzir sentimentos de isolamento e inadequação, frequentemente relatados no ensino superior, fortalecendo o sentimento de pertencimento e a confiança no processo de aprendizagem.

Além de seus efeitos cognitivos, as metodologias colaborativas apresentam uma importante dimensão relacional: o *rapport*. Ao favorecer a escuta, o diálogo e a cooperação, as práticas de *rapport* aproximam docentes e discentes, reduzindo barreiras hierárquicas e criando espaços mais horizontais de interação pedagógica. Esse movimento configura-se como uma forma de acolhimento, na medida em que reconhece os estudantes em sua diversidade de trajetórias, ritmos e modos de aprender, promovendo maior engajamento acadêmico.

O próprio uso de metodologias ativas e colaborativas deslocando o estudante de um papel passivo para o centro do seu processo formativo, torna-se estratégico para responder às demandas do currículo por competências, que rompe com a lógica da transmissão de conteúdos e passa a integrar conhecimentos, habilidades, atitudes e valores.

Contudo, para que tais práticas alcancem seus objetivos, é indispensável sustentá-las em dispositivos funcionais de acolhimento, como o *rapport*, que criam vínculos de confiança, promovem pertencimento e facilitam a reconexão entre docentes e discentes. Assim, as metodologias ativas e colaborativas configuram-se como prática educativa para reconexão, possibilitando ambientes mais inclusivos, motivadores e sintonizados com as demandas formativas do século XXI, em que o ensinar e o aprender se constituem em processos compartilhados, colaborativos e humanos.

Outro aspecto relevante refere-se à contextualização da aprendizagem. Ao articular conteúdos técnicos a situações reais ou problemas socialmente relevantes, as metodologias ativas contribuem para a ressignificação do sentido de aprender Engenharia. A aprendizagem deixa de ser percebida como um exercício abstrato e passa a ser compreendida como um instrumento para a compreensão e a intervenção em contextos concretos, ampliando o compromisso ético e social da formação profissional.

As principais dimensões pelas quais as metodologias ativas e colaborativas atuam como dispositivos pedagógicos de acolhimento encontram-se sintetizadas no Quadro 2, que sistematiza estratégias pedagógicas adotadas e suas contribuições para o engajamento, o acolhimento e a permanência estudantil.

Quadro 2 – Metodologias ativas e colaborativas como dispositivos pedagógicos de acolhimento.

| <b>Dimensão pedagógica</b>              | <b>Estratégias adotadas</b>                              | <b>Contribuições para o acolhimento e a permanência</b>               |
|---|--|---|
| <b>Centralidade do estudante</b>        | Participação ativa nas atividades de aprendizagem        | Fortalecimento do protagonismo e do engajamento discente              |
| <b>Aprendizagem colaborativa</b>        | Trabalhos em grupo e construção coletiva do conhecimento | Redução do isolamento e fortalecimento do sentimento de pertencimento |
| <b>Diálogo e escuta pedagógica</b>      | Atividades dialógicas e mediação docente                 | Aproximação entre docentes e discentes                                |
| <b>Contextualização da aprendizagem</b> | Problemas e projetos relacionados a situações reais      | Ressignificação do sentido do aprender Engenharia                     |

|                                      |  |  |
|--------------------------------------|--|--|
| <b>Ambiente pedagógico inclusivo</b> | Valorização de diferentes ritmos e trajetórias | Promoção da equidade e permanência acadêmica |
|--------------------------------------|--|--|

Fonte: Autoria própria.

A organização dessas dimensões evidencia que o acolhimento pedagógico se constrói no interior das práticas de ensino, por meio de estratégias que articulam participação, diálogo e contextualização da aprendizagem. Tal perspectiva amplia a compreensão de permanência estudantil, indicando que o cuidado com a trajetória acadêmica dos estudantes também se materializa no modo como o ensino é planejado e vivenciado, abrindo caminho para a discussão das dimensões psicopedagógicas do acolhimento no ensino de Engenharia.

## **5 EIXO III – ACOLHIMENTO PSICOPEDAGÓGICO E CUIDADO COM A SAÚDE MENTAL NO ENSINO DE ENGENHARIA**

Os desafios enfrentados pelos estudantes no ensino superior não se limitam às dimensões acadêmicas e pedagógicas. Questões relacionadas à saúde mental, ao sofrimento psíquico, à adaptação à vida universitária e às pressões associadas ao desempenho acadêmico têm se intensificado, especialmente em cursos de Engenharia, tradicionalmente marcados por elevada carga de trabalho, competitividade e exigências cognitivas rigorosas. Nesse contexto, o acolhimento psicopedagógico também é importante componente das políticas institucionais de permanência estudantil.

A ampliação do acesso ao ensino superior, associada à diversidade crescente de trajetórias formativas, torna insuficiente a compreensão do desempenho acadêmico como resultado exclusivo do esforço individual. Ansiedade, estresse, dificuldades emocionais, problemas socioeconômicos e fragilidades na organização dos estudos constituem fatores que impactam diretamente a permanência e o sucesso acadêmico. Diante desse cenário, a existência de dispositivos institucionais de apoio psicopedagógico configura-se como **uma** estratégia fundamental para a promoção do bem-estar, da inclusão e da equidade no ensino superior.

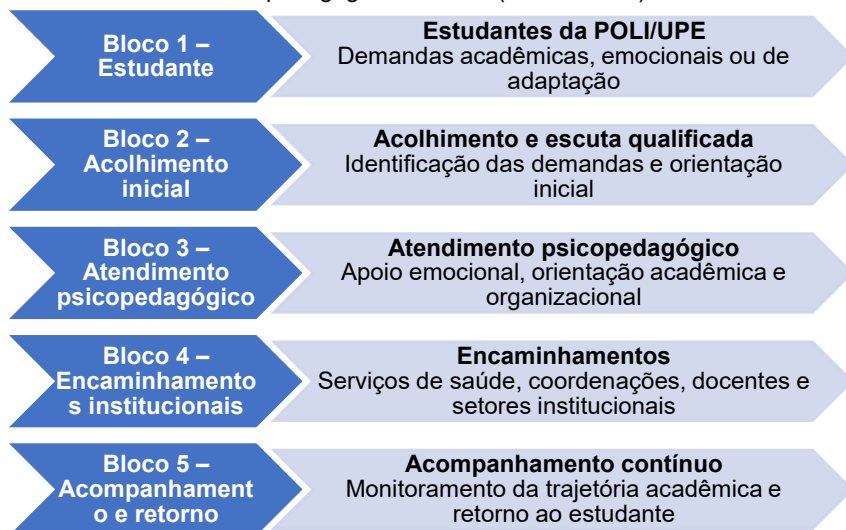
### **5.1 O Núcleo de Apoio Psicopedagógico Inclusivo como política institucional**

No âmbito da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, o Núcleo de Apoio Psicopedagógico Inclusivo (NAPSI/POLI) foi estruturado

como um dispositivo institucional permanente de acolhimento, escuta qualificada e acompanhamento dos estudantes. O núcleo atua de forma integrada às demais instâncias acadêmicas, assumindo como princípio a compreensão do estudante em sua integralidade, considerando dimensões acadêmicas, emocionais, sociais e contextuais de sua trajetória formativa.

O NAPSÍ/POLI desenvolve ações voltadas tanto ao atendimento individual quanto à promoção de atividades coletivas, buscando oferecer suporte psicopedagógico acessível e inclusivo. Entre suas atribuições, destacam-se o acolhimento inicial dos estudantes, a escuta ativa de demandas relacionadas ao sofrimento psíquico, a orientação para a organização dos estudos e o encaminhamento, quando necessário, para outros serviços institucionais ou de saúde. Essa atuação contribui para a construção de uma rede de apoio que fortalece a permanência estudantil e reduz a invisibilização das dificuldades enfrentadas no cotidiano acadêmico. O funcionamento do Núcleo de Apoio Psicopedagógico Inclusivo pode ser compreendido a partir do fluxo de atendimento apresentado na Figura 2, o qual evidencia a articulação entre acolhimento, atendimento psicopedagógico, encaminhamentos institucionais e acompanhamento contínuo dos estudantes.

Figura 2 – Fluxo de atendimento e atuação do Núcleo de Apoio Psicopedagógico Inclusivo (NAPSÍ/POLI).



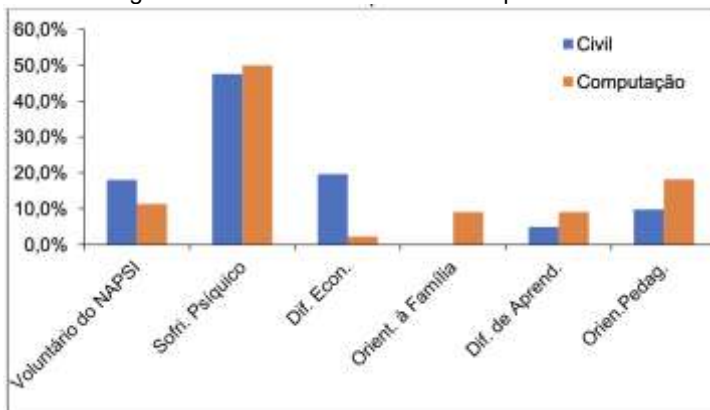
Fonte: Autoria própria.

## 5.2 Perfil das demandas atendidas e evidências do acolhimento psicopedagógico

A análise das demandas atendidas pelo núcleo evidencia a centralidade das questões relacionadas à saúde mental no contexto da formação em Engenharia. Atendimentos vinculados à ansiedade, estresse, dificuldades emocionais, problemas de concentração e sobrecarga acadêmica constituem parcela significativa das solicitações, indicando que o sofrimento psíquico tem impacto direto na experiência universitária e na permanência dos estudantes.

Além disso, a Figura 3 evidencia que as demandas atendidas não se distribuem de forma homogênea entre os cursos, o que reforça a necessidade de políticas sensíveis às especificidades de cada contexto formativo. A atuação do núcleo permite identificar padrões recorrentes de dificuldades e subsidiar ações preventivas, contribuindo para a construção de estratégias institucionais mais eficientes.

Figura 3 – Natureza do Atendimento por Curso.



Fonte: Autoria própria.

A leitura conjunta das Figuras 2 e 3 evidencia que o acolhimento psicopedagógico opera simultaneamente como dispositivo de atendimento individual e como ferramenta de diagnóstico institucional. Tal dupla função amplia a capacidade da instituição de intervir de forma preventiva, articulando cuidado, permanência e inclusão no ensino de Engenharia.

### **5.3 Contribuições do acolhimento psicopedagógico para a permanência e inclusão**

A atuação do acolhimento psicopedagógico contribui de forma significativa para a permanência estudantil ao oferecer suporte em momentos críticos da trajetória acadêmica. A possibilidade de acesso a um espaço institucional de escuta e orientação reduz o isolamento dos estudantes, favorece o enfrentamento das dificuldades e fortalece o vínculo com a instituição. Esse aspecto é particularmente relevante em cursos de Engenharia, nos quais a cultura do desempenho tende a invisibilizar fragilidades emocionais.

Além de seu impacto individual, o acolhimento psicopedagógico exerce função estratégica no fortalecimento de uma cultura institucional mais inclusiva e humanizada. Ao reconhecer o sofrimento psíquico como dimensão legítima da experiência acadêmica, a instituição amplia sua responsabilidade para além da transmissão de conteúdos, assumindo o cuidado como parte constitutiva do processo formativo.

Outro aspecto relevante refere-se ao compromisso com a inclusão. O caráter inclusivo do núcleo possibilita o atendimento de estudantes com diferentes perfis e necessidades, contribuindo para a redução de desigualdades e para a promoção da equidade no ensino superior. Ao articular ações de acolhimento psicopedagógico com políticas institucionais e práticas pedagógicas, amplia-se a capacidade da instituição de responder de forma integrada aos desafios da permanência estudantil.

Assim, o acolhimento psicopedagógico configura-se como um eixo indispensável para a construção de uma Educação em Engenharia comprometida com a formação integral dos estudantes. Ao integrar cuidado, escuta e acompanhamento acadêmico, o NAPSI/POLI evidencia que a permanência estudantil depende não apenas de condições pedagógicas e institucionais, mas também da atenção às dimensões humanas que atravessam o processo educativo.

## **6 EIXO IV – DIÁLOGO ENTRE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, SABERES INDÍGENAS E A AGENDA 2030**

A formação em Engenharia, historicamente orientada por uma racionalidade técnico-científica hegemônica, tem sido progressivamente desafiada a ampliar seus referenciais diante da complexidade dos problemas contemporâneos. Questões como sustentabilidade, justiça social, preservação ambiental e desenvolvimento territorial evidenciam que soluções técnicas dissociadas de contextos socioculturais tendem a

produzir impactos limitados ou mesmo a aprofundar desigualdades. Nesse cenário, o diálogo entre a Educação em Engenharia, os saberes indígenas e os princípios da Agenda 2030 emerge como **uma** perspectiva fundamental para a construção de uma formação mais ética, contextualizada e socialmente comprometida.

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável propõe uma abordagem integrada dos desafios globais, reconhecendo que o desenvolvimento sustentável pressupõe o respeito à diversidade cultural, aos territórios e às formas locais de organização social. No campo educacional, isso implica compreender que a formação técnica não pode ser dissociada das realidades socioterritoriais nas quais as intervenções de Engenharia se concretizam. Assim, a efetivação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável demanda processos formativos capazes de articular conhecimentos científicos a saberes historicamente marginalizados no espaço acadêmico.

É nesse contexto que os saberes indígenas assumem relevância para a Educação em Engenharia. Ancorados em concepções de território, natureza e coletividade, esses saberes tensionam modelos de desenvolvimento baseados na exploração intensiva de recursos e na fragmentação entre dimensões sociais, culturais e ambientais. O diálogo intercultural, quando conduzido de forma crítica e respeitosa, não substitui o conhecimento científico, mas amplia seus horizontes, promovendo uma formação mais sensível à complexidade dos territórios e às demandas das comunidades.

Uma experiência formativa que exemplifica essa articulação é desenvolvida no curso de Engenharia Civil da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), no qual práticas pedagógicas têm incorporado o diálogo com saberes indígenas como parte do processo formativo. Nesse contexto, atividades acadêmicas são orientadas à problematização de soluções técnicas a partir das realidades territoriais e socioculturais locais, considerando modos de vida, formas de ocupação do espaço e relações com o meio ambiente presentes em comunidades indígenas da região.

Essa experiência evidencia que a interculturalidade pode ser incorporada à formação em Engenharia de maneira concreta, por meio de projetos, estudos de caso e atividades contextualizadas que desafiam os estudantes a repensar concepções tradicionais de desenvolvimento e infraestrutura. Ao dialogar com saberes indígenas, os estudantes são convidados a refletir criticamente sobre os impactos sociais, ambientais e culturais das intervenções técnicas, ampliando sua compreensão sobre sustentabilidade para além de abordagens estritamente tecnicistas.

No plano pedagógico, a experiência da Engenharia Civil da UNEMAT reforça a importância de práticas pedagógicas baseadas no diálogo, na escuta e na aprendizagem situada. A incorporação de referenciais interculturais favorece o desenvolvimento de competências relacionadas à responsabilidade social, à ética profissional e à atuação em contextos diversos, aspectos fundamentais para a formação de engenheiros e engenheiras comprometidos com os princípios da Agenda 2030.

A articulação entre Educação em Engenharia, saberes indígenas e Agenda 2030 encontra-se sintetizada no Quadro 3, o qual evidencia como diferentes eixos — território, coletividade, sustentabilidade, pluralidade epistemológica e justiça social — contribuem para a ampliação dos referenciais formativos da Engenharia e para a construção de práticas educativas mais contextualizadas e inclusivas.

Além de seu impacto formativo, essa experiência possui dimensão política e ética ao reconhecer epistemologias historicamente silenciadas e ao promover o diálogo intercultural no espaço universitário. Ao incorporar saberes indígenas de forma não instrumentalizada, a Educação em Engenharia amplia seu compromisso com a inclusão, a diversidade cultural e a justiça cognitiva, reafirmando o papel social da universidade.

Quadro 3 – Articulação entre Educação em Engenharia, saberes indígenas e Agenda 2030.

| <b>Eixo de articulação</b> | <b>Saberes indígenas</b>                                  | <b>Contribuições para a Educação em Engenharia</b>                |
|----------------------------|---|---|
| Território                 | Relação integrada entre natureza, cultura e modo de vida  | Projetos técnicos contextualizados e territorialmente situados    |
| Coletividade               | Centralidade do bem comum e das decisões comunitárias     | Formação voltada à cooperação e à responsabilidade social         |
| Sustentabilidade           | Uso relacional e não instrumental dos recursos naturais   | Superação de abordagens tecnicistas da sustentabilidade           |
| Pluralidade epistemológica | Legitimação de conhecimentos não hegemônicos              | Formação crítica e ampliação dos referenciais técnico-científicos |
| Ética e justiça social     | Respeito aos modos de existência e à diversidade cultural | Atuação profissional comprometida com equidade e inclusão         |

Fonte: Autoria própria.

Assim, o diálogo entre Educação em Engenharia, saberes indígenas e Agenda 2030, materializado em experiências como a da Engenharia Civil da UNEMAT, amplia a compreensão de acolhimento discutida ao longo deste capítulo. O acolhimento, nesse sentido, ultrapassa a esfera institucional e pedagógica, projetando-se como compromisso ético com os territórios, com as comunidades e com a construção de futuros mais justos e sustentáveis.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este capítulo buscou discutir o acolhimento na Educação em Engenharia a partir de uma perspectiva ampliada, compreendendo-o não como um conjunto de ações pontuais ou assistenciais, mas como um princípio estruturante das práticas institucionais, pedagógicas e formativas. Ao articular diferentes experiências e referenciais teóricos, evidenciou-se que a permanência estudantil e a qualidade da formação estão diretamente relacionadas à capacidade das instituições de reconhecer a complexidade das trajetórias acadêmicas e das realidades socioculturais que atravessam o ensino superior.

A análise das experiências apresentadas permitiu compreender o acolhimento como um fenômeno multidimensional. No plano institucional, destacou-se a importância da sistematização de políticas de permanência que articulem recepção, nivelamento acadêmico e acompanhamento contínuo, deslocando a evasão de uma lógica de responsabilização individual para uma abordagem de corresponsabilidade institucional. No plano pedagógico, evidenciou-se que as metodologias ativas e colaborativas podem operar como dispositivos de acolhimento no cotidiano da sala de aula, fortalecendo vínculos, promovendo o engajamento discente e ressignificando o sentido da aprendizagem em Engenharia.

O capítulo também ressaltou o papel estratégico do acolhimento psicopedagógico como componente indispensável das políticas de permanência, especialmente diante do crescimento das demandas relacionadas à saúde mental no ensino superior. A existência de núcleos institucionais de apoio, organizados de forma integrada e inclusiva, contribui para a construção de ambientes acadêmicos mais humanos, sensíveis às dificuldades emocionais e comprometidos com a formação integral dos estudantes.

Ao ampliar o debate para a dimensão intercultural, o capítulo evidenciou que o acolhimento não se limita ao espaço interno da

instituição, mas se projeta como **um** compromisso ético com os territórios, com a diversidade cultural e com a pluralidade epistemológica. O diálogo entre Educação em Engenharia, saberes indígenas e Agenda 2030 reforça a necessidade de uma formação capaz de articular conhecimento técnico, responsabilidade social e justiça cognitiva, especialmente em contextos marcados por desigualdades históricas e socioterritoriais.

De forma integrada, os eixos discutidos ao longo do capítulo apontam para uma compreensão de acolhimento como **uma** cultura institucional, que atravessa políticas, práticas pedagógicas e concepções de formação profissional. Essa perspectiva contribui para o fortalecimento de uma Educação em Engenharia comprometida com a inclusão, a permanência e a sustentabilidade, em consonância com os desafios contemporâneos e com os princípios da Agenda 2030.

Por fim, espera-se que as reflexões e experiências aqui sistematizadas possam inspirar outras instituições e cursos de Engenharia a repensarem suas práticas de acolhimento, reconhecendo que formar engenheiros e engenheiras implica, necessariamente, cuidar das dimensões humanas, sociais e culturais que constituem o processo educativo. Nesse sentido, o acolhimento deixa de ser um adendo à formação e passa a ocupar **um** lugar central na construção de uma Engenharia socialmente comprometida e orientada para a transformação da realidade.

## REFERÊNCIAS

BACICH, L.; MORAN, J. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília: MEC, 2019.

CUNHA, M. I.; LEITE, D. B. **Docência no ensino superior: formação, identidade e desafios**. Campinas: Papirus, 2019.

FERRARI, V. S. M.; MENDES, J. M. R. **Quem dorme na rua, dorme na rua.** Conecte-se!, São Paulo, 8 ago. 2021. Disponível em: <https://www.conectese.org.br/2021/08/08/quem-dorme-na-rua-dorme-na-rua/>. Acesso em: 17 ago. 2025.

FREIRE, R. S.; ALMEIDA, M. A. **Engajamento e motivação no ensino de engenharia: práticas docentes inovadoras.** Revista de Ensino de Engenharia, v. 39, n. 3, p. 102-120, 2020.

GASCHÉ, J. **De hablar de educación intercultural a hacerla.** Mundo Amazónico, v. 1, p. 111-134, 2010. Disponível em: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/imanimundo/article/view/9414>.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; SMITH, K. A. **Cooperative learning: improving university instruction by basing practice on validated theory.** Journal on Excellence in College Teaching, v. 25, n. 4, p. 85-118, 2014.

LIMA, L. A. **Possibilidades de uma educação em engenharia afetiva.** Revista de Ensino de Engenharia, v. 39, n. 3, p. 172-181, 2020.

LUCIANO, G. S. **O índio brasileiro: o que você precisa saber sobre os povos indígenas no Brasil de hoje.** Coleção Educação para todos. Série Vias dos Saberes n. 1. Brasília: Ministério de Educação, 2006. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000154565>.

MORAN, J. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda.** In: BACICH, L.; MORAN, J. (org.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática.* Porto Alegre: Penso, 2018.

SMITH, L. T. **Descolonizando metodologias: pesquisa e povos indígenas.** Trad. Roberto G. Barbosa. Curitiba: Editora UFPR, 2018.

SOUZA, L. R. et al. **Grupos de acolhimento de mulheres em situação de violência doméstica.** PEBMED, [s.l.], 14 ago. 2021. Disponível em: <https://pebmed.com.br/grupos-de-acolhimento-de-mulheres-em-situacao-de-violencia-domestica/>. Acesso em: 17 ago. 2025.

TUBINO, F. **La interculturalidad crítica como proyecto ético-político**. In: ENCUENTRO CONTINENTAL DE EDUCADORES AGUSTINOS, 2005, Lima. [Trabalho apresentado]. Lima, 24-28 jan. 2005. Disponível em: <https://sermixe.org/wp-content/uploads/2020/08/Lectura4.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2025.

ZABALA, A.; ARNAU, L. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

## CAPÍTULO 4

### COMPETÊNCIAS EMPREENDEDORAS, INOVAÇÕES DIGITAIS E GOVERNANÇA ESTRATÉGICA: CONECTANDO SABERES NA ENGENHARIA

*Sônia Marise Salles Carvalho - Coordenadora*  
Universidade de Brasília (UNB)

*Paulo Cesar de Resende Andrade - Coordenador*  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

*Suélvio Fernandes Carolino*  
*Robson Arruda dos Santos*  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB)

*João Paulo de Oliveira Macedo*  
*Gilmar Barreto*  
*Paulo Victor de Oliveira Miguel*  
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

## SUMÁRIO

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>94</b>  |
| <b>2</b> | <b>CONECTANDO A VISÃO EMPREENDEDORA, A GOVERNANÇA INTEGRADA E A INOVAÇÃO DIGITAL NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO EMPREENDEDOR.....</b>   | <b>96</b>  |
| <b>3</b> | <b>UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA PARA O APRIMORAMENTO DE COMPETÊNCIAS EMPREENDEDORAS: A UTILIZAÇÃO DE DADOS SINTÉTICOS: TÓPICO.....</b> | <b>110</b> |
|          | 3.1 Técnicas de Geração de Dados Sintéticos.....   | 111        |
|          | 3.2 Geração de Dados Sintéticos para o Desenvolvimento de Competências Empreendedoras.....   | 112        |
|          | 3.3 Proposta Metodológica para Geração de Competências Empreendedoras utilizando Dados Sintéticos.....                             | 114        |
| <b>4</b> | <b>DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA MICROCONTROLADA PARA CÂMARA DE CARBONATAÇÃO ACELERADA.....</b>                                | <b>116</b> |
|          | 4.1 Regulador de pressão e vazão de CO <sub>2</sub> .....  | 118        |
| <b>5</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>   | <b>125</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>126</b> |

## COMPETÊNCIAS EMPREENDEDORAS, INOVAÇÕES DIGITAIS E GOVERNANÇA ESTRATÉGICA: CONECTANDO SABERES NA ENGENHARIA

### 1 INTRODUÇÃO

Para atuar na sociedade contemporânea, pautada na sociedade do conhecimento 5.0, o futuro engenheiro necessita de uma formação que integre competências técnicas e humanísticas. Nesse contexto, o processo pedagógico demanda um currículo orientado por competências, articulando habilidades empreendedoras, oportunidades criadas pelas inovações digitais e práticas de governança estratégica. Os estudos das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de Engenharia no Brasil evidenciam um gap na integração dessas interfaces. Com essa perspectiva, propõe-se reflexões sobre elementos-chave, visando agregar valor à formação em Engenharia.

As transformações impulsionadas pelas tecnologias digitais - como a inteligência artificial, o design sistêmico, a robótica autônoma e a governança integrada - configuram-se como oportunidades para explorar e compartilhar percepções sobre utilidades, desafios, barreiras, aplicabilidades e oportunidades que essas inovações oferecem à prática docente. O debate e a troca de experiências contribui para gerar impactos em cinco dimensões: (i) adequar as DCNs à formação do engenheiro para a sociedade 5.0; (ii) fortalecer a formação empreendedora dos docentes; (iii) potencializar o novo perfil de egresso dos cursos de Engenharia; e (iv) promover a inovação curricular; (v) orientar coordenadores para inovar os cursos de engenharia.

As novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de Engenharia, estabelecidas pela Resolução CNE/CES nº 02/2019, promulgada em 24 de abril de 2019, exigem novos perfis profissionais, mudanças nos papéis e a realização de novas atividades docentes, especialmente no que se refere ao uso de tecnologias para o desenvolvimento de competências e habilidades empreendedoras nos estudantes de Engenharia.

No processo de atualização das diretrizes propostas pelas DCNs, observa-se que há ainda poucos estudos que integrem as interfaces entre competências empreendedoras (Filion, 1993; Paiva Júnior, 2003; Lenzi, 2012; Takahashi e Zampier, 2011), as oportunidades criadas pelas inovações digitais (Ramilon Runddy, Rashid Mohamed e Bin Embi, 2014;

Martins *et al.*, 2023) e as práticas de governança estratégica (Atvars, Serafim e Silva, 2024).

Há um gap na literatura e na prática pedagógica dos cursos de engenharia no Brasil a conexão entre visão empreendedora, inovação digital e governança curricular sistêmica. Esse gap impacta na implementação de um currículo favorável ao desenvolvimento do comportamento empreendedor dos engenheiros propostas pelas DCNs.

A inovação curricular está baseada na conexão entre o uso da inovação digital, integrada à cultura digital moderna (como exemplo o uso ético da inteligência artificial) e a perspectiva de uma visão empreendedora, capaz de transformar oportunidades em oportunidades empreendedoras e estabelecer vínculos socioeconômicos para regeneração da sociedade, por meio de soluções tecnológicas oriundas das engenharias, que geram transformações socioeconômicas com impacto positivo.

Nessa perspectiva, o artigo evidencia uma reflexão teórica sobre as competências empreendedoras nas engenharias, proposto pelas DCNs, na conexão entre visão empreendedora, inovações digitais e governança, apresentando práticas pedagógicas em Engenharia que mostram como implementar um currículo por competências, alinhada às exigências de uma sociedade acelerada, integrada e tecnológica.

Também registra experiências importantes que qualificam o uso de metodologias ativas no processo de aprendizagem em sala de aula. O primeiro exemplo é o uso de dados sintéticos como uma ferramenta para desenvolver competências empreendedoras. No entanto, fatores como a incerteza e a busca por estabilidade profissional podem atuar como barreiras. A Inteligência Artificial (IA) e os dados sintéticos como aliados poderosos, oferecendo experiências práticas e personalizadas.

Outro exemplo descrito nesse artigo foi a metodologia ativa aplicada na disciplina de Patologia das Construções, do Curso de Graduação em Engenharia Civil do IFPB – Cajazeiras, com o desenvolvimento de um sistema de monitoramento contínuo e em tempo real para uma câmara de carbonatação acelerada, com ênfase na medição de temperatura, umidade e concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), utilizada em pesquisas sobre durabilidade de materiais cimentícios. A pesquisa experimental, utilizando tecnologias de baixo custo e fácil implementação criou o sistema baseado no microcontrolador ESP32, configurado com o firmware ESPHome, que possibilita integração direta com a plataforma Home Assistant por meio da linguagem YAML.

