

EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: PANORAMA, DCN, EAD, EXTENSÃO, EVASÃO E PRÁTICAS PEDAGÓGICAS

ORGANIZAÇÃO

Ademar Gonçalves da Costa Junior
Alexandre Fonseca D'Andrea
Carlos Alberto Dallabona
Elis Regina Duarte

Apoio



editoraIFPB

EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: Panorama, DCN, EaD, Extensão, Evasão e Práticas Pedagógicas

ORGANIZAÇÃO

Ademar Gonçalves da Costa Junior

Alexandre Fonseca D'Andrea

Carlos Alberto Dallabona

Elis Regina Duarte

IFPB

João Pessoa, 2021



Apoio



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

REITOR

Cícero Nicácio do Nascimento Lopes

PRÓ-REITORA DE ENSINO

Mary Roberta Meira Marinho

PRÓ-REITORA DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO

Silvana Luciene do Nascimento Cunha Costa

PRÓ-REITORA DE EXTENSÃO E CULTURA

Maria Cleidenédia Moraes Oliveira

PRÓ-REITOR DE ASSUNTOS ESTUDANTIS

Manoel Pereira de Macedo Neto

PRÓ-REITOR DE ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS

Pablo Andrey Arruda de Araujo

EDITORA IFPB

DIRETOR EXECUTIVO

Ademar Gonçalves da Costa Junior

PROJETO GRÁFICO

Charles Bamam Medeiros de Souza

DIAGRAMAÇÃO

Alexandre Araújo

FOTO DE CAPA

Pexels

REVISÃO TEXTUAL

Luciana Cabral Farias

Tamires Ramalho de Sousa

COORDENADORES DA SÉRIE REFLEXÕES

Carlos Danilo Miranda Regis

Giselle Rôças



Contato

Av. João da Mata, 256 - Jaguaribe. CEP: 58015-020, João Pessoa - PB.
Fone: (83) 3612-9722 | E-mail: editora@ifpb.edu.br

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Magda Almeida CRB-7 5218,
com os dados fornecidos pela Editora IFPB.

C837e COSTA JUNIOR, Ademar Gonçalves da.
Educação em Engenharia: panorama, DCN, EaD,
extensão, evasão e práticas pedagógicas./ Ademar Gonçalves
da Costa Junior. João Pessoa: Editora IFPB, 2021.
469 p : il. 21 cm.

E-book (PDF) - 3.7 MB
ISBN 978-65-87572-36-9

1. Educação – Engenharia 2. Ensino – práticas
pedagógicas 3. DCN - EaD I. D'ANDREA, Alexandre Fonseca.
II. DALLABONA, Carlos Alberto. III. DUARTE, Elis Regina. IV.
Título.

CDD 620.001

PREFÁCIO

Há muito tempo venho me deparando com a necessidade de entender as diferenças exorbitantes que existem na sociedade contemporânea. Poucos com muito, muitos com pouco. Nosso processo civilizatório é desigual, cruel e, para não dizer mais, injusto com a imensa maioria dos seres vivos.

Diante disso, qual a importância de tratarmos dos eventos globais que fazem parte da civilização contemporânea e que se desenrolam todos os dias diante de nossos olhos? O que nós engenheiros podemos fazer para alterar tão complexo problema? Entender que nossa “equação civilizatória” precisa ser compreendida em todas suas importantes nuances e perspectivas.

O trabalho, o dever, a responsabilidade do engenheiro, como de qualquer outro cidadão, é identificar problemas para, a posteriori, resolvê-los, mas sempre no sentido do aperfeiçoamento civilizatório em direção a estabelecer a mínima dignidade humana.

Difícil, não? Sim, mas certamente um começo para tamanha responsabilidade, indubitavelmente, é a leitura! E aí, então, reside minha satisfação em ser convidado para prefaciar um livro que fala sobre Educação em Engenharia, questões humanas, tecnologia e, acima de tudo, de problemas da vida. São alguns capítulos escritos por diferentes autores que nos provocam a refletir. Esse sempre é o objetivo primeiro de um livro,

portanto, minha recomendação para a leitura atenta e a possibilidade de, a partir disso, provocar novas construções de conhecimento.

Precisamos voltar a nos desafiar a fazer análises envolventes das questões mais relevantes enfrentadas pelo mundo, banhadas em sabedoria e humanidade. Estamos em um momento ímpar da civilização humana, principalmente em função de uma pandemia que veio abalar a ciência e a tecnologia em sua responsabilidade perante a vida. Os negacionistas tomaram seus impulsos para pregar a falência de estudos sempre exaustivos em colocar a vida sempre em primeiro lugar, regredindo para a era das trevas como forma de alienar o povo em busca de alquimias perante problemas graves da civilização. Nossa reação precisa ser contundente, para mostrar a todos, principalmente através da leitura, que o pensamento científico e a compaixão pela humanidade podem e devem andar juntos.

Muito me orgulha ter sido um dos autores que sempre priorizou buscar a reflexão de volta à educação tecnológica através da publicação de inúmeros livros e artigos por este Brasil e mundo afora. Minha maior alegria, porém, atualmente, reside em ver muita gente preocupada com questões que, na época da publicação de muitos dos meus escritos, não passavam de um simples devaneio.

A dinâmica do processo civilizatório nos mostra que estamos rumando para um futuro distópico e que precisamos, com urgência, voltar a refletir sobre os verdadeiros problemas da humanidade. Eles vão muito

além dos processos tecnológicos, como alerto em muitos dos meus trabalhos de décadas. Que bom ver, agora, neste livro em que escrevo estes breves comentários, que muitos outros autores revisitam essas preocupações.

É difícil fazer previsões, principalmente sobre o futuro, mas precisamos cada vez mais entender os desafios para trabalhá-los com nossos estudantes e fazê-los entenderem que ciência e tecnologia só têm sentido se envolver todos os cidadãos nas suas escolhas!

BOA LEITURA! E, Leituras sempre!

Walter Antonio Bazzo

Engenheiro Mecânico e doutor em Educação

Professor titular da UFSC, do PPGECT e do EMC/CTC

Coordenador do NEPET

(Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica)

APRESENTAÇÃO

O início da organização deste livro, com o tema de Educação em Engenharia, partiu do convite dos coordenadores da série Reflexões na Educação – fruto de uma parceria entre os Institutos Federais da Paraíba (IFPB) e do Rio de Janeiro (IFRJ) –, professor Carlos Danilo Miranda Régis e professora Giselle Rôças, respectivamente. Após aceitarmos o desafio de organizar um livro cujos capítulos abordassem a Educação em Engenharia na Rede Federal de Ensino e Pesquisa – que envolve os Institutos Federais, a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, os Centros Federais de Educação Tecnológica e o Colégio Dom Pedro II –, tivemos a grata surpresa: com a divulgação do edital para seleção dos capítulos, recebemos 60 propostas de diversos autores.

O desafio seguinte foi o de selecionar as propostas que melhor contemplassem esse tema tão abrangente e necessário para o desenvolvimento de um país. Ao final, o único volume a ser organizado inicialmente se dividiu em dois, nos quais há 22 capítulos que apresentam discussões e resultados de pesquisa no tema da Educação em Engenharia.

Com a aprovação das novas Diretrizes Nacionais Curriculares (DCNs) nas Engenharias no início de 2019 e sua implementação – a fim de modernizar os cursos e contribuir para a formação de engenheiros com a visão

necessária ao século XXI –, espera-se que estes dois volumes sobre Educação em Engenharia representem um passo nessa direção. Destaca-se, ainda, que a formação continuada dos docentes deve ser ressaltada para que possam, da melhor forma possível, contribuir nessa nova formação de engenheiros(as), tão crucial para o desenvolvimento de um país.

Neste volume, o texto é organizado em 11 capítulos que abordam: aspectos históricos da Educação em Engenharia no Brasil e as oportunidades para a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT); a formação humanística do professor-engenheiro e do egresso de Engenharia; o uso de metodologias ativas de aprendizagem em diversos contextos que estão apresentados em estudos de casos; uma análise da gestão sobre a retenção e a evasão nos cursos de Engenharia, questão que, de fato, necessita de um melhor gerenciamento em todos os cursos de Engenharia, não só no país, como no mundo.

No capítulo 1, intitulado “Educação em Engenharia na RFEPCT: cenário, desafios e oportunidades” e escrito por Carlos Alberto Dallabona, contextualiza aspectos históricos da Educação em Engenharia no Brasil e os pontos-chave relativos a RFEPCT no cenário brasileiro atual, apontando os principais desafios e perspectivas viáveis e oportunas para o desenvolvimento das condições de ensino-aprendizagem da Educação em Engenharia nessa rede.

No capítulo 2, Ricardo de Lima Silva e Geide Rosa Coelho discorrem sobre “Prática docente e formação do

professor-engenheiro”, apresentando contribuições para o debate teórico-prático acerca do perfil professor-engenheiro na RFEPCT e buscando mapear as práticas coletivas e colegiadas como elementos formador-formativos. Além disso, os autores mapeiam as práticas pedagógicas do professor-engenheiro, a formação humanística na Engenharia e os alinhamentos com as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) das Engenharias.

No capítulo 3, nomeado “Educação em Engenharia nos Institutos Federais: um lugar para a Filosofia e a Sociologia”, Gustavo Louis Henrique Pinto e Marcos Alfonso Spiess buscam ressaltar questões que permeiam a atuação dos professores de Ciências Humanas nos cursos de Engenharia, bem como as possibilidades de inserção de reflexões filosóficas para a formação do futuro profissional engenheiro.

No capítulo 4, intitulado “Práticas extensionistas integradas ao ensino de Engenharia: despertando talentos no ensino público”, Elis Regina Duarte contextualiza a extensão na Engenharia por meio de um relato de experiência utilizando uma metodologia de aprendizagem inspirada no modelo PBL (*Problem Based Learning*).

No capítulo 5, nomeado “Aprendizagem ativa: reflexões alinhadas às novas DCNs das Engenharias”, Gisele da Silva Cardoso, Patricia Jantsch Fiuza, Rafael Rivelino da Silva Bravo e Robson Rodrigues Lemos abordam o conceito de aprendizagem ativa como uma opção metodológica, aplicado à formação em Engenharia e pautando-se nas novas DCNs para as Engenharias.

No capítulo 6, que trata sobre a “A percepção de estudantes de Engenharia sobre as atividades experimentais realizadas na modalidade de ensino a distância”, Álvaro Emílio Leite e Marcelo Paranhos contextualizam as características das atividades experimentais realizadas a distância e a percepção dos estudantes em relação a elas com o uso de kits didáticos.

No capítulo 7, intitulado “Desafios da gestão na Educação em Engenharia: uma análise sobre retenção e evasão no Campus Curitiba da UTFPR”, Marcos Flávio de Oliveira Schiefler Filho, Guilherme Alceu Schneider, Robinson Vida Noronha e Maria Lúcia Valenga descrevem a partir de dados extraídos do sistema de gestão acadêmica da UTFPR uma análise quantificada sobre os desafios da gestão acadêmica em cursos de Engenharia ofertados no *Campus* Curitiba bem como estudos de casos com a aplicação de metodologias ativas de ensino e aprendizagem e o aprimoramento das matrizes curriculares para a formação do egresso.