Importante reforçar que experiências em sala de aula que adotam os princípios da aprendizagem ativa no processo de ensino-

aprendizagem, viabiliza que o estudante assume o papel de protagonista, o professor atue como orientador e o conteúdo passa a ser estruturado para promover a qualificação profissional. Dessa forma, o engenheiro, ao adquirir competências empreendedoras, poderá inovar e desenvolver soluções tecnológicas que gerem benefícios para a sociedade.

Os fundamentos metodológicos da pesquisa, que gerou esse artigo, consistem em uma investigação de natureza teórica exploratória, dado que a investigação trata de um tema no qual ainda não se dispõe de informações sobre relações entre seus componentes (Mesquita, 2014), na perspectiva de compreender os desdobramentos das possíveis conexões entre visão empreendedora, inovação digital e governança curricular sistêmica.

A pesquisa possui abordagem qualitativa, descritiva e bibliográfica (Gioia; Corley; Hamilton, 2012; Guba; Lincoln e Denzin, 1994) ao compreender os fenômenos, por meio do significado que os atores sociais imprimem às suas observações.

O pensamento de autores como Fillion (1993) sobre visão empreendedora, as práticas de governança pronunciadas pelo TCU, Gesser *et al* (2021) e outros autores sobre análise de governança nas IES brasileiras apresentam um cenário importante para compreender os desafios e oportunidades de iniciativas pedagógicas de professores que atuam em cursos de engenharia no país.

O artigo está dividido em três sessões: a primeira sessão apresenta as interfaces entre visão empreendedora, a governança integrada e a inovação digital, na formação do engenheiro empreendedor. A segunda sessão aborda uma experiência de componente curricular, com criação de dados, utilizando tecnologia digital e a terceira sessão mostra a prática pedagógica de uma disciplina, com a construção de plataforma microcontrolada para câmara de carbonatação acelerada.

## **2 CONECTANDO A VISÃO EMPREENDEDORA, A GOVERNANÇA INTEGRADA E A INOVAÇÃO DIGITAL NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO EMPREENDEDOR**

A implementação das novas diretrizes dos cursos de graduação em engenharia no Brasil - Resolução CNE/CES nº 02/2019, em 24 de abril de 2019 (BRASIL, 2019) reitera a necessidade de novos perfis para a atuação do engenheiro na sociedade. Por isso, é necessário mudanças no currículo dos cursos, no sentido de implementar programas, projetos e ações que desenvolvam competências e habilidades empreendedoras.

O relatório síntese, realizado pela Comissão Nacional, para Implantação das Novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia /DCNs, em 2020 enfatizou a proposição de um currículo por competências cognitivas (intelectuais) e competências não cognitivas, como habilidade social, perseverança e resiliência.

Os componentes de competência que devem subsidiar a avaliação dos estudantes são descritos no quadro 1:

**Quadro 1 componentes das competências nas DCNs**

| <b>Competência</b>   | <b>Habilidades</b>                            | <b>Conhecimentos</b>   | <b>Atitudes</b>                                    |
|--|---|--|--|
| Formular e conceber soluções desejáveis de engenharia analisando e compreendendo a necessidade dos usuários e seu contexto                                   | Formular<br>Conceber                          | Soluções de engenharia   | Empatia<br>Visão holística<br>Visão humanista      |
| Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos, por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, uma vez verificados e validados por experimentação | Analisar<br>Compreender<br>Validar<br>Modelar | Fenômenos químicos<br>Fenômenos físicos                            | Curiosidade (validados por meio de experimentação) |
| Conceber, projetar, a analisar sistemas produtos (bens e serviços) componentes ou processo   | Conceber<br>Projetar<br>Analisar              | Sistemas<br>Produtos (bens e serviços)<br>Componentes<br>Processos | Visão sistêmica                                    |
| Implantar supervisionar e controlar as   | Implantar<br>Supervisionar<br>Controlar       | Soluções de Engenharia   | Liderança  |

|  |   |  |                          |
|--|---|--|--------------------------|
| soluções de engenharia   |   |  |                          |
| Comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica  | Comunicar                                       | Linguagem oral<br>Linguagem escrita<br>Linguagem gráfica | Eficácia                 |
| Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares   | Trabalhar em equipe                             |  | Liderança                |
| Conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão   | Conhecer<br>Aplicar                             | Legislação<br>Atos normativos                            | Ética                    |
| 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 | Aprender a aprender<br>Lidar com a Complexidade | Ciência<br>Tecnologia                                    | Autonomia<br>Consciência |

Fonte: Relatório síntese da implantação das novas DCNs, 2020

Esse conjunto de competências deve instrumentalizar o desenho do projeto pedagógico do curso de engenharia no Brasil, mas necessita de aprimoramento nas atitudes empreendedoras. Os estudos sobre comportamento empreendedor (Filion,1993; Paiva Júnior,2003; Lenzi, 2012; Takahashi e Zampier, 2011) são importantes para criar ações que viabilizem a implementação das diretrizes.

Destaca-se o pensamento de Louis Jacques Filion, onde explora a importância da visão empreendedora como fator de sucesso nos negócios, apresentando um metamodelo, cuja ideia central é que empreendedores bem-sucedidos conseguem projetar o futuro de seus

negócios, com capacidade de criar, articular e sustentar uma visão estratégica, que integre fatores internos (organização) e externos (mercado), por meio de sistemas de relações eficazes.

O desenvolvimento da visão empreendedora depende de cinco elementos, conforme demonstrado no quadro 2 abaixo.

Esse autor enfatiza que o sucesso depende de "articulação pessoal, coerência e tenacidade" moldada por suas experiências pessoais e profissionais. Abrange as competências cognitivas e as competências não cognitivas, necessárias para uma sociedade movida pela tecnologia, onde a inovação digital passa a fazer parte dos processos de mudanças estratégicas, para agregar valor social, econômico e ambiental e transformar a sociedade.

A inovação digital é um componente essencial da transformação digital e trata de aplicar soluções tecnológicas inovadoras para transformar processos, criar novos produtos ou serviços, elevando a maturidade das organizações adaptadas às demandas do mercado. Os principais componentes da inovação digital são:

Quadro 2 - Visão e suas interfaces no comportamento empreendedor

| <b>Componentes</b> | <b>Transversalidades entre os conceitos</b>  |
|--------------------|--|
| Weltanschauung     | Prisma através do qual o indivíduo enxerga o mundo real constitui sua autopercepção de formas de representação da realidade. Corresponde ao processo de criação da visão do empreendedor   |
| Visão              | Definida como uma projeção: uma imagem, projetada no futuro, do lugar que o empreendedor deseja que seu produto venha a ocupar no mercado. e, também, uma imagem do tipo de empresa necessária para alcançar esse objetivo. Em suma, visão refere-se onde o empreendedor deseja conduzir seu empreendimento. |
| Energia            | Tempo alocado na atividade versus intensidade com que se executa; influenciado pelos valores do empreendedor a partir de sua visão de mundo.   |
| Liderança          | Resulta da energia e dos relacionamentos e exerce influência sobre a visão, energia e cosmovisão. A liderança afeta o desejo de realizar e o alcance da visão. A habilidade para   |

|          |   |
|----------|---|
|          | desenvolver uma visão parece conferir liderança e depende do desenvolvimento da visão.  |
| Relações | Explica a evolução da visão porque são produtos dos sistemas de relações da família e de relacionamentos empresariais, onde as pessoas envolvidas tornam-se produtos sociais. |

Fonte: Filion,1993.

O quadro 2 estabelece o fluxo da atividade empreendedora e a relação entre os termos segue uma lógica de "origem, projeção e execução":

1. **A Base (Weltanschauung):** Tudo começa com a **Weltanschauung** (cosmovisão). Ela é o "filtro" inicial. Se a sua autopercepção e forma de representar a realidade são limitadas, sua capacidade de projetar o futuro também será. Ela é o solo onde a visão é plantada.
2. **O Alvo (Visão):** A **Visão** nasce da Weltanschauung. É a imagem do destino final (onde o produto e a empresa devem chegar). Sem uma cosmovisão clara, a visão torna-se míope ou irrealista.
3. **O Combustível (Energia):** A **Energia** é o que coloca a visão em movimento. Note que a intensidade (energia) é diretamente influenciada pelos valores da **Weltanschauung**. Se o empreendedor acredita no que vê (visão), ele aloca mais tempo e intensidade (energia).
4. **O Meio de Expansão (Relações):** As **Relações** são o que permitem a Visão evoluir. O empreendedor não cria a visão no vácuo; ele a molda através de relações familiares e empresariais. As relações oxigenam a visão, trazendo novos dados da realidade social.
5. **A Síntese (Liderança):** A **Liderança** surge no centro de tudo. Ela resulta da combinação entre a **Energia** (execução) e as **Relações** (influência). Por sua vez, a liderança "retroalimenta" o sistema: ela fortalece a visão e pode até transformar a cosmovisão do indivíduo ao aumentar sua autoconfiança.

Quadro 3 - Caracterização dos componentes de inovação digital

| <b>Componentes da Inovação Digital</b> | <b>Caracterização</b>  |
|--|--|
| Novas tecnologias                      | Adoção e integração de tecnologias como inteligência artificial, computação em nuvem, internet das coisas (IOT), análise de dados, realidade virtual e aumentada |
| Processos otimizados                   | Reestruturação e modernização de processos internos e externos   |
| Experiência do cliente                 | Melhoria na interação com os clientes, oferecendo produtos e serviços, mas personalizados, acessíveis e relevantes   |
| Modelos de negócios inovadores         | Criação de novas formas de gerar valor para o cliente e para a empresa, explorando novos mercados e oportunidades.   |
| Vantagem competitiva                   | Permite que empresas se diferenciem da concorrência, oferecendo produtos e serviços únicos e traindo mais clientes.  |
| Crescimento e desenvolvimento          | Impulsiona a eficiência, a produtividade e a capacidade de adaptação a um mercado em constante mudança.  |
| Adaptação às demandas do mercado       | Ajuda as empresas a atender às novas necessidades e expectativas dos consumidores, que estão cada vez mais conectados e exigentes.                               |

Fonte: Livia Nonato, AEVO, blog AE (2023)

Esse conjunto de componentes descritos no quadro 3 somente promove a inovação digital perante um comportamento empreendedor que valorize a experiência de cada um, os aprendizados com os erros e acertos, a criatividade e a colaboração nas equipes e entre equipes de trabalho. Essas habilidades favorecem a criação de modelos de negócio ajustáveis às necessidades da sociedade, por meio de projetos colaborativos e proposta de soluções eficientes para resolução de problemas socioeconômicos.

No entanto, as habilidades empreendedoras necessitam de ambientes de educação estimulados por uma prática de prática de governança integrada. Por isso, em especial as instituições de ensino superior no Brasil, onde existem curso de engenharia, deveriam

promover um ambiente científico empreendedor, incentivados pela Lei de Inovação 13.243 e assim instituir em seus Planos de Desenvolvimento Institucional as estratégias para promover ambientes inovadores, na política de ensino, pesquisa e extensão.

O ambiente universitário deveria ser um lugar de práticas empreendedoras, onde professores, estudantes, administradores e gestores pedagógicos pudessem vivenciar, praticar e aperfeiçoar o empreendedorismo.

Um dos elementos inibidores para o aperfeiçoamento do empreendedorismo nas instituições de ensino superior está associado aos poucos estudos sobre estratégias para implementar uma IES empreendedora, mediante um espaço administrativo caracterizado pela falta de concertação entre colegiados; ações finalísticas não alinhadas à missão institucional, sem análise de riscos mediante rigidez normativa, dirigentes tecnicamente pouco capacitados para gestão operacional-administrativa. (Gesser *et al*, 2021).

Segundo as diretrizes do Tribunal de Contas da União /TCU, em sua terceira edição do referencial básico de governança organizacional (2021) explica que a governança significa os mecanismos de liderança estratégica para direcionar e monitorar a gestão e uma boa governança em instituição de ensino deve constar: um plano estratégico de médio a longo prazo, monitoramento com indicadores de desempenho das áreas acadêmicas, gestão de pessoal com habilidades para exercer cargos de liderança; diversidade de sustentabilidade financeiro e orçamentária e comunicação de dados de pesquisa com ética.

O TCU apresenta 10 passos para uma boa prática de governança, que deveria estar circunscrita a construção de um Plano de Desenvolvimento Institucional/PDI, com metas e indicadores capazes de direcionar a gestão da IES.

Quadro 4 – relação entre atributos de governança e o PDI das IES

| <b>Atributos da boa governança</b>                       | <b>Caracterização</b>  | <b>PDI em IES</b>    |
|--|--|----------------------|
| Modelo de governança adequado a realidade organizacional | Adequação ao Tamanho, complexidade e propósito institucional | Missão institucional |

|   |  |  |
|---|--|--|
| Integridade publica                             | Comportamentos alinhados aos valores princípios e normas éticas  | Valores institucionais   |
| Liderança democrática                           | Mobilizar conhecimentos, habilidades e atitudes da liderança em prol da otimização dos resultados organizacionais  | Comissão de gestão de riscos   |
| Gestão de riscos                                | Equipe que subsidia o programa institucional para prover sua continuidade, mediante situação de caos e restauração da missão institucional, por meio de planos de recuperação dos sistemas | Comissão de gestão de riscos   |
| Definição da estratégia e da gestão estratégica | Gerenciamentos dos recursos públicos e dos valores por meio de um direcionamento e monitoramento   | Diretrizes do PDI onde se define a estratégia e modelo de gestão   |
| Monitoramento de resultados                     | Obtenção de informações precisas, confiáveis para controle da implementação das ações e alcance de metas   | Relatórios de gestão   |
| Transparência                                   | Acesso a informação do planejamento e da sua gestão  | Ouvidoria da IES proativa com objetivo de subsidiar gestores no aprimoramento dos benefícios ofertados à sociedade |
| Prestação de contas e responsabilização         | Prestar contas do gato do dinheiro publico   | Mecanismos de prestação de contas via relatórios e apurações   |

|                                  |   |  |
|----------------------------------|---|--|
| Avaliação da satisfação          | Monitorar e avaliar a imagem da organização perante a sociedade. Cumprimento da lei e a lei 13.460/2027 (regulamentando o art. 37, &3], I da constituição Federal de 1988) defesa dos direitos do usuário | Portfólio institucional com divulgação de carta de serviços ao usuário, com informações claras dos serviços prestados e de padrões de qualidade prometidos |
| Efetividade da auditoria interna | Proteger o valor organizacional fornecendo avaliação, assessoria e conhecimento objetivos baseados em riscos para aprimorar os processos de governança, gestão de riscos e de controle                    | Planos de auditoria interna  |

Fonte: autoria própria

Os atributos de uma boa governança devem ser aplicados as IES e aos cursos de engenharia, na medida em que requer sinergias para uma gestão eficiente, capaz de provê a qualidade da formação do engenheiro com competências cognitivas e dotado de visão empreendedora, para identificar oportunidades, inovar e gerenciar projetos tecnológicos, com impacto socioeconômico.

Segundo George, Walter e Monster (2019) um estudo de meta-análise mostrou que o impacto de um PDI acontece quando existe formalização de seu monitoramento com correção de estratégias. Essa perspectiva afeta diretamente os cursos das IES brasileiras, em especial os cursos de engenharia pois prescindem de tal formalização.

Nesse sentido estabelecer um quadro geral que mostra as interfaces entre comportamento empreendedor, competências empreendedoras nas DCNs, governança (TCU) e inovação digital pode facilitar aos gestores públicos a configuração de políticas públicas integradas.

Essa conexão permite mostrar que o desenvolvimento das competências empreendedoras do engenheiro depende de práticas de

governança institucional, que ofereça ao curso de engenharia a oportunidade de inovar o currículo em quatro perspectivas: a) relacionar a avaliação cognitiva à entrega de soluções tecnológicas inovadoras para o mercado; b) realizar processos otimizados dos componentes do currículo integrando ensino, pesquisa e extensão; c) promover ambientes interdisciplinares para estimular a criatividade e inovação; d) experimentar a vivência em organizações empreendedoras.

A vetorização de um currículo voltado a atender demandas socioeconômicas, requer o estímulo ao comportamento empreendedor proposto por Filion (1993) e a introdução da inovação digital nas práticas pedagógicas pode conceber experiências de práticas de liderança, visão e energia. Esses atributos colocam à prova as condições de crescimento e desenvolvimento da formação do engenheiro e a reposicionar a experiência do cliente, na relação entre o conhecimento científico e os conhecimentos do senso comum esclarecido.

O quadro 5 demonstra a possibilidade de interligação importante entre competências e comportamento empreendedor e os impactos sobre a inovação e governança.

Quadro 5 - conexão entre DCNs, comportamento empreendedor, prática de governança e inovação digital

| <b>Competências do Engenheiro nas DCNs (resolução CNE/CES Nº 02/2019)</b>  | <b>Comportamento Empreendedor do Filion (1993)</b> | <b>Práticas de Governança na IES</b>               | <b>Inovação Digital</b>           |
|--|--|--|-----------------------------------|
| Ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia | Weltanschauung;<br>Cosmvisão                       | Liderança democrática;<br>Avaliação da satisfação. | Adaptação às demandas do mercado. |
| Conceber, projetar e analisar  | Visão;<br>Relações.                                | Definição da estratégia e                          | Novas tecnologias.                |

|   |                     |   |                                 |
|---|---------------------|---|---------------------------------|
| sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos.   |                     | da gestão estratégica.                                    |                                 |
| Conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão.                           | Relações.           | Integridade pública; Transparência.                       | Crescimento e desenvolvimento . |
| Formular e conceber soluções desejáveis de Engenharia, analisando e compreendendo a necessidade dos usuários e seu contexto   | Visão; Energia.     | Modelo de governança adequado à realidade organizacional. | Experiência do cliente.         |
| Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e validados por experimentação | Energia; Liderança. | Monitoramento de resultados.                              | Processos otimizados.           |
| Ter visão holística e humanista, ser crítico,   | Weltanschauung.     | Transparência; Efetividade da auditoria interna           | Crescimento e desenvolvimento . |

|   |                           |   |                                 |
|---|---------------------------|---|---------------------------------|
| reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica.  |                           |   |                                 |
| Adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática.                                       | Liderança;<br>Visão.      | Definição da estratégia e da gestão estratégica                     | Novas tecnologias               |
| Implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia.   | Energia;<br>Relações      | Gestão de riscos;<br>Monitoramento de resultados;<br>Transparência. | Processos otimizados.           |
| Estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora. | Weltanschauung;<br>Visão. | Transparência; Efetividade da auditoria interna.                    | Modelos de negócios inovadores. |
| Aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da  | Relações.                 | Gestão de riscos;<br>Liderança democrática.                         | Modelos de negócios inovadores. |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação. |  |  |  |
|--|--|--|--|

Fonte: autoria própria

O quadro 5 demonstra como cada habilidade técnica se conecta aos pilares estratégicos e comportamentais:

### 1. Resolução de Problemas e Criatividade

- **Competência:** Ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia.
- **Comportamento (Filion):** Weltanschauung; Cosmovisão.
- **Governança (IES):** Liderança democrática; Avaliação da satisfação.
- **Inovação Digital (2025):** Adaptação às demandas do mercado.

### 2. Projeto e Concepção de Sistemas

- **Competência:** Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos.
- **Comportamento (Filion):** Visão; Relações.
- **Governança (IES):** Definição da estratégia e da gestão estratégica.
- **Inovação Digital (2025):** Novas tecnologias.

### 3. Ética e Legislação

- **Competência:** Conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão.
- **Comportamento (Filion):** Relações.
- **Governança (IES):** Integridade pública; Transparência.
- **Inovação Digital (2025):** Crescimento e desenvolvimento.

### 4. Análise de Contexto e Usuário

- **Competência:** Formular e conceber soluções desejáveis de Engenharia, analisando e compreendendo a necessidade dos usuários e seu contexto.
- **Comportamento (Filion):** Visão; Energia.
- **Governança (IES):** Modelo de governança adequado à realidade organizacional.

- **Inovação Digital (2025):** Experiência do cliente.

## 5. Experimentação e Modelagem Científica

- **Competência:** Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e validados por experimentação.
- **Comportamento (Filion):** Energia; Liderança.
- **Governança (IES):** Monitoramento de resultados.
- **Inovação Digital (2025):** Processos otimizados.

## 6. Visão Holística e Humanista

- **Competência:** Ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica.
- **Comportamento (Filion):** Weltanschauung.
- **Governança (IES):** Transparência; Efetividade da auditoria interna.
- **Inovação Digital (2025):** Crescimento e desenvolvimento.

## 7. Multidisciplinaridade

- **Competência:** Adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática.
- **Comportamento (Filion):** Liderança; Visão.
- **Governança (IES):** Definição da estratégia e da gestão estratégica.
- **Inovação Digital (2025):** Novas tecnologias.

## 8. Gestão e Controle de Soluções

- **Competência:** Implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia.
- **Comportamento (Filion):** Energia; Relações.
- **Governança (IES):** Gestão de riscos; Monitoramento de resultados; Transparência.
- **Inovação Digital (2025):** Processos otimizados.

## 9. Pesquisa e Atuação Inovadora

- **Competência:** Estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora.
- **Comportamento (Filion):** Weltanschauung; Visão.
- **Governança (IES):** Transparência; Efetividade da auditoria interna.

- **Inovação Digital (2025):** Modelos de negócios inovadores.

## 10. Autonomia e Aprendizado Contínuo

- 1 **Competência:** 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.
- 2 **Comportamento (Filion):** Relações.
- 3 **Governança (IES):** Gestão de riscos; Liderança democrática.
- 4 **Inovação Digital (2025):** Modelos de negócios inovadores.

As habilidades técnicas se conectam aos pilares estratégicos e comportamentais e são potencializados no ensino da prática de utilização de dados sintéticos na pesquisa para o aprimoramento de competências empreendedoras. Uma experiência importante que mostrou como agregar comportamento empreendedor e inovação, exposto no item 3 desse artigo.

## 3 UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA PARA O APRIMORAMENTO DE COMPETÊNCIAS EMPREENDEDORAS: A UTILIZAÇÃO DE DADOS SINTÉTICOS

Uma nova fronteira na Educação Empreendedora envolve a utilização de dados. A inteligência artificial (IA) tem se revelado uma ferramenta poderosa em diversas áreas, incluindo o processamento de imagens e a análise de dados. Contudo, o treinamento de sistemas de IA requer conjuntos de dados extensos e diversificados, o que muitas vezes é dispendioso e trabalhoso.

Nesse contexto, os dados sintéticos — gerados artificialmente para imitar dados reais — surgem como uma alternativa viável para superar essas limitações. A aplicação de dados sintéticos em plataformas de ensino online pode proporcionar experiências práticas e personalizadas, simulando cenários reais de negócios e permitindo o desenvolvimento de habilidades essenciais para o sucesso empreendedor (Bothma; Luwes, 2024; Wang; Govindarasu, 2024).

A convergência entre dados sintéticos e EE oferece uma oportunidade única para revolucionar o ensino do empreendedorismo. A capacidade de criar conjuntos de dados personalizados, que representem diferentes setores e mercados, possibilita o desenvolvimento de programas de treinamento altamente específicos e relevantes. Além disso, o uso de dados sintéticos em simulações de

negócios e jogos empresariais permite que os alunos experimentem diferentes cenários, aprendendo sem os riscos associados a situações reais (Mondal; Kumar; Bose, 2015).

### 3.1 Técnicas de Geração de Dados Sintéticos

A geração de dados sintéticos é um campo em expansão que envolve diversas técnicas e métodos, cada um com suas características e métricas de avaliação específicas. Neste contexto, apresentamos uma visão abrangente das principais abordagens utilizadas para a geração de dados sintéticos, sem as suas respectivas formalizações matemáticas.

Uma das abordagens mais proeminentes é a dos Modelos Baseados em GANs (Generative Adversarial Networks). Esses modelos operam com duas redes neurais que competem entre si: o gerador (G) e o discriminador (D). O gerador é responsável por criar dados sintéticos que imitam os dados reais, enquanto o discriminador tenta distinguir entre os dados reais e os sintéticos.

O treinamento de uma GAN é formulado como um problema de minimização e maximização, onde o gerador busca minimizar a probabilidade de que o discriminador classifique corretamente os dados sintéticos como falsos, e, por sua vez, o discriminador procura maximizar a probabilidade de classificar corretamente os dados reais e sintéticos (Macedo; Barreto; Miguel, 2025).

Outra categoria importante é a dos Modelos Baseados em Machine Learning, que se valem de algoritmos de aprendizado de máquina para identificar padrões nos dados reais e, a partir desses padrões, gerar dados sintéticos. Exemplos notáveis incluem o K Nearest-Neighbor (KNN), que se fundamenta na similaridade entre pontos de dados, e o Classification and Regression Trees (CART), que utiliza árvores de decisão para modelar relações variáveis, tendo sua forma matemática dependente da função de impureza utilizada, como Gini ou entropia.

A Ridge Regression também se destaca nesse contexto, aplicando regressão linear com regularização para prever atributos e gerar dados sintéticos (Viana *et al.*, 2024).

Os Modelos Baseados em Estatística representam outra abordagem significativa, utilizando métodos estatísticos para estimar a distribuição dos dados reais e gerar dados sintéticos a partir dessa distribuição. Exemplos incluem as Cadeias de Markov, que modelam a probabilidade de transição entre estados, e os Modelos de Markov de Ordem Variável (VMM), que permitem uma ordem variável da cadeia, resultando em uma modelagem mais complexa das probabilidades de transição.

A Amostragem Marginal é uma técnica que gera dados sintéticos a partir das distribuições marginais dos atributos, enquanto as Redes Bayesianas representam relações de dependência entre variáveis por meio de um grafo direcionado acíclico, utilizando tabelas de probabilidade condicional para cada nó (Dankar; Ibrahim; Ismail, 2022).

Por fim, é importante ressaltar que existem outras metodologias de geração de dados sintéticos, como as Redes Neurais Recorrentes (RNN) e os Transformers, que também oferecem abordagens promissoras nesse campo em evolução.

### **3.2 Geração de Dados Sintéticos para o Desenvolvimento de Competências Empreendedoras.**

A geração de sintéticos tem se revelado uma ferramenta poderosa em diversas áreas, incluindo a educação empreendedora.

Esses dados artificiais são criados para imitar as características estatísticas de dados reais, permitindo a construção de cenários simulados que favorecem o desenvolvimento de competências empreendedoras sem comprometer a privacidade de informações sensíveis. Neste tópico, exploramos as principais técnicas de geração de dados sintéticos e suas respectivas aplicabilidades no contexto da educação empreendedora, destacando suas vantagens e desafios.

As Generative Adversarial Networks (GANs) são uma das abordagens mais notáveis para a geração de dados sintéticos. Essa classe de modelos de aprendizado profundo é composta por duas redes neurais: o gerador e o discriminador, que competem em um jogo de soma zero. O gerador busca criar dados sintéticos que se assemelhem aos dados reais, enquanto o discriminador se esforça para distinguir entre dados reais e sintéticos. Essa dinâmica de competição resulta em uma geração de dados cada vez mais realista, sendo especialmente útil em áreas como visão computacional e processamento de linguagem natural (Wang, Govindarasu, 2024).

No campo da educação empreendedora, as GANs podem ser aplicadas de diversas maneiras. Por exemplo, podem ser utilizadas para simular dados de mercado, gerando informações sobre clientes, concorrentes e tendências, o que permite que os estudantes testem suas ideias de negócio em cenários realistas, sem a necessidade de dados reais.

Além disso, as GANs podem criar cenários de investimento, onde os alunos praticam suas habilidades de pitch e negociação. Adicionalmente, a geração de dados para a criação de chatbots pode ajudar os estudantes

a desenvolver soft skills, como comunicação e negociação, em interações simuladas com clientes e investidores (Hydock *et al.*, 2023; Sasipriya *et al.*, 2023).

Outra categoria relevante é a dos Modelos Baseados em Machine Learning, que incluem algoritmos como KNN, CART e Ridge Regression. Esses modelos podem analisar padrões em dados reais e gerar dados sintéticos, dependendo das características dos dados disponíveis e dos objetivos da aplicação. Por exemplo, modelos de Machine Learning podem prever o desempenho de startups com base em dados históricos, auxiliando estudantes na tomada de decisões. Além disso, esses modelos podem simular a gestão de recursos, permitindo que os alunos pratiquem decisões em cenários complexos relacionados a recursos humanos, financeiros e de produção (Dankar *et al.*, 2022).

Os Modelos Baseados em Estatística também oferecem abordagens robustas para a geração de dados sintéticos, especialmente quando se conhece a estrutura de dependência entre as variáveis. Técnicas como Cadeias de Markov e Redes Bayesianas são úteis nesse contexto. As Cadeias de Markov, podem simular o comportamento do consumidor, permitindo que os estudantes testem diferentes estratégias de marketing e vendas. Por sua vez, as Redes Bayesianas podem modelar relações de causa e efeito entre fatores que influenciam o sucesso de um negócio, ajudando os alunos na análise de riscos e oportunidades.

Entretanto, a geração de dados sintéticos apresenta desafios éticos e práticos que não podem ser ignorados. É crucial garantir que os dados gerados não reproduzam vieses presentes nos dados reais, perpetuando desigualdades e discriminação. Além disso, a qualidade dos dados sintéticos é diretamente influenciada pela qualidade dos dados reais utilizados para treinar os modelos.

Assim, a pesquisa nesse campo está em constante evolução, com novas arquiteturas e abordagens sendo desenvolvidas para aprimorar a qualidade dos dados sintéticos e expandir sua aplicabilidade (Hashim *et al.*, 2015). Além das técnicas já mencionadas, outras abordagens, como Autoencoders Variacionais (VAEs), Redes Neurais Recorrentes (RNNs) e Transformers, também desempenham papéis significativos na geração de dados sintéticos.

Os VAEs, por exemplo, aprendem representações compactas dos dados de entrada e podem gerar novos dados a partir dessas representações.

As RNNs, por sua vez, são adequadas para lidar com dados sequenciais, tornando-as úteis na geração de dados sintéticos em contextos como texto e séries temporais. Os Transformers, uma

arquitetura mais recente, têm se destacado em tarefas de processamento de linguagem natural, incluindo a geração de texto (Lu; Zhu, 2017).

Em conclusão, a geração de dados sintéticos possui um potencial transformador na educação empreendedora, proporcionando aos estudantes oportunidades de desenvolver suas habilidades em ambientes simulados, seguros e personalizados. A escolha da técnica ideal deve ser orientada pelas necessidades específicas de cada aplicação, levando em consideração os desafios éticos e práticos envolvidos. Garantir a qualidade e a representatividade dos dados sintéticos é fundamental para promover uma educação empreendedora justa e eficaz, capacitando futuros empreendedores a navegar em um ambiente de negócios cada vez mais dinâmico e desafiador (Mondal; Kumar; Bose, 2015).

### **3.3 Proposta Metodológica para Geração de Competências Empreendedoras utilizando Dados Sintéticos**

A crescente relevância do empreendedorismo no cenário econômico global destaca a necessidade de metodologias de ensino inovadoras que não apenas transmitam conhecimento, mas também preparem os alunos para enfrentar os desafios do mercado. No contexto da Engenharia, a adoção de abordagens pedagógicas inovadoras é crucial para fomentar o desenvolvimento de competências empreendedoras. Nesse sentido, a articulação entre professores, alunos, conteúdos e recursos tecnológicos, combinada com a geração de dados sintéticos, emerge como uma ferramenta poderosa para enriquecer a formação dos futuros empreendedores. O ensino está em constante transformação, refletindo as demandas de um mundo em rápida mudança. Para que os alunos desenvolvam habilidades empreendedoras, é essencial proporcionar estímulos que vão além do conteúdo teórico tradicional.

A geração de dados sintéticos, como metodologia educativa, permite a criação de cenários simulados que favorecem a prática e a experimentação. Esses dados artificiais imitam características dos dados reais, possibilitando que os alunos explorem situações do mundo dos negócios sem os riscos associados à realidade. Essa abordagem não apenas capacita os estudantes a aplicar conceitos empreendedores, mas também promove a inovação e a resolução criativa de problemas.

A proposta educacional deve começar pela definição de uma situação problema relevante, que desperte o interesse dos alunos e esteja alinhada às suas expectativas. Essa situação pode ser apresentada pelo docente ou co-construída com a turma, assegurando que o tema escolhido seja desafiador, mas acessível, evitando

frustrações. A partir desse ponto de partida, o professor desempenha um papel fundamental na orientação dos alunos, acompanhando sua evolução e facilitando o uso de dados sintéticos como ferramenta de aprendizado.

O docente deve não apenas guiar os estudantes, mas também identificar as particularidades do problema em questão, levando em conta as dificuldades individuais de cada aluno e determinando os melhores recursos para alcançar os objetivos do trabalho.

Propomos um modelo metodológico, que se inicia com a determinação de uma situação problema. O docente, em conjunto com os alunos, observa as especificidades do problema e, paralelamente, avalia as dificuldades de aprendizagem, resultando em uma avaliação diagnóstica que orienta os recursos metodológicos e teóricos necessários para a resolução da situação-problema.

Os dados sintéticos podem ser aplicados em diversas atividades práticas, como simulações de mercado e sistemas, onde os alunos podem testar suas ideias de negócios em um ambiente controlado. Isso permite que experimentem estratégias de marketing, analisem o comportamento do consumidor e pratiquem habilidades de negociação, tudo sem a necessidade de acessar dados sensíveis ou reais. Essa prática não só desenvolve competências técnicas, mas também habilidades interpessoais, essenciais para o sucesso no mundo empresarial.

Nesse contexto, o docente pode avaliar o embasamento teórico necessário e as competências a serem desenvolvidas durante o trabalho.

Metodologias ativas, como resolução de projetos e sala de aula invertida, podem ser empregadas para debater a problemática envolvida, contribuindo para a formação de um ambiente colaborativo de aprendizagem. Os alunos são incentivados a trabalhar em grupo, compartilhar conhecimentos e desenvolver soluções criativas para problemas complexos.

O professor, como facilitador, pode utilizar a geração de dados sintéticos para criar desafios que estimulem a colaboração e o pensamento crítico, permitindo que os alunos se tornem protagonistas de seu processo de aprendizagem. Além disso, cabe ao professor, junto com os estudantes, resolver a situação-problema e avaliar os ganhos teóricos e pedagógicos alcançados. Se necessário, o professor pode, em conjunto com os alunos, reavaliar as etapas do processo, revisitando-o até que os alunos tenham adquirido as competências necessárias.

É importante reconhecer que a geração de dados sintéticos não é uma solução única para todos os desafios educacionais. No entanto, sua

integração nas metodologias de ensino pode mitigar algumas dificuldades enfrentadas nas instituições, como a falta de recursos financeiros e a diversidade educacional entre os alunos. A utilização de dados sintéticos proporciona uma abordagem acessível e adaptável para enriquecer o aprendizado, ao mesmo tempo em que promove um ambiente seguro para a prática empreendedora (Macedo; Barreto; Miguel, 2025).

Ao engajar-se em atividades práticas com dados sintéticos, os estudantes desenvolvem competências empreendedoras fundamentais, incluindo habilidades técnicas, análise de mercado, negociação e competências interpessoais.

Essa experiência prática e a capacidade de testar ideias e estratégias em um ambiente controlado não só aprimoram as habilidades dos alunos, mas também estimulam e capacitam-nos a lançar suas próprias startups, contribuindo para a criação de novos negócios e o crescimento econômico.

#### **4 DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA MICROCONTROLADA PARA CÂMARA DE CARBONATAÇÃO ACELERADA**

A produção do concreto armado representa um dos pilares da construção civil moderna, sendo amplamente empregada em virtude de sua resistência mecânica, versatilidade e durabilidade. No entanto, sua longevidade pode ser significativamente comprometida por manifestações patológicas que se desenvolvem ao longo do tempo, entre as quais a carbonatação é uma das mais recorrentes e preocupantes. Esta patologia é um processo físico-químico no qual o  $\text{CO}_2$  atmosférico penetra pelos poros do concreto, reagindo com os produtos da hidratação do cimento, especialmente o hidróxido de cálcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), para formar carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Essa reação provoca a redução do pH do concreto, de valores iniciais próximos a 12,5 para cerca de 8,5, o que compromete a camada passivadora das armaduras de aço, tornando-as suscetíveis à corrosão (COVATTI *et al.*, 2023).

A corrosão das armaduras é uma das principais causas de degradação estrutural em edificações de concreto armado, acarretando perda de seção das barras de aço, fissuração, delaminação e deslocamento do revestimento de concreto. O avanço da frente de carbonatação, portanto, constitui um indicador crítico da durabilidade de estruturas de concreto. Diversos fatores influenciam essa progressão, como a relação água/cimento, a umidade relativa do ambiente, a

temperatura e a concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico. Concretos com elevada porosidade, oriundos de relações água/cimento inadequadas ou cura deficiente, tendem a apresentar maior suscetibilidade à carbonatação.

Para compreender esse fenômeno de maneira mais aprofundada, a utilização de câmaras de carbonatação acelerada em ambientes laboratoriais tem se mostrado uma estratégia eficaz. Tais câmaras reproduzem condições controladas de concentração de CO<sub>2</sub>, temperatura e umidade relativa, permitindo a avaliação da resistência do concreto à carbonatação em prazos reduzidos. Normas como a ISO 1920-12 (International Standard, 2015) estabelecem diretrizes para a condução desses ensaios, permitindo a aferição da frente de carbonatação por meio de métodos colorimétricos com uso de indicadores como a fenolftaleína.

Os avanços tecnológicos e a crescente necessidade de monitoramento contínuo das estruturas, a IoT tem se consolidado como uma importante aliada da construção civil. A IoT permite a coleta e análise de dados em tempo real, integrando sensores, softwares e redes de comunicação para fornecer informações relevantes sobre o comportamento e o desempenho das estruturas. Neste contexto, emerge a aplicação de tecnologias de Internet das Coisas (IoT) como uma abordagem promissora para o monitoramento em tempo real das grandezas envolvidas nos ensaios de carbonatação acelerada.

A integração de sensores de temperatura, umidade e concentração de CO<sub>2</sub> a plataformas microcontroladas, como a ESP32, permite a coleta contínua e precisa de dados ambientais durante os ensaios. Esses dados podem ser armazenados e analisados remotamente, oferecendo subsídios para ajustes operacionais e validação de resultados experimentais (IQBAL *et al*, 2023).

Complementarmente, Prakash *et al.* (2023) apresentam um sistema IoT voltado ao monitoramento de variáveis como umidade, temperatura e tempo de cura. O estudo demonstra que, com a integração de sensores e plataformas de computação é possível reduzir significativamente a intervenção humana, automatizando tarefas críticas do processo construtivo. A proposta dos autores reforça a viabilidade de monitoramentos em tempo real com visualização remota dos dados, o que se alinha às exigências dos ensaios de carbonatação acelerada, onde desvios nas condições ambientais devem ser prontamente detectados.

A adoção de soluções IoT representa um avanço significativo no campo da patologia das construções, promovendo maior confiabilidade e

automação dos processos de avaliação da durabilidade do concreto. Além disso, a integração desses sistemas a interfaces gráficas e plataformas de comunicação sem fio possibilita o desenvolvimento de soluções inteligentes para inspeção e manutenção preventiva de estruturas, alinhando-se às diretrizes da construção 4.0.

Para o desenvolvimento da plataforma foram estudadas soluções de menor custo e maior benefício para atender a demanda do projeto. Os materiais e procedimentos estão descritos nos itens a seguir.

O sistema foi desenvolvido para atender aos seguintes requisitos principais:

- Monitoramento da câmara: coletar dados sobre nível de CO<sub>2</sub>, temperatura e umidade.
- Controle automatizado: acionar e deligar as válvulas solenoides com base no nível de CO<sub>2</sub> da câmara.
- Integração com uma plataforma de gestão centralizada: permitir monitoramento remoto, armazenamento de dados históricos e visualização dos parâmetros do sistema em tempo real.

Com base nesses requisitos, foram selecionados dispositivos comerciais de automação incluindo sensores de CO<sub>2</sub>, temperatura e umidade, Esp32 dentre outros componentes que serão explicados nas subseções a seguir.

#### 4.1 Regulador de pressão e vazão de CO<sub>2</sub>

O sistema utilizado para regular a pressão e a vazão de CO<sub>2</sub> consta de um cilindro de 22,7 kg acoplado em um regulador de pressão de ½” com dois manômetros indicando a pressão do cilindro e o volume. Este conjunto está ligado em uma válvula solenoide de 12 V DC normalmente fechada. O sistema foi montado conforme Figura 1.

A figura 1 integra o controle do nível de CO<sub>2</sub> na câmara, realizado com base na integração de componentes eletrônicos, os quais estão detalhados a seguir.

Figura 1 - Câmara e cilindro



Fonte: autoria própria (2025).

### **Sensor de CO<sub>2</sub> SCD41**

O módulo SCD41 da Sensirion mostrado na Figura 1 é um sensor óptico de CO<sub>2</sub> baseados na tecnologia fotoacústica NDIR (Non-Dispersive Infrared) e nas tecnologias patenteadas PASens® e CMOSens®. O sensor é projetado para detectar as concentrações de CO<sub>2</sub> no ar interno. O SCD41 atua com faixa de medição especificada de 400 a 5.000 ppm com tolerância de  $\pm 5\%$  e tempo de resposta de 60 segundos (SENSIRION, 2025). O SCD41 opera com uma tensão de alimentação DC de 2.4V a 5.5V. A comunicação com o sensor é feita através de uma interface digital I2C.

### **Módulo RELÉ/SHIELD 1 RELÉ 5V-220V**

O módulo relé 5 V DC possibilita o acionamento de cargas elétricas a partir de sinais digitais provenientes do microcontrolador. Neste sistema, é utilizado para controlar a válvula solenoide de admissão de CO<sub>2</sub>, com base nos valores de concentração fornecidos pelo sensor SCD41, permitindo assim manter os níveis de CO<sub>2</sub> dentro da faixa desejada.

### **ESP 32**

O ESP32 um microcontrolador de baixo custo, desenvolvido pela Espressif Systems, com conectividade Wi-Fi e Bluetooth integradas.

Amplamente utilizado em aplicações de IoT, destaca-se por sua versatilidade e capacidade de integração com diferentes dispositivos (ESPRESSIF, 2022).

Características principais:

- Processador dual-core.
- Suporte às tecnologias Wi-Fi (802.11 b/g/n) e Bluetooth Low Energy (BLE).
- Periféricos integrados: GPIO, ADC, DAC, I<sup>2</sup>C, SPI, UART, PWM, entre outros.
- Compatibilidade com ambientes de desenvolvimento como Arduino IDE, MicroPython, ESP-IDF e ESPHome.

### **Integração do sistema**

O sistema de monitoramento da câmara de carbonatação foi estruturado a partir da configuração de um servidor em ambiente de máquina virtual em um microcomputador com Linux. Nesse ambiente, foi instalada a plataforma Home Assistant (HA), um sistema de automação residencial de código aberto que permite a integração modular de diversos dispositivos e serviços.

Para a programação do ESP32, foi utilizado o firmware ESPHome, que oferece integração nativa com o HA e configuração simplificada via arquivos YAML, dispensando a necessidade de desenvolvimento em linguagens como C++.

O Home Assistant desempenhou o papel de núcleo do sistema, recebendo os dados transmitidos pelo ESP32 via ESPHome e o Node-Red executou as rotinas de automação com base nas leituras do sensor SCD41 (CO<sub>2</sub>, temperatura e umidade). Esses dados foram apresentados como entidades no painel do HA, possibilitando monitoramento em tempo real. Além disso, foram configuradas automações que acionam o módulo relé com base nos níveis de CO<sub>2</sub> detectados.

Para o armazenamento histórico das medições, foi empregado o InfluxDB, um banco de dados de séries temporais, escolhido por sua eficiência na manipulação de dados cronológicos e escalabilidade. A integração entre o HA e o InfluxDB permitiu a exportação automática dos dados coletados.

A visualização dos dados foi realizada por meio da plataforma Grafana, que possibilitou a criação de dashboards interativos e informativos a partir das informações armazenadas no InfluxDB.

O objetivo dessa experiência foi desenvolver um sistema de monitoramento contínuo em tempo real das condições em uma câmara de carbonatação como temperatura, umidade, concentração de CO<sub>2</sub>

integrados a uma plataforma ESP32. Tal sistema não apenas fortalece a base experimental para o estudo das reações de deterioração do concreto, mas também viabiliza a criação de plataformas de monitoramento contínuo. Essas plataformas poderão futuramente ser aplicadas em campo, contribuindo para o prolongamento da vida útil das estruturas e a sustentabilidade da construção civil.

O desenvolvimento e a implementação de um sistema de monitoramento contínuo para uma câmara de carbonatação trouxeram bons resultados no controle de variáveis críticas para a degradação do concreto. Abaixo, detalha-se os principais resultados observados, focando na funcionalidade dos componentes, desempenho do sistema e aderência aos objetivos propostos.

O sistema demonstrou excelente capacidade de coleta e transmissão em tempo real de parâmetros ambientais críticos, como temperatura, umidade relativa do ar e concentração de CO<sub>2</sub>. A importância desses parâmetros para a cinética da frente de carbonatação é amplamente reconhecida na literatura técnica. A medição contínua dessas grandezas, empregando o sensor SCD41 com tecnologia NDIR fotoacústica, garantiu a confiabilidade e precisão dos ensaios em ambiente controlado.

Para assegurar a acurácia do sensor SCD41, realizou-se a calibração com um medidor de CO<sub>2</sub> portátil de referência (Modelo AZ 77). Observou-se uma concordância significativa entre os valores mensurados: por exemplo, para um valor nominal de 2000 ppm detectado pelo SCD41, o equipamento portátil registrou 1960 ppm e 2024 ppm, demonstrando a precisão e a robustez do sistema desenvolvido.

Um avanço notável foi a automação do acionamento da válvula solenoide, controlada por um relé via ESP32. A capacidade de configurar faixas mínimas e máximas para o CO<sub>2</sub> e de executar ações corretivas automáticas (abertura ou fechamento da válvula) elimina a necessidade de intervenção manual. Isso não apenas reduz erros operacionais, mas também minimiza perdas de gás. Essa funcionalidade torna o sistema mais inteligente e responsivo, garantindo ensaios mais uniformes e reproduzíveis ao reagir autonomamente a mudanças ambientais internas.

A arquitetura do sistema, baseada na combinação de ESP32 + ESPHome + Home Assistant + InfluxDB + Grafana + Node-Red, provou ser eficaz e funcional. Cada componente desempenhou um papel bem definido:

- ESP32: responsável pela coleta e transmissão dos dados dos sensores.

- ESPHome: facilitou a configuração e integração dos componentes, eliminando a necessidade de programação em C++.
- Home Assistant: atuou como o centro de automação e gerenciamento das entidades sensoriais.

CO<sub>2</sub> dentro da câmara.

- InfluxDB: armazenou os dados em série temporal de forma otimizada.
- Grafana: possibilitou a criação de dashboards interativos, facilitando a visualização e interpretação dos dados.
- Node-Red: executou as rotinas de automação com base nas condições pré-estabelecidas.

### Controle do CO<sub>2</sub>

A variação da concentração de CO<sub>2</sub> na câmara experimental ao longo do tempo, com base na implementação de um sistema de controle automatizado desenvolvido na plataforma Node-RED. O objetivo do sistema é manter a concentração de CO<sub>2</sub> dentro de uma faixa operacional segura e estável, definida entre 3800 ppm e 4200 ppm, com ponto de referência central em 4000 ppm.

Figura 2 - Dados em tempo real da concentração de CO<sub>2</sub> na interface do Grafana.



Fonte: autoria própria (2025).

A adoção de dispositivos de baixo custo e ampla disponibilidade, como o microcontrolador ESP32 e sensores baseados em plataformas de código aberto, configurou-se como uma decisão estratégica alinhada aos princípios de acessibilidade tecnológica e reprodutibilidade científica.

Essa abordagem é especialmente relevante em contextos acadêmicos, nos quais a viabilidade financeira constitui um fator determinante para o desenvolvimento e a disseminação de soluções. Nas

Tabelas 1 e 2 tem-se o comparativo entre os valores dos componentes utilizados no projeto (Tabela 1) e uma solução industrial (Tabela 2).

Tabela 1: Valor dos componentes utilizados no projeto

| Item | Descrição do Componente                           | Quantidade | Valor Unitário | Subtotal            |
|------|---|------------|----------------|---------------------|
| 1    | Placa ESP32 IoT DevKit NodeMCU (ESP-WROOM-32)     | 1          | R\$ 45,00      | R\$ 45,00           |
| 2    | Módulo Relé 4 Canais 5V                           | 1          | R\$ 28,00      | R\$ 28,00           |
| 3    | Módulo Sensor de Gás (SCD41)                      | 1          | R\$ 125,00     | R\$ 125,00          |
| 4    | Kit Jumper Fio (20cm)                             | 1          | R\$ 19,00      | R\$ 19,00           |
| 5    | Cooler (Microventilador)                          | 2          | R\$ 36,96      | R\$ 73,92           |
| 6    | Mini PC HP EliteDesk G2 (AMD, 8GB RAM, SSD 120GB) | 1          | R\$ 737,99     | R\$ 737,99          |
| 7    | Válvula Solenoide                                 | 1          | R\$ 91,80      | R\$ 91,80           |
| 8    | Fonte Chaveada 12V 15A                            | 1          | R\$ 37,27      | R\$ 37,27           |
| -    | <b>TOTAL</b>                                      | -          | -              | <b>R\$ 1.157,98</b> |

Fonte: autoria própria (2025)

Tabela 2 - Valor dos componentes industriais

| Item | Descrição do Componente  | Quantidade | Valor Unitário | Subtotal            |
|------|--|------------|----------------|---------------------|
| 1    | Controlador Lógico Programável Weg (CLP Clic02 24VCC 20VR + Fonte) | 1          | R\$ 1.934,00   | R\$ 1.934,00        |
| 2    | Interface Homem-Máquina Coel (IHM 24VCC 7" Touch 70 ATC)           | 1          | R\$ 1.599,00   | R\$ 1.599,00        |
| 3    | Módulo Sensor Telaire (T5100-I)                                    | 1          | R\$ 848,00     | R\$ 848,00          |
| 4    | Válvula Solenoide  | 2          | R\$ 45,90      | R\$ 91,80           |
| 5    | Cooler (Microventilador)   | 2          | R\$ 36,96      | R\$ 73,92           |
| 6    | Jumper Fio (20cm)  | 1          | R\$ 19,50      | R\$ 19,50           |
| -    | <b>TOTAL DO PROJETO</b>  | -          | -              | <b>R\$ 4.566,22</b> |

Fonte: autoria própria (2025).

O custo-benefício da solução representa um diferencial, sobretudo quando comparado a sistemas comerciais que, em geral, demandam sensores industriais e softwares proprietários, os quais impõem restrições tanto econômicas quanto técnicas à sua adoção em ambientes de pesquisa e ensino. Ao privilegiar plataformas abertas e componentes de fácil aquisição, o projeto contribui para a democratização do acesso a tecnologias de monitoramento em tempo real, favorecendo sua inserção em pesquisas científicas de baixo orçamento, instituições públicas de ensino e programas de extensão tecnológica no setor da construção civil.

Essa estratégia metodológica também está em consonância com os princípios da ciência aberta, ao promover a transparência, a colaboração e a reutilização de soluções tecnológicas em diferentes contextos educacionais e científicos.

O sistema proposto demonstrou-se tecnicamente viável, funcional e alinhado às necessidades de ensaios de carbonatação acelerada em ambiente laboratorial.

A partir da integração de tecnologias de baixo custo e alta acessibilidade, como o microcontrolador ESP32, o sensor óptico SCD 41 e as plataformas de código aberto Home Assistant, InfluxDB e Grafana, foi possível criar uma solução robusta para o controle automatizado da câmara. O sistema foi capaz de armazenar e visualizar os dados com precisão, além de atuar automaticamente no controle da válvula solenoide, garantindo o nível adequado de CO<sub>2</sub> durante os ensaios.

Os principais resultados alcançados incluem a coleta contínua e confiável de dados ambientais críticos ao processo de carbonatação, a automação do controle da válvula de injeção de CO<sub>2</sub> com base em limites programáveis, a integração bem-sucedida entre hardware e software, painéis gráficos interativos e armazenamento temporal, além da comprovação da eficácia de soluções IoT aplicadas ao monitoramento de patologias do concreto.

O sistema desenvolvido atende integralmente aos objetivos propostos e amplia as possibilidades de aplicação futura. Em especial, destaca-se o potencial de adaptação para o monitoramento em estruturas reais de concreto armado, podendo servir como ferramenta de apoio à manutenção preventiva, inspeções técnicas e gestão da durabilidade de obras civis.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A principal contribuição teórica desse artigo foi a diminuição do gap de estudos integrados entre os temas - competências empreendedoras, inovações digitais e governança estratégica, na perspectiva de conectar o conhecimento desses três campos para pavimentar a qualificação da formação do engenheiro empreendedor; subsidiar políticas públicas educacionais que possam aprimorar o currículo dos cursos de engenharia no Brasil e mostrar as possibilidades de implementar as orientações das DCNs nas engenharias

As implicações práticas foram três:

- 1) a visualização do quadro 5 que trata das interfaces entre os temas que podem subsidiar políticas integradas para a formação dos engenheiros em relação ao desenvolvimento de competências necessárias para criar tecnologias inovadoras, ajustadas às tendências de um mercado diversificado e mutável.
- 2) a utilização de dados sintéticos em simulações de negócios que pode produzir a superação da escassez de dados reais sobre startups e mercados, a redução do tempo de coleta de dados, a

eliminação de preocupações com privacidade, a criação de cenários realistas para testar estratégias e a possibilidade de personalização do ensino, permite que os alunos experimentem cenários reais sem os riscos associados a situações verdadeiras, superando a incerteza inerente ao empreendedorismo que pode desestimular a busca por essas carreiras.

3) a plataforma microcontrolada para câmara de carbonatação acelerada contribui para o avanço da construção 4.0, ao integrar automação, análise de dados e Internet das Coisas (IoT) em uma aplicação prática e de interesse direto da engenharia civil.

A limitação dessa pesquisa encontra-se na perspectiva de ideação teórica e empírica de protótipos que necessitam de melhor reconhecimento do mercado das soluções propostas em relação a aplicação em escala e reaplicação em ambientes de inovação.

A perspectiva futura da pesquisa é a possibilidade dos engenheiros atuarem na expansão das soluções digitais e serem capazes de fornecer estratégias integradas e ágeis às organizações, por meio de soluções tecnológicas efetivas e sintonizadas com as demandas socioeconômicas oriundas da sociedade moderna.

As reflexões trazidas por esse artigo podem ajudar os docentes dos cursos das engenharias a refletirem sobre suas práticas pedagógicas para aprimorarem o seu desempenho profissional, causando impactos na formação empreendedora de jovens estudantes engenheiros.

## REFERÊNCIAS

ATVARS, Teresa Dib Zambon; SERAFIM, Milena Pavan; SILVA, Ana Maria Alves Carneiro da. **Interrelacionamento entre governança, gestão estratégica, administração e planejamento estratégico em instituições de ensino superior**: relato de experiência da UNICAMP. Revista Internacional de Educação Superior, Campinas, SP, v. 11, n. 00, p. e025041, 2024. DOI: 10.20396/riesup.v11i00.8674421. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/riesup/article/view/8674421>. Acesso em: 27 abr. 2025

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 6118**: projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2023.

BRASIL. Lei nº 13.243 de 11 de janeiro de 2016. **Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação.** DOU de 12.1.2016.

BRASIL. RESOLUÇÃO MEC/CNE/CES n. 2, de 24 de abril de 2019. Institui as **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.** Diário Oficial da União, Brasília, 26 de abril de 2019.

BRASIL. Tribunal de Contas da União (TCU). **Dez passos para a boa governança.** 20 Ed. Brasília: TCU, 2021.

BOTHMA, B. C.; LUWES, N. **Exploring the use of Synthetic Training Data for the Classification of Electronic Components** in Artificial Intelligence Systems. In: 2024 16th International Conference on Human System Interaction (HSI). Paris, France, 2024. p. 1-6. DOI: 10.1109/HSI61632.2024.10613537

COMISSÃO NACIONAL PARA IMPLANTAÇÃO DAS NOVAS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA (CN-DCNs). **Relatório Síntese**,2020.

COVATTI, L.; MEDEIROS, A.; SILVA FILHO, L. C. P.; LORENZI, A.; SOUZA, H. **Ensaio de carbonatação acelerada de corpos de prova de argamassa estrutural e graute impermeabilizados com quatro diferentes produtos.** In: CONPAT 2023-CONGRESO LATINOAMERICANO DE PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN, 17. CONGRESO DE CONTROL DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, 19. Santa Cruz de la Sierra (BOL), (p. 14). Doi: <https://doi.org/10.21041/CONPAT2023/V3RC8183>.

DANKAR, F. K.; IBRAHIM, M. K.; ISMAIL, L. A **Multi-Dimensional Evaluation of Synthetic Data Generators.** IEEE Access, v. 10, p. 11147-11158, 2022. DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3144765.

DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA (CN-DCNs). **Relatório Síntese**,2020.

ESPRESSIF. **ESP32 technical reference manual.** Versão 4.3. China: Espressif Systems, fev. 2022. Disponível em:

[https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32\\_technical\\_reference\\_manual\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_technical_reference_manual_en.pdf). Acesso em: 18 jul. 2025.

FILION, L. J. **Visão e relações**: elementos para um metamodelo empreendedor. Revista de Administração de Empresas, 1993.

GEORGE, Bert; WALTER, Richard; MONSTER, Joost. **Does strategic planning improve organizational performance?** A meta-analysis. Public Administration Review, v. 79, n. 6, p. 810-919, 2019.

GESSER, Grazielle Alano et al. **Governança universitária**: um panorama dos estudos científicos desenvolvidos sobre a governança em instituições de educação superior brasileiras. Avaliação, Campinas/Sorocaba, 2021.