No capítulo 8, nomeado “Projeto integrador na primeira fase de um curso de Engenharia Elétrica: uma vivência da prática da profissão com autonomia e criatividade”, Pablo Dutra da Silva relata uma experiência ocorrida no *Campus* Jaraguá do Sul do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), na qual os alunos envolvem-se no planejamento e na execução de um projeto de um circuito eletrônico, com a utilização de princípios básicos da metodologia ativa de Aprendizagem Baseada em Projetos e de Gestão de Projetos, inserindo-os no

contexto da atuação profissional do engenheiro em um primeiro semestre do curso de Engenharia Elétrica.

No capítulo 9, ao abordarem “Potencialidades do trabalho com tarefas exploratórias no desenvolvimento do raciocínio matemático em aulas de Cálculo”, André Luis Trevisan e Daniel Daré Luziano da Silva discutem as possibilidades do uso de tarefas exploratórias no desenvolvimento do raciocínio matemático em aulas de Cálculo Diferencial e Integral em turmas de Engenharia.

No capítulo 10, Mário Mestria e Juliana Davel Batista apresentam “Um protótipo para a aprendizagem em algoritmos e linguagem de programação”, com um estudo de caso do desenvolvimento de um protótipo didático de automação residencial nas disciplinas de Algoritmos e de Linguagem de Programação, utilizando conceitos da Taxonomia de Domínios de Bloom e do modelo instrucional 5 E e inserindo os alunos no contexto da Engenharia nos primeiros semestre do curso.

Por fim, no capítulo 11, nomeado “Práticas pedagógicas em Engenharia de Software: relatos de experiências”, Heremita Brasileiro Lira, Alana Marques de Moraes, Nadja da Nobrega Rodrigues, Francisco Petrônio Alencar de Medeiros e Juliana Dantas Ribeiro Viana de Medeiros contextualizam a investigação e os relatos de um grupo de pesquisa por meio da aplicação de metodologias ativas em disciplinas relacionadas à Engenharia de Software em cursos de Engenharia.

Esperamos que este livro seja muito útil para docentes, pesquisadores, alunos de graduação e de pós-graduação e para qualquer público interessado

nos temas aqui apresentados. Almejamos, além disso, alcançar aqueles que desejam conhecer estudos de casos de sucesso implementados na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT). Em suma, a ideia é que este livro, junto com o volume 10, lançado anteriormente na série “Reflexões na Educação”, possa inspirar desdobramentos para a evolução do ensino superior nas Engenharias, atendendo às demandas do século XXI.

Agradecemos, sinceramente, o tempo, esforço e a contribuição dos autores e conceituados revisores na manutenção da qualidade dos capítulos. Além disso, agradecemos a equipe de apoio da Editora do IFPB pela ajuda para a publicação deste livro. Também dedicamos este livro a todos que, no momento da publicação da sua publicação, estão passando por diversas agruras em virtude dessa da covid-19 que assola o mundo. Vamos vencê-la!

Ademar Gonçalves da Costa Junior (IFPB)

Alexandre Fonseca D’Andrea (IFPB)

Carlos Alberto Dallabona (UTFPR)

Elis Regina Duarte (UTFPR)

EDITORES E AUTORES

Sobre os editores:

Ademar Gonçalves da Costa Júnior é professor do Instituto Federal da Paraíba (IFPB) – *Campus* João Pessoa. Recebeu o título de doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB) em 2016, concluiu MBA em Gestão de Projetos pela Universidade de Salvador (Unifacs) em 2009, é mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) desde 2005 e graduado em Engenharia Elétrica pela UFCG desde 2002. Realizou estudos de pós-doutorado na Universidade Federal de Santa Catarina no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Automação e Sistemas (PPGEAS) em 2019. Como experiência profissional, trabalhou em diversos setores da indústria, como Automotiva (Ford Motor Company), Têxtil (Coteminas), Química (Baterias Moura), de Telecomunicações (Telemar – ex-Telpa), Eletro-Eletrônica (Samsung), além de ter atuado em diferentes instituições de ensino – Instituto Federal da Bahia (IFBA), Fucapi-AM, FIP-PB e Escola Técnica Redentorista-PB. É membro do *International Federation of Automatic Control* (IFAC), da Sociedade Brasileira de Automática (SBA) e da Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE). Integra o Corpo Editorial da Revista Principia (IFPB, Brasil), sendo

seu editor-chefe desde 2021, e da Revista Politécnica (Colômbia). Atua como coordenador técnico da área de Educação em Engenharia da SBA para os biênios 2019-2021 e 2021-2023. Foi coordenador científico do Congresso Brasileiro de Automática (CBA) em 2018, além de prestar serviços como coordenador técnico e como revisor para diversos congressos e revistas científicas. Consta como autor e coautor de dezenas de artigos publicados em revistas científicas, congressos e capítulos de livros; como organizador de livro, além assinar registro de software e patente depositada. Seus interesses em pesquisa são nos seguintes temas: identificação de sistemas dinâmicos, sistemas de controle e de automação, instrumentação, Educação em Engenharia e suas aplicações em diversas áreas.

Alexandre Fonseca D’Andrea é Professor Titular do Instituto Federal da Paraíba (IFPB) – *Campus* João Pessoa. Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Viçosa (1992) e Licenciado para o Ensino Profissional pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (1994). Mestre e Doutor em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Lavras (2001 e 2004). Atua desde 1993 como docente no ensino profissional. Foi Pró-Reitor de Planejamento e Administração do Instituto Federal do Sul de Minas (IFSULDEMINAS), membro da Comissão de Orçamento do Fórum de Pró-Reitores de Planejamento dos IF e Assessor de Assuntos Internacionais do IFSULDEMINAS. Foi Diretor de Pós-Graduação do Instituto Federal da Paraíba (IFPB).

Tem experiência em Agronomia, na área de Recursos Ambientais e Uso da Terra e em Educação, na área de Metodologias de Aprendizagem Ativa e Capacitação de Professores. Trabalha na caracterização de ambientes por meio da avaliação de indicadores físicos e biológicos de qualidade do solo e da quantificação das emissões de CO₂ do solo. Desenvolve trabalhos com Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj) para o ensino profissional. Foi Bolsista CNPq de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação no Exterior na Finlândia em 2016 (*Vocational Education and Training – VET3*), parceria SETEC / MEC / *Häme University of Applied Sciences* (HAMK), e em 2017 (*Finnish Teacher Trainer Diploma Programme*), parceria SETEC / MEC / HAMK / *Tampere University of Applied Sciences* (TAMK). De 2016 a 2020, foi Coordenador Geral do Programa Gira Mundo Professores (responsável pela capacitação de 270 professores da rede pública da Paraíba na Finlândia, em Israel e na Espanha), com bolsa de Ensino, Pesquisa e Extensão da Fapesq-PB. Atualmente, é coordenador do projeto Visual 3D: experiências com realidade aumentada para a iniciação tecnológica de estudantes em escolas da rede pública do Semiárido Paraibano com uso de aprendizagem ativa. Foi membro do Banco de Avaliadores do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – BASis de 2004 a 2019.

Carlos Alberto Dallabona é engenheiro eletricista (UFPR - 1979), mestre em Engenharia de Produção (UFSC - 2001), doutor em Educação (UDELMAR Chile - 2011). Professor da Universidade Tecnológica Federal

do Paraná (UTFPR) desde 1992, atua com Educação a Distância e Híbrida, Educação em Engenharia, Educação Tecnológica e avaliação de processos educacionais. Foi coordenador do curso de Engenharia Elétrica, chefe do setor responsável pelos cursos de bacharelado e licenciatura do *Campus* Curitiba da UTFPR, coordenador de curso técnico a distância e coordenador geral adjunto da Rede e-Tec Brasil na UTFPR. Como avaliador do INEP e Arcu-Sul, participou de avaliações de cursos no Brasil e no exterior. Atuou em empresas de Telecomunicações e como profissional autônomo em Engenharia Elétrica e Telecomunicações. Tem experiência profissional em projetos e instalações elétricas, sistemas de energia, sistemas de telecomunicações e eficiência energética, além de experiência acadêmica como gestor de cursos e instituições de ensino superior, gestão e docência em cursos presenciais e a distância.

Elis Regina Duarte possui graduação no curso de Engenharia Química (2001) pela Universidade Regional de Blumenau, mestrado em Engenharia Química (2004) pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e doutorado em Engenharia Química com ênfase em Controle de Processos e Redes Neurais (2007) pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atualmente é professora associada e coordenadora dos cursos de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia (EBB) e Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Ponta Grossa (UTFPR – PG). Desenvolve projetos de pesquisa nas áreas

de controle, simulação, redes neurais, metodologias ativas de aprendizagem em Engenharia (PBL, atividades integralizadoras e multidisciplinares). Coordena projetos de extensão nas áreas de ensino e vivências em Engenharia para ensino médio VEEM, Mulheres na Engenharia e Engenharia 4.0.

Autores (por ordem alfabética)

Alana Marques de Moraes (Capítulo 11)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) – *Campus* João Pessoa
alanamm.prof@gmail.com

Álvaro Emílio Leite (Capítulo 6)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) –
Campus Curitiba
alvaroleite@utfpr.edu.br

André Luis Trevisan (Capítulo 9)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) –
Campus Londrina
andrelt@utfpr.edu.br

Carlos Alberto Dallabona (Capítulo 1)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) –
Campus Curitiba
dallabona@utfpr.edu.br

Daniel Daré Luziano da Silva (Capítulo 9)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) –
Campus Londrina
dlsilvadaniel@hotmail.com

Elis Regina Duarte (Capítulo 4)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) –
Campus Ponta Grossa
erduarte@utfpr.edu.br

Francisco Petrônio Alencar de Medeiros (Capítulo 11)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da
Paraíba (IFPB) – *Campus* João Pessoa
petronio@ifpb.edu.br

Geide Rosa Coelho (Capítulo 2)

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
geidecoelho@gmail.com

Gisele da Silva Cardoso (Capítulo 5)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
de Santa Catarina (IFSC) – *Campus* Criciúma
gisele.cardoso@ifsc.edu.br

Guilherme Alceu Schneider (Capítulo 7)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) –
Campus Curitiba
guilherme@utfpr.edu.br

Gustavo Louis Henrique Pinto (Capítulo 3)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG) – *Campus* Uruaçu
gustavo.pinto@ifg.edu.br

Heremita Brasileiro Lira (Capítulo 11)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) – *Campus* João Pessoa
heremita@ifpb.edu.br

Juliana Dantas Ribeiro Viana de Medeiros (Capítulo 11)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) – *Campus* João Pessoa
juliana.medeiros@ifpb.edu.br

Juliana Davel Batista (Capítulo 10)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (Ifes) – *Campus* Vitória
julianadavelb@gmail.com

Marcelo Paranhos (Capítulo 6)

Centro Universitário Internacional (UNINTER)
paranhos.marcelo2016@gmail.com

Marcos Alfonso Spiess (Capítulo 3)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG) – *Campus* Uruaçu
marcos.spiess@ifg.edu.br

Marcos Flávio de Oliveira Schiefler Filho (Capítulo 7)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) –

Campus Curitiba

schiefler@utfpr.edu.br

Maria Lúcia Valenga (Capítulo 7)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) –

Campus Curitiba

lucia@utfpr.edu.br

Mário Mestria (Capítulo 10)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do

Espírito Santo (Ifes) – *Campus* Vitória

mmestria@ifes.edu.br

Nadja da Nobrega Rodrigues (Capítulo 11)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da

Paraíba (IFPB) – *Campus* João Pessoa

nadja.rodrigues@ifpb.edu.br

Pablo Dutra da Silva (Capítulo 8)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de

Santa Catarina (IFSC) – *Campus* Jaraguá do Sul - Rau

pablo.silva@ifsc.edu.br

Patrícia Jantsch Fiuza (Capítulo 5)

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) –

Campus Araranguá

patricia.fiuza@ufsc.br

Rafael Rivelino da Silva Bravo (Capítulo 5)

Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) – *Campus*
Caxias do Sul

rafael.bravo@caxias.ifrs.edu.br

Ricardo de Lima Silva (Capítulo 2)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Minas Gerais (IFMG) – *Campus* Betim

ricardo.lima@ifmg.edu.br

Robinson Vida Noronha (Capítulo 7)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) –
Campus Curitiba

vida@utfpr.edu.br

Robson Rodrigues Lemos (Capítulo 5)

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) –
Campus Araranguá

robson.lemos@ufsc.br

AGRADECIMENTOS DOS AUTORES

Elis Regina Duarte agradece à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), aos alunos da disciplina de Química Geral Reoferta, à escola parceira (Colégio Estadual Prof. João Ricardo von BORELL du Vernay) e à DIREC, pela bolsa edital PROREC 2019.

Gisele da Silva Cardoso, Patricia Jantsch Fiuza, Rafael Rivelino da Silva Bravo e Robson Rodrigues Lemos agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) – *Campus Criciúma* e ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – *Campus Araranguá*, por meio do Laboratório de Mídia e Conhecimento, pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa.

Pablo Dutra da Silva agradece ao colega Ivaristo Antônio Floriani, que, além de ser um dos responsáveis pela oportunidade de estar à frente do descrito projeto, é uma referência para discutir educação e estratégias de fomento à aprendizagem, e à colega Anna Karolina Baasch Raizer, na época coordenadora do curso, pelo convite para ser professor da Unidade Curricular (UC) PI-I. Agradece, ainda, a Estela Ramos de Souza de Oliveira,

por ter colaborado com ideias e com entusiasmo desde o primeiro momento da execução deste projeto, e ao colega Juliano Maritan Amâncio, que ressignificou sua UC para que ela fosse parte do projeto.

André Luis Trevisan e **Daniel Daré Luziano da Silva** agradecem à Fundação Araucária e ao CNPq pelo apoio ao desenvolvimento do projeto de pesquisa.

Mário Mestria e **Juliana Davel Batista** agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), que foi parcialmente suportado pelo Edital PRPPG 05/2018 – PIBIC/PIVIC, IFES, número de projeto PJ00004373/PT00006812.

Ricardo de Lima Silva agradece a Pró-Reitoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação (PRPPG) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG) e ao Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), instituições que viabilizaram o programa de Doutorado Interinstitucional (DINTER).

Sumário

Capítulo 1 - EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA NA
RFEPCT: Cenário, Desafios e Oportunidades — **29**

Capítulo 2 - PRÁTICA DOCENTE E FORMAÇÃO DO
PROFESSOR-ENGENHEIRO — **73**

Capítulo 3 - EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA NOS
INSTITUTOS FEDERAIS: Um Lugar Para a Filosofia e
a Sociologia — **119**

Capítulo 4 - PRÁTICAS EXTENSIONISTAS
INTEGRADAS AO ENSINO DE ENGENHARIA:
Despertando Talentos no Ensino Público — **149**

Capítulo 5 - APRENDIZAGEM ATIVA: Reflexões
Alinhadas às Novas DCNs das Engenharias — **173**

Capítulo 6 - A PERCEPÇÃO DE ESTUDANTES
DE ENGENHARIA SOBRE AS ATIVIDADES
EXPERIMENTAIS REALIZADAS NA MODALIDADE DE
ENSINO A DISTÂNCIA — **215**

Capítulo 7 - DESAFIOS DA GESTÃO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: Uma Análise Sobre Retenção e Evasão no Campus Curitiba da UTFPR — 259

Capítulo 8 - PROJETO INTEGRADOR NA PRIMEIRA FASE DE UM CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA: Uma Vivência da Prática da Profissão com Autonomia e Criatividade — 297

Capítulo 9 - POTENCIALIDADES DO TRABALHO COM TAREFAS EXPLORATÓRIAS NO DESENVOLVIMENTO DO RACIOCÍNIO MATEMÁTICO EM AULAS DE CÁLCULO — 341

Capítulo 10 - UM PROTÓTIPO DIDÁTICO PARA A APRENDIZAGEM EM ALGORITMOS E LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO — 387

Capítulo 11 - PRÁTICAS PEDAGÓGICAS INOVADORAS EM ENGENHARIA DE SOFTWARE: Relatos de Experiências — 425

Capítulo 1

EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA NA RFEPCT: Cenário, Desafios e Oportunidades

Carlos Alberto Dallabona – UTFPR

1 INTRODUÇÃO

A Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT) está ampliando sua atuação na Educação em Engenharia e se depara com desafios e oportunidades decorrentes desse segmento educacional, a partir de demandas para aprimorar a formação técnica e agregar competências humanas e gerenciais aos egressos, visando a uma formação ampla, adequada às necessidades de desenvolvimento com sustentabilidade, ética, cidadania, capacidade de comunicação e gestão, que possibilite atuar com equipes multiprofissionais, diversidade cultural e abrangência mundial. Também

se espera da RFEPCT, em seus cursos de Engenharia, um aumento de vagas, a redução da evasão e da retenção, organizações curriculares flexíveis e outras melhorias que levem à ampliação dos concluintes em termos de quantidade e qualidade, atendendo a critérios de eficiência, eficácia, efetividade e relevância. Cabe ressaltar que a RFEPCT tem uma cultura e características que a diferenciam das universidades tradicionais e demais instituições de ensino públicas, como a inserção local e regional, a proximidade com o setor empresarial, os currículos com significativa carga de atividades práticas, a atuação integrada multinível de ensino e a oferta de formação inicial e continuada.

Nesse cenário, a partir da questão-problema que indaga se a RFEPCT pode e deve ampliar sua oferta de cursos na Educação em Engenharia, a proposta deste estudo é prospectar as condições dessa oferta, em termos de desafios e oportunidades, a partir da história da rede, da sua situação atual e de seus valores e cultura, considerando a necessidade e a viabilidade de ampliar a sua participação nesse segmento educacional. Para isso, busca-se situar a Educação em Engenharia, com seus principais desafios, e levantar as oportunidades a partir do que foi observado e das potencialidades da rede. Além disso, o cenário da Educação Profissional, no qual se insere esta pesquisa, é tema menos frequente nos estudos educacionais, havendo a necessidade de continuidade de estudos na área (MORAES; ALBUQUERQUE, 2019).

A situação-problema apresentada é abordada a partir da metodologia da problematização com uso do

Arco de Maguerez (COLOMBO; BERBEL, 2007; PRADO *et al.*, 2012), que estabelece cinco passos que partem da observação da realidade e concluem por uma aplicação que representa uma solução para a situação-problema, passando pelas etapas intermediárias de levantamento dos pontos-chave, teorização sobre esses pontos e elaboração de hipóteses de solução, conforme Figura 1.

Figura 1 – Método da problematização a partir do Arco de Maguerez



Fonte: Colombo e Berbel (2007)

A observação da realidade parte do problema-base proposto, buscando os desafios e oportunidades da Educação em Engenharia na RFEPCT. Os pontos-chave considerados são, então, a Educação em Engenharia, sua evolução histórica, os cenários e desafios atuais, a Educação Profissional e Tecnológica (EPT) no Brasil e suas características diferenciais com relação às demais

instituições de ensino do país; esses pontos-chave são aprofundados, o que corresponde à etapa da teorização. As hipóteses de solução, nessa metodologia, são alternativas possíveis, que devem ser verificadas quanto a sua oportunidade e viabilidade. O estudo considera que a RFEPCT tem uma cultura e uma estrutura que permitem que ela contribua para a Educação em Engenharia brasileira, o que a configura como uma alternativa viável para responder à situação-problema de origem, isto é, aos desafios, expectativas e oportunidades lançados para a formação nessa área de conhecimento. A partir do cenário apresentado, são buscados desafios relevantes e prospectadas oportunidades, que configuram os termos que direcionam a aplicação à realidade observada, fechando, assim, o ciclo da metodologia. Nesse sentido, o estudo parte do passado, que deve ser estudado para entender o presente e permitir prospectar o futuro.

Seguindo essa metodologia, o capítulo contextualiza o desenvolvimento da Educação em Engenharia, abordando, em seguida, aspectos históricos desse desenvolvimento no Brasil e os pontos-chave relativos à RFEPCT no cenário brasileiro atual, elencando os principais desafios e inferindo as perspectivas viáveis e oportunas para o desenvolvimento das condições de ensino-aprendizagem da Educação em Engenharia nessa rede. Considera que a RFEPCT tem condições de ser referência na Educação em Engenharia no Brasil, de forma integrada com o nível técnico e com a pós-graduação, com formação continuada, voltada para a formação profissional, para atuação na indústria e nos

serviços, bem como para a formação de professores e gestores para a própria Rede.

Após a apresentação da situação-problema, realizada nesta introdução, bem como dos objetivos e da metodologia aplicada, na sequência do presente texto, a seção 2 desenvolve os temas centrais para este estudo, que são a Educação em Engenharia e a questão da RFEPCT, aspectos que, após examinados, permitem que na seção 3 sejam abordados os desafios e oportunidades da Educação em Engenharia no âmbito da RFEPCT. Os desafios que requerem mudanças no cenário predominante da Educação em Engenharia em geral e da RFEPCT em particular são considerados, seguidos de um elenco de diretrizes e oportunidades aplicadas aos temas centrais deste estudo: a Educação em Engenharia e esta na RFEPCT. A partir dessa análise, são apresentadas as conclusões, sintetizando os resultados decorrentes das considerações de desafios e oportunidades elencadas e discutidas nas seções anteriores do presente capítulo.

2 EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA E RFEPCT

Nesta seção é apresentado um panorama da Educação em Engenharia, com breve histórico, cenário atual e desafios. Em seguida, esses temas são abordados com relação ao Brasil. Seguem-se, por fim, considerações sobre a cultura característica da EPT.

2.1 Educação em Engenharia: histórico, cenário atual e desafios

A Engenharia como atividade é tão antiga quanto a humanidade; porém, como um conjunto organizado de conhecimentos e habilidades, sistemático, estruturado e alicerçado em bases científicas, é relativamente recente, datando do século XVIII. A primeira oferta do que pode ser considerado um curso de Engenharia como se entende atualmente veio da *École Nationale de Ponts et Chaussés*, fundada em Paris em 1747 (OLIVEIRA, 2005). A formação era voltada, inicialmente, para engenheiros militares e mais tarde passou a se voltar também para engenheiros civis, termo que passou a ser utilizado em contraposição à formação direcionada para atividades militares.