GIOIA, D. A.; CORLEY, K. G.; HAMILTON, A. L. **Seeking qualitative rigor in inductive research**: notes on the Gioia methodology. Organizational Research Methods, v. 16, n. 1, p. 15-31, 2012.

GUBA, E. G.; LINCOLN, Y. S. **Competing paradigms in qualitative research**. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Eds.). Handbook of Qualitative Research. Thousand Oaks: Sage Publications, 1994.

HASHIM, H.; TAHIR, N. M.; ALI, D. M.; RAHMAN, R. A.; ABDULLAH, W. F. Measuring the immediate impact of formal entrepreneurship education on Electrical engineering undergraduates. In: 2015 IEEE 7th International Conference on Engineering Education (ICEED). Kanazawa, Japan, 2015. p. 35-38. DOI: 10.1109/ICEED.2015.7451488.

HYDOCK, K.; ELLIOTT, A.; BUSCH, M.; LIPCHAK, L.; BLAIR, D.; CHAPMAN, J. **Generation of Synthetic Data for Medical Decision Support Applications**. In: 2023 IEEE Applied Imagery Pattern Recognition Workshop AIPR). St. Louis, MO, USA, 2023. p. 1-7. DOI: 10.1109/AIPR60534.2023.10440689.

INTERNATIONAL STANDARD. ISO 1920-12: **determination of the carbonation resistance of concrete: accelerated carbonation method**. Geneva Switzerland, 2015.

IQBAL, F.; AHMED, S.; BURHAN, A.; IYYAS, M.; SHAH, M. M. **IoT based real time early age concrete compressive strength monitoring. sustainable structures and materials.** Sustainable Structures And Materials, v. 6, n. 2, p. 26-31, 21 abr. 2023. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/567816268.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2025.

LENZI, F. C. et al. **O desenvolvimento de competências empreendedoras na administração pública:** um estudo com empreendedores corporativos na prefeitura de Blumenau, Santa Catarina. *Gestão & Regionalidade*, v. 28, n. 82, p. 117-130, jan./abr., 2012.

LU, C.; ZHU, H. **Comparative study of innovation and entrepreneurship education.** In: 2017 12th International Conference on Computer Science and Education (ICCSE). Houston, TX, USA, 2017. p. 629-633. DOI: 10.1109/ICCSE.2017.8085569

MACEDO, João Paulo de Oliveira; BARRETO, Gilmar; MIGUEL, Paulo Victor de Oliveira. **Análise da Qualidade de Dados Sintéticos para Interfaces Neurais.** *TMQ – Techniques Methodologies and Quality*, [S. l.], n. 16, p.104 -124, 2025. ISSN 2183-0940.

MARTINS, Leonardo *et al* **Sistema da Gestão da Inovação e Transformação Digital:** em busca de uma abordagem integrada, *Revista Brasileira de Inovação Campinas (SP)*,2023. I SSN 2178-2822 DOI: <https://doi.org/10.20396/rbi.v22i00.8669375>.

MESQUITA, Fernandes et al. **Óbices Metodológicos da Prática de Pesquisa nas Ciências Administrativas.** *Revista Pensamento Contemporâneo em Administração*, vol. 8, núm. 1, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2014.

MONDAL, M. K.; KUMAR, A.; BOSE, B. P. **Entrepreneurship education through MOOCs for accelerated economic growth.** In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MOOCS, INNOVATION AND TECHNOLOGY IN EDUCATION (MITE), 3., 2015, Amritsar, Índia. Amritsar, Índia: IEEE, 2015. p. 407-411. DOI: 10.1109/MITE.2015.7375354.

NONATO, Livia. **Inovação digital**. AEVO, blog AE,2025.

PAIVA JUNIOR et al. **Competências Empreendedoras em Comportamentos de Dirigentes de Êxito Socialmente Reconhecido**. In: XXVII Encontro Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração, 27, 2003. Atibaia. Anais. São Paulo: AN-PAD, 2003.

PRAKASH, A.; MUNIPALLY, S. K.; FERNANDO.; P.A.E. **Prediction of concrete constituents' behavior using Internet of Things (IoT)**. Key Engineering Materials, v. 959, p. 161–170, 2023. Doi: 10.4028/p-2bmTVE.

RAMILON RUNDDY; RASHID MOHAMED; BIN EMBI. **Critical analysis of key determinants and barriers to digital innovation adoption among architectural organizations** *Frontiers of Architectural Research* (2014) 3, 431–451. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foar.2014.06.005> 2095-2635/& 2014. Higher Education Press Limited Company. Production and hosting by Elsevier B.V. Open access under CC BY-NC-ND license

SASIPRIYAA, N.; NATESAN, P.; MOHANA, R. S.; ARVINDKUMAR, P.; ARWIN PRAKADIS, R. S.; ASWIN SURYA, K. **Recognizing handwritten offline Tamil character using VAE-GAN & CNN**. In: 2023 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI), Coimbatore, India, 2023. Anais. New York: IEEE, 2023. p. 1-7. DOI: 10.1109/ICCCI56745.2023.10128520.

TAKAHASHI, A. R. W.; ZAMPIER, M. A. **Competências empreendedoras e processos de aprendizagem empreendedora: modelo conceitual de pesquisa**. Cadernos Ebape, Rio de Janeiro, v. 9, n. 6, p. 565-585, jul., 2011.

VIANA, D.; TEIXEIRA, R.; BAPTISTA, J.; PINTO, T. **Synthetic Data Generation Models for Time Series: A Literature Review**. In: 2024 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET). Sydney, Australia, 2024. p. 1-6. DOI: 10.1109/ICECET61485.2024.10698494.

WANG, K.; GOVINDARASU, M. **FGSM-based Synthetic Data Generation Technique and Application to Anomaly Detection** in Smart Grid. In: 2024 IEEE Power & Energy Society General Meeting (PESGM). Seattle, WA, USA, 2024. p. 1-5. DOI: 10.1109/PESGM51994.2024.10688539

## CAPÍTULO 5

### O CURRÍCULO DE ENGENHARIA: ESTRATÉGIAS PARA ASSOCIAR AS DEMANDAS DA SOCIEDADE COM A FORMAÇÃO EM ENGENHARIA

*Mauro Fonseca Rodrigues - Coordenador*  
Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)

*Laura Lisiane Callai dos Santos - Coordenadora*  
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

*Maria Vitória Duarte Ferrari*  
*Josiane do Socorro Aguiar de Souza*  
*Vinícius Barbalho Varela*  
Universidade de Brasília (UNB)

*Ronimack Trajano de Souza*  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

*Kaylane de S. Silva*  
*Yasmim M. D. Lisboa*  
*Iris C. dos S. Rodrigues*  
*Wellington da S. Fonseca*  
Universidade Federal do Pará (UFPA)

*Vinícius Francis Braga de Azevedo*  
*Eliane Maria Gorga Lago*  
*Bianca M. Vasconcelos*  
Universidade de Pernambuco (UPE)

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

*Martin Geier*  
Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS)

*Fabiano Romero deSouza Badaraco*  
Instituto Federal Sul-Rio-Grandense (IFSUL)

*Yasmin Antunes*  
*Adriana Paula Ferreira Palhares*  
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

*Eduardo Galvão Leite das Chagas*  
*Evelyn Amanda de Abreu Lopes Ramos*  
*João Guilherme Pereira Vicente*  
Centro Universitário (FACENS)

## SUMÁRIO

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>136</b> |
| <b>2</b> | <b>REFERENCIAL TEÓRICO GERAL.....</b>  | <b>137</b> |
|          | 2.1 Estratégias pedagógicas para a formação socioambiental na FTC/ UnB.....      | 138        |
|          | 2.2 A contribuição da Extensão Universitária nos currículos das Engenharias..... | 139        |
|          | 2.3 Programa de Educação Tutorial (PET).....                                     | 141        |
|          | 2.4 Capacitação com ferramentas do mercado – o BIM.....                          | 142        |
|          | 2.5 O empreendedorismo na Engenharia.....  | 144        |
|          | 2.6 As expectativas do mercado e a formação em Engenharia.....                   | 147        |
|          | 2.7 Integrando ensino com as necessidades da indústria e da sociedade.....       | 147        |
| <b>3</b> | <b>METODOLOGIA.....</b>  | <b>150</b> |
|          | 3.1 A entrada na graduação.....  | 150        |
|          | 3.2 Aplicando a Extensão Universitária.....                                      | 151        |
|          | 3.3 O PET da Engenharia Elétrica.....  | 152        |
|          | 3.4 O uso do BIM como metodologia.....   | 154        |
|          | 3.5 Como aplicar o empreendedorismo na Engenharia                                | 154        |
|          | 3.6 Como analisar as expectativas de mercado.....                                | 155        |
|          | 3.7 Integração entre ensino, indústria e sociedade.....                          | 157        |
| <b>4</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>   | <b>158</b> |
|          | 4.1 A extensão universitária para o ingressante.....                             | 158        |
|          | 4.2 A continuidade da Extensão no encaminhamento da formação..                   | 159        |
|          | 4.3 O PET para desenvolver habilidades multidisciplinares.....                   | 161        |
|          | 4.4 Preparando o discente com a metodologia que usará em campo.....              | 165        |
|          | 4.5 Aplicando técnicas de empreendedorismo e mentoria.....                       | 167        |
|          | 4.6 Analisando a percepção do egresso.....                                       | 172        |
|          |  | 134        |

|   |            |
|---|------------|
| 4.7 Impactos da integração universidade-empresa na empregabilidade..... | 174        |
| <b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                      | <b>176</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>180</b> |

## O CURRÍCULO DE ENGENHARIA: ESTRATÉGIAS PARA ASSOCIAR AS DEMANDAS DA SOCIEDADE COM A FORMAÇÃO EM ENGENHARIA

### 1 INTRODUÇÃO

As demandas de Engenharia se misturam com a realidade das pessoas. O Engenheiro quer fazer infraestrutura, resolver problemas da sociedade com técnica e ciência aplicadas. Enfim, trazer desenvolvimento e mais qualidade de vida.

Desafios, como o de 2024, no RS especialmente, trouxeram à tona uma realidade que vem sendo anunciada há alguns anos pela Ciência: desastres climáticos extremos. Após a maior cheia da história do Estado, a qual afetou 478 municípios, incluindo a capital gaúcha (RIO GRANDE DO SUL, Defesa Civil RS), as Engenharias têm de se perguntar: como integrar os currículos de formação com as demandas da sociedade?

Considerando como exemplo o caso da capital gaúcha, a utilização dos equipamentos contra inundações mostraram-se uma estratégia interessante, mas pouco eficaz. Registraram-se problemas de falta de manutenção, inadequação na operação, desatualização dos sistemas, entre outros. Em outras cidades atingidas, também ocorreram problemas repetidos, como queda de pontes e isolamento do acesso a localidades inteiras por não existirem formas alternativas para tal.

Os apontamentos do clima têm sido uma realidade constante, mas a própria energia limpa e renovável vem se mostrando um desafio para os chamados Net-Zero ou NZB (*Net Zero Building*) na Europa, com suas metas ambiciosas de redução do aquecimento global a partir de menos gás carbônico na atmosfera.

Nesse cenário, os aspectos de Ensino, Pesquisa e Extensão devem encontrar no currículo de formação do Engenheiro uma forma de constituir um profissional capaz de entender os conceitos básicos, necessários à sua área específica, além de saber como utilizá-los para mitigar problemas reais, quer seja antecipando necessidades ou corrigindo falhas existentes.

Dessa forma, este trabalho apresenta sete experiências com relatos de professores, pesquisadores, gestores e extensionistas que trazem a sociedade para dentro de suas práticas pedagógicas. Com isso, atendem os objetivos elencados a seguir.

- i. Discutir o impacto das mudanças climáticas no currículo de Engenharia.
- ii. Apresentar projetos e propostas que integrem o ensino de Engenharia com as demandas da sociedade.
- iii. Divulgar práticas inovadoras de ensino de Engenharia, conectadas com a comunidade.
- iv. Analisar os aspectos que envolvem perfil do egresso, demandas da sociedade e currículo da Engenharia.
- v. Construir uma proposta de ensino de Engenharia que compartilhe as boas práticas adotadas entre os participantes.
- vi. Divulgar práticas ensino de Engenharia que levem os egressos a ter competências integradoras, considerando variáveis abrangentes na concepção de projetos e soluções de engenharia.

Nas próximas seções estão apresentadas as colaborações e experiências trazidas pelos pesquisadores, envolvendo as estratégias para associar as demandas da sociedade com a formação em Engenharia.

Nesse sentido, a discussão encontrou vínculo com todas as etapas da formação em Engenharia, ou seja, desde o primeiro semestre até o último, mostrando que é possível transformar o ensino de Engenharia em algo prático e interligado com as demandas da comunidade em todas as etapas de formação.

O trabalho aqui apresentado vai ao encontro de várias tendências do Ensino de Engenharia, permeando toda a formação, desde o acesso à faculdade até a conclusão da graduação, colocando as demandas da sociedade em consonância com o aprendizado e posterior execução.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO GERAL**

A formação contemporânea em Engenharia exige abordagens pedagógicas que ultrapassem a simples transmissão de conteúdos técnicos, incorporando dimensões socioambientais e desenvolvendo competências comportamentais indispensáveis para a resolução de problemas complexos. Essa necessidade está alinhada às Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia (DCNs), que orientam para o desenvolvimento de competências técnicas, éticas, sociais e ambientais, articulando conhecimento científico e capacidade de análise crítica, com foco na tomada de decisão responsável (Campos *et al.*, 2020; Tomé *et al.*, 2011).

Nesse cenário, trazer problemas do cotidiano do discente o faz ter desde o primeiro semestre uma formação associada às demandas da comunidade. Neste caso, inicia-se pela questão socioambiental.

## 2.1 Estratégias pedagógicas para a formação socioambiental na FTC/ UnB

O cenário global, marcado pela intensificação das mudanças climáticas e pela exploração intensiva dos recursos naturais, provoca impactos ambientais significativos e exige profissionais aptos a conceber soluções tecnológicas sustentáveis e socialmente responsáveis. Essa conjuntura impulsionou a inserção de conteúdos e práticas relacionados à gestão ambiental e à responsabilidade socioambiental nos currículos de Engenharia, a fim de estimular nos estudantes uma postura ativa diante de desafios que extrapolam a dimensão técnica (Tomé *et al.*, 2013).

Apesar desse avanço, a integração de variáveis ambientais aos processos produtivos apresenta desafios didático-pedagógicos. Muitos estudantes demonstram dificuldade em compreender a relevância dessas questões, seja pela complexidade dos problemas, pela ausência de soluções definitivas ou pela percepção limitada da conexão entre teoria e prática. Soma-se a isso a carência de habilidades de autogestão, organização do tempo e aplicação prática dos conceitos, fatores que comprometem o desenvolvimento de competências essenciais (Tomé *et al.*, 2011).

Nesse contexto, a aprendizagem ativa constitui a alternativa promissora para aproximar os conteúdos teóricos das situações reais, promover aprendizagem significativa e desenvolver competências transversais, como liderança, trabalho colaborativo, análise sistêmica e responsabilidade socioambiental. Essas metodologias atribuem ao estudante papel central no processo formativo, favorecendo a resolução de problemas e a elaboração de projetos interdisciplinares aplicados (Valença, 2023).

Estudos comparativos entre abordagens tradicionais e aprendizagem ativa na educação em Engenharia apontam que, embora ambas promovam a aquisição de conteúdos essenciais, as metodologias ativas potencializam a aprendizagem interdisciplinar, mesmo quando não formalmente instituídas. Projetos integradores, estudos de caso e discussões orientadas favorecem o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais. Contudo, as pesquisas também evidenciam resistências de discentes e docentes às mudanças e ressaltam a necessidade de capacitação docente, além da importância

de equilibrar conteúdos e habilidades nas séries iniciais, a fim de superar limitações das práticas tradicionais (Silva, 2024).

Para aplicação de novas abordagens pedagógicas é recomendável a capacitação do educador. O projeto "Formação de professores no desenho de disciplinas e cursos: Foco na garantia de aprendizagem" apresenta a metodologia PDAF (Planejamento, Dinâmicas de Ensino-Aprendizagem, Avaliação de Aprendizagem e Feedback) para planejar componentes curriculares. A PDAF alinha objetivos de aprendizagem às competências desejadas, projetando cursos que envolvem os alunos ativamente. O planejamento deve considerar o currículo, o conteúdo e as características dos alunos. No artigo também se discute as limitações de avaliações centradas no professor, destacando a necessidade de incluir a percepção dos alunos para uma avaliação mais completa (Gianesi; Massi; Mallet, 2021).

No artigo "Engenharia e Desenvolvimento Sustentável" os autores apresentam a importância da implementação do ensino das práticas ESG no curso de Engenharia Civil defende a inclusão de práticas ambientais, sociais e de governança (ESG) no currículo de engenharia civil. O estudo analisa o ensino atual dessas práticas e ressalta a importância de disciplinas interdisciplinares e projetos de extensão para formar engenheiros preparados para os desafios da sustentabilidade global (Silva, 2023).

Silva (2024) analisa o uso de aprendizagens ativas em Engenharia Elétrica, destacando o *Problem-Based Learning* (PBL) como eficaz em "Marketing e Comunicação", simulando a prática profissional. Durante a pandemia, a Sala de Aula Invertida e a Gamificação ajudaram a manter o engajamento dos alunos. Em "Instalações Elétricas I", essas metodologias promovem a empatia com o conteúdo e aplicação prática.

## 2.2 A contribuição da Extensão Universitária nos currículos das Engenharias

A extensão universitária, até então inserida de forma pontual nos cursos de graduação em Engenharias, vem se tornando protagonista nas instituições de ensino superior. Esse papel de protagonista vem sendo trabalhado desde a promulgação da Constituição Federal de 1988, que em seu Art. 207 prevê o princípio da indissociabilidade entre Ensino, Pesquisa e Extensão (FEDERAL, 1988). Adicionalmente, a extensão universitária foi efetivamente implantada em todos os cursos de graduação com a publicação da Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018, do Conselho Nacional de Educação (CNE/MEC), que estabelece

as diretrizes para a extensão na educação superior brasileira (Brasil, 2018) e regimenta o disposto na Meta 12.7 da Lei nº 13.005/2014, que aprova o Plano Nacional de Educação – PNE 2014-2024. A Meta 12.7 assegurar, no mínimo, 10% (dez por cento) do total de créditos curriculares exigidos para a graduação em programas e projetos de extensão universitária, orientando sua ação, prioritariamente, para áreas de grande pertinência social (Brasil, 2014).

Apesar dos avanços legais e das iniciativas das próprias instituições de ensino, a extensão permanecia muitas vezes à margem, como uma atividade extracurricular e voluntária, com foco no desenvolvimento de atividades de caráter assistencialista e de prestação de serviços (Oliveira Melo *et al*, 2025).

Diante deste cenário de impulso das Atividades Acadêmicas de Extensão (AAEs), nos últimos anos instituições de ensino superior tem buscado implantar ações de extensão para que seus estudantes possam atender os 10% do total de horas cursadas em atividades de extensão. As AAEs devem ser vinculadas à formação do discente de graduação com o objetivo de produzir impacto junto à sociedade, de forma dialógica (UFCEG, 2022).

Para efeitos de integralização curricular, são consideradas atividades de Extensão as intervenções que envolvam as comunidades externas à universidade e que estejam vinculadas à formação do discente (UFCEG, 2022). As atividades extensionistas, segundo sua caracterização nos projetos políticos pedagógicos dos cursos, se inserem nas seguintes modalidades: Projeto, Programas, Cursos, Oficinas, Eventos e Prestação de Serviços (BRASIL, 2018).

### 2.2.1 O programa de extensão

O programa de extensão "Práticas de consumo: um guia para a sustentabilidade ambiental" visa instrumentalizar o ambiente escolar com estratégias educativas para sensibilização e adoção de práticas sustentáveis no uso de recursos essenciais, tais como água, energia e alimentos.

Segundo Giatti *et al* (2016) há atualmente uma proposta de abordagem diferenciada no campo da sustentabilidade, que se constitui pelo nexos água, energia e alimentos, visto que estes se constituem como elementos essenciais ao desenvolvimento humano e, que esses são providos a partir de cadeias interdependentes, demandando manejo integrado e governança através de diferentes setores e distintas escalas territoriais. O trabalho desenvolvido por Natal Correia, Figueiredo e Lima

(2016) defende que o ambiente escolar deva ser utilizado desenvolvendo projetos de maneira transversal para que sejam formados cidadãos com conduta responsável em relação ao meio ambiente. Neste sentido, é imperativo o desenvolvimento de atividades escolares associados à educação ambiental, contornando as dificuldades de trabalhar o tema, implantando práticas que coloquem os estudantes como protagonistas do processo de mudança de hábitos de consumo e preservação do meio ambiente, e não apenas simples espectadores neste processo (Marques et al, 2021).

Para garantir a efetividade pedagógica, o projeto definiu os seguintes objetivos específicos: (1) Levantar o perfil dos hábitos de consumo dos estudantes para orientá-los na redução do consumo de água, energia elétrica e alimentos; (2) Produzir e divulgar materiais instrutivos sobre consumo racional de recursos; (3) Organizar uma olimpíada científica, intitulada Olimpíada Educacional do Consumo Consciente (OECC); (4) Promover, divulgar, popularizar e incentivar a participação dos estudantes em todo o Estado da Paraíba para participar da OECC, promovendo conscientização e incentivando práticas sustentáveis; (5) Elaborar o site para a OECC e um sistema de prova para disseminação das temáticas do projeto. Cada objetivo foi embasado em referenciais da educação ambiental e das ciências socioambientais, garantindo uma abordagem integrada e cientificamente fundamentada.

Em síntese, o programa de extensão "Práticas de consumo: um guia para a sustentabilidade ambiental" buscou despertar nos estudantes a necessidade de repensar padrões de consumo e suas implicações ambientais. Ao estimular práticas sustentáveis, esta ação visou capacitar indivíduos para uma gestão mais eficiente dos recursos naturais, fomentando uma consciência ambiental coletiva, principalmente no público mais jovem. Com estas ações, almeja-se uma incorporação definitiva da educação para a sustentabilidade nos contextos escolares, inspirando novos programas de ensino e práticas na comunidade escolar voltadas à responsabilidade socioambiental.

### **2.3 Programa de Educação Tutorial (PET)**

O Programa de Educação Tutorial (PET), criado pelo Ministério da Educação (MEC), consiste em uma iniciativa fundamental para auxiliar em uma formação mais ampla e de qualidade dos estudantes de graduação, pautando-se na indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão (BRASIL, 2006). Segundo Tonini (2007), essa tríade é

essencial no processo formativo, pois intensifica a relação entre teoria e prática, além de aproximar discentes e docentes.

Nessa perspectiva, ao reunir grupos de estudantes orientados por um professor tutor, o PET amplia o processo formativo ao promover ações que transcendem a sala de aula, estimulando autonomia, criatividade, inovação e compromisso social (Tonini, 2007). Com grande potencial para a educação em Engenharia, o programa tem se mostrado um ambiente fértil para a aplicação de metodologias ativas, como o PBL (Project-Based Learning) e o Design-Based Learning (Lima *et al.*, 2007), capazes de integrar conteúdos curriculares a projetos de impacto prático.

Entretanto, a literatura aponta desafios recorrentes na gestão e no funcionamento dos grupos, como a dificuldade de manter engajamento contínuo, a sobrecarga de poucos membros na execução das tarefas e a falta de mecanismos claros para distribuição de responsabilidades (TONINI, 2007).

No caso do PET de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Pará (PET-EE/UFPA), essa experiência se destaca pela adoção de uma metodologia própria de gestão, baseada na divisão do grupo em coordenadorias e oficinas interligadas, o que permitiu uma distribuição de responsabilidades de forma clara, otimizando o trabalho em equipes de forma multidisciplinar, e proporcionando o engajamento entre todos os participantes.

Nesse contexto, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento das atividades PET-EE/UFPA, estruturado em coordenadorias e oficinas interligadas. Com objetivo de analisar as contribuições do PET-EE/UFPA para a formação dos estudantes de Engenharia Elétrica, destacando sua estrutura organizacional, metodologias aplicadas e integração entre teoria e prática.

Busca-se, ainda, avaliar o desenvolvimento simultâneo de competências técnicas e socioemocionais, como liderança, gestão de pessoas e outros conhecimentos de engenharia previstos nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) (BRASIL, 2021), como lógica de programação, eletrônica e microcontroladores, verificar sua aplicabilidade na condução de projetos de engenharia, e medir seu impacto na produtividade acadêmica e técnica do grupo.

## 2.4 Capacitação com ferramentas do mercado – o BIM

O *Building Information Modeling* (BIM) ganhou espaço, nas últimas décadas, como uma das principais inovações no setor da engenharia e da construção civil (Kordestani *et al.*, 2024). BIM é uma metodologia de

trabalho colaborativa que integra dados geométricos de elementos construtivos, informações técnicas desses elementos, e processos construtivos em um ambiente digital, permitindo maior precisão, interoperabilidade e eficiência na gestão de projetos (Al-Qazzaz et al., 2024; Borkowski et al., 2023). Sua adoção vem crescendo em escala global e, no Brasil, tem sido impulsionada tanto por exigências legais quanto pelas transformações necessárias para enfrentar os desafios contemporâneos da sociedade, como sustentabilidade, urbanização acelerada e resiliência a eventos climáticos extremos (Al-Dhaimesh; Taib, 2023).

Nesse cenário, a formação de engenheiros aptos a aplicar o BIM torna-se estratégica (Papuraj; Izadyar; Vrceelj, 2025). A metodologia não apenas aproxima a prática profissional das demandas produtivas, mas também possibilita a integração de competências essenciais ao perfil do egresso preconizado pelas Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2019), como ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica. A curricularização da extensão, reforça ainda mais a necessidade de vincular a formação acadêmica às demandas da sociedade, e o BIM pode funcionar como eixo articulador dessa integração.

Contudo, a efetiva inserção do BIM nos currículos depende diretamente da capacitação docente. Professores preparados para ensinar a metodologia assumem papel central na redução da lacuna entre universidade e mercado, aproximando o ensino de engenharia de práticas que respondam às necessidades da sociedade. A ausência dessa preparação pode limitar tanto a formação técnica quanto a capacidade de futuros engenheiros em contribuir para problemas reais, como gestão eficiente de recursos, compatibilização de projetos ou mitigação de impactos ambientais (Dunel et al., 2022; Lima; Melo; Melo, 2020).

No contexto do ensino de engenharia, o BIM é reconhecido por promover inovação, interdisciplinaridade, simulação de cenários e integração de dados (Alencar et al., 2023; Souza et al., 2023). Sua abordagem é focada na gestão da informação, e com ela, permite aos estudantes desenvolver competências relacionadas à coordenação de projetos, planejamento temporal e orçamentário, avaliação de desempenho e operação de ativos (Azevedo et al., 2023).

Ao integrar diferentes áreas da engenharia e da arquitetura em um mesmo modelo digital, o BIM fomenta a colaboração e o pensamento sistêmico (Tassara; Baracho, 2025). Essa característica favorece a formação de engenheiros com visão ampliada, capazes de antecipar

problemas e propor soluções inovadoras, consideradas aspectos centrais do perfil do egresso esperado nas atuais Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2019).

Entretanto, a incorporação do BIM ao ensino enfrenta desafios relacionados, sobretudo, à formação docente. A ausência de capacitação formal em BIM gera lacunas conceituais e instrumentais, limitando o domínio de softwares, processos e padrões de interoperabilidade necessários para a prática pedagógica. Esse cenário é agravado por currículos pouco flexíveis, que dificultam práticas integradoras, e pela falta de recursos tecnológicos adequados (Batistello; Balzan; Pereira, 2019; Chen; Lu; Wang, 2020; Cuperschmid; Cruz; Ruschel, 2017; Moura, 2025; Lima; Melo; Melo, 2020).

Por outro lado, a literatura aponta caminhos para superar tais limitações, como programas de formação continuada para docentes, a fim de reduzir lacunas técnicas e conceituais, ao mesmo tempo em que reforçam a compreensão do BIM como ferramenta integradora de ensino, pesquisa e extensão (Moura, 2025; Lima; Melo; Melo, 2020). Além disso, a flexibilização curricular aparece como medida importante para aproximar o ensino de BIM de práticas que atendam demandas da sociedade, alinhando formação acadêmica, mercado de trabalho e compromissos sociais da engenharia (Batistello; Balzan; Pereira, 2019; Cuperschmid; Cruz; Ruschel, 2017).

## **2.5 O empreendedorismo na Engenharia**

O mercado necessita de engenheiros completos com ampla formação humana e transversal, não se limitando a apenas direcionar suas grades curriculares para o desempenho de funções técnicas, mas englobando uma série de competências como a liderança e desenvolvimento de pessoas (Oliveira, 2019).

Um dos desafios que a sociedade encontra na atualidade é o de promover um futuro que seja social, econômica e ambientalmente sustentável para as futuras gerações, de forma tal que garanta o bem-estar da posterior e da atual geração, sem que nenhuma seja prejudicada ou desfavorecida. Para tanto, se faz necessário repensar a perspectiva de mundo atual e priorizar os vieses que percebem a correlação entre fenômenos sociais, ambientais e econômicos. (Loureiro; Pereira; Júnior, 2016).