Em 1795, também em Paris, foi fundada a *École Polytechnique*, sendo ampliada a base científica pelo estabelecimento do ciclo básico, ofertado nessa instituição com professores famosos como Lagrange, Monge, Prony, Fourier, Poisson e outros (OLIVEIRA, 2005), e do ciclo profissional, que era ofertado em outras escolas, como a *École de Ponts et Chaussés* e a *École de Mines*. Assim, o ciclo básico fornecia a base científica, muito forte, e as escolas especializadas capacitavam para áreas específicas. O modelo francês, de formação generalista, destinava-se a formar engenheiros para exercer funções de gestão e de projeto, enquanto na Alemanha era implantado um sistema de formação integrada com a indústria, com dois tipos de formação: uma essencialmente técnica, representada pelas

Fachhochschulen, e outra com dois anos de estudos básicos mais três de estudos especializados em uma *Technische Universität* (SILVEIRA, 2005), um modelo que tem semelhanças com os cursos de tecnologia e Engenharia no Brasil. Outra abordagem foi adotada nos países de língua inglesa, principalmente nos Estados Unidos, que implantaram universidades de pesquisa, segundo o conceito humboldtiano, com forte formação científica, razoável formação humanística e alguma formação técnica especializada, com grande flexibilidade curricular, sendo organizadas como uma etapa intermediária para que os estudantes continuassem seus estudos em pós-graduação, enquanto cursos de orientação técnica, com menor formação científica, passaram a ser ofertados em outras instituições, como os *Colleges* (SILVEIRA, 2005).

2.2 Histórico da Educação em Engenharia no Brasil

No Brasil, conforme Oliveira (2005, 2019), considera-se que o início do que pode ser apontado como ensino de aspectos de Engenharia são as “aulas de fortificação”, curso criado em 1699 e consolidado em 1738 com a “aula do terço de artilharia”, tipicamente militar. Um primeiro curso formal de Engenharia foi ofertado na “Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho”, criada em 17 de dezembro de 1792, que passou a se chamar, em 1810, “Real Academia Militar”, a qual, a partir de 1822, passou a admitir estudantes não militares. Em

1874, o primeiro curso de Engenharia Civil foi criado, desvinculado do ensino militar. A Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro e o Instituto Militar de Engenharia se consideram sucessores da Real Academia Militar.

A profissão de engenheiro foi regulamentada no Brasil em 1933; na ocasião, existiam 31 cursos que incluíam a denominação “Engenharia” em seu título, os quais aumentaram para 289 em 1976, chegando a 545 em 1996 (OLIVEIRA, 2005) e a 4.622 em 2018 (INEP, 2019). Os cursos seguiam o modelo da Escola Nacional de Engenharia do Rio de Janeiro, até que, em 1976, foram criados os currículos mínimos, com um modelo pouco flexível, com estrutura rígida. Esse modelo foi alterado a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1996, que flexibilizou a estrutura e permitiu a ampliação que ocorreu nos anos seguintes, principalmente no sistema privado de ensino. Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para cursos de Engenharia, com maior flexibilidade e inovações, foram estabelecidas em 2002, com nova versão em 2019 (CNE, 2019).

2.3 Cenário atual e desafios

Na questão da formação em Engenharia, há algum tempo o domínio de aspectos técnicos vem sendo considerado insuficiente, requerendo-se conhecimentos e habilidades pessoais e interpessoais para o trabalho com equipes multidisciplinares e multiculturais, em

ambientes dinâmicos e competitivos, nos quais as fronteiras profissionais estão cada vez mais diluídas (CRAWLEY *et al.*, 2011). Espera-se dos egressos uma capacidade de gestão e empreendedorismo para atuar com processos, produtos e sistemas, por meio de uma formação ampla, que inclua temas como humanidades, ética, sustentabilidade, responsabilidade social e inserção internacional, que os prepare para cumprir com seu papel de geradores de soluções para os desafios da sociedade moderna (FORMIGA, 2010). Esse processo de formação traz novas demandas e desafios aos docentes, dos quais se espera que aprimorem sua capacidade de mediação pedagógica, superando o modelo de transmissão de conteúdos para focar no processo de ensino e aprendizagem, centrado nos estudantes.

O contexto social, com significativas alterações nas condições de trabalho, com agressivas intervenções no ambiente e no qual bens intangíveis como o capital humano são cada vez mais relevantes, juntamente com o desenvolvimento tecnológico, contribuem para a necessidade de alterações no perfil dos engenheiros (IEL, 2006). O próprio conceito de emprego assume novas e diversificadas formas, exigindo também a preparação e esforços de adaptação.

Além dos aspectos qualitativos, o Brasil necessita ampliar a quantidade de egressos de Engenharia, pois, conforme dados indicados nas novas DCNs dos cursos de Engenharia (CNE, 2019), com base em informações da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o país tinha uma taxa de apenas 4,8

engenheiros por 10 mil habitantes em 2016, enquanto Coreia do Sul, Rússia, Finlândia e Áustria contavam com mais de 20 engenheiros nessa escala, e Portugal e Chile tinham cerca de 16 engenheiros.

No cenário atual, outro aspecto de grande relevância para o sistema educacional em geral, e para o ensino da Engenharia em particular, é a questão da educação mediada por tecnologias – o que inclui a Educação a Distância (EaD), com atividades síncronas e/ou assíncronas –, que vem sendo ampliada nos últimos anos, com previsão de ultrapassar os cursos presenciais em breve, em número de ingressantes e concluintes. No caso das Engenharias, visto que os cursos requerem atividades presenciais, como as práticas em laboratório, a tendência é que estes ampliem a oferta de disciplinas a distância e também de disciplinas com parte da carga horária presencial e parte a distância. Dessa forma, os cursos híbridos, ou semipresenciais, no modelo *blended learning*, com utilização de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), representam um cenário provável na Educação em Engenharia, tendo condições de reunir o melhor das duas modalidades – presencial e a distância – de forma sinérgica, permitindo maior efetividade ao processo ensino-aprendizagem (MORAN, 2004). Nesse sentido, ainda no final do século passado, Lévy (1999) indicava que a distinção entre as modalidades presencial e a distância seria cada vez menos pertinente, pois o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) seria progressivamente incorporado ao ensino tradicional. No início da terceira década do século XXI,

a questão vai além da inserção das TICs e de atividades não presenciais nos cursos de Engenharia, passando a ser a velocidade e amplitude dessa inserção.

Para enfrentar esses e outros desafios, a Educação em Engenharia tem buscado estudar, propor, experimentar e implementar ações de melhoria do processo formativo por iniciativas de professores e gestores, a partir da observação das demandas atuais com uma visão empreendedora e inovadora. Cada vez mais as instituições e entidades têm se posicionado a respeito, no sentido de aprimorar o processo educacional. Alguns dos aspectos que vêm sendo discutidos são apresentados como exemplos: i) aprendizagem significativa; ii) metodologias ativas; iii) mediação pedagógica com uso de TICs; iv) inovação pedagógica integrada à educação empreendedora; v) projetos integradores interdisciplinares; vi) aprendizagem por projetos/problemas; vii) desenvolvimento de *startups*; viii) sala de aula invertida; ix) engenheiro 3I (Indústria, Inovação e Interculturalidade); x) Indústria e Educação 4.0.

A RFEPCT vem apresentando iniciativas empreendedoras e inovadoras, e uma busca na internet com os termos citados no parágrafo anterior acrescidos da referência à Rede Federal indica uma quantidade significativa de estudos publicados sobre os temas, realizados por docentes da RFEPCT. De certo modo, tais estudos apontam uma etapa intermediária da incorporação desses temas na cultura, na normativa e nos processos internos, conforme a teoria da institucionalização (MELO, 2016). Um exemplo

que aponta para a lista do parágrafo anterior pode ser encontrado em uma obra que inclui 19 artigos envolvendo a RFEPCT, publicada pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense (CRUZ SOBRINHO; PLÁCIDO; RIBEIRO, 2019).

2.4 A Educação Profissional e Tecnológica no Brasil: histórico, cenário atual e desafios

Ao abordar a RFEPCT, uma questão inicial diz respeito às palavras e expressões utilizadas, pois há denominações diversas e imprecisão com relação ao seu significado (MORAES; ALBUQUERQUE, 2019). Assim, a expressão “educação tecnológica”, no contexto educacional brasileiro, afasta-se da abordagem epistemológica para assumir uma conexão com a tipologia da oferta, sendo usada para indicar cursos técnicos e de tecnologia. Já a expressão “educação profissional” tem o sentido de uma educação voltada para uma profissão, para um ofício especializado, tendo ainda um direcionamento das instituições, pois, embora bacharelados e licenciaturas também formem para exercer profissões, o termo “educação profissional” não é usualmente ligado a esses tipos de cursos. Essa denominação consta na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB) (BRASIL, 1996), que inclui um capítulo sobre o termo, distinto dos da educação básica e da educação superior, que também possuem capítulos específicos. A expressão “educação científica”, por sua vez, vem da denominação “Instituto

Federal de Educação, Ciência e Tecnologia”. Assim, essas expressões e suas combinações, embora imprecisas, vêm sendo usadas para designar o ensino que é ofertado pelos integrantes da RFEPECT. Uma denominação usual para indicar cursos e também instituições é “Educação Profissional e Tecnológica” (EPT), que também é utilizada para referir-se ao tipo de cursos ofertados no âmbito da RFEPECT.

Em termos legais, a expressão “Educação Tecnológica” vem sendo usada de forma oficial a partir da Lei nº 6.545, de 30 de junho de 1978 (BRASIL, 1978), que transformou as então Escolas Técnicas Federais do Paraná, de Minas Gerais e do Rio de Janeiro em Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFET).

Outro termo utilizado é “Ensino Profissional”, o qual, conforme esclarece Nascimento (2007), deriva de um contexto que considerava duas ideias diferentes de ensino. Uma delas referia-se ao ensino formal e sistemático, que, a partir da Idade Média, deu origem aos colégios e universidades atuais. A outra ideia referia-se a um tipo de ensino progressivo e não sistemático ou pouco sistemático, destinado à aprendizagem de ofícios, por meio de mestres e aprendizes, derivando daí o que pode ser denominado de ensino profissional, que mais tarde passou a incluir elementos do ensino sistematizado, reunindo, além do ensino de ofícios, também o ensino industrial, destinado ao aprendizado das técnicas e tecnologias utilizadas nesses processos. Essas ideias estão presentes, de forma conflitante ou complementar, na história das instituições de ensino

profissional brasileiras, em geral, e na RFEPCT, em particular, cuja trajetória salienta a separação entre o ensino regular e o ensino profissional, com discussões, conflitos, divergências e esforços de convergência, ao longo das diversas transformações que essas instituições tiveram durante sua história e que são elementos importantes na formação de sua cultura característica.

A base cultural a partir da qual o modelo EPT brasileiro foi estabelecido vem desde o início da colonização, quando o trabalho manual era destinado aos escravos (índios e africanos) e essa característica envolvia todos os trabalhadores que precisavam utilizar a força física ou as mãos, incluindo carpinteiros, pedreiros, ferreiros, tecelões, entre outros. Nesse contexto, o ensino profissional no Brasil começou, e se manteve por muito tempo, com o ensino de ofícios, destinado às camadas mais pobres da população e a pessoas marginalizadas, desvinculado do sistema de educação geral.

No início do século XX, foram criadas as Escolas de Aprendizizes Artífices, que são a origem de referência do modelo EPT brasileiro, devido a sua importância e influência. Foram criadas 19 dessas escolas, uma em cada estado da federação brasileira de então, exceto no Distrito Federal (Rio de Janeiro) e no Rio Grande do Sul, que já dispunham de instituições semelhantes. Nos anos iniciais, os cursos eram noturnos, existindo a oferta diurna de um curso primário para os analfabetos e de um curso de desenho para os alunos que precisassem. Em 1911 o curso de desenho se tornou obrigatório e, em 1918, isso aconteceu com o curso primário. Também

em 1918 os cursos passaram a ser diurnos, ficando o período noturno destinado a cursos de aperfeiçoamento para os operários que já se encontrassem no mercado de trabalho (CUNHA, 2000).

As Escolas de Aprendizes Artífices existiram até 1937, quando foram transformadas em Liceus Profissionais, destinados ao ensino profissional de todos os ramos e graus. Em 1959, após perderem espaço para o chamado Sistema S – especialmente o SENAI, criado na década de 1940 –, essas escolas foram transformadas em autarquias, com a denominação de Escolas Técnicas Federais. Em 1978 algumas delas foram transformadas em Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFET). As demais escolas, bem como as Escolas Agrotécnicas Federais, foram gradativamente transformadas em CEFETs a partir de 1999. Em 2005 o CEFET-PR foi transformado em Universidade Tecnológica (BRASIL, 2005), e em 2008 foram criados os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (BRASIL, 2008). Essas instituições passaram a constituir uma rede de ensino de alcance nacional, denominada atualmente de RFEPCT. Dessa forma, neste capítulo, ao mencionar Educação Tecnológica ou Educação Profissional e Tecnológica, abstraído-se da polêmica em torno dos conceitos, faz-se referência às instituições citadas. Desde a criação dos CEFETs, a legislação aponta para um sistema de ensino verticalizado, envolvendo o ensino médio, graduação e pós-graduação, na área tecnológica, com direcionamento para a atividade industrial.

O processo de integração entre o ensino geral e o profissional teve algumas ações a partir de meados do século XX, com iniciativas para permitir alguma transposição entre os sistemas, de forma que estudantes do sistema profissional pudessem passar para o sistema geral e prosseguir nessa estrutura até os cursos superiores. No entanto, no início as dificuldades eram grandes, e poucos estudantes puderam transitar para o sistema geral de ensino.

Em 20 de dezembro de 1961, a primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação – Lei nº 4.024 (BRASIL, 1961) – foi promulgada, após 13 anos de disputas entre os representantes de tendências conflitantes, e teve impactos significativos no ensino brasileiro. No que diz respeito ao ensino profissional, viabilizou que as escolas técnicas ofertassem cursos técnicos integrados ao ensino secundário, o que se tornou, nos anos seguintes, um modelo de sucesso e serviu de referência para uma nova reforma do ensino secundário geral, na década seguinte. Outro fator que se revelou fundamental para o sucesso dos cursos técnicos foi a possibilidade de acesso aos cursos superiores após o terceiro ano, o que permitiu uma forma viável de transição do sistema de ensino profissional para o ensino superior.

Os cursos técnicos integrados ofertados pelas Escolas Técnicas Federais logo conquistaram um prestígio profissional sem precedentes e passaram a representar uma possibilidade real e efetiva de ascensão econômica e social para os egressos, que passaram a ser disputados pelo mercado devido à excelência em suas

formações. A qualidade dos cursos passou a atrair, nas décadas seguintes, também estudantes de boa situação econômica, que antes se dirigiam ao ensino secundário geral e daí aos cursos superiores e que geralmente não tinham intenção de trabalhar como técnicos, mas sim de usufruir da qualidade de ensino para obter aprovação nos exames de acesso aos cursos superiores. Esse objetivo passou a ser também o de muitos estudantes de menor condição econômica, que garantiam, com o curso técnico, uma atividade profissional que lhes dava condições de prosseguir seus estudos em cursos de graduação. As Escolas de Aprendizes Artífices passaram de escola de órfãos e desvalidos para um exemplo e modelo a ser disseminado como solução para o desenvolvimento do país (CUNHA, 1998).

Em 1967, uma comissão criada para estudar a questão dos ensinos médio e superior, partindo do fato de que não havia vagas suficientes no sistema de ensino superior para os egressos do ensino secundário, propôs dar caráter de terminalidade ao secundário, através da profissionalização compulsória. Assim, em 1971, a segunda versão da LDB, estabelecida pela Lei nº 5.692 (BRASIL, 1971), transformou todos os cursos de segundo grau em cursos profissionalizantes, destinados a formar técnicos e auxiliares técnicos, seguindo o modelo de sucesso das Escolas Técnicas Federais, sob o argumento de que havia falta desses profissionais para o desenvolvimento do país. Essa reforma logo se revelou inviável, pela resistência dos envolvidos e pela falta de infraestrutura e corpo docente, pois a legislação

transformou os cursos existentes sem fornecer os meios para efetivar essa transformação. As escolas passaram a ofertar cursos profissionalizantes sem dispor de laboratórios, estrutura e, principalmente, de um quadro de professores capacitados e bem formados, tanto nas atividades profissionais abordadas pelos cursos como no aspecto pedagógico. Como não obteve o sucesso esperado e logo precisou ser revogada, a Lei nº 5.692/1971 constitui um dos fatores da deterioração do sistema público de ensino médio (CUNHA, 1998). A profissionalização compulsória foi eliminada pela Lei nº 7.044, de 1982, que restaurou o sistema geral de ensino (BRASIL, 1982).

Em 1996 uma nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação foi promulgada (BRASIL, 1996), trazendo diversas alterações no sistema de ensino. No que diz respeito à dualidade entre o ensino geral e o profissional, foi complementada pelo Decreto nº 2.208, de 1997 (BRASIL, 1997), que desfez a integração existente nos cursos técnicos, implantada pela LDB de 1961 (BRASIL, 1961), ao proibir a formação profissional integrada com a formação geral. Esse decreto limitava a formação profissional a cursos subsequentes, a serem feitos após o ensino médio ou, mesmo que concomitantes, separados e independentes do ensino geral. Assim, 36 anos após a integração viabilizada pela primeira LDB (BRASIL, 1961), voltava a separação entre os tipos de ensino, por imposição legal. Essa norma também teve existência curta, sendo revogada pelo Decreto nº 5.154, de 25 de julho de 2004 (BRASIL, 2004), que restaurou

a possibilidade de integração entre o ensino geral e o profissional em nível de ensino médio, mantendo as formas concomitante e subsequente. Embora de curta duração, essa legislação teve grandes efeitos nas instituições que ofertavam EPT, por abolir os cursos de maior sucesso em sua história.

Apesar da tentativa frustrada de profissionalização compulsória, as Escolas Técnicas Federais continuaram a ofertar cursos técnicos com sucesso, permanecendo como ilhas de excelência no cenário educacional brasileiro. Em decorrência dessa situação, logo se pensou em ampliar os cursos de algumas dessas escolas, com oferta de ensino superior. Algumas delas passaram a ofertar uma nova modalidade de curso, denominada de Engenharia de Operação, caracterizada por cursos das áreas tradicionais da Engenharia, com duração de quatro anos e com menor carga horária de base científica, e orientada para formar profissionais de nível superior intermediários entre os técnicos e os engenheiros. Essa tentativa também teve curta duração, persistindo de 1974 a 1977, pois o mercado, o sistema educacional e o sistema de habilitação profissional recusaram aceitar esse tipo de profissional. Optou-se então pela transformação desses em cursos denominados de Engenharia Industrial, pela proximidade e direcionamento para o setor produtivo. Eram cursos plenos de Engenharia, pois seguiam os currículos mínimos, tinham maior carga horária de atividades práticas e estágios obrigatórios com duração de 360 horas, além de serem direcionados para os

processos tecnológicos e industriais. Em anos recentes, a denominação “industrial” vem sendo retirada, e os cursos adotaram as denominações usuais dos demais cursos de Engenharia, mantendo em maior ou menor grau características derivadas dos cursos de origem.

2.5 Cenário atual da EPT

No cenário atual da EPT, há dificuldades para levantar os dados quantitativos sobre os cursos de Engenharia na RFEPCT. A Plataforma Nilo Peçanha, criada para gerenciar dados dessa rede, indica 582 cursos de bacharelado, com 96.442 matrículas no ano-base de 2018 (BRASIL, 2019). No entanto, embora se possa supor que parcela significativa dos bacharelados constantes nessa plataforma sejam cursos de Engenharia, tal dado não está disponível para consulta. Nas sinopses estatísticas do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2019), as somas dos cursos de Engenharia da RFEPCT e das matrículas nesses cursos foram de 411 e 56.000, respectivamente, nesse mesmo ano.

Contudo, como esses dados constam no item dedicado a cursos de Engenharia, Produção e Construção, a lista inclui cursos de tecnologia e bacharelados que não são Engenharias. Considerando somente os cursos com a denominação de Engenharia, a pesquisa resulta em 229 cursos e 37.603 matrículas na RFEPCT, não incluindo a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR),

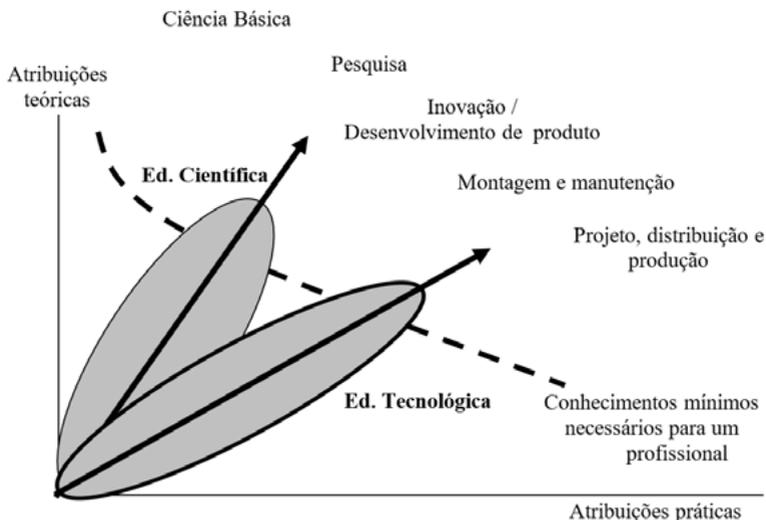
que tem seus dados contabilizados entre as universidades federais, e não na RFEPCT. A UTFPR tinha, em 2018, 19.250 matrículas em 51 cursos de Engenharia. Considerando que o quantitativo mais adequado ao escopo deste estudo é o obtido da Sinopse Estatística do INEP mais dados da UTFPR, com o filtro para cursos com a denominação de “Engenharia”, a RFEPCT tinha em 2018 um quantitativo de 280 cursos e 56.853 matrículas, embora tais números devam ser considerados como presumíveis, em virtude da diversidade de fontes e de metodologias para sua obtenção. Os estudos indicam que a oferta de cursos de Engenharia pela RFEPCT tem aumentado ao longo do tempo, mantendo, porém, uma parcela pequena em relação ao todo, pois representava 2,09% do total de matrículas em Engenharia no Brasil em 2010, passando para 2,90% em 2013 (GUIMARÃES; BELO; VIEIRA, 2018).