As Novas Diretrizes Curriculares dos Cursos de Graduação em Engenharia, Resolução nº 2 de 29 de abril de 2019 devem estabelecer programas de acolhimento para os calouros, programas de extensão,

integração empresa-universidade, criação de empresas juniores e incentivo a pesquisa inovadora, sustentável possibilitando ao acadêmico de Engenharia aproveitar melhor as oportunidades que o curso e a Universidade podem prover, tanto para sua vida profissional, tanto para o desenvolvimento psicológico. Em conformidade com a indústria 4.0, a proposta é que o novo currículo da graduação de engenharia seja mais prático e interdisciplinar.

Conforme a Resolução CNE/CES Nº 2/2019, quanto às novas mudanças destacam-se os artigos 3º, 4º e 5º. O Artigo 3º trata do perfil da formação de engenheiro que deve possuir visão holística e humanista, formação técnica forte; aptidão para a pesquisa e desenvolvimento de forma inovadora e empreendedora; atenção às necessidades do usuário; visão multidisciplinar e transdisciplinar; preocupação com aspectos globais; e comprometimento com a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável. Já o artigo 4º, que trata além das competências técnicas e de gestão de outras mais gerais associadas à comunicação, do trabalho em equipe, da ética profissional e da aprendizagem autônoma. E o artigo 5º que trata das áreas de atuação dependentes do perfil e das competências dos egressos, previstas no PPC. Os engenheiros podem atuar nos contextos de projeto e inovação e/ou de empreendimento e gestão, e/ou ainda, na forma acadêmica e atualização profissional (BRASIL, 2019; Watanabe, 2019).

Os cursos devem ser organizados não mais em função de conteúdos básicos (30% mínimo) e profissionalizantes (15% mínimo), conforme CNE/CES 11, de 11 de março de 2002, mas com foco no desenvolvimento de competências, sem percentual obrigatório. Cabendo a cada curso o controle de balancear matérias como melhor entender, desde que não exclua conteúdos básicos, profissionais e específicos. As mudanças ocorreram de forma a atender as DCNs para graduação em Engenharia, em específico, os artigos 3º, 4º e 5º. Na atualidade, o paradigma é projetar soluções 'multidisciplinares e transdisciplinares', visto que os problemas estão cada vez mais complexos (Oliveira, 2019).

Nesse sentido, o Projeto Integrado I-MEC se sustenta nas DCNs com objetivo de trabalhar no acadêmico a multidisciplinaridade, o trabalho em equipe, fomentar sua criatividade, ampliar a capacidade de argumentação, promover sua ousadia e associar prática à teoria que é essencial para preparar os futuros engenheiros, agregando competências e conhecimentos necessários para lidar com mudanças rápidas, incertezas e cenários complexos (BRASIL, 2019; Marques *et al.*, 2015).

As inovações da comunidade acadêmica, na maioria das vezes, antecipam as necessidades e prospectam o futuro, de forma que suas soluções e resultados tendem a não estar conectados, de forma imediata, ao mercado de negócios. Os novos aspectos da economia mostram que para transformar em negócio qualquer inovação, são necessárias pessoas persistentes e que possam manter a motivação e capacidade de empreender para trazer posturas inovadoras ao mercado de forma a escalonar suas soluções gerando renda e desenvolvimento (Ries, 2012).

Dessa forma, percebe-se claramente que a inovação e o empreendedorismo são peças que se complementam e devem fazer parte da formação dos futuros profissionais que hoje são discentes. Para tanto, é necessário que seus docentes também estejam preparados para entender e aplicar esses conceitos em suas aulas e na sua rotina de pesquisa e extensão na Universidade. Esse modelo tende a gerar novos negócios, a partir de profissionais com formação de excelência e espírito empreendedor, que assumirão riscos calculados para seu desenvolvimento (Dornelas, 2021).

O empreendedorismo na engenharia é fundamental para impulsionar a inovação, resolver problemas complexos e criar soluções que beneficiam a sociedade como um todo e, ainda estimula o pensamento criativo e a abordagem de problemas de novas maneiras. Para tanto, os autores enfatizam o quão importante é a formação de um profissional com o perfil empreendedor, considerando que é expressiva a porcentagem de alunos egressos da engenharia com intuito de iniciar o próprio negócio.

De acordo com Hisrich e Peters (2004), a sociedade e as organizações de sucesso estão reconhecendo os profissionais empreendedores, indivíduos caracterizados por um espírito inovador, criativos, que assumem riscos calculados, ousados e dedicados às organizações e que são motivados a impulsionar o progresso, criar novas perspectivas de mercado e novos modelos de negócio.

Para Peter Drucker (1986), o empreendedorismo consiste em transformar ideias em oportunidades de negócio, pela combinação de indivíduos e processos. As análises acadêmicas, da educação empreendedora na formação de engenheiros, abrangem as propostas, modelos e métodos de aprendizagem de empreendedorismo, papéis e importância do empreendedorismo, impactos do empreendedorismo, instrumentos de avaliação de empreendedorismo em engenharia e novas habilidades empreendedoras do engenheiro no século XXI. Estas habilidades devem contribuir para aumentar o desempenho das

empresas e elevar o desenvolvimento econômico dos países (DRUCKER, 2006).

## **2.6 As expectativas do mercado e a formação em Engenharia**

A sociedade passou por sucessivas mudanças conectadas às revoluções industriais e isso contribuiu positivamente para o seu avanço. Atualmente, pode-se afirmar que o mundo se encontra em um processo de transição da Sociedade 4.0 (Sociedade da Informação) para a Sociedade 5.0 (ou Sociedade Super Inteligente), definida pelo Primeiro Ministro japonês como: “Uma sociedade centrada no ser humano que equilibra o avanço econômico com resolução de problemas sociais em um sistema que integra de forma intensa o ciberespaço e o espaço físico”, colocando então o ser humano como foco do desenvolvimento da ciência e tecnologia (Office, 2016). Tal concepção traz consigo a necessidade das habilidades socioemocionais para a formação de um profissional mais humano e levanta o questionamento a respeito do desenvolvimento de tais competências no ambiente acadêmico.

A fim de que esta idealização de sociedade seja realmente implementada e consiga colocar o ser humano em foco, é necessário que os profissionais em formação desenvolvam, além de soluções técnicas e tecnológicas para problemas da sociedade, habilidades que garantam bom convívio em sociedade, o domínio de comunicação interpessoal, pensamento crítico e analítico, ética entre outras demandas do mercado de trabalho atual. Para isso, as Instituições de Ensino Superior (IES) têm como papel contribuir para essa formação humanizada de profissionais de diferentes setores, como nas engenharias, o que impulsionou as Diretrizes Curriculares Nacionais das Engenharias (DCNs), em 2019, a apontarem para o ensino baseado em competências a serem desenvolvidas por engenheiros em formação.

Entretanto, entende-se que para efetiva implementação das novas DCNs e preparação/inserção do profissional no mercado de trabalho, o setor produtivo precisa ter um papel ativo junto às IES. Este papel pode ser desempenhado tanto pela participação das próprias empresas quanto por terceiros (como agentes de integração) junto às universidades públicas e privadas.

## **2.7 Integrando ensino com as necessidades da indústria e da sociedade**

As profundas transformações sociais, ambientais e tecnológicas do século XXI têm imposto desafios significativos à formação de

engenheiros. Problemas como mudanças climáticas, crises hídricas, demanda por energia limpa, infraestrutura resiliente e inovação social exigem um novo perfil profissional: mais crítico, colaborativo, interdisciplinar e comprometido com o bem-estar coletivo (UNESCO, 2022). Entretanto, ainda há uma dissociação entre o ensino da engenharia e a realidade das demandas sociais e industriais. Em muitos currículos, predomina uma formação tecnicista e conteudista, centrada em disciplinas estanques e pouco conectadas aos desafios concretos do mundo contemporâneo (Nambundo; Ribeiro; Simões, 2024).

Segundo Tonini e Pereira (2018), a formação de novos engenheiros que estejam preparados para os desafios atuais exige mais do que mudanças curriculares, sendo requerido inovação metodológica, visão interdisciplinar e superação de práticas tradicionais centradas apenas em problemas bem definidos. Desta forma, deve-se compreender o ensino de Engenharia atual não apenas como conjunto de técnicas, mas também como uma ferramenta de transformação social, ambiental e muitas vezes política, através dos processos abrangentes que estão intrinsicamente ligados a temas complexos como políticas públicas, distribuição de renda, impactos ambientais, globalização, vulnerabilidade social, entre outros (Ineia *et al.*, 2023). Com base nisso, a formação destes profissionais deve basear-se na busca de capacitação destes com o intuito de auxiliar na identificação e atuação de antecipar soluções para cenários de incertezas, assim exigindo uma mudança real do ensino superior.

A Resolução CNE/CES nº 2/2019 tornou-se um importante marco nesse processo, ao estabelecer diretrizes curriculares que orientam a formação com base em competências, no perfil do egresso e na indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão (BRASIL, 2019). Como força conjunta, a inclusão da curricularização da extensão, normatizada no Brasil pela Resolução CNE/CES nº 7/2018, para o cumprimento do Plano Nacional de Educação (PNE) 2014-2024, em que ficou estabelecido a necessidade do comprimento de 10% da carga horária total dos cursos de graduação para atividades de extensão (BRASIL, 2018), abre espaço para a criação de práticas formativas mais contextualizadas e voltadas à realidade social (Carvalho Fontenele, 2024). As práticas formativas aqui destacadas, permitem e fornecem – simultaneamente – aos estudantes a melhor compreensão do seu entorno (sociedade), com foco em gerar ferramentas para que esses possam interferir de forma ativa, exercitando a capacidade de resolver problemas reais com base em evidências científicas e tecnológicas.

Segundo Moran (2018), as escolas, de um modo geral, têm se mostrado mais adaptativas nesse novo cenário do ensino-aprendizagem, adotando práticas educacionais ativas, com foco em desafios concretos, projetos colaborativos e a integração entre aprendizado individual e coletivo. Em consequência, tal mudança exige uma nova configuração do currículo, da integração dos docentes (apropriação do desafio), da organização das atividades didáticas, da organização dos espaços e tempos (Moran, 2018). Muitos dessas adaptações, em busca da conexão dos saberes acadêmicos atrelados as demandas externas da sociedade, tem sido trabalhados através de metodologias ativas de aprendizagem, podendo-se citar o aprendizado baseado em problemas (PBL – *Problem-Based Learning*), instruções por pares, e torneios de jogos em equipes (Lovato *et al.*, 2018), de forma com que haja um protagonismo do estudante, a interdisciplinariedade e que desenvolva o sentimento de apropriação do problema à ser resolvido, assim haverá a formação do estudante mais criativo, comunicativo e com pensamento crítico (Marques *et al.*, 2021). Apesar de contribuírem significativamente para o desenvolvimento de competências, muitas metodologias ativas ainda se limitam a exercícios simulados ou estudos de caso hipotéticos.

A Usina de Projetos Experimentais (UPX), é uma componente curricular vinculada a todos os cursos de Engenharia do Centro Universitário Facens, ao qual fundamenta-se em uma abordagem integradora que articula ensino, extensão e pesquisa, com ênfase no desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais por meio de resolução de problemas reais.

A abordagem de aprendizagem pela UPX é totalmente ativa e centrada na resolução de problemas reais, de forma que haja uma aprendizagem significativa e orientada por competências. Segundo Zabala e Arnau (2014), as competências são essencialmente contextuais, o que alavanca o debate de que essas não possam ser ensinadas, mas somente desenvolvidas por meio da vivência de situações reais. Sob essa perspectiva, o ensino tradicional, ao desconsiderar a complexidade e a dinamicidade dos contextos reais, tende a limitar o desenvolvimento efetivo das competências exigidas na prática profissional contemporânea.

De acordo com Carvalho e Tonini (2017), ainda há lacunas no desenvolvimento de competências na graduação, o que torna o ensino aprendizagem ainda aquém do que pode ser de fato empregado aos estudantes. Em concordância, Ferreira *et al.* (2019), as competências podem ser desenvolvidas em atividades práticas que envolvam o trabalho

em grupo e uso de tecnologias que desenvolvam a inovação e empreendedorismo

Ainda segundo Zabala e Arnau (2014), é grande a importância de ensinar a partir de situações reais, com significado para os estudantes, mobilizando saberes interdisciplinares para a solução de problemas complexos. Desta forma, o embasamento da UPX parte da pedagogia por projetos, na qual os alunos deixam de ser receptores passivos e passam a atuar como protagonistas do processo educativo.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste capítulo foi baseada nos objetivos principais da Sessão Dirigida e adaptada conforme os artigos foram apresentados e discutidos.

#### 3.1 A entrada na graduação

Para alunos iniciantes forjou-se um Termo Referenciado (TR) com todas as orientações necessárias para cada atividade. Nele constava todos os parâmetros técnicos, metodológicos e legais que guiam todos os passos.

Estabelece regras claras de organização, supervisão e controle por gerentes e auditores das equipes, incluindo prazos rigorosos e canais oficiais de comunicação e entrega via plataforma *Teams*. Essa estruturação mantém a qualidade e a rastreabilidade dos dados, baseando-se exclusivamente em informações coletadas e fontes institucionais.

Foi exigido o contexto da transição energética e nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas, de modo a estimular nos estudantes uma compreensão sistêmica da interação entre os produtos da Engenharia e o meio ambiente.

As equipes foram estruturadas com dez discentes, formadas por livre associação, sendo designados papéis específicos de gerência e monitoramento. Aos gerentes foi atribuída a responsabilidade de coordenar os cronogramas, supervisionar a qualidade das entregas e assegurar a interlocução com a docente responsável. Os integrantes designados para a auditoria, por sua vez, tiveram a função de acompanhar a coerência metodológica, a consistência técnico-científica e a clareza da comunicação interna das equipes, garantindo a efetividade

do processo de desenvolvimento dos projetos. A definição dos temas ocorreu por meio de sorteio. A comunicação foi em ambiente Teams.

### 3.2 Aplicando a Extensão Universitária

Foi realizado, inicialmente, um planejamento das atividades para cada um dos três temas do projeto. Essas atividades foram apresentadas e discutidas com as equipes de estudantes de cada tema, com reuniões semanais ou quinzenais, conforme as demandas. Os encontros ocorriam presencial ou remotamente, via plataforma de reuniões virtuais, sempre alinhando os próximos passos que deveriam ser executados. Então, com orientação adequada, foram realizadas as ações de cada etapa.

Para capacitar os estudantes extensionistas no programa, algumas habilidades foram trabalhadas, destacando-se:

1. **Habilidade para aplicação de conhecimentos integrados:** capacidade de trabalhar e propor soluções para problemas de engenharia, aplicando conhecimentos integrados de eletricidade, engenharia civil, engenharia de alimentos e de informática, com propostas de soluções adequadas e eficientes, tendo em vista a diversidade das áreas do programa;

2. **Habilidade de comunicação oral e escrita:** capacidade de expressar ideais, pensamentos e soluções para o público-alvo do programa, com colegas e equipe de trabalho, de forma clara e eficaz, seja através da comunicação oral ou escrita, utilizando a linguagem de maneira adequada aos diferentes contextos e público,

3. **Habilidade de liderança:** capacidade de liderar equipes de trabalho, planejar ações do programa, tomar decisões e gerenciar recursos de forma eficiente;

4. **Habilidade de adaptabilidade e resiliência:** capacidade de se adaptar a novas tecnologias e ambientes com infraestruturas distintas entre si;

As competências esperadas para os extensionistas dos cursos de Engenharias e Ciências da Computação a serem obtidas nessa atividade extracurricular são definidas para que eles possam ser capazes de aplicar os conhecimentos científicos e tecnológicos em atividades nas Engenharias e áreas afins, bem como ser capaz de desenvolver e aplicar habilidades humanísticas e de liderança de equipes multidisciplinares, planejamento, visão e gestão estratégica, capacidade de trabalhar em grupo e aprendizado de forma autônoma, comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica, inclusive por meio do uso consistente das

tecnologias digitais de informação e comunicação, ser capaz de interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes, de modo que facilite a construção coletiva, ser capaz de compreender a legislação, a ética e a responsabilidade profissional e avaliar os impactos das atividades de Engenharia na sociedade e no meio ambiente.

### **3.8 O PET da Engenharia Elétrica**

A metodologia adotada pelo PET-EE/UFGPA fundamenta-se na Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL), utilizada como abordagem central para o planejamento e execução das ações. Esse método, também aplicado por Pascon e Peres (2023), possibilita que os estudantes enfrentem problemas do mundo real e, de forma colaborativa, desenvolvam conhecimentos para sua resolução. Ele integra diferentes áreas, fomenta competências cognitivas, afetivas e socioemocionais e estimula habilidades como comunicação, liderança, pensamento crítico, planejamento e trabalho em equipe (Peres; Pascon, 2023).

Com base nesse referencial, as atividades do PET-EE/UFGPA foram organizadas em quatro etapas:

- (a) definição do problema;
- (b) planejamento;
- (c) implementação e acompanhamento; e
- (d) avaliação (Tonini, 2023).

Para viabilizar sua execução, o grupo estruturou-se em coordenadorias e oficinas interligadas (Figura 1), distribuídas nos eixos de Ensino, Pesquisa e Extensão. Cada coordenadoria, composta por três a quatro integrantes, foi responsável pelo planejamento e execução das tarefas, assegurando uma atuação colaborativa e equitativa.

Figura 1 – Organização do PET de Engenharia Elétrica.



Fonte: Autores (2025).

Na etapa inicial, os petianos, em conjunto com o tutor, identificaram problemas e demandas relacionadas ao curso de Engenharia Elétrica e definiram objetivos e metas que contemplam tanto a instituição quanto a comunidade externa. Para operacionalizar essas ações, cada coordenadoria proposta foi vinculada a uma oficina temática específica, o que garante a distribuição organizada das responsabilidades. Assim, a Coordenadoria de Ensino relaciona-se à Oficina de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC); a Coordenadoria de Extensão, à Oficina de Inovação e Inclusão Tecnológica; e a Coordenadoria de Pesquisa, à Oficina de Leitura e Escrita, conforme apresentado na Figura 1. Essa divisão proporciona a todos os integrantes participarem de uma coordenadoria e de uma oficina, em regime de rotatividade semestral, o que amplia a experiência e as competências dos petianos.

Na etapa de planejamento, as coordenadorias elaboram propostas de solução para os problemas identificados, incluindo materiais didáticos, protótipos, eventos e artigos. Em seguida, na etapa de implementação, cada coordenadoria executa suas ações específicas: a de Ensino promove minicursos; a de Extensão organiza eventos e oficinas em escolas e comunidades; e a de Pesquisa conduz experimentos e coletas de dados para validação das soluções.

Na etapa final de avaliação, cada coordenadoria aplica instrumentos específicos para medir os resultados: a de Ensino utiliza questionários e métricas de participação; a de Extensão analisa indicadores de alcance social e o retorno das comunidades atendidas; e a de Pesquisa avalia os resultados técnicos e científicos, consolidando-os em relatórios e publicações. Apesar da divisão funcional, todas as atividades são desenvolvidas de forma colaborativa e integrada, favorecendo a troca de conhecimentos e experiências entre estudantes de diferentes níveis do curso de Engenharia Elétrica.

### **3.4 O uso do BIM como metodologia**

Caracterizado como um estudo de caso, o trabalho foi conduzido na POLI/UPE, sendo seu público-alvo os docentes vinculados aos cursos de Engenharia Civil.

Como instrumento de coleta de dados, utilizou-se um questionário online, com objetivo de levantar informações dos docentes do curso de Engenharia Civil da POLI/UPE, referentes à visão e à formação docente em BIM. O questionário foi aprovado pelo comitê de ética da universidade, e ele foi composto por perguntas de múltipla escolha.

Dentre as principais questões abordadas, destacam-se a autoavaliação do conhecimento em BIM, as dificuldades percebidas para disseminar a metodologia no ensino superior, as experiências e meios de contato prévio dos docentes com a tecnologia e o interesse em implementar o BIM em suas disciplinas.

Os dados obtidos foram analisados através de estatística descritiva, com o objetivo de identificar padrões e frequências relacionados ao nível de conhecimento, a fim de analisar os dados e mapear os principais obstáculos enfrentados pelos docentes, bem como identificar oportunidades estratégicas para a capacitação e disseminação do BIM no ensino superior.

Para assegurar a conformidade ética da pesquisa, garantiu-se o anonimato dos participantes e a utilização das informações exclusivamente para fins acadêmicos, mediante consentimento livre e esclarecido.

### **3.5 Como aplicar o empreendedorismo na Engenharia**

Contemplando uma pesquisa realizada para conhecer os acadêmicos da disciplina Projeto Integrado I-MEC da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em que foram perguntados nome completo e solicitado realizar um teste de mapeamento comportamental DISC, para a identificação e formação de

grupos com equilíbrio de comportamentos (dominância, influência, estabilidade e conformidade) entre os seus respectivos integrantes.

Com os grupos de trabalhos estabelecidos, foram definidos os seus respectivos mentores, sendo estes Profissionais da área de Gestão e Empreendedorismo, ou seja, expertise nas áreas de empreendedorismo, inovação e sustentabilidade e/ou consultores de serviços empresariais para a promoção do empreendedorismo e inovação.

Foi proposto que a definição do tipo e temática do projeto a ser desenvolvido deveria ser inicialmente apresentada pelos grupos, para então ser avaliada pelos respectivos mentores, sendo por fim, definida em comum acordo entre as partes.

### 3.6 Como analisar as expectativas de mercado

Utilizando uma pesquisa exploratória, fez-se um levantamento teórico/bibliográfico sobre o ensino-aprendizagem de Engenharia Química na UFSCar, que também envolveu a pesquisa de campo de forma ativa, em que os dois principais agentes envolvidos no problema, o setor produtivo e os egressos do curso, foram consultados. Desta forma, buscou-se proporcionar maior familiaridade com o problema (Gil, 2008). Considera-se, portanto, que se trata de uma pesquisa de natureza aplicada e exploratória, com abordagem qualitativa (Nascimento, 2016).

Figura 2 - Etapas da pesquisa em campo



Fonte: Autores (2025).

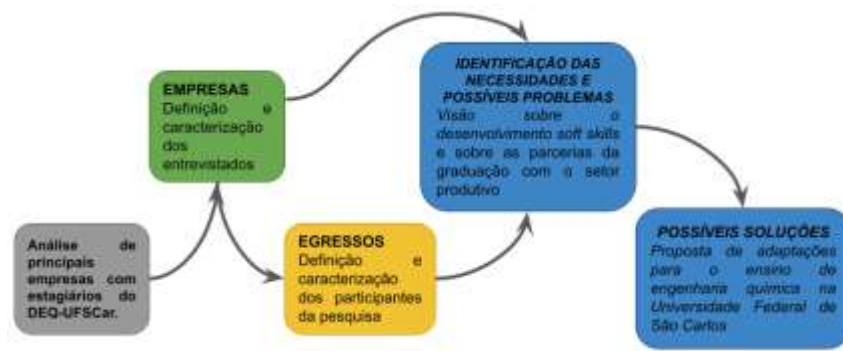
A Figura 2 apresenta as etapas da pesquisa em campo.

A pesquisa se dividiu em 7 principais etapas com a finalidade de compreender o perfil dos egressos da EQ/UFSCar. A Figura 3 sumariza as etapas e seus objetivos. Buscou-se também a compreensão sobre a posição profissional que os entrevistados ocupam atualmente no mercado de trabalho.

Para o agendamento de entrevistas contendo 15 perguntas com profissionais de diferentes cargos de RH de empresas dos principais setores de estágios da EQ-UFSCar foram utilizados os contatos de trabalho dos próprios egressos do curso, além de uma rede ativa de network no LinkedIn. A coleta de respostas voluntárias de 33 egressos da EQ-UFSCar (de 2019 a 2023), por sua vez, foi realizada através de pesquisa com 17 perguntas divulgada por redes sociais e e-mails.

Os resultados (parcialmente apresentados) buscaram melhor correlacionar as respostas das empresas e egressos (Figura 3) considerando: 1a) aspectos gerais a respeito dos entrevistados e 2a) aspectos de competências e parcerias entre a graduação e o setor produtivo, a fim de analisar/elaborar proposições e atualizações para o ensino de Engenharia Química na UFSCar.

Figura 3 - Fluxograma de pesquisa e “design” de soluções



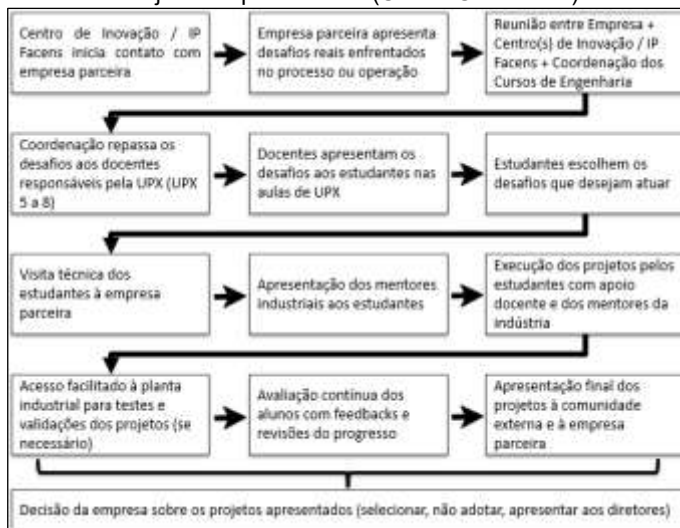
Fonte: Autores (2025).

### 3.7 Integração entre ensino, indústria e sociedade

Para integrar a comunidade acadêmica com a produtiva, foi necessário elaborar uma estrutura que referencie as melhores práticas de formação com as aplicações necessárias na indústria. A Figura 4 apresenta um esquema geral desse processo.

Por fim, é importante destacar que a avaliação desta componente curricular é baseada em uma avaliação formativa, que acompanha todo o processo de desenvolvimento dos projetos. A avaliação envolve acompanhamento contínuo, feedbacks construtivos, autoavaliação, avaliação entre pares e avaliação através de apresentação à comunidade externa, o que vai de encontro com os ideais de Luckesi (2011), que defende uma avaliação voltada à aprendizagem, que considera o progresso individual e coletivo dos estudantes, contribuindo para a autorregulação e o aprimoramento contínuo. Ressalta-se, portanto, que a instituição convida a comunidade externa (indústria, organizações e sociedade civil) para conhecer e entender, em buscar novas opiniões e feedbacks para um melhor desenvolvimento das competências dos estudantes.

Figura 4 - Fluxograma de Implementação de Projetos Estudantis na Usina de Projetos Experimentais (UPX – UniFacens)



Fonte: Autores (2025).

O mundo contemporâneo implica na conexão entre diferentes áreas dos saberes, sejam elas no certame educacional quanto no industrial. Assim, uma aproximação clara entre a universidade e o setor produtivo tem sido evidenciado como estratégia essencial para enriquecer a formação em Engenharia, promovendo alinhamento entre currículo acadêmico e demandas reais do mercado (Zammar *et al.*, 2017).

Medidas governamentais têm alavancado tal interface como as indicadas nas Diretrizes Curriculares Nacionais para Engenharia (Resolução CNE/CES nº 2/2019), as quais enfatizam a necessidade de integração entre ensino, pesquisa, extensão e indústria, incentivando atividades interdisciplinares e a participação efetiva de empresas no planejamento pedagógico (BRASIL, 2019).

Segundo Alarcon *et al.* (2019), no Brasil, há um descompasso entre o modelo pedagógico atual e as exigências do novo mundo do trabalho. Frequentemente, estudantes questionam a aplicabilidade do que aprendem em sala de aula, e o ensino tradicional não oferece resposta satisfatória. Quando há cooperação entre universidade e indústria, os alunos passam a vivenciar a aplicação prática do conhecimento acadêmico em cenários reais, fortalecendo competências técnicas e socioemocionais enquanto percebem sua relevância e impacto profissional (Borrás; Lourenção; Mergulhão, 2023). Essa integração contínua favorece a empregabilidade ao permitir que o estudante compreenda de forma mais concreta os processos produtivos, os desafios técnicos e os critérios de qualidade do setor industrial (Li; Khattak; Shamim, 2024). Além disso, o modelo de colaboração universidade-indústria contribui também para a inovação aberta, promovendo troca de saberes e co-criação de soluções tecnológicas (Chesbrough, 2006).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir de metodologias distintas, com foco em perfis diferentes de discentes de Engenharia, principalmente, pela sua etapa de formação, foi possível colher e discutir os principais resultados em cada ponto de aplicação.

### 4.1 A extensão universitária para o ingressante

O projeto resultou em dois produtos principais. O primeiro foi o Relatório técnico contendo pesquisa bibliográfica sobre riscos ambientais

e perdas econômicas do descarte inadequado; caracterização detalhada do resíduo; descrição da cadeia produtiva de reciclagem; identificação de agentes, responsabilidades e legislação aplicável; e apresentação de normas e boas práticas ambientais.

O último foi o vídeo educativo de cinco minutos, voltado ao público geral, apresentando origem da matéria-prima, impactos socioambientais, estimativa de geração de resíduos no Brasil, riscos do descarte inadequado, importância da reciclagem e visão geral do processo produtivo.

Após correção e aprimoramento, os produtos foram publicados em um canal público no YouTube e divulgados em escolas públicas de ensino médio do Distrito Federal e sociedade em geral.

#### **4.1.1 Avaliação da metodologia**

A eficácia da metodologia foi avaliada por meio de um questionário aplicado ao final do projeto, investigando a percepção dos estudantes quanto a Clareza dos objetivos; Percepção de eficácia no aprendizado; Relação entre requisitos do trabalho e conteúdo das aulas; Facilidade de execução das atividades. A metodologia também foi avaliada por meio da verificação da qualidade do relatório técnico e do material audiovisual produzido. Os resultados foram compartilhados e discutidos com os alunos em sala, permitindo aprimoramento contínuo das práticas pedagógicas e reforçando o papel das metodologias participativas no desenvolvimento das competências previstas pelas DCN's.

Os alunos produziram relatórios técnicos detalhados e vídeos didáticos com divulgação científica, focados na gestão ambiental de resíduos e seus impactos.

As habilidades desenvolvidas foram estimuladas por meio de um conjunto de competências previstas nas DCNs. Destacaram-se o pensamento crítico e sistêmico, a comunicação científica eficaz, o trabalho colaborativo, a liderança e a responsabilidade socioambiental. A inserção de desafios reais dentro do componente curricular proporcionou aprendizado significativo e engajamento dos estudantes, comprovando a eficácia das metodologias ativas na formação contemporânea em engenharia.

## **4.2 A continuidade da Extensão no encaminhamento da formação**

A Olimpíada Educacional do Consumo Consciente (OECC) foi realizada em duas fases. A primeira fase, de caráter eliminatório, consistiu na realização de um exame com 30 (trinta) questões objetivas,

aplicada de forma online, com duração de 60 (sessenta) minutos, sendo que os 120 (cento e vinte) mais bem classificados(as) seguiram para a segunda fase.

A segunda fase, de caráter classificatório, consistiu na realização de um exame com 30 (trinta) questões objetivas, aplicada de forma presencial nas cidades de Campina Grande, João Pessoa, Patos e Cajazeiras, com duração de 60 (sessenta) minutos, sendo que as(os) 45 (quarenta e cinco) mais bem classificados(as) foram homenageados com as medalhas de ouro, prata e bronze. Destes, as(os) 5 (cinco) mais bem classificados(as) receberam premiação em dinheiro. As provas de ambas as fases foram realizadas através de uma plataforma de provas desenvolvida neste programa.

A OECC abordou o consumo racional e eficiente de água, de energia elétrica, de alimentos e o adequado descarte de resíduos. O conteúdo abordado foi previamente trabalhado com os estudantes nas palestras e material de apoio disponibilizado no site da OECC ([www.oecc.com.br](http://www.oecc.com.br)).

A OECC teve um alcance do público-alvo para a realização da olimpíada com mais de 1.200 inscrições de estudantes, contemplando inscrições de estudantes de 49 escolas, das cidades de João Pessoa, Campina Grande, Fagundes, Cajazeiras, Picuí e Patos. Estima-se que a olimpíada foi divulgada para mais de 2.000 estudantes, entre inscritos e estudantes que participaram das palestras na cidade de Campina Grande e que não realizaram inscrição na OECC.

#### **4.2.1 A importância dos projetos extensionistas**

A realização do programa revelou uma nova perspectiva aos participantes. Durante essa jornada, foram estabelecidas parcerias valiosas com escolas de Campina Grande e outros municípios, promovendo uma intensa troca de experiências e aprendizados sobre a realidade social e educacional da comunidade escolar. Além disso, fortaleceu-se o debate sobre consumo consciente, incentivando reflexões e ações voltadas para o uso responsável dos recursos. A cada etapa, percebeu-se o impacto da educação na formação de cidadãos mais críticos e engajados, ampliando o alcance da nossa mensagem. Essa experiência reforçou a importância de práticas sustentáveis e da educação como ferramenta para a construção de uma sociedade mais consciente e responsável, capaz de transformar hábitos e promover mudanças significativas.

O contato com diferentes realidades de ensino e estrutura socioeconômica dos estudantes proporcionou uma rica experiência de aprendizagem aos estudantes extensionistas e professores envolvidos

no programa. As visitas traziam em si um processo de adaptação para as apresentações, pois o público-alvo estava habituado com determinada linguagem e didática. Para os estudantes universitários, bolsistas e voluntários envolvidos nos projetos, o desafio maior sempre foi facilitar o entendimento de assuntos mais específicos de cada área para torná-los acessíveis e interessantes à jornada individual de cada aluno do ensino fundamental. Indiretamente, o programa de extensão divulgou e incentivou, a chegada de novos alunos à UFCG e demonstrou a importância da extensão para a sociedade, para os estudantes universitários e para a própria UFCG.

Para a equipe da UFCG, o programa possibilitou o aprendizado sobre a realidade das escolas de Campina Grande com destaque para:

1. Há uma grande disparidade entre as escolas tanto em infraestrutura como o nível de conteúdo abordado para os alunos no tocante às ciências exatas;
2. Há escolas privadas com infraestrutura muito acima da média;
3. As escolas públicas no geral apresentam uma infraestrutura adequada para o ensino fundamental;
4. As escolas no geral anseiam por fazer parcerias com a UFCG para o desenvolvimento de projetos;
5. Muitas escolas têm como prática o incentivo a participação dos seus alunos em olimpíadas de conhecimento.

Além dos pontos destacados, o projeto possibilitou para a equipe da UFCG, o aprendizado sobre a realidade e o nível de interesse dos alunos do ensino fundamental sobre temas relacionados à preservação do meio ambiente. Neste sentido, ficou notória a urgente necessidade de implantar campanhas direcionadas ao consumo consciente, principalmente junto ao público jovem.

### **4.3 O PET para desenvolver habilidades multidisciplinares**

A experiência do PET-EE/UFGA mostrou que a organização em coordenadorias e oficinas representou uma estratégia eficaz para superar desafios recorrentes na gestão de grupos, como a concentração de tarefas e a dificuldade de engajamento de todos os membros (Tonini, 2007). Essa estrutura favoreceu a integração entre ensino, pesquisa e extensão, princípios centrais do PET (BRASIL, 2006), e foi potencializada pela aplicação da Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL), metodologia que permitiu aos estudantes enfrentarem problemas reais e, de forma colaborativa, desenvolvendo tanto conhecimentos técnicos quanto competências socioemocionais (Pascon; Peres, 2023).

No eixo de ensino, a coordenadoria organizou minicursos em programação, automação e ferramentas digitais (Google Planilhas, AutoCAD, Arduino, Octave, Python), ofertados remotamente. Os cursos totalizaram 49 vídeos, com mais de 3 mil visualizações, demonstrando o alcance da iniciativa (Figura 5). A partir dessa proposta de curso, os alunos puderam exercitar e transmitir conteúdos técnicos previstos no currículo da Engenharia Elétrica, como Programação estruturada de computadores, Desenho técnico e Microprocessadores (FEEB, 2025).

Além disso, os petianos vivenciaram as etapas do PBL ao propor desafios conectados à realidade da Engenharia Elétrica, seja a partir de temáticas específicas da área automação e programação, ou na identificação de problemas percebidos durante o curso, os quais foram transformados em situações de aprendizagem, em consonância com o que defende Tonini (2023). E ainda, fortaleceram competências interpessoais, como comunicação, trabalho em equipe, liderança e organização, permitindo que os membros do grupo consolidassem tanto a formação acadêmica quanto habilidades práticas fundamentais para a atuação profissional (Peres; Pascon, 2023).

Figura 5 – Distribuição de visualizações do Youtube.



Fonte: Autores (2025).

A coordenadoria de Extensão destacou-se pela realização de oficinas sobre computação quântica, automação residencial com IoT e

inclusão digital de adultos e idosos em escolas e centros sociais, conforme ilustrado na Figura 6. A escolha dos temas dialoga com as linhas de pesquisa dos petianos e alinha-se à necessidade de atualização tecnológica da sociedade atual (Jordao; Silva, 2024), ao mesmo tempo em que atende diretamente às demandas da comunidade, reforçando o compromisso social previsto no PET (BRASIL, 2006).

Figura 6 – Atividades Desenvolvidas pela Coordenadoria de Extensão.



Fonte: Autores (2025).

O processo seguiu as etapas do PBL ao partir de problemas concretos da comunidade, como a necessidade de fortalecer a cibersegurança no Centro de Integração Social Piedade, em que idosos foram capacitados a utilizar tecnologias digitais de forma mais segura.

A partir dessa demanda, os petianos desenvolveram propostas de solução, implementaram-nas em oficinas práticas e avaliaram sua efetividade com base na participação efetiva dos públicos atendidos. Essas atividades aplicaram o conhecimento do grupo em contextos comunitários, ampliando o acesso à tecnologia e favorecendo a democratização de oportunidades de aprendizado.

Além de consolidar uma base de conhecimento sólida, as oficinas estimularam linhas de pesquisa atuais entre os estudantes de Engenharia, como o desenvolvimento de um sistema embarcado IoT e robótica educacional. Ao mesmo tempo, possibilitaram uma abordagem simplificada e prática dos conteúdos, o que permitiu contornar o receio inicial dos participantes diante de temas frequentemente considerados complexos, como programação. Esse processo fortaleceu a confiança tanto dos participantes quanto dos petianos em explorar, aplicar e expandir os conhecimentos adquiridos.

As ações de extensão também alcançaram a educação básica em mais de oito escolas, incluindo públicas e privadas, e o público em geral, a partir do ensino de robótica educacional, realização de feiras científicas e visitas técnicas, atingindo um público estimado de 15.800 pessoas. Entre esses eventos, destaca-se a participação na 76ª Reunião da

Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), realizada na UFPA, em que o grupo organizou uma mostra científica aberta ao público geral. Na SBPC, os petianos apresentaram projetos próprios integrando gamificação, circuitos elétricos, programação e mecânica, que podem ser visualizados na Figura 7.

Figura 7 – Projetos apresentados no SBPC.

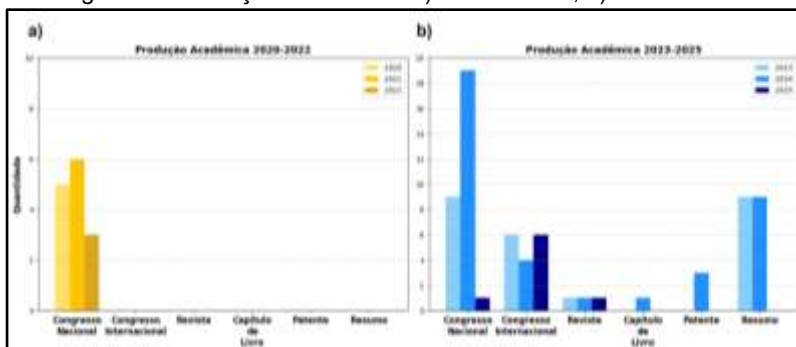


Fonte: Autores (2025).

No evento, os visitantes participaram de desafios e interações práticas, conhecendo os processos de desenvolvimento dos projetos. A iniciativa teve impacto interno, ao estimular criatividade, pensamento crítico e resolução de problemas entre os petianos, e impacto social ao incentivar o interesse pela ciência e tecnologia em diferentes faixas etárias promovendo experiências educativas inovadoras (BRASIL, 2021).

No eixo de pesquisa, os projetos desenvolvidos pelos petianos, em integração com pós-graduandos, possibilitaram um crescimento de 55% na produção acadêmica entre 2023 e 2024, conforme apresentado na Figura 8, evidenciando o impacto positivo na qualificação dos estudantes e no fortalecimento do perfil científico do grupo. Nesse processo, foi possível desenvolver habilidades essenciais como a escrita científica, a análise crítica de artigos, o domínio de normas técnicas de publicação e a experiência em apresentação de trabalhos em eventos nacionais e internacionais, aspectos que consolidaram a formação acadêmica e ampliaram a inserção dos petianos na cultura científica da Engenharia.

Figura 8 – Produção Acadêmica a) 2020 à 2022; b)2023 à 2025.



Fonte: Autores (2025).

Além do aumento da quantidade de trabalhos, considera-se também qualificação das publicações do PET-EE/UFPA, com destaque para artigos publicados em periódicos Qualis A e em conferências internacionais, como o *IEEE International Conference on Industry Applications* (INDUSCON) e o *Congreso Internacional de Transición Energética y Medio Ambiente* (COTEMA), que totalizaram 16 trabalhos apresentados.

#### 4.4 Preparando o discente com a metodologia que usará em campo

Como o BIM é uma metodologia de projeto consistente no mercado profissional, foram buscadas as razões que os docentes têm de dificuldade para implementar durante a formação de discentes.

O questionário aplicado teve a participação de 38 docentes do curso de Engenharia Civil da POLI/UPE. Acerca da autoavaliação de conhecimento em BIM, os resultados, conforme indicado na Figura 9, indicaram que a maior parte dos professores avalia seu conhecimento em BIM como limitado: 32% declararam não possuir nenhum conhecimento, 24% relataram possuir pouco, 26% indicaram nível mediano e 18% afirmaram possuir bom conhecimento, enquanto nenhum docente relatou conhecimento avançado. Esses dados podem indicar a existência de uma lacuna de capacitação no corpo docente, sendo importante para a implementação eficaz da metodologia BIM no curso.

Figura 9 – Autoavaliação do conhecimento em BIM dos docentes (a);  
 Autoavaliação do conhecimento em BIM dos docentes do ciclo básico (b);  
 Autoavaliação do conhecimento em BIM dos docentes do ciclo profissional (c).



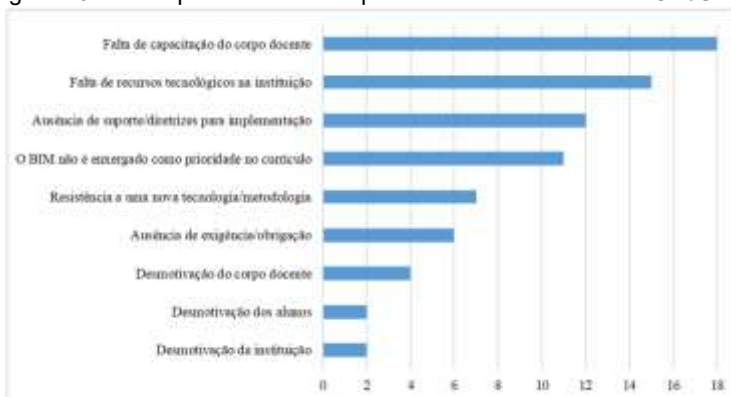
Fonte: Autores (2025).

Ao diferenciar os ciclos de ensino, observou-se que os docentes do ciclo básico apresentam níveis mais baixos de conhecimento, com 58% declarando desconhecer o BIM. Já entre os professores do ciclo profissional, há uma distribuição mais equilibrada: 23% relatam bom conhecimento, 32% mediano e 18% nenhum conhecimento. Essa diferença pode ser explicada pela natureza das disciplinas: enquanto o ciclo básico concentra-se em fundamentos teóricos, o ciclo profissional aproxima-se de áreas de projeto, planejamento e execução, diretamente relacionadas ao BIM. Tal cenário sugere a necessidade de estratégias de capacitação diferenciadas, contemplando formações introdutórias para o ciclo básico e abordagens mais avançadas para o ciclo profissional, de modo a criar coerência curricular e ampliar o alcance da metodologia.

No que se refere às dificuldades para difusão do BIM, conforme a Figura 10, a mais citada foi a falta de capacitação docente (18 respostas), seguida da limitação de recursos tecnológicos da instituição (15

respostas). A percepção de que o BIM não é prioridade no currículo (11 respostas) e a ausência de diretrizes institucionais (12 respostas) também se destacaram, revelando barreiras tanto estruturais quanto culturais. Resistência à mudança (7 respostas) e ausência de obrigatoriedade (6 respostas) reforçam a importância de políticas institucionais que articulem inovação pedagógica e compromisso com demandas sociais. Esses achados estão em consonância com a literatura nacional e internacional (Batistello, Balzan, Pereira, 2019; Chen, Lu, Wang, 2020; Cuperschmid, Cruz, Ruschel, 2017; Moura, 2025; Lima, Melo, Melo, 2020).

Figura 10 – Principais dificuldades para a difusão do BIM na POLI/UPE.



Fonte: Autores (2025).

## 4.5 Aplicando técnicas de empreendedorismo e mentoria

Melhor que diagnosticar, em caso de empreender, é mostrar os resultados obtidos e produtos gerados. Nesta seção são apresentados os projetos desenvolvidos no Projeto Integrado I-MEC nos semestres 2023/2 e 2024/1.

### 4.5.1 SmartWater

Em grande parte dos condomínios residenciais a leitura de água é feita de forma manual por um técnico, que por vezes não tem acesso ao registro para fazer a leitura correta, sendo, portanto, cobrado na conta a média dos meses anteriores, em outros casos só existe um registro para o condomínio todo em que a conta é dividida entre os moradores por uma média simples ou critério de frações ideais, ou seja, muitos moradores pagam por uma água que não consumiram.

O *SmartWater* é um serviço que vende a medição de água de forma automática e precisa em que, é possível fazer a leitura de forma individualizada. O usuário terá acesso fácil através de um aplicativo em que acompanha o consumo em tempo real, pela medição através de um dispositivo IoT que envia os dados para o aplicativo em que será feita a leitura e vai reunir dados sobre os meses anteriores. Esse trabalho tem grande potencial de gerar economia de água, pois individualizando a leitura, pode promover a conscientização acerca da utilização da água, reduzindo desperdício e promovendo consumo responsável, podendo, ainda, auxiliar na identificação de fugas e/ou vazamentos de água.

#### 4.5.2 UniMentoring

O problema abordado neste projeto é a dificuldade enfrentada pelos alunos ao acompanhar as disciplinas do seu curso. A principal causa percebida ao avaliar este problema, foi a dificuldade de acesso aos conteúdos complementares para estudo, principalmente para alunos que perderam uma aula. Além disso, existem pessoas que dominam um determinado conteúdo e encontram-se dispostas a compartilhar este conhecimento com outras pessoas, mas que não possuem um meio de encontrar alunos interessados. Com essa problemática surge a UniMentoring, um aplicativo para disponibilizar materiais de estudo e conectar alunos e monitores.

Para tanto, pretende-se obter um aplicativo que funcionará como uma ferramenta de auxílio para os estudos. Nele estarão presentes materiais complementares, como resumos e videoaulas, por exemplo, referentes às disciplinas que os alunos estão cursando. Além disso, haverá a possibilidade de marcar sessões de aulas com monitores que já cursaram uma mesma disciplina na universidade, ou seja, entendem as maiores dificuldades que os alunos enfrentam naquela matéria. Com isso será possível formar uma comunidade de auxílio formada por mentores e alunos, criando um ambiente favorável à aprendizagem.

Ao utilizar o serviço tanto os alunos quanto os monitores terão à sua disposição novas tecnologias o que pode reparar-los para o futuro. Essa temática aplica a linha tecnológica de dispositivos web e comunicação móvel, criando um ambiente digital voltado à educação, permitindo a comunicação entre alunos e monitores, rompendo as barreiras do ambiente tradicional de estudo, a sala de aula. Em um cenário acadêmico cada vez mais dinâmico e digital, essa ferramenta facilitará a vida estudantil e promoverá um ambiente colaborativo, contribuindo para uma experiência de ensino mais eficaz e adaptada às demandas contemporâneas.

### 4.5.3 EduFeed

O EduFeed surge como uma resposta direta à necessidade identificada na comunidade estudantil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e propõe uma plataforma formada por Apps mobile e um site cuja base de dados é centralizada de forma que os alunos possam, de forma simples, buscar os docentes pelo nome, escola, faculdade, departamento ou curso e ter acesso a um perfil de cada um deles. Além disso, a plataforma visa ampliar seu escopo, permitindo avaliações também construtivas sobre refeições do restaurante universitário e a situação dos ônibus de acesso à faculdade. Essa abordagem abrangente visa melhorar a experiência acadêmica e cotidiana dos alunos. Para o desenvolvimento do software em si, planejou-se a utilização do Modelo Iterativo-Incremental, dado que se almeja um software que possa se adaptar aos requisitos que irão sendo levantados e modificados ao longo da execução do projeto.

Para a sua implementação, estuda-se 169lavan-la através de um pequeno nicho, por exemplo, habilitando para que alguns cursos possam utilizá-lo, conforme o software for amadurecendo e a solução apresente possibilidade de escalabilidade, 169lavanca-la a nível da universidade e futuramente expandir para outras universidades.

### 4.5.4 UniBox

O UniBox é um repositório unificado de materiais de estudo, com conteúdo suprido pelos próprios usuários, que enviam seus próprios materiais em troca de acesso gratuito a um material equivalente. O conteúdo é avaliado por profissionais e organizado de forma intuitiva e acessível, separado conforme a matéria (e.g. Cálculo, Química Orgânica, Mecânica dos Sólidos, etc), e posteriormente segmentado pelo tipo de conteúdo, para então poder ser utilizado por alunos de diversos cursos e universidades. Os usuários têm acesso a um número limitado de conteúdos básicos gratuitos por dia, mas podem comprar acesso a conteúdos específicos após o limite de materiais terem sido atingidos. O site também tem propagandas, que o usuário pode pagar para remover permanentemente.

### 4.5.5 PousoShare

A crescente demanda por moradia perto de centros universitários em grandes cidades destaca a necessidade de soluções práticas para estudantes que desejam minimizar custos e otimizar seu tempo. A falta de uma plataforma centralizada para o compartilhamento de moradias resulta em dificuldades na comunicação e na segurança das

informações. Embora redes sociais como o Facebook sejam amplamente utilizadas, elas necessitam de mecanismos adequados de verificação e avaliação.

O desenvolvimento da plataforma “PousoShare” se justifica pela necessidade de uma ferramenta específica que centralize ofertas de moradia e facilite a busca por espaços compartilhados. A plataforma oferecerá filtros de pesquisa como proximidade do campus, convivência com pessoas do mesmo gênero e presença de mobília, além de um sistema de avaliação e verificação de usuários. A iniciativa visa facilitar o acesso à moradia para estudantes e oferecer uma solução segura e econômica, especialmente para aqueles de baixa renda.

#### **4.5.6 VentiApis**

O projeto de desenvolvimento do macacão de apicultura refrigerado (VentiApis) tem como objetivo principal introduzir uma inovação significativa em um setor historicamente caracterizado por baixa evolução tecnológica, especialmente no que diz respeito aos equipamentos de proteção individual (EPIs). A apicultura, embora essencial para a agricultura e a preservação do meio ambiente, tem sido negligenciada em termos de inovação, com muitos apicultores ainda utilizando equipamentos que não oferecem conforto adequado, especialmente em regiões tropicais, onde as temperaturas no verão podem atingir níveis extremos.

Considerando esse contexto, o objetivo do projeto é lançar um macacão refrigerado que atenda às necessidades de conforto térmico e melhore significativamente as condições de trabalho dos apicultores, aumentando sua produtividade e segurança.

#### **4.5.7 FixIt**

O projeto FixIt visa atender uma crescente demanda por soluções de manutenção residencial através de um aplicativo inovador. A plataforma conectará usuários a prestadores de serviços em áreas como eletricidade, hidráulica e jardinagem, permitindo agendar, orçar e contratar serviços de forma prática e segura. Com previsão de lançamento em dois anos, o projeto começará como uma prova de conceito para validar o modelo de negócio. O FixIt é focado em tecnologias digitais, oferecendo uma solução prática para a gestão de serviços residenciais e contribuindo para a qualidade de vida e a inovação em cidades inteligentes.

Uma pesquisa de mercado revelou uma alta demanda por manutenção de eletrodomésticos e redes elétricas, além de uma necessidade de segurança e confiabilidade na contratação de prestadores de serviços. O nome FixIt e o slogan “FixIt: conserto fácil, na palma da sua mão” reforçam a ideia de uma solução simples e eficiente para a manutenção do lar. O projeto foi moldado a partir dos desafios identificados, organizados em um diagrama de Ishikawa, e o seu desenvolvimento foi direcionado por um Project Model Canvas, com uma equipe enxuta focada em obter feedback rápido para aprimorar o aplicativo. O objetivo inicial é cadastrar 100 usuários e oferecer uma plataforma com funcionalidades essenciais, como cadastro, avaliação, agendamento e pagamentos integrados.

#### **4.5.8 Cancela Automática**

A automatização de cancelas de estacionamentos nos campi UFRGS surge para melhorar a segurança e a dinâmica de estacionamentos dos veículos, ao mesmo tempo otimizar o uso de recursos despendidos com este serviço essencial. Atualmente, o acesso aos estacionamentos é realizado de forma manual por terceirizados mediante o controle de selos de estacionamentos para usuários autorizados que devem ser fixados no para-brisa dos veículos. O processo de controle de acesso consiste na verificação do selo e abertura manual da cancela permitindo o acesso.

Esta verificação não utiliza métodos adicionais de autenticação de forma a evitar fraudes, não gera relatório de acesso e não possibilita a contabilização da ocupação/disponibilidade de vagas de forma a auxiliar o usuário na busca de estacionamento. Portanto o objetivo do projeto é facilitar a passagem dos veículos nos estacionamentos da UFRGS através da automatização das cancelas.

A automação das cancelas envolverá a integração do cadastro informatizado de placas de veículos autorizados com placas arduino, módulos de visão de máquina para a captura e reconhecimento das placas de veículos de usuários cadastrados e um interfone para acionar assistência no caso de alguma eventualidade.

Espera-se com a implementação do projeto a eliminação de terceiros para a abertura e fechamento de cancelas, reduzindo o custo de manutenção e operação das cancelas. A proposta pode atender ao ODS 9 (Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 9, que engloba a Indústria, a Inovação e a Infraestrutura) promovida pela ONU (Organização das Nações Unidas) na Agenda 2030 (14), pois o projeto agrega conhecimentos aos graduandos do curso de Engenharia

Mecânica da UFRGS, e estes estão inseridos no contexto da indústria brasileira.

#### 4.6 Analisando a percepção do egresso

Os dados de mais de 130 estagiários ativos no momento deste mapeamento apontam que, apesar da grande variedade de setores de atuação dos estágios, cerca de 55% se concentram nas indústrias de bens de consumo, agronegócio, químicas e de engenharia em geral e cerca de 25% buscam empresas não tradicionais para engenheiros químicos (como as *startups* de tecnologia e marketing). Essa realidade se alinha aos aspectos técnicos da formação do engenheiro químico previsto no PPC da EQ-UFSCar (UFSCar, 2017).

Os 33 egressos do curso que responderam a pesquisa formaram se entre 2019 e 2023, sendo cerca de 70% formados entre os anos de 2021 e 2022. Eles atuam em mais de 10 cargos diferentes de consultoria, pesquisa e desenvolvimento até analistas de recursos humanos, desenvolvedores, vendedores ou especialistas em *marketing*, sendo que mais de 50% dos entrevistados se concentram nas indústrias de bens de consumo, engenharias em geral, alimentícias, químicas e em empresas de consultoria. Isso se reflete na efetividade do projeto pedagógico no que tange à formação técnica do engenheiro químico, inclusive porque 67,7% das empresas entrevistadas buscaram por um engenheiro químico e todos os entrevistados das empresas ressaltaram que essa diversidade de cargos se dá, principalmente, devido às suas habilidades comportamentais.

O Quadro 1 apresenta a compilação das percepções do egresso do curso (os 33 participantes deveriam selecionar 5 principais competências; logo os percentuais consideram um total de 165 respostas) e das empresas entrevistadas sobre as competências técnicas e comportamentais que o levou a estar no atual cargo, área e/ou setor produtivo. O Quadro 1 aponta que os profissionais autônomos, adaptáveis e com elevado nível de inteligência emocional são os mais buscados pelo ambiente corporativo, sendo que duas dessas três habilidades são as que os egressos mais acreditam ter desenvolvido. Por outro lado, a inteligência emocional é algo a ser mais bem trabalhado pela graduação. Enquanto quase 60% das empresas buscam essa habilidade entre os candidatos em processos seletivos e 30% dos egressos afirmam ter utilizado a mesma no ambiente profissional, apenas 20% deles acreditam ter sido capazes de desenvolver tal habilidade na

graduação. As competências mais buscadas pelas empresas, do ponto de vista dos egressos, apenas 3 são bem desenvolvidas. Essa informação é de fato preocupante, pois representa cerca de 40% do que o mercado espera em termos de perfil, deixando então um *déficit* significativo no perfil do profissional formado.