2.6 A cultura característica da RFEPCT

A Figura 2 sintetiza o conceito de educação tecnológica em contraste com a denominada educação científica das universidades tradicionais. Em decorrência de sua história e das transformações compulsórias e voluntárias pelas quais passaram, as instituições da RFEPCT desenvolveram uma cultura característica, diferenciada da cultura acadêmica tradicional, como a que está presente nas universidades federais, por sua ênfase nas atribuições práticas, e que se distingue pela

oferta do nível técnico, da graduação e da pós-graduação, compondo um modelo integrado, com pesquisa aplicada e proximidade com o setor produtivo.

Figura 2 – Conceito de educação tecnológica

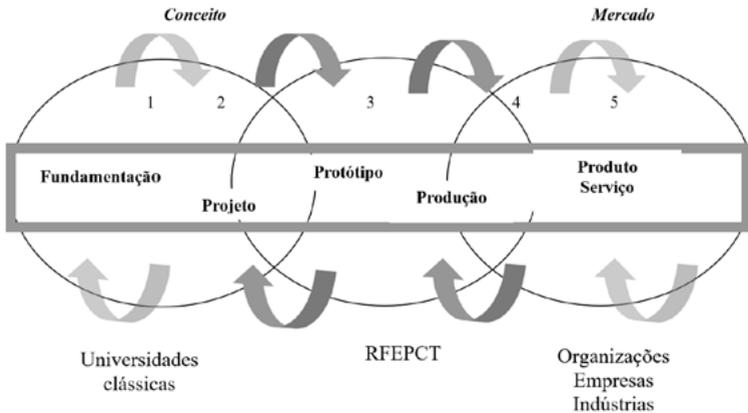


Fonte: Januário Netto (2005)

A educação tecnológica reúne características das universidades clássicas – quais sejam, o ensino estruturado com forte base científica, vinculado com pesquisa e extensão – à prática de pesquisa aplicada e à prestação de serviços, buscando inserir os avanços científicos e tecnológicos na realidade socioeconômica local e regional, o que lhe confere proximidade com o setor empresarial. Assim, a educação tecnológica

situa-se mais próxima do mundo do trabalho, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Posicionamento institucional no eixo do desenvolvimento tecnológico



Fonte: Januário Netto (2005)

Esse posicionamento do sistema foi progressivamente estabelecido, sendo bem claro na criação dos Centros Federais de Educação Tecnológica, em 1978 (BRASIL, 1978), e na lei de criação da Universidade Tecnológica (BRASIL, 2005). Está presente também na lei de criação dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (BRASIL, 2008), na qual consta que sua atuação deve responder, de forma ágil e eficaz, às demandas por formação profissional, por difusão de conhecimentos científicos e tecnológicos e por suporte aos arranjos produtivos locais, bem como operar em todos os níveis e modalidades da educação profissional. Tais itens não

se limitam aos institutos e podem ser aplicados a toda a RFEPCT, com um modelo integrado de ensino, que inicia na oferta de cursos de qualificação, passando pelos cursos técnicos de nível médio e pela educação superior, como os cursos de Engenharia, podendo, inclusive, chegar à oferta de cursos de mestrado e doutorado na área tecnológica (GUIMARÃES; BELO; VIEIRA, 2018).

3 DESAFIOS E OPORTUNIDADES

Após a contextualização da Educação em Engenharia no Brasil e a apresentação do cenário atual da RFEPCT, pontos-chave deste estudo, a indagação sobre se essa rede pode e deve ampliar sua oferta de cursos na Educação em Engenharia pode ser respondida a partir da hipótese básica indicada: a de que essa rede tem uma cultura e uma estrutura que permitem enfrentar e superar os desafios para ampliar sua participação, buscando as oportunidades decorrentes do cenário atual.

A partir das considerações anteriores, podem-se depreender os desafios a serem superados e as oportunidades que essa superação, juntamente com os pontos fortes das instituições e da cultura da RFEPCT, permitem prospectar, projetar e implementar, visando aprimorar o processo de Educação em Engenharia no âmbito da rede, ampliando a formação – em termos qualitativos e também quantitativos – do corpo discente, docente e técnico-administrativo, atuando também na

realidade local e regional com ações de ensino, pesquisa e extensão.

3.1 Os desafios requerem mudanças

Embora os desafios da Educação em Engenharia no Brasil não sejam recentes – sendo que a apropriação de competências gerenciais, humanas, de gestão e de responsabilidade social vem sendo apontada há tempos como necessidade além da formação técnica, como, por exemplo pelo Programa Inova (IEL, 2006) –, o sistema educacional tem evoluído de forma lenta e restrita. A academia, principalmente nas instituições públicas, tende a ser conservadora no sentido de manter seus processos e rituais, assimilando as novas tecnologias de forma adaptativa, procurando preservar seu modo de atuação, mesmo com o uso de recursos mais sofisticados. Assim, a resposta às demandas do tempo presente tem sido insuficiente, pois a velocidade das alterações que vêm ocorrendo na sociedade e na forma de interagir com o mundo é mais rápida que a resposta acadêmica. Embora de forma lenta e em geral restrita, estudos, propostas e implementações têm sido realizados, devendo ser ampliados, estruturados e viabilizados no sistema educacional, deixando de ser iniciativas particulares de alguns pioneiros empreendedores e inovadores e passando a ser parte do processo institucional, ou seja, inserido de forma efetiva e permanente nas atividades de ensino, pesquisa e extensão.

A Educação em Engenharia no Brasil geralmente segue modelos tradicionais, com muitas instituições e cursos de alto nível em termos de formação técnica, porém com deficiências em termos de formação humana e de gestão, para responder às competências esperadas desses profissionais. Nesse sentido, a partir da diversidade de missões e valores, essas instituições e cursos têm o compromisso de atender às demandas de desenvolvimento de seu entorno social, vinculado em termos locais, regionais e nacionais (QUADRADO, 2010). A formação deve ser tal que, no final do curso, o engenheiro leve no currículo a capacidade de combinar conhecimento técnico com visões éticas, inovadoras, filosóficas e humanísticas (VERALDO JUNIOR; DUARTE JUNIOR; BOTURA, 2016).

Também o ensino de Engenharia no Brasil teve, nos últimos anos, diversas alterações no seu arcabouço legal, que permitiram um processo de significativas mudanças nos projetos dos cursos e nas suas matrizes curriculares. Além da evolução decorrente das condições internas das instituições, as exigências do momento histórico, que vem sendo denominado de sociedade do conhecimento, requerem uma postura e características que permitam agilidade e flexibilidade com responsabilidade social, incorporando as premissas do desenvolvimento sustentável. As alterações da legislação decorrem das mudanças ocorridas nos campos social, político e cultural, bem como no sistema econômico financeiro.

O processo educativo é permanente e contínuo, sendo que um curso regular constitui uma parte desse processo.

Cada indivíduo necessita desenvolver sua capacidade de aprender a aprender, de forma a poder aprimorar seus conhecimentos, habilidades e atitudes ao longo da vida. Além desse fato, a formação profissional deve ser ampliada e diversificada nos cursos de graduação, incluindo ou aumentando atividades práticas como seminários, estágios, trabalhos comunitários, trabalhos de conclusão de curso, projetos integradores e outras atividades de síntese e aplicação de conhecimentos. Na área técnica, o dinamismo das mudanças tecnológicas torna os conhecimentos obsoletos em uma velocidade cada vez mais rápida (IEL, 2006), requerendo bases teóricas consistentes e formação continuada ao longo da vida. Nesse cenário, as mais recentes DCNs para os cursos de Engenharia recomendam ênfase em um conjunto de experiências de aprendizado, no processo participativo do estudante sob orientação e com a presença do professor e em um programa de estudos coerentemente integrado, considerando também que a formação deve viabilizar que o profissional possa atuar em trajetórias muitas vezes imprevisíveis (CNE, 2019).

Os engenheiros têm uma função essencial na economia mundial. A indústria e a sociedade necessitam de engenheiros com alta qualificação técnica, com capacidade empreendedora e inserção global. Esse modelo, mais amplo, mais desafiador e mais próximo das demandas e expectativas da sociedade, inclui a integração efetiva entre os diversos níveis de ensino e a interação com a sociedade e as organizações, em um ambiente de inovação e internacionalização.

3.2 Diretrizes para as Engenharias nas instituições da RFEPCT

No âmbito dos Institutos Federais, o MEC apresentou um documento que estabelece diretrizes para os cursos de Engenharia nessas instituições; pela característica cultural da RFEPCT, essas diretrizes aplicam-se também às demais instituições da rede, ou seja, CEFETs e Universidade Tecnológica. Essas diretrizes são listadas abaixo (BRASIL, 2010):

- Sintonia com a sociedade e com o mundo produtivo;
- Diálogo com os arranjos produtivos culturais, locais e regionais;
- Preocupação com o desenvolvimento humano sustentável;
- Possibilidade de estabelecer metodologias que viabilizem a ação pedagógica inter e transdisciplinar dos saberes;
- Realização de atividades em ambientes de formação para além dos espaços convencionais;
- Interação de saberes teórico-práticos ao longo do curso;
- Percepção da pesquisa e da extensão como sustentadoras das ações na construção do conhecimento;
- Construção da autonomia dos discentes na aprendizagem;
- Mobilidade;
- Comparabilidade;

- Integração das comunidades discentes dos diferentes níveis e modalidades de ensino.

Note-se que, embora os itens possam ser aplicados a outros processos educativos, alguns deles estão mais próximos das instituições da RFEPCT, como a integração de diferentes níveis e modalidades de ensino, a sintonia com o mundo produtivo e a interação teoria-prática ao longo do curso.

3.3 Oportunidades

A questão da aproximação ao modelo de universidades clássicas por parte das instituições da RFEPCT não é novidade, pois está ligada a sua origem e desenvolvimento histórico, ao longo de mais de 100 anos, durante o qual essas instituições passaram por diversas transformações em um cenário marcado pela desvalorização do trabalho manual e pela supervalorização dos títulos de bacharel e doutor (MORAES; KIPNIS, 2017). Essa aproximação reduz as diferenças e afeta a cultura EPT, com reflexos em pontos fortes dessa cultura como a integração entre os níveis e a proximidade com o setor produtivo.

Na sociedade, no cenário do início da terceira década do século XX, a EPT vem sendo considerada uma possibilidade viável e favorável para a transição entre o sistema educacional e o mundo do trabalho. Moraes e Albuquerque (2019) comentam que há uma expressiva demanda por formação profissional nos

moldes da ofertada pela RFEPCT. As instituições da RFEPCT têm uma identidade social particular, que vem de sua história, do papel da EPT e de suas relações com a ciência e a tecnologia, com o desenvolvimento local e regional e com o mundo do trabalho (BRASIL, 2009).