Quadro 1 - Percepção das competências pelos egressos e pelas empresas

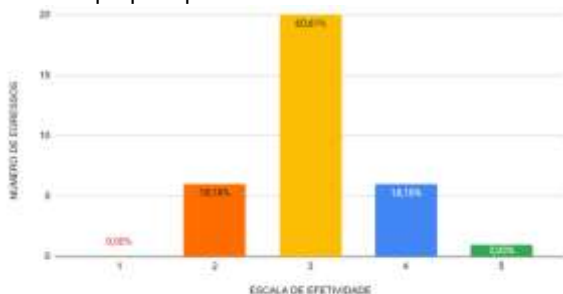
| Competências                  | Competências utilizadas no mercado (por egressos) | Competências desenvolvidas na graduação (por egressos) | Competências buscadas (por empresas) |
|-------------------------------|---|--|--------------------------------------|
| Autonomia                     | 39,39%  | 42,42%   | 64,71%                               |
| Adaptabilidade                | 45,45%  | 57,58%   | 58,82%                               |
| Inteligência Emocional        | 30,30%  | 21,21%   | 58,82%                               |
| Aprendizagem Constante        | 63,64%  | 57,58%   | 52,94%                               |
| Liderança                     | 12,12%  | 12,12%   | 47,06%                               |
| Inovação                      | 21,21%  | 12,12%   | 41,18%                               |
| Oratória/Comunicação          | 66,67%  | 63,64%   | 41,18%                               |
| Agilidade                     | 24,24%  | 21,21%   | 35,29%                               |
| Comprometimento               | 33,33%  | 39,39%   | 35,29%                               |
| Pensamento/Visão Crítica      | 42,42%  | 48,48%   | 35,29%                               |
| Pensamento/Visão Analítica    | 90,91%  | 69,70%   | 29,41%                               |
| Visão holística               | 21,21%  | 18,18%   | 11,76%                               |
| Criatividade                  | 9,09%   | 3,03%  | 5,88%                                |
| Habilidades de Gestão         | 27,27%  | 21,21%   | 0,00%                                |
| Negociação                    | 12,12%  | 9,09%  | 0,00%                                |
| Nenhuma                       | 0,00%   | 3,03%  | 0,00%                                |
| Olhar Socialmente Responsável | 9,09%   | 6,06%  | 0,00%                                |

Fonte: (Sousa, 2022)

A Figura 11 apresenta a percepção dos egressos em relação a eficácia da universidade no que tange ao desenvolvimento das competências

para ingresso no mercado de trabalho, em que a grande maioria dos entrevistados (78,79%) considera pouco eficaz ou medianamente eficaz. Neste tópico, é necessário destacar alguns comentários feitos pelos egressos como complemento às notas que deram nessa questão da pesquisa.

Figura 11 - Percepção de egressos em relação a eficácia da universidade no preparo para o mercado de trabalho



Fonte: Autores (2025).

Verificaram-se das entrevistas que 100% das empresas desejam construir relações com as IESs e já possuem modalidades de possíveis parcerias. Apesar de ser relativamente fácil a construção destas parcerias, existem fatores limitantes que atrasam esse processo, sendo os principais: i) a falta de clareza de como consolidar uma parceria produtiva; ii) o interesse por parte das Instituições de Ensino Superior e iii) a burocracia interna dentro das IESs.

Para 93% dos egressos as principais maneiras do curso avançar na preparação para o mercado de trabalho são principalmente: i) trazer empresas para dentro do ambiente acadêmico e incentivar um ambiente prático de aprendizado; ii) incluir disciplinas ou atividades acadêmicas com foco em desenvolvimento de competências socioemocionais (soft skills) e iii) incentivar a participação dos estudantes em organizações/movimentos estudantis como (AIESEC, Enactus, Empresa Júnior, Centro Acadêmico etc.).

#### 4.7 Impactos da integração universidade-empresa na empregabilidade

Como visto, a Usina de Projetos Experimentais (UPX) é realizado do primeiro ao oitavo semestre dos cursos de Engenharia do UniFacens.

Assim, para melhor objetividade e demonstração dessa metodologia aplicada, aqui será discutido esta componente curricular do sexto e oitavo semestre (UPX 6 e 8, respectivamente) do curso de Engenharia Química e do oitavo semestre (UPX 8) da Engenharia de Produção realizada no segundo semestre de 2024.

Até o momento, grandes indústrias já fizeram parte desta nova metodologia aplicada a esta componente curricular como é o caso da Lanxess, CBA, Starret, Grupo Splice e Emicol. Deve-se indicar que, em cada semestre, mais de uma empresa faz parte das atuações na componente curricular (UPX) dos cursos, pois também leva-se em conta a área de atuação da indústria ou do desafio proposto frente aos diferentes cursos de Engenharia (química, de produção, elétrica, mecânica, mecatrônica, de computação, civil e agrônômica).

No caso da Engenharia Química e Engenharia de Produção, no segundo semestre de 2024, a parceria foi firmada com a multinacional W.R. Grace, uma empresa norte-americana com atuação global, reconhecida pelo fornecimento de tecnologias químicas avançadas, como catalisadores, aditivos e soluções para refino de petróleo, processos petroquímicos e produtos especializados para a indústria de materiais (Grace, 2025).

A proposta da UPX com a W.R. Grace consistiu em lançar desafios reais enfrentados pela empresa, relacionados à sustentabilidade industrial, reaproveitamento de resíduos e melhoria de processos, para que os alunos elaborassem soluções viáveis dentro de um semestre. Ao todo, 15 grupos de estudantes das engenharias envolvidas (2 projetos da Engenharia de Produção e 13 projetos da Engenharia Química) desenvolveram projetos com foco em tecnologias limpas, gestão eficiente de recursos e inovação de produtos. As equipes receberam mentorias periódicas tanto de docentes quanto de colaboradores da indústria, o que permitiu uma imersão significativa no ambiente corporativo-industrial.

Como resultado da parceria, seis dos quinze projetos desenvolvidos foram selecionados para apresentação final na sede da empresa, com a presença da diretoria técnica e executiva da W.R. Grace, o que possibilitou aos estudantes vivenciarem uma experiência profissional real, obtendo *feedbacks* técnicos e promovendo uma conexão entre teoria e prática.

Muitos foram os pontos positivos, tanto de aprendizagem e do desenvolvimento de competências dos estudantes, quanto da resolução de problemas reais que a indústria vinha enfrentando. Assim, como forma de elucidar ainda mais a benfeitoria de conexão entre universidade e indústria, pode-se destacar que a receptividade da empresa foi tamanha

que, ao final do semestre, foi-se aberta uma vaga de analista no quadro da empresa, direcionada especificamente aos estudantes participantes da UPX. Em função do desempenho no projeto e apresentação da proposta, um estudante do curso de Engenharia Química foi indicado à vaga. Portanto, percebe-se que a UPX, além de propiciar aprendizado na prática com situações reais, também atua como uma estratégia para empregabilidade e construção de trajetórias profissionais desde a graduação.

Como forma de avaliar a percepção dos alunos frente a esta componente curricular, foram coletados dados institucionais por meio da avaliação institucional, respondida por todos os estudantes que cursaram a UPX. Esses dados indicam uma percepção amplamente positiva acerca da experiência vivenciada durante o curso. Os principais aspectos destacados foram o trabalho em equipe, o desenvolvimento de projetos aplicáveis, a criatividade, a aplicação prática do conhecimento e a preparação para o mercado de trabalho, o que reflete no alcance do objetivo de desenvolver as competências nos estudantes. Comentários como *“faz a gente correr atrás para desenvolver um projeto na prática”* e *“gera situações em que é necessário dialogar e buscar soluções”* evidenciam o engajamento dos estudantes e a valorização da metodologia adotada. Por outro lado, houve desafios como tempo limitado e dificuldades de colaboração em grupo. Essas observações são essenciais para melhorar o modelo pedagógico e destacam a importância da escuta ativa e da avaliação no aprimoramento curricular.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente capítulo de livro trouxe como tema o currículo de engenharia: estratégias para associar as demandas da sociedade com a formação em engenharia. Nesse contexto foram compiladas sete experiências sobre o assunto, que ocupam desde o primeiro até o último semestre de Engenharia em suas atividades.

Após apresentá-las nessa ordem formativa, o que as tornou uma única força formadora, faz-se um fechamento com suas principais contribuições desde o ingressante até o egresso, passando pelas suas metodologias, onde se destacam o PBL, a extensão e o BIM como ferramentas didáticas de integração do mercado com a formação em Engenharia.

### **Quanto ao ingressante**

Inicialmente na carreira de Engenharia, a experiência demonstra que a adoção de aprendizagens ativas, estruturadas por meio de termos de referência organizados, e o trabalho em equipes com papéis definidos, promovem uma formação de engenheiros capaz de responder às demandas sociais e ambientais atuais. A integração entre conhecimentos técnicos e habilidades comportamentais essenciais cria profissionais mais conscientes, éticos e preparados para os desafios complexos do mercado. Essa abordagem pedagógica, além de atender aos parâmetros das DCNs, reforça o papel social da universidade e promove um ensino inovador com impacto direto na comunidade.

A inserção de discentes na extensão, relatada pelo programa de extensão desenvolvido em parceria com escolas de Campina Grande-PB, possibilitou aos estudantes extensionistas experiências de aprendizagem não trabalhadas nas disciplinas tradicionais dos cursos de Engenharias e Ciências da Computação. Através de uma demanda da sociedade e do meio ambiente, que é o consumo consciente, o programa de extensão contribuiu para a formação discente, através do desenvolvimento de habilidades e competências nos estudantes extensionistas envolvidos nos projetos.

Adicionalmente, o programa de extensão universitária buscou contribuir com a formação dos estudantes, para um despertar científico e humanitário, promovendo experiências integradoras nas dimensões cultural, política, social e tecnológica, tendo como foco o trabalho com uma demanda específica da sociedade.

A Extensão universitária, ainda, trabalha temas que envolvem vários cursos no mesmo programa, os projetos contribuíram para o desenvolvimento de competências, a partir da integração entre diferentes áreas do conhecimento, o desenvolvimento de habilidades interdisciplinares, a ampliação das relações com outros profissionais e a aplicação prática do aprendizado. Notoriamente, a competência melhor trabalhada foi a de comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica, inclusive por meio do uso consistente das tecnologias digitais de informação e comunicação.

Ao longo do programa, os estudantes foram capazes de interagir com as diferentes culturas, trabalhando em equipes e facilitando a construção coletiva e vislumbrando a imperativa necessidade da ética e da responsabilidade profissional, além de avaliar os impactos das atividades de Engenharia na sociedade e no meio ambiente.

Resumidamente, a extensão universitária é uma ferramenta válida para desenvolver os discentes desde sua fase inicial da Engenharia e

pode ser uma fonte de captação de novos alunos nas atividades externas.

### **Quanto ao estudante de Engenharia**

Ao transitar no meio de sua formação, atividades coletivas como o PET, trazem experiências importantes, como o PET-EE/UFPA relatou que os resultados demonstram que a metodologia de organização, fundamentada no PBL e estruturada em coordenadorias e oficinas, contribuiu para a formação integral dos estudantes de Engenharia Elétrica. O modelo favoreceu a integração entre ensino, pesquisa e extensão, ampliou o engajamento dos membros e estimulou o desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais, como liderança, comunicação, gestão de recursos e resolução de problemas, fortalecendo a inserção dos petianos em estágios, pós-graduação e no mercado de trabalho.

Além disso, o impacto acadêmico e científico do grupo foi evidenciado pelo aumento e qualificação da produção, pelo avanço em inovação com o depósito de patentes e pelo reconhecimento em premiações nacionais. Dessa forma, o PET reafirma sua relevância como espaço de formação diferenciada em engenharia e a experiência do PET-EE/UFPA apresenta-se como um modelo replicável para outros grupos, capaz de superar desafios de gestão e potencializar resultados em projetos técnicos e científicos.

Somar novas experiências da vida profissional ainda no período de formação mostrou-se uma estratégia relevante de forma prática. A implementação do BIM no ensino de Engenharia, apesar das limitações identificadas, como infraestrutura, diretrizes institucionais e capacitação docente, apresenta grande potencial para alinhar a formação acadêmica às demandas atuais e futuras da sociedade. Na POLI/UPE, constatou-se que a maioria dos professores possui conhecimento limitado sobre a metodologia, sobretudo no ciclo básico. Entretanto, também se verificou disposição em aprender e aplicar o BIM, revelando espaço para estratégias institucionais que promovam a formação continuada e incentivem práticas pedagógicas integradoras.

Esses relatos reforçam que o BIM pode ser um instrumento pedagógico capaz de articular ensino, pesquisa e extensão, estimulando a formação de engenheiros preparados para enfrentar desafios reais da sociedade.

Para interligar os conhecimentos adquiridos e preparar para práticas do mercado, o projeto integrador promove o desenvolvimento da habilidade em pesquisa para projetar e conduzir experimentos,

desenvolvendo o uso das tecnologias atuais e novas. Ainda convida os discentes a serem flexíveis para se adaptar às mudanças, identificar demandas sociais e entender o mercado, formando engenheiros empreendedores. O projeto possibilita ao acadêmico conhecer conceitos sobre inovação e empreendedorismo, promovendo conexões com mentores que os auxiliaram na elaboração do projeto tendo por objetivo e prioridade o desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras, seguidas de debates e exposição de conteúdos básicos, realização de trabalhos em grupo e aplicação prática de conteúdos na forma de projetos.

Ainda, pode-se perceber nos acadêmicos que os estudos realizados inferem, ou seja, tem impacto sobre viabilidade econômica, ambiental, viabilidade social, intervenções e melhoria contínua e possibilitou desenvolver consciência crítica. Além disso, pode-se perceber um grande envolvimento dos acadêmicos, participação ativa, sendo proativos, percebendo a relação preventiva e corretiva.

### **Quanto ao egresso**

Ter estratégias além da cultura formal da Universidade, com os próprios egressos buscando seus pares para entender como se colocaram no mercado, é o que o trabalho da UFSCar nos trouxe.

Os egressos entrevistados valorizam e reconhecem o desenvolvimento de competências além das técnicas no curso de Engenharia Química da UFSCar, mas ainda se sentiram despreparados para o mercado de trabalho, apontando para a necessidade da participação ativa do setor produtivo no meio acadêmico. Identificou-se que as corporações também almejam uma maior aproximação das universidades e contribuição para essa dinâmica de ensino e aprendizagem que qualifique o profissional com competências técnicas e socioemocionais. Mas a falta de um mecanismo simples para tal aproximação é notória.

Essa análise contribuiu para o novo PPC do curso, atendendo às novas DCNs, precisava de reais avanços no desenvolvimento de *soft skills*, o que foi explorado nos espaços já existentes de sala de aula e na atualização das atividades curriculares, inclusive com a inserção da curricularização da extensão. Finalmente, políticas públicas e locais das IESs devem facilitar o processo de parceria acadêmico-industrial, a partir de caminhos menos burocráticos e demorados para consolidar de objetivos pedagógicos claros.

A seguir, vem a contribuição na integração Universidade-Empresa, onde a formação de engenheiros, no cenário contemporâneo, exige

metodologias educacionais que transcendam o modelo tradicional e promovam uma aprendizagem ativa, contextualizada e interdisciplinar.

A experiência da Usina de Projetos Experimentais (UPX) mostra-se eficaz nesse sentido, ao articular ensino, pesquisa e extensão por meio de desafios reais propostos por empresas parceiras. Essa aproximação com o setor produtivo fortalece o desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais, amplia a empregabilidade dos estudantes e contribui para a formação de profissionais mais críticos, criativos e comprometidos com a sustentabilidade.

Os projetos desenvolvidos com a empresa W.R. Grace demonstram os impactos positivos da UPX no processo formativo do estudante. A estrutura metodológica, baseada em avaliação contínua e orientações por mentores acadêmicos e industriais, cria um ambiente fértil para a inovação e para a construção colaborativa do conhecimento. A abertura de oportunidades profissionais ao final dos projetos indica o potencial transformador da iniciativa. Assim, a UPX configura-se como uma prática educacional importante e inspiradora, que contribui para a formação de engenheiros preparados para atuar com excelência técnica e ética.

## REFERÊNCIAS

AL-DHAIMESH, S. H.; TAIB, N. A review: investigation of augmented reality–BIM benefits in design process in AEC industry. **Informatica**, v. 47, n. 5, 2023.

AL-QAZZAZ, I. *et al.* Integration of building information modeling into building circularity assessment: a systematic review. **Built Environment Project and Asset Management**, 2024.

ALARCON, D. F. *et al.* Os desafios da educação em rede no contexto da indústria 4.0. **Est. Interd. Ciências Exatas e da Terra e Engenharias** 3, p. 279–293, 2019.

ALENCAR, L. *et al.* A utilização do BIM como ferramenta de ensino no Brasil: uma revisão bibliométrica e sistemática. **Revista Ímpeto**, v. 2, n. 13, p. 51-65, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração. 3. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2025.

AZEVEDO, V. F. B. de; LIRA, H. F. de; MORAES, A. B. de; VASCONCELOS, B. M. Aplicação do BIM na educação: ampliando a eficácia do ensino de projeto por meio da integração com a realidade aumentada. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 5., 2023. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2023.

BATISTELLO, P.; BALZAN, K. L.; PEREIRA, A. T. C.. BIM no ensino das competências em Arquitetura e Urbanismo: transformação curricular. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 10, e019019, 2019.

BORKOWSKI, A. S.. *A literature review of BIM definitions: narrow and broad views*. **Technologies**, v. 11, n. 6, p. 176, 2023.

BORRÁS, M. Á. A.; LOURENÇÃO, G. J. M.; MERGULHÃO, R. C. Interação universidade-empresa para o ensino baseado em casos reais em engenharia. **Educação em Revista**, v. 39, 2023.

BRASIL. Lei nº. 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação PNE e dá outras providências. Brasília, DF, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. *Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia*. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/ensinosuperior/diretrizes-curriculares-nacionais-para-os-cursos-de-engenharia>.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Superior. **Manual de Orientações Básicas - Programa de Educação tutorial**. Brasília, 2006.

BRASIL. Resolução CNE/CES nº 1, de 26 de março de 2021 – **Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo**.

BRASIL. **Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019**. Brasil, 2019.

BRASIL. **Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018**. Brasil, 2018.

CAMPOS, J. S. A. S. O.; SOUSA, V. M. C.; FERRARI, M. V. D.; SCARDUA, F. P. Aprendizagem ativa em grandes turmas de engenharia: “adaptação do método dos 300”. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 11892-11903, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n3-157.

CARVALHO FONTENELE, I. A curricularização da extensão no Brasil: história, concepções e desafios. v. 27, p. 1–10, 2024.

CARVALHO, L. D. 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. **Gestao e Producao**, v. 24, n. 4, p. 829–841, 2017.

CHEN, K.; LU, W.; WANG, J.. University–industry collaboration for BIM education: Lessons learned from a case study. **Industry and Higher Education**, v. 34, n. 6, p. 401-409, 2020.

CHESBROUGH, H. **OPEN INNOVATION: The New Imperative for Creating and Profiting from technology**. Boston: Harvard Business School Publishing, 2006.

CUPERSCHMID, A.; CRUZ, M. O.; RUSCHEL, R. C. A incorporação de BIM no ensino do curso Técnico em Edificações. **Gestão&Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 12, n. 2, p. 117-134. 2017.

DORNELAS, J. Empreendedorismo, Transformando Ideias em Negócios. 2021.

DRUCKER, P. Inovação e Espírito Empreendedor: Prática e Princípios. São Paulo/SP. Editora Pioneira. 1986.

DRUCKER, P. DRUCKER: O homem que inventou a administração. Editora Alta Books. São Paulo/SP. 2006.

DUNEL, M. P.; MOREIRA, L. C. de S.; CHECCUCCI, É. de S.; MELO, R. S. S. de. Maturidade BIM na Universidade Federal da Bahia. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE

CONSTRUÍDO, 19., 2022. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2022

FEDERAL, Senado. Constituição. **Brasília (DF)**, 1988.

FEEB. **Faculdade de Engenharia Elétrica e Biomédica**. 2023. Disponível em: <https://feeb.ufpa.br/index.php/planos-pedagogicos-dos-cursos-2>. Acesso em: 28 jul. 2025.

FERREIRA, P. *et al.* Indústria 4.0: Modelo de ensino para formação de Engenheiros de Produção. **Rev. de Ensino de Engenharia**, v.38, n.3, p.94–105, 2019

GIANESI, I. G. N.; MASSI, J. M.; MALLETT, D. Formação de professores no desenho de disciplinas e cursos: foco na garantia de aprendizagem. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

GIATTI, L. L. *et al.* O nexó água, energia e alimentos no contexto da Metrópole Paulista. *Estudos Avançados*, v. 30, n. 88, p. 43-61, 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GRACE. **About Grace**. Disponível em: <https://grace.com/about-grace/>. Acesso em: 28 jul. 2025.

HISRICH, R. D.; PETERS, M. P. Empreendedorismo. 5a. Edição, Editora Bookman, Porto Alegre/RS, 2004. ISBN 978-85-363-0350-6.

INEIA, A. *et al.* As visões globais e perspectivas futuras no ensino da sustentabilidade na engenharia. **Educação em Revista**, v. 39, n. versão 1, 2023.

LI, H.; KHATTAK, S. I.; SHAMIM, M. A. *Quality culture, university-industry collaboration, and perceived employability among vocational students in China: a Yanpei Huang perspective*. **Frontiers in Psychology**, v. 15, p. 1–15, 2024.

JORDAO, G. M.; SILVA, A. R. da. METODOLOGIAS ATIVAS NA

EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA: DESENVOLVIMENTO INTEGRAL DO ESTUDANTE. **Revista de Estudos Interdisciplinares**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 01–21, 2024. DOI: 10.56579/rei.v6i1.936. Disponível em: <https://revistas.ceeinter.com.br/revistadeestudosinterdisciplinar/article/view/936>. Acesso em: 20 ago. 2025.

KORDESTANI, Nazanin *et al.* *A comprehensive evaluation of factors influencing offsite construction and BIM integration in the construction industry.* **Engineering, Construction and Architectural Management**, 2024.

LIMA, R. M.; CARVALHO, D.; FLORES, M. A.; HATTUM-JANSSEN, N. *A case study on project led education in engineering: students' and teachers' perceptions.* **European Journal of Engineering Education**, 2007.

LIMA, W. E. F.; MELO, L. A. P.; MELO, R. S. S. de; GIESTA, J. P.. BIM no ensino de Engenharia Civil: proposta de adaptação de matriz curricular. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v.11, p.e020028, 2020.

LOUREIRO, S. M., PEREIRA, V. L. D. do V.; PACHECO JÚNIOR, W. (2016). *Sustainability and sustainable development in engineering education.* Revista Eletrônica Em Gestão, Educação E Tecnologia Ambiental, 20(1), 306–324. <https://doi.org/10.5902/2236117019818>

LOVATO, F. L. *et al.* Metodologias ativas de aprendizagem: Uma Breve Revisão. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 2, p. 154–171, 2018.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições**. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MARQUES, H. R. *et al.* Inovação no ensino: uma revisão sistemática das metodologias ativas de ensino-aprendizagem. **Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)**, v. 26, n. 3, p. 718–741, 2021.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. **Educação Transformadora**, p. 02–25, 2018.

MOURA, N. C. Uma 'nova' ênfase para a adoção de BIM em cursos de graduação. **PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 16, e025019, 2025.

NAMBUNDO, J. M.; RIBEIRO, P. F.; SIMÕES, M. G. Educação e ensino na engenharia – Maturidade discente e considerações baseadas em pesquisa de campo preliminar. **Rev. de Educação, Ciência e Tecnologia**, p. 139–154, 2024.

NASCIMENTO, F. P. do. **Metodologia da pesquisa científica: teoria e prática** – como elaborar TCC. Brasília: Thesaurus, 2016.,

NATAL CORREIA, J.; FIGUEIREDO-DE-ANDRADE, C.; BASTOS LIMA, N. Lixo e reciclagem: a percepção ambiental de estudantes de escolas públicas e privadas do município de Bom Jesus do Itabapoana (RJ). *Humanas Sociais & Aplicadas*, v. 6, n. 15, 28 jun. 2016.

OFFICE, Cabinet. **Society 5.0**. [S. l.], 2016. Disponível em: [https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5\\_0/index.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0/index.html). Acesso em: 17 jun. 2022.

OLIVEIRA-MELO, F. G. et al. Prática da extensão universitária nos cursos de engenharia ofertados por instituições de ensino superior públicas no Brasil. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 44, p. 63- 80, 2025.

OLIVEIRA, V. F. As inovações nas atuais diretrizes para a Engenharia: estudo comparativo com as anteriores. In: OLIVEIRA, V. F. (org.). *A Engenharia e as novas DCNs: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros*. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

PAPURAJ, X.; IZADYAR, N.; VRCELJ, Z.. *Integrating Building Information Modelling into Construction Project Management Education in Australia: A Comprehensive Review of Industry Needs and Academic Gaps*. **Buildings**, v. 15, n. 1, p. 130, 2025.

PASCON, D. M.; PERES, H. HC. Aprendizagem baseada em projetos. **Educação permanente em saúde**. Brasília, Editora ABEn, p. 47-53, 2023.

RIES, E. A startup enxuta. São Paulo, Editora Leya, 2012. ISBN 858178013X

SILVA, A. M. Estudo sobre o uso de metodologias ativas nos cursos de engenharia elétrica do Brasil. Juazeiro, BA: Universidade Federal do Vale do São Francisco, Especialização em Metodologias Ativas, 2024.

SILVA, L. C. P. G. Engenharia e desenvolvimento sustentável: a importância da implementação do ensino das práticas ESG no curso de Engenharia Civil. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), 2023, Rio de Janeiro. Anais eletrônicos. Rio de Janeiro: Universidade Federal de Sergipe, 2023. DOI: 10.37702/2175-957X. COBENGE.2023.

SOUZA, C. C. de; SILVA, F. P. G. da; SALGADO, M. S.; VELASCO, R. V.; GRABOIS, T. M.. Aplicação do BIM em conforto ambiental: uma experiência no ensino de Arquitetura e Urbanismo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 5., 2023. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2023.

TONINI, A. M. **Educação em engenharia: as competências na formação do engenheiro**. 1. ed. Goiânia: Editora Alta Performance, 2023.

TONINI, A. M. **Ensino de engenharia: atividades acadêmicas complementares na formação do engenheiro**. Tese (Doutorado). UFMG, Minas Gerais, 2007.

TASSARA, G. V.; BARACHO, R. M. A. A importância da integração para a automação do BIM nas etapas de modelagem e orçamentação. **Revista Foco**, v. 18, n. 7, p. e9316-e9316, 2025.

TOMÉ, M. V. D. F.; MILLER, K. B.; BLUMENSCHIEIN, R. N. Understandable methodology bonding knowledge from cradle-to-cradle for undergrad students: UROBORUS. In: International Conference on Life Cycle Assessment, 5., 2013, Mendoza. Proceedings of the Vth International Conference on Life Cycle Assessment. Mendoza: Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica, 2013.

TOMÉ, M. V. D. F.; SCARDUA, F. P.; BLUMENSCHNEIN, R. N. Educação para responsabilidade ambiental e social no ensino de engenharia. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), 39., 2011, Blumenau. Anais eletrônicos. Blumenau: ABEA, 2011.

TONINI, A. M.; PEREIRA, T. R. D. S. **Desafios da Educação em Engenharia: Inovação e Sustentabilidade, Aprendizagem Ativa e Mulheres na Engenharia**. Brasília: ABENGE, 2018. v. 1

UFCG. Resolução nº. 14, de 29 de junho de 2022. Inserção curricular da Extensão nos cursos de graduação da UFCG. Campina Grande, PB, 2022.

UNESCO. **Engenharia para o desenvolvimento sustentável**. Paris: UNESCO, 2022

ZABALA, A.; ARNAU, L. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Penso, 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). **Projeto Pedagógico**. São Carlos: Departamento de Engenharia Química, 2017. p. 192. Disponível em: [https://www.deq.ufscar.br/pt-br/assets/arquivos/ppc\\_2017.pdf](https://www.deq.ufscar.br/pt-br/assets/arquivos/ppc_2017.pdf). Acesso em: 13 maio de 2022.

VALENÇA, A. K. A. Metodologias ativas no ensino de engenharia: uma revisão bibliométrica. Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v. 23, n. 2, e-4982, 2023, p. 1-26. DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v23i2.4982>.

WATANABE, F.; ANTONIALLI, A.; VENTURA, C.; PAZIANI, F.; ARAUJO, L.; SHIKI, S.; FRANCO, V.. As Novas DCNs de Engenharia: Desafios, Oportunidades e Proposições. Congresso de Ensino de Graduação. CONEGRAD UFSCAR, 2019.

ZAMMAR, G. *et al.* Gestão da interface universidade-indústria: Orientações derivadas de um estudo de caso. **Espacios**, v. 38, n. 32, 2017.

## CAPÍTULO 6

### EVOLUÇÃO E DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA NO BRASIL: TRANSFORMAÇÕES CURRICULARES, TECNOLÓGICAS E SOCIAIS PARA UMA FORMAÇÃO INTEGRAL E CONTEMPORÂNEA

*Fernando Akira Kurokawa - Coordenador*  
Universidade de São Paulo (USP)

*Luciana Montanari - Coordenadora*  
Universidade de São Paulo (USP)

*Alexandre Lymberopoulos*  
*Alexandre Kawano*  
*Ana Carolina de Sousa Silva*  
*Antônio Carlos Seabra*  
*Ariana L. C. Serrano*  
*Fabricao Rossi*  
*Gustavo P. Rehder*  
*Pedro Luiz Fagundes*  
*Rafael Traldi Moura*  
Universidade de São Paulo (USP)

*Marcelo Okada Shigueoka*  
*Marinilda Lima Souza*  
Universidade SENAI CIMATEC

*Inês Barreto de Almeida*  
*Patrícia Lizi de Oliveira Maggi*  
Cruzeiro do Sul Educacional

*Andréa Regina Martins Fontes*  
*Andréa Regina Martins Fontes*  
*Camila Barros de Miranda Moram*  
*Isaías Torres*  
*Miguel Ángel Aires Borrás*

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

*Ana Maura Araújo Rocha*

*Elisângela Martins Leal*

*Paulo Henrique Vieira Magalhães*

Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)

## SUMÁRIO

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO: O NOVO PARADIGMA DA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA.....</b>             | <b>191</b> |
| <b>2</b> | <b>A TRAJETÓRIA CURRICULAR: DO TECNICISMO A FORMAÇÃO POR COMPETÊNCIA .....</b> | <b>192</b> |
|          | 2.1 Evolução histórica, cultura acadêmica e integralidade.....                 | 192        |
|          | 2.2 A complexidade e o perfil multidimensional do engenheiro.....              | 193        |
| <b>3</b> | <b>O DESENHO CURRICULAR INOVADOR E A APRENDIZAGEM SITUADA .....</b>            | <b>194</b> |
|          | 3.1 Intencionalidade, flexibilidade e a dimensão cultural .....                | 194        |
|          | 3.2 Exemplos de transformações curriculares .....                              | 195        |
| <b>4</b> | <b>TECNOLOGIA, INCLUSÃO E O IMPERATIVO SOCIAL DA EXTENSÃO .....</b>            | <b>196</b> |
|          | 4.1 Exemplos de práticas extensionistas integradas .....                       | 197        |
| <b>5</b> | <b>CULTURA ACADÊMICA E DESAFIOS PARA A CONSOLIDAÇÃO.</b>                       | <b>198</b> |
|          | 5.1 Definição de cultura e resistência à mudança .....                         | 199        |
|          | 5.2 Desafios culturais e institucionais .....                                  | 199        |
| <b>6</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>   | <b>201</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>201</b> |

## **EVOLUÇÃO E DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA NO BRASIL: TRANSFORMAÇÕES CURRICULARES, TECNOLÓGICAS E SOCIAIS PARA UMA FORMAÇÃO INTEGRAL E CONTEMPORÂNEA**

### **1 INTRODUÇÃO: O NOVO PARADIGMA DA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA**

A educação em Engenharia no Brasil passa por uma transformação profunda, impulsionada pelas complexas mudanças sociais, tecnológicas e epistemológicas da sociedade contemporânea. O avanço da automação, da inteligência artificial e da complexidade dos sistemas produtivos tornaram o modelo tradicional ultrapassado.

O modelo tradicional, baseado na racionalidade instrumental, foi criticado por autores como Freire (1996) e Habermas (apud Moraes e Muricy, 1991), por reduzir a aprendizagem à adaptação técnica e limitar o potencial crítico e emancipatório do estudante. Em contraste, o cenário atual exige profissionais éticos, críticos e reflexivos em contextos incertos, interdisciplinares e socialmente relevantes. As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) de 2019 estabeleceram a formação por competências como o eixo estruturante dos projetos pedagógicos. Competência exige a mobilização integrada de saberes (conhecimentos, habilidades e atitudes) em situações complexas e a capacidade de agir de forma eficaz em contextos reais (Jonnaert *et al.*, 2006).

A urgência dessa formação integral e contextualizada levou ao desenvolvimento de novas estratégias, como o ensino baseado em eventos situacionais, que favorece a ação competente e o desenvolvimento de uma inteligência contextualizada. A Educação contemporânea deve ser um vetor de transformação social, promovendo inclusão, equidade e desenvolvimento sustentável.

Este capítulo visa analisar a evolução histórica do currículo de Engenharia no Brasil, detalhando as transformações implementadas em diferentes instituições, os desafios impostos pela tecnologia, o papel da cultura acadêmica e a importância estratégica da curricularização da extensão para a consolidação de uma formação verdadeiramente integral e contemporânea.

## 2 A TRAJETÓRIA CURRICULAR: DO TECNICISMO À FORMAÇÃO POR COMPETÊNCIA

A formação em Engenharia tem evoluído de um modelo predominantemente tecnicista, centrado na transmissão de conteúdos e na especialização, para um paradigma orientado pelo desenvolvimento de competências, que integra saberes técnicos, científicos e humanos. Essa transição reflete profundas transformações no ensino e na cultura acadêmica, em direção a uma formação mais integral, crítica e contextualizada. Diante dos desafios contemporâneos, o engenheiro deve apresentar um perfil ético, criativo e colaborativo, capaz de atuar de forma inovadora e socialmente responsável. Nesse sentido, o currículo deve promover a articulação entre conhecimentos, habilidades e atitudes, de modo a alinhar-se às demandas complexas e interdisciplinares do século XXI.

### 2.1 Evolução histórica, cultura acadêmica e a integralidade

Historicamente, o currículo dos cursos de Engenharia foi orientado quase exclusivamente pela dimensão técnica, com foco no domínio de Matemática, Física e Química voltado à formação de quadros qualificados para a modernização industrial. Os chamados “currículos mínimos” da década de 1960 asseguravam certa homogeneidade na formação, mas também revelavam um caráter engessado e tecnicista, marcado pela baixa articulação com as demandas sociais e pela pouca ênfase em aspectos humanos e éticos da profissão.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), promulgada em 1996, representou um ponto de inflexão ao introduzir maior flexibilidade curricular. Posteriormente, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) de 2002 consolidaram a exigência de uma formação baseada em competências e habilidades, incorporando a noção de formação integral do engenheiro, capaz de articular saberes técnicos, científicos e sociais.

A trajetória evolutiva dos modelos educacionais reflete mudanças estruturais nas abordagens pedagógicas, nas relações entre professores e estudantes e nos objetivos formativos das instituições de ensino.

A Educação 1.0 caracteriza-se como um modelo transmissivo e centrado no professor, cuja função principal é a de repassar conteúdos, enquanto o estudante ocupa uma posição passiva no processo de aprendizagem (Moran, 2015). Com o advento da Educação 2.0, observa-se a incorporação inicial das tecnologias digitais e o estímulo a práticas mais interativas, embora ainda limitadas por estruturas pedagógicas tradicionais. A Educação 3.0 aprofunda essa transição, avançando na

personalização da aprendizagem e no uso colaborativo de recursos digitais, o que promove maior protagonismo discente (Lévy, 2010).

Na Educação 4.0, alinhada às demandas da Quarta Revolução Industrial, ganha destaque o desenvolvimento de competências digitais, cognitivas e socioemocionais. Nesse contexto, a aprendizagem torna-se ativa, crítica e autônoma, e o estudante é reconhecido como agente central de sua formação. O papel do educador, por sua vez, ressignifica-se, passando a atuar como mediador e orientador de experiências formativas inovadoras (Scheicher, 2018).

A Educação 5.0 amplia esse paradigma ao transcender a dimensão tecnológica e incorporar a ética e o humanismo como eixos fundamentais. Essa perspectiva propõe a formação de engenheiros capazes de liderar processos de inovação tecnológica com responsabilidade social, orientados pela defesa dos direitos humanos e pela promoção de uma sociedade global sustentável e equitativa (Lantada, 2020). Nessa concepção, a aprendizagem é entendida como uma responsabilidade compartilhada entre docentes, discentes, gestores e a comunidade universitária em sentido amplo.

Mais recentemente, autores como Moleka (2023) discutem os contornos da chamada Educação 6.0, considerada um desdobramento da anterior. Essa nova abordagem enfatiza ainda mais a autonomia discente, o desenvolvimento holístico e uma integração equilibrada entre tecnologia e relações humanas, superando visões reducionistas centradas apenas na inovação tecnológica.

No contexto brasileiro, um marco importante dessa evolução é a Resolução CNE/CES nº 2/2019, que atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. O documento reforça a necessidade de interdisciplinaridade, metodologias ativas, aprendizagem centrada no estudante e integração com a sociedade, definindo a formação por competências como eixo estruturante da formação do engenheiro contemporâneo.

## **2.2 A complexidade e o perfil multidimensional do engenheiro**

O mundo contemporâneo, com problemas complexos como mudanças climáticas e desigualdades sociais, exige que a Engenharia evolua de uma área focada em respostas exatas para formações mais tecno-sociais. O engenheiro deve ir além do ensino técnico, buscando uma preparação ética e política. Deve ser capaz de investigar estruturas em sua dimensão existencial (Chauf, 1999) e analisar metafisicamente os entes complexos (Bornheim, 2011).

Essa transformação se alinha à Educação 5.0 (integração de tecnologia e humanismo, Lantada, 2020; Alharbi, 2023) e à Educação 6.0 (foco em sustentabilidade, justiça social e ética global, Moleka, 2023). O profissional deve equilibrar rigor técnico com habilidades humanas, como inteligência emocional, escuta ativa, empatia, resiliência e coragem ética. Essas habilidades, listadas pelo Fórum Econômico Mundial (WEF, 2025), são desenvolvidas por meio de experiências vividas, e não apenas por conteúdos teóricos.

### **3 O DESENHO CURRICULAR INOVADOR E A APRENDIZAGEM SITUADA**

O desenho curricular inovador emerge como resposta à necessidade de repensar os modelos tradicionais de ensino, propondo percursos formativos mais intencionais, flexíveis e conectados com as realidades sociais, profissionais e culturais dos estudantes. Este modelo valoriza a aprendizagem situada, reconhecendo que o conhecimento se constrói em contextos autênticos, integrando teoria e prática, e promovendo experiências significativas que respeitam a diversidade de trajetórias e saberes. A intencionalidade pedagógica se expressa na articulação entre objetivos formativos e competências reais de atuação, enquanto a flexibilidade curricular permite múltiplos caminhos de aprendizagem, adaptados às necessidades individuais e coletivas

#### **3.1 Intencionalidade, flexibilidade e a dimensão cultural**

Esse modelo mais intencional, inovador e flexível valoriza a aprendizagem situada, em que o conhecimento é construído em contextos autênticos, integrando teoria e prática.

A intencionalidade pedagógica se expressa na articulação entre objetivos formativos e competências reais de atuação, enquanto a flexibilidade curricular permite múltiplos caminhos de aprendizagem, adaptados às necessidades individuais e coletivas. Inserido em uma dimensão cultural mais ampla, o currículo torna-se um instrumento de transformação, capaz de acolher demandas contemporâneas e fomentar o protagonismo discente. Exemplos como a adoção de projetos interdisciplinares, trilhas formativas personalizadas, metodologias ativas e integração com territórios e comunidades ilustram movimentos concretos de inovação curricular já em curso em diversas instituições de ensino superior.

É crucial que o currículo ofereça flexibilidade, permitindo a personalização da formação. A flexibilização pode ocorrer no como (permitindo ao estudante escolher entre projetos de mesma natureza) ou no “o que” (permitindo a escolha de optativas que desenvolvam competências específicas).

Para garantir a intencionalidade (Biggs, 2014), o projeto de curso deve partir da definição das competências do egresso, seguido pelo projeto das experiências de aprendizagem e, por fim, pela distribuição em componentes curriculares. O estudante deve ser engajado em situações de aprendizagem significativas (Joannert et al., 2006), que estimulem níveis cognitivos mais elevados, conforme a Taxonomia de Bloom revisada, *analisar, avaliar e criar*, (Anderson, Krathwohl e Airasian, 2001), e favoreçam o desenvolvimento progressivo da expertise (Dreyfus e Dreyfus, 1980). Dessa forma, assegura-se que o conteúdo seja aprendido de maneira contextualizada, crítica e voltada à ação transformadora.

Para garantir a intencionalidade (Biggs, 2014), o projeto pedagógico do curso deve ser estruturado a partir da definição das competências do egresso, seguida pela concepção das experiências de aprendizagem e, posteriormente, pela sua organização em componentes curriculares.

### 3.2 Exemplos de transformações curriculares

O desenho curricular inovador emerge como resposta à necessidade de repensar os modelos tradicionais de ensino. Ao valorizar a aprendizagem situada, esse modelo reconhece que o conhecimento se constrói em contextos autênticos, integrando teoria e prática, e promovendo experiências significativas que respeitam a diversidade de trajetórias e saberes. A intencionalidade pedagógica se expressa na articulação entre objetivos formativos e competências reais de atuação, enquanto a flexibilidade curricular permite múltiplos caminhos de aprendizagem, adaptados às necessidades individuais e coletivas. Inserido em uma dimensão cultural mais ampla, o currículo torna-se um instrumento de transformação, capaz de acolher demandas contemporâneas e fomentar o protagonismo discente. Exemplos como a adoção de projetos interdisciplinares, trilhas formativas personalizadas, metodologias ativas e integração com territórios e comunidades ilustram movimentos concretos de inovação curricular já em curso em diversas instituições de ensino superior.

**Engenharia de Produção na UFSCar - Campus Sorocaba:** O novo Projeto Pedagógico de Curso (PPC) foi estruturado com base em competências e metodologia de pesquisa-ação (Thiollent, 2000),

orientado pelo ensino baseado em eventos situacionais. O currículo adota um mapa de competências amplo (incluindo dimensões pessoais, sociais, profissionais, de engenharia, científicos, de gestão, técnicos específicos, sociais e ambientais) e insere a extensão em unidades curriculares próprias. Oferece percursos formativos diferenciados nos dois últimos semestres (Generalista, Empreendedor ou Pesquisador), superando o modelo de ementas rígidas.

**Engenharia Elétrica na Escola Politécnica da USP (Percurso Competências):** Para ingressantes a partir de 2024, foi desenvolvido com metodologia *top-down*, definindo seis competências centrais (três técnicas e três interpessoais). Uma premissa fundamental é a racionalização do esforço estudantil, limitando a dedicação total a uma média de 40 horas semanais (incluindo 10% de atividades de extensão), em contraste com o Percurso Tradicional, onde o trabalho total pode ser de pelo menos 60 horas semanais. O currículo é reestruturado em torno de projetos integradores anuais que motivam os conteúdos das disciplinas. O projeto integrador do primeiro ano, por exemplo, foca na otimização de energia fotovoltaica, com cunho extensionista voltado a escolas de ensino médio (Rehder *et al.*, 2024).

**Integração do Ciclo Básico na Escola Politécnica da USP (Piloto Mecatrônica):** Um projeto piloto na Engenharia Mecatrônica implementou uma abordagem integrada para Cálculo, Álgebra Linear e Física, quebrando a fragmentação e a falta de sincronia. A avaliação incluiu avaliações somativas integradoras (40% da nota) que cobrem os níveis mais altos da Taxonomia de Bloom (Analisar, Avaliar, Criar), forçando os estudantes a mobilizar o conhecimento para resolver problemas de engenharia. O uso de uma sala dedicada no prédio da Engenharia Mecatrônica contribuiu para um forte sentimento de pertencimento e união da turma (depoimentos de Vinicius Carvalho e Bruna Vanderlei, RC Mecatrônica 2024).

#### 4 TECNOLOGIA, INCLUSÃO E O IMPERATIVO SOCIAL DA EXTENSÃO

Em um cenário cada vez mais atravessado pela tecnologia e pelas desigualdades sociais, a extensão universitária assume um papel estratégico como instrumento de transformação cultural e compromisso social. A integração da extensão ao currículo, conforme as diretrizes da curricularização, exige não apenas ajustes pedagógicos, mas também uma reconfiguração da cultura acadêmica, historicamente centrada na

pesquisa e no ensino. Nesse contexto, a tecnologia não pode ser compreendida apenas como ferramenta, mas como linguagem e prática cultural que precisa ser mediada criticamente, promovendo inclusão, diálogo de saberes e participação ativa das comunidades. A mediação cultural se torna, assim, essencial para que a inserção tecnológica não reforce exclusões, mas amplie acessos, crie vínculos e fortaleça o papel social da universidade. Ao articular extensão, tecnologia e inclusão, consolida-se um novo paradigma formativo, no qual a universidade se abre ao mundo, escuta os territórios e contribui para a construção de uma sociedade mais justa, diversa e democrática.

A extensão universitária ocupa um papel estratégico na formação contemporânea, configurando-se como instrumento de transformação cultural e de fortalecimento do compromisso social das instituições de ensino superior. A Resolução CNE/CES nº 7/2018, ao tornar obrigatória a curricularização da extensão, com a exigência de, no mínimo, 10% da carga horária dos cursos, institucionaliza esse compromisso, promovendo a integração entre saber acadêmico e realidade social por meio de uma interação dialógica e transformadora. Nesse contexto, a extensão torna-se espaço privilegiado para a vivência de situações concretas, favorecendo o desenvolvimento da empatia, da autonomia e do senso de responsabilidade social dos estudantes.

Por outro lado, em um cenário profundamente atravessado pela tecnologia, a integração da Inteligência Artificial (IA) aos currículos de Engenharia deve ir além do uso instrumental, incorporando-se como tema transversal que provoque reflexão ética, crítica e humanística. Relatórios globais da UNESCO (GEM Reports 2023 e 2024/25) alertam que o uso acrítico ou desigual das tecnologias digitais pode intensificar assimetrias e comprometer a democratização do ensino superior, especialmente na Engenharia, campo fortemente dependente de programas de simulação, laboratórios virtuais e bibliotecas digitais. Cabe, portanto, à liderança acadêmica garantir políticas institucionais que assegurem acessibilidade, infraestrutura adequada e capacitação docente, de modo a reduzir desigualdades e potencializar o uso pedagógico da IA em favor de uma formação integral e socialmente responsável.

#### **4.1 Exemplos de práticas extensionistas integradas**

A integração entre ensino, pesquisa e extensão é fundamental para a formação de profissionais críticos, éticos e socialmente comprometidos. A extensão universitária deve ser compreendida como um espaço de inovação pedagógica e construção coletiva de soluções, estimulando o

protagonismo estudantil e o engajamento com os desafios reais das comunidades.

A seguir, apresentam-se alguns exemplos de instituições de ensino superior que incorporaram a extensão em seus projetos pedagógicos de curso (PPCs), evidenciando diferentes estratégias de integração curricular:

**Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP):** O PPC reformulado incorporou a extensão em disciplinas obrigatórias e eletivas, nos Projetos Integradores Institucionais (do 6º ao 9º período) e nas Atividades Acadêmico-Científico-Culturais Extensionistas (AACCE). O curso está alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente os de número 7, 9, 12 e 13, e utiliza a extensão como prática pedagógica que estimula o protagonismo discente. Entre as ações de destaque estão o Pré-Universitário Humanista e as equipes de competição acadêmica, que fortalecem a aprendizagem por projetos e a interação com a sociedade.

**Engenharia de Biosistemas na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA) da USP:** A implementação da curricularização da extensão, mesmo diante de limitações orçamentárias, mobilizou estudantes e docentes em projetos colaborativos com escolas públicas. As atividades incluíram oficinas de ciência, projetos de automação de baixo custo e ações voltadas ao desenvolvimento de soluções tecnológicas acessíveis, promovendo a integração entre saberes acadêmicos e demandas sociais.

**Projeto "Pensar e construir a imagem" (SENAI CIMATEC):** O programa de extensão comunitária Garotas 4.0 utiliza a manufatura aditiva como tecnologia assistiva para criar fotografias táteis, ampliando a acessibilidade de pessoas com cegueira ou baixa visão a conteúdos visuais. Os resultados parciais (2025) indicam avanços significativos na socialização do conhecimento científico como ferramenta de transformação social e inclusão, alinhando-se aos ODS 3, 4 e 5.

## 5 CULTURA ACADÊMICA E DESAFIOS PARA A CONSOLIDAÇÃO

A cultura acadêmica pode ser compreendida como o conjunto de valores, práticas, crenças e normas que orientam a vida universitária e moldam as formas de ensinar, aprender, pesquisar e conviver no espaço institucional. Essa cultura, construída historicamente, reflete tanto tradições consolidadas quanto estruturas formais e informais que

sustentam modos de pensar e agir no ambiente acadêmico. No entanto, processos de inovação e reformulação, sejam curriculares, pedagógicos ou organizacionais, frequentemente encontram resistência à mudança, especialmente quando confrontam visões arraigadas de ensino, autoridade e mérito. Consolidar novas práticas e transformar a cultura institucional exige enfrentar desafios culturais e estruturais complexos, como a rigidez de rotinas, a fragmentação entre áreas do saber, a burocratização de processos e a necessidade de maior abertura ao diálogo e à diversidade. Reconhecer e compreender essas barreiras é fundamental para construir caminhos de transformação que sejam sustentáveis, colaborativos e alinhados às demandas contemporâneas da educação superior.

### **5.1 Definição de cultura e resistência à mudança**

A implementação das novas DCNs e a transição para currículos por competências enfrentam desafios significativos, muitos dos quais são de natureza cultural e institucional.

Para compreensão deste fenômeno, Cultura é definida como o conjunto de significados, práticas, valores, símbolos, conhecimentos e formas de expressão que um grupo humano produz, compartilha e transmite. A Cultura, nesse sentido, orienta a ação social e faz com que um grupo reconheça algo como “normal”, “belo” ou “valioso”.

No contexto acadêmico, a mudança de paradigma confronta uma cultura acadêmica consolidada que historicamente esteve voltada para o domínio técnico e que ainda compreende o ensino como transmissão linear de conteúdos.

### **5.2 Desafios culturais e institucionais**

A implementação de currículos orientados por competências e pautados na formação integral implica um processo de mudança profunda nas estruturas acadêmicas, culturais e organizacionais das instituições de ensino. Essa transição envolve a revisão de concepções pedagógicas, de práticas docentes e de dispositivos institucionais historicamente consolidados. Nesse contexto, emergem diversos desafios que precisam ser enfrentados de forma articulada e contínua, a fim de que o projeto formativo se torne, de fato, uma prática institucional sustentável.

**Limitações sistêmicas e institucionais:** Os sistemas de gestão acadêmica atuais não foram concebidos para operar com estruturas curriculares baseadas em competências ou em unidades integradoras. As normativas vigentes ainda se sustentam, em grande parte, em

modelos tradicionais, refletindo aquilo que Habermas denomina de “*colonização da esfera da comunicação pela racionalidade instrumental*” (Habermas apud Moraes e Muricy, 1991). Essa lógica tende a reduzir a educação à sua dimensão operacional e a subordinar o processo formativo a critérios de eficiência técnica. Habermas alerta, ainda, que tal ideologia tecnocrática substitui a autocompreensão cultural e simbólica da sociedade por modelos científicos e funcionais, promovendo a coisificação do ser humano.

**Resistência cultural e docente:** Os desafios também se manifestam no plano cultural e atitudinal. Muitos docentes, formados em paradigmas tradicionais, percebem as mudanças como ameaça às práticas pedagógicas consolidadas. Essa resistência produz um descompasso entre o currículo prescrito e o currículo efetivamente praticado. Superar tal barreira requer investimento contínuo em formação docente, com ênfase em metodologias ativas e em processos de desenvolvimento das competências socioemocionais dos próprios professores.

**Avaliação de competências:** A avaliação por competências constitui outro ponto crítico, pois exige a observação do processo de aprendizagem, interpretação, decisão e ação, em contextos reais e situados, e não apenas a mensuração de resultados objetivos. Essa perspectiva implica adotar novas estratégias de coleta de evidências, como portfólios, narrativas reflexivas e atividades integradoras (Guillemette *et al.*, 2019), capazes de captar a complexidade do desempenho estudantil.

**Recursos e gestão:** A limitação de recursos humanos, financeiros e materiais constitui um dos principais entraves à consolidação de currículos orientados por competências. Em muitas instituições, o número reduzido de docentes e técnicos administrativos, aliado à sobrecarga de atividades burocráticas, restringe o tempo disponível para planejamento coletivo, acompanhamento pedagógico e integração entre ensino, pesquisa e extensão. Além disso, a falta de incentivos institucionais e de infraestrutura adequada dificulta a manutenção de projetos extensionistas e de práticas de pesquisa-ação, que demandam continuidade, articulação interdisciplinar e acompanhamento sistemático. Essa conjuntura compromete o engajamento dos docentes e estudantes, bem como a capacidade de realizar o monitoramento e a avaliação contínua do currículo, elementos fundamentais para garantir a coerência e a sustentabilidade das inovações pedagógicas.

A consolidação da formação por competências e integral exige pactuação institucional, engajamento contínuo dos envolvidos e a convicção de que é possível formar engenheiros mais críticos, autônomos e responsabilmente atuantes diante da complexidade contemporânea.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As transformações curriculares, tecnológicas e sociais evidenciam a necessidade de formar engenheiros capazes de equilibrar o rigor técnico com competências emocionais e sociais. A formação integral requer currículos reestruturados em torno da aprendizagem situada e da mobilização de saberes em contextos complexos. Nesse cenário, a curricularização da extensão assume papel central, ao conectar o conhecimento acadêmico às demandas concretas da sociedade, promovendo a formação cidadã e o compromisso social. A consolidação desse novo modelo, voltado à formação de profissionais críticos, autônomos e socialmente responsáveis, dependerá de uma pactuação institucional consistente, de processos contínuos de monitoramento e da capacidade de transformar normativas em práticas pedagógicas vivas e significativas.

## REFERÊNCIAS

ALHARBI, Abdullah M. Implementation of Education 5.0 in Developed and Developing Countries: A Comparative Study. **Creative Education**, v.14, p. 914–942, 2023.

ANDERSON, Lorin W.; KRATHWOHL, David R.; AIRASIAN, Peter W. (ed). **A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives**. New York: Longman, 2001.

BIGGS, John. Constructive alignment in university teaching. **HERDSA Review of Higher Education**, Hammondville, Australia. vol.1, p. 5-22, jul. 2014.

BLOOM, Benjamin S. (ed.). **Taxonomy of Educational Objectives, the classification of educational goals Handbook I: Cognitive Domain**. New York: McKay, 1956.

BORNHEIM, G. Sartre: **metafísica e existencialismo**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Resolução n. 2, de 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação de Engenharia. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/resolucoes/resolucoes-cne-ces-2019>. Acesso em: 13 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES n° 7, de 18 de dezembro de 2018. Institui as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regulamenta a curricularização da extensão. Brasília: MEC/CNE, 2018.

CHAUÍ, Marilena S. **A universidade operacional**. Tradução. Folha de São Paulo, São Paulo, p. 5, 1999.

DREYFUS, S. E.; DREYFUS, H. L. **A five-stage model of the mental activities involved in directed skill acquisition**. Operations Research Center, University of California, Berkeley, 1980.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GUILLEMETTE, Suzanne; VACHON, Isabelle; GUERTIN, Donald. Référentiel de l'agir compétent en conseillances pédagogiques en soutien à la réussite des élèves. Québec: Les Éditions JFD, 2019. 71 p.

JONNAERT, Philippe; et al. Revisiting the concept of competence as an organizing principle for programs of study: from competence to competent action. Genebra: **International Bureau of Education UNESCO/Observatoire des Réformes en Éducation**, 2006. 41 p. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=c48bb04815f15b60a151f86ece86a658709f1f01>. Acesso em: 13 ago. 2025.

LANTADA, Andres Diaz. Engineering Education 5.0: Continuously Evolving Engineering Education. **International Journal of Engineering Education**. v.36, n.6, p. 1814–1832, 2020.

LÉVY, Pierri. **Cibercultura. São Paulo.** Editora 34, 2010.

MOLEKA, Pitshou. Dispelling the Limitations of Education 5.0 and Outlining the Vision of Education 6.0. **International Journal of Education and Teaching.** v.3, p. 28-35, 2023.

MORAN, José Manuel. A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá. Papirus, 2015.

MORAES, Eduardo Jardim de; MURICY, Kátia. Visões da modernidade. In: REZENDE, Antonio. (org.). **Curso de Filosofia: para professores e alunos dos cursos de segundo grau e de graduação.** 4. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1991. p. 214-229.

RHEDER, Gustavo P. et al. Innovative Competency-Based Electrical Engineering Curriculum. In: 2024 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). IEEE, 2024. p. 1-5.

SCHLEICHER, Andreas. Educating learners for their future, not our past. **ECNU Review of Education.** v.1, p. 58-75, 2018. Disponível em: [https://journals.sagepub.com/doi/10.30926/ecnuroe2018010104?utm\\_source=researchgate.net&utm\\_medium=article](https://journals.sagepub.com/doi/10.30926/ecnuroe2018010104?utm_source=researchgate.net&utm_medium=article). Acesso em: 13 ago. 2025.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação.** São Paulo: Cortez, 2000.

UNESCO. Global Education Monitoring Report 2023: Technology in education: A tool on whose terms? Paris: UNESCO, 2023.

UNESCO. Global Education Monitoring Report 2024/25: Leadership in education: Lead for learning. Paris: UNESCO, 2024.

WEF - World Economic Forum ( ). Future of Jobs Report 2025. Acesso em: <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/>