Também as mais recentes DCNs para os cursos de Engenharia (CNE, 2019) indicam que essa categoria profissional tem papel central na geração de conhecimento, tecnologias e inovações, de que se depreende a relevância e também a oportunidade de considerar e dar ênfase a essas questões para a melhoria da qualidade dos cursos, visando aumentar a produtividade e ampliar as possibilidades de crescimento. O mesmo documento comenta sobre a demanda diversificada por engenheiros, existindo a necessidade de vários perfis, como pesquisador, empreendedor ou um perfil mais ligado às operações. Nesse sentido, a RFEPCT reúne premissas para fomentar sua Educação em Engenharia segundo suas condições e inserção regional, podendo e devendo atuar, pela sua cultura, na formação operacional e empreendedora e podendo também formar para a pesquisa aplicada, necessidade que fica clara pelo pequeno número de patentes registradas no Brasil.

De acordo com dados de 2018 (BRASIL, 2018), a RFEPCT possui uma estrutura significativa, composta por 661 *campi*, distribuídos entre os 38 Institutos Federais, dois CEFETs, a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e 22 escolas técnicas vinculadas às universidades federais. Dos 38 Institutos Federais,

ao menos 20 estão entre as escolas mais antigas da Rede, assim como os CEFETs e a UTFPR. Dessa forma, a cultura de origem está presente em pelo menos 23 instituições da Rede. Essa estrutura, que congrega milhares de docentes, com dispersão geográfica no país, tem oportunidades únicas de expansão e de atuação significativa na Educação em Engenharia brasileira.

Algumas das oportunidades que decorrem dessa estrutura e da cultura da RFEPCCT são as seguintes:

- Formação em Engenharia direcionada para a realidade local e regional, com cursos inovadores e flexíveis, que permitam itinerários formativos diversos, viabilizando formação operacional, empreendedora e de pesquisa, complementada com formação humana, de gestão e de cidadania, com responsabilidade social e ambiental, em cenários instáveis e incertos;
- Inserção das TICs e modelo híbrido de ensino-aprendizagem em todos os níveis e processos formativos;
- Diálogo efetivo e continuado com o setor produtivo;
- Qualificação profissional continuada, com cursos para engenheiros, tecnólogos, técnicos, auxiliares técnicos, aprendizes, gestores, professores e outros;
- Oferta de formação continuada e também de alto nível (*lato e stricto sensu*) para atender a própria rede e disseminar a cultura EPT;

- Processo integrado entre os níveis e entre os cursos de mesmo nível, de forma que cursos de Engenharia, de tecnologia e técnicos possam compartilhar disciplinas e atividades e atuar em empresas juniores e iniciativas multiprofissionais;
- Integração interinstitucional, promovendo a sinergia na rede, viabilizando o aproveitamento de potencialidades e pontos fortes dos integrantes, permitindo ofertas de cursos em parcerias interinstitucionais, intercampi e também com parceiros além da rede, incluindo instituições estrangeiras.

Os elementos citados constituem algumas possibilidades de promover a inserção ou a ampliação da Educação em Engenharia em conformidade com a cultura e com a tradição das instituições da RFEPCT, sendo perspectivas viáveis e oportunas.

Embora exemplos sejam situações pontuais que não permitem qualquer generalização, demonstram que as oportunidades elencadas são efetivas e viáveis. Assim, são mencionadas algumas ações envolvendo projetos da RFEPCT, sem pretender um estudo sistemático. Tal estudo é um dos projetos de pesquisa previstos pelo Observatório da Inovação e Tecnologias na Educação, ligado ao Centro de Inovação em Tecnologias Educacionais da UTFPR – no momento da redação deste capítulo, tal observatório é uma proposta que está em fase de aprovação para inserção na estrutura da instituição. Desse modo, citam-se:

- Formação continuada e de alto nível, a exemplo do Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT), com oferta, em 2020, de turmas em 27 Institutos Federais, no CEFET-MG e no Colégio Pedro II, com 913 vagas (PROFEPT, 2020);
- Inserção das TICs no processo ensino-aprendizagem, a exemplo dos diversos MOOCs (*Massive Open Online Course*) ofertados em 11 institutos (BRASIL, 2020);
- Cursos a distância em vários níveis, incluindo Formação Inicial e Continuada (FIC), ofertados pelos institutos, como o Programa Novos Caminhos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB, 2020);
- O Programa Professores para o Futuro, um dos exemplos de integração interinstitucional e internacional, que, entre outras ações, viabilizou a capacitação de dezenas de docentes da RFEPCT na Finlândia, país que tem sido referido como exemplo de bons resultados educacionais (BRASIL, 2014).

4 CONCLUSÕES

Este estudo considera um cenário de desafios e oportunidades com relação à ampliação da oferta de cursos de Engenharia na RFEPCT. Essa rede tem sua referência inicial na fundação das Escolas de Aprendizizes

Artífices em 1909, tendo passado por diversas alterações, percalços e realizações durante sua trajetória, sendo que algumas instituições pertencentes à RFEPCT têm esse tempo de vida, enquanto outras vêm se integrando à cultura e peculiaridades desse grupo, direcionado para a EPT no Brasil.

As especificidades e diferenciais das instituições da RFEPCT incluem a integração entre níveis (formação inicial, técnico, graduação e pós-graduação) e intra níveis (como tecnologias e Engenharias), além de diálogo e proximidade com a sociedade local e regional e com o setor produtivo, o que caracteriza uma cultura que tem pontos fortes e potencial para ampliar a oferta da Educação em Engenharia, de forma diferenciada das demais instituições federais de educação.

Desde 1974, a RFEPCT tem experiência na Educação em Engenharia, com a oferta de cursos específicos, diferenciados, inclusive com situações de limitações e fracasso provenientes de políticas públicas inadequadas, que também foram importantes, pois a RFEPCT também aprende com os erros e falhas durante sua história. No cenário atual a Educação em Engenharia tem o desafio de melhorar em termos quantitativos e qualitativos, visando a uma sólida formação técnica e de gestão, com equipes multidisciplinares e multiculturais, com desenvolvimento humano, empreendedorismo, responsabilidade social e ambiental.

Nesse cenário, a ampliação da Educação em Engenharia na RFEPCT é viável e oportuna, podendo ser alavancada pela atuação integrada, em rede,

multinível, em sintonia com a sociedade e com o setor produtivo, aliando teoria e prática, com pesquisa aplicada, desenvolvimento de currículos atualizados, flexíveis, inovadores, que incluam soluções aos desafios do momento atual e que respondam às demandas da sociedade.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Decreto nº 2.208, de 17 de abril de 1997.** Regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 42 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2208.htm. Acesso em: maio 2021.

BRASIL. **Decreto nº 5.154, de 23 de julho de 2004.** Regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 41 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5154.htm. Acesso em: maio 2021.

BRASIL. **Lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961.** Fixa as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1961. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/14024.htm. Acesso em: maio 2021.

BRASIL. **Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971.** Fixa diretrizes e bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1971. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/15692.htm. Acesso em: maio 2021.

BRASIL. **Lei nº 6.545, de 30 de junho de 1978.** Dispõe sobre a transformação das Escolas Técnicas Federais de Minas Gerais, do Paraná e Celso Suckow da Fonseca em Centros Federais de Educação Tecnológica e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1978. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16545.htm. Acesso em: maio 2021.

BRASIL. **Lei nº 7.044, de 18 de outubro de 1982.** Altera dispositivos da Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971, referentes a profissionalização do ensino de 2º grau. Brasília, DF: Presidência da República, 1982. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17044.htm. Acesso em: maio 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: maio 2021.

BRASIL. Lei nº 11.184, de 7 de outubro de 2005.

Dispõe sobre a transformação do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná em Universidade Tecnológica Federal do Paraná e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2005. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111184.htm. Acesso em: maio 2021.

BRASIL. Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008.

Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11892.htm. Acesso em: maio 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Centenário da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica.

Brasília, DF: Ministério da Educação, 2009. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec-secretaria-de-educacao-profissional-e-tecnologica/190-secretarias-112877938/setec-1749372213/13175-centenario-da-rede-federal-de-educacao-profissional-e-tecnologica>. Acesso em: jun. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Expansão da rede federal.

Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec-programas-e-acoes/expansao-da-rede-federal>. Acesso em: mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Institutos Federais oferecem cursos on-line de curta duração.** Brasília, DF: Ministério da Educação, 2020. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=88451:institutos-federais-oferecem-cursos-on-line-de-curta-duracao&catid=209. Acesso em: jun. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Professores brasileiros são aprovados para capacitação em universidades da Finlândia.** Brasília, DF: Ministério da Educação, 2014. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/209-564834057/20981-professores-brasileiros-sao-aprovados-para-capacitacao-em-universidades-da-finlandia>. Acesso em: jun. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. **Plataforma Nilo Peçanha 2019** (ano base 2018). Brasília, DF: Ministério da Educação, 2019. Disponível em: <http://plataformanilopecanha.mec.gov.br/2019.html>. Acesso em: mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. **Princípios norteadores das Engenharias nos Institutos Federais.** Brasília, DF: Ministério da Educação, 2010.

CNE – CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Parecer CNE/CES nº 1/2019.** Diretrizes Curriculares Nacionais

do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, DF: CNE, 2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/marco-2019-pdf/109871-pces001-19-1/file>. Acesso em: abr. 2021.

COLOMBO, A. A.; BERBEL, N. A. N. A metodologia da problematização com o arco de Magueréz e sua relação com os saberes dos professores. **Revista Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 28, n. 2, p. 121-146, 2007. DOI: 10.5433/1679-0383.2007v28n2p121. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/3733>. Acesso em: maio 2021.

CRAWLEY, E. F. *et al.* The CDIO Syllabus v2.0: an updated statement of goals for Engineering Education. *In: INTERNATIONAL CDIO CONFERENCE*, 7., 2011, Copenhagen. **Proceedings** [...]. Copenhagen: CDIO, 2011.

CRUZ SOBRINHO, S.; PLÁCIDO, R. L.; RIBEIRO, E. A. W. **Os “Nós” que fortalecem a Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica: experiência e expertises nos/dos Institutos Federais.** Blumenau: Editora IFC, 2019.

CUNHA, L. A. Ensino médio e ensino técnico: de volta ao passado? **Revista Educação e Filosofia**, v. 12, n. 24, p. 65-89, 1998. Disponível em: <http://www.seer>.

ufu.br/index.php/EducacaoFilosofia/article/view/846.
Acesso em: maio 2021.

CUNHA, L. A. O ensino industrial-manufatureiro no Brasil. **Revista Brasileira da Educação**, n. 14, p. 89-107, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/FNsjBnkcM5S5dPpbSgwNPGb/abstract/?lang=pt>. Acesso em: maio 2021.

FORMIGA, M. M. M. **Engenharia para o desenvolvimento: inovação, sustentabilidade e responsabilidade social como novos paradigmas**. Brasília, DF: SENAI-DN, 2010.

GUIMARÃES, P. R. A.; BELO, W. R.; VIEIRA, J. M. A oferta de cursos de Engenharia nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia em cenário de crises política e econômica brasileira. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE 2018), 46.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 1., 2018, Salvador. **Anais** [...]. Salvador: ABENGE, 2018.

IEL – INSTITUTO EUVALDO LODI. Núcleo Nacional. **Inova Engenharia: propostas para a modernização da Educação em Engenharia no Brasil**. Brasília, DF: IEL. NC/SENAI.DN, 2006.

IFPB – INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA. **Programa Novos Caminhos**. João Pessoa, PB: IFPB, 2020. Disponível em: <https://www.ifpb.edu.br/>

noticias/2020/06/programa-novos-caminhos. Acesso em: jul. 2020.

INEP – INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Sinopse estatística da Educação Superior 2018**. Brasília, DF: INEP, 2019.

JANUÁRIO NETTO, E. **Cursos de Engenharia: contornos**. Apresentação para a comunidade UTFPR. Curitiba: UTFPR, 2005.

LÉVY, P. **Cibercultura**. 1. ed. São Paulo: Editora 34, 1999.

MELO, A. P. C. **Institucionalização na Educação a Distância na Universidade de Brasília**. 2016. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/21355>. Acesso em: maio 2021.

MORAES, G. H.; ALBUQUERQUE, A. E. M. **As estatísticas da educação profissional e tecnológica: silêncios entre os números da formação de trabalhadores**. Brasília, DF: INEP, 2019.

MORAES, G. H.; KIPNIS, B. Identidade de Escola Técnica vs Vontade de Universidade nos Institutos Federais: uma abordagem histórica. **Linhas Críticas**, v. 23 n. 52, p. 693-716, 2017. DOI: 10.26512/lc.v23i52.22884.

Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/linhascriticas/article/view/22884>. Acesso em: maio 2021.

MORAN, J. M. Perspectivas (virtuais) para a Educação. **Cadernos Adenauer IV, Mundo Virtual**, n. 6, p. 31-45, 2004. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/futuro.pdf>. Acesso em: abr. 2020.

NASCIMENTO, O. V. **Cem anos de ensino profissional no Brasil**. Curitiba: IBEPEX, 2007.

OLIVEIRA, V. F. Crescimento do número de cursos e modalidades de Engenharia: principais causas e consequências. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE 2005), 33., 2005, Campina Grande. **Anais** [...]. Campina Grande: ABENGE, 2005.

OLIVEIRA, V. F. Evolução da organização do curso de Engenharia no Brasil. *In*: OLIVEIRA, V. F. (org.) **A Engenharia e as novas DCNs: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros**. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

PRADO, M. L. *et al.* Arco de Charles Maguerez: refletindo estratégias de metodologia ativa na formação de profissionais de saúde. **Escola Anna Nery**, v. 16, n. 1, p. 172-177, 2012. DOI: 10.1590/

S1414-81452012000100023. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-81452012000100023. Acesso em: maio 2021.

PROFEPT – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA. **Processo Seletivo 01/2020**. Disponível em: <https://profept.selecao.net.br>. Acesso em: jun. 2020.

QUADRADO, J. C. Prólogo. *In*: RODRIGUEZ, J. C. C. (ed.). **Enseñanza de ingeniería en Iberoamérica: un compromiso con el desarrollo de la región**. Bogotá: ASIBEI – Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería, 2010.

SILVEIRA, M. A. **A formação do engenheiro inovador**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2005.

VERALDO JUNIOR, L. G.; DUARTE JUNIOR, J. A.; BOTURA, C. A. O ensino de engenharia por projetos: participação pioneira de uma instituição de ensino superior brasileira na Iniciativa CDIO. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE 2016), 44., 2016, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABENGE, 2016.

Capítulo 2

PRÁTICA DOCENTE E FORMAÇÃO DO PROFESSOR- ENGENHEIRO

Ricardo de Lima Silva – IFMG

Geide Rosa Coelho – UFES

1 INTRODUÇÃO

Após o final da Segunda Guerra Mundial e as devastações causadas pelas bombas atômicas, houve um grande aumento das discussões sobre o agravamento dos problemas ambientais, éticos e de segurança global, servindo de incentivo para o debate sobre a ciência e a tecnologia no contexto social. Segundo Bazzo e Pereira (2019, p. 77),

[...] cada vez mais a sociedade compreende que apenas dominar e ampliar as técnicas é

muito pouco, e que precisamos ultrapassar visões utilitaristas dos produtos da tecnologia ou mesmo transpor análises técnicas pretensamente neutras que hoje muitos de nós privilegiam ou enaltecem acriticamente.

A educação tecnológica de nível superior tem um grande papel no desenvolvimento de um país. O sujeito que se forma nas áreas técnicas adquire um importante impulso para se inserir no mundo do trabalho globalizado, sendo fundamental uma formação crítica e analítica. A atuação do engenheiro, como um profissional que cria e domina artefatos tecnológicos e sistemas produtivos, em papéis de liderança e decisão, tem grande relevância para o desenvolvimento mais sustentável da sociedade.

Recentemente, artefatos tecnológicos de Engenharia – especificamente, barragens de mineração – causaram quase 300 mortes em Mariana e Brumadinho, no estado de Minas Gerais, além de grandes prejuízos ambientais, sociais e materiais para a biomassa e para milhares de pessoas. Diante dessas catástrofes, a credibilidade da Engenharia fica em suspeita, o que leva a pensar sobre a educação dos futuros engenheiros: como resgatar a importância e a plena credibilidade desse profissional?

Sendo o professor-engenheiro um profissional que concilia a didática e a dimensão técnico-científica em um campo essencialmente tecnológico na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT), é importante perguntar: quais as principais práticas pedagógicas em desenvolvimento nos cursos de

Engenharia? Como se estabelece a formação continuada dos docentes que atuam nos cursos tecnológicos de nível superior? Disponibiliza-se um espaço-tempo de formação a esses profissionais nas escolas de Engenharia ou institutos nos quais lecionam, isto é, existe uma política de formação continuada?

Bazzo (2002) pensa na forma com que o engenheiro inicia a sua docência e observa exigências de comprovada competência e titulação em uma determinada área, mas constata que, praticamente, não se estabelece nenhuma orientação quando o que está em pauta é a docência. Os engenheiros “transformam-se” em professores, como se, por estarem habilitados para atuação no campo da Engenharia, também estivessem devidamente habilitados para a docência. Apesar de ser uma afirmação de quase duas décadas, até o momento da escrita deste capítulo, percebem-se poucos avanços nessa formação inicial (ou prévia), como também na formação continuada, que se estende ao longo do exercício da docência.

As novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de Engenharia indicam competências esperadas do egresso, entre elas: ter visão humanista; ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético; adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática; considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais; atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável (CNE, 2019).

Para alinhar-se a essas diretrizes, os pressupostos do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) são

apropriados como o suporte teórico à profissionalidade docente do professor-engenheiro. Para delimitar o campo em estudo, desenvolveu-se uma revisão sistemática das publicações que se aproximam do objeto de investigação. Utilizaram-se os principais repositórios de periódicos, teses, dissertações e publicações nacionais e internacionais. O recorte temporal inicia-se no final da década de 1990, quando as publicações sobre o tema se intensificaram, acompanhando a grande multiplicação de escolas de Engenharia que ocorreu nessa década.

Além dos principais repositórios de periódicos, teses e dissertações brasileiras, como o portal de periódicos CAPES, o Google Acadêmico, a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), o Catálogo de Teses e Dissertações e o sistema de buscas da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pesquisaram-se eventos científicos no campo da Educação em Engenharia, destacando-se o COBENGE (Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia) e o COBEM (Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica).

O trabalho se desenvolveu por meio de revisão sistemática e da análise de documentos. Este capítulo não tem o objetivo de apresentar uma visão definitiva e fechada sobre as questões tratadas, e sim de contribuir para o debate teórico-prático sobre o perfil professor-engenheiro na RFEPCT.

Nesse contexto, buscou-se mapear: as práticas coletivas e colegiadas como elementos formador-formativos; o perfil profissional do professor-engenheiro;

as práticas pedagógicas do professor-engenheiro; a formação humanística na Engenharia; e os alinhamentos com as novas DCNs das Engenharias.

2 A REVISÃO SISTEMÁTICA: O QUE APONTAM OS ESTUDOS SOBRE PRÁTICA DOCENTE E FORMAÇÃO DO PROFESSOR-ENGENHEIRO

Na primeira fase da pesquisa, foram encontrados 1.391 artigos e trabalhos (entre teses e dissertações), dos quais foram lidos os títulos, destacando-se 211 trabalhos para leitura de resumos na segunda fase. Entre esses trabalhos, 45 foram selecionados para a terceira fase (leitura completa), sendo 27 artigos, 5 teses e 13 dissertações, publicados entre os anos de 1999 e 2019. Desses trabalhos selecionados, 1 foi publicado na década de 1990, 12 na década de 2000 e 32 na década de 2010, sendo que 6 foram publicados no ano de 2019. Entre os eventos científicos, destacou-se o COBENGE, com sete publicações, seguido pelo COBEM, com um artigo. Além das referências bibliográficas obtidas nas bases de dados, buscou-se construir uma interlocução com outros importantes autores estudiosos do campo.

As bases de dados para busca de referências e os artigos selecionados para a terceira fase estão relacionados no Quadro 1. Já o Quadro 2 relaciona as teses e dissertações selecionadas para a terceira fase, bem como a base de dados.

Quadro 1 – Artigos selecionados: fontes de pesquisa e descritores

| Fonte de pesquisa | Descritores | Artigos |
|--|--|---|
| Portal de Periódicos CAPES (Ministério da Educação – Brasil) | “Docência na Engenharia”, “engenheiro docente”, “professor engenheiro” | Silva; Souza (2017); Molisani (2017). |
| | “Ensino de Engenharia” | Laudares; Paixão; Viggiano (2009); Fraga; Silveira; Vasconcellos (2011); Oliveira <i>et al.</i> (2013); Pereira; Hayashi (2016); Ferri; Freitas; Rosa (2018); Bazzo; Pereira (2019). |
| | “Professor”, “engenheiro”, “docente”, “formação” | Moura (2008); Soares; Cunha (2010); Borsoi; Pereira (2013); Martins <i>et al.</i> (2017); Cruz (2019). |
| Site do Google Acadêmico | “Professor”, “engenheiro” | Sousa; Gomes (2009); Gonçalves (2012); Linsingen (2015); Molisani (2017); Oliveira; Silva (2018); Alves; Ferreira; Amaral (2019); Silva; Fernandes (2019). |
| COBENGE – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia | “Professor”, “engenheiro” | Pereira, Bazzo; Linsingen (2000); Menestrina; Bazzo (2004); Nitsch; Bazzo; Tozzi (2004); Ferreira; Souza; Chrispino (2014); Correa; Bazzo (2017); Bordin; Bazzo (2018); Pinto; Araújo (2019); |
| COBEM – Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica | “Professor”, “engenheiro” | Bazzo; Linsingen; Pereira (1999). |

Fonte: dados da pesquisa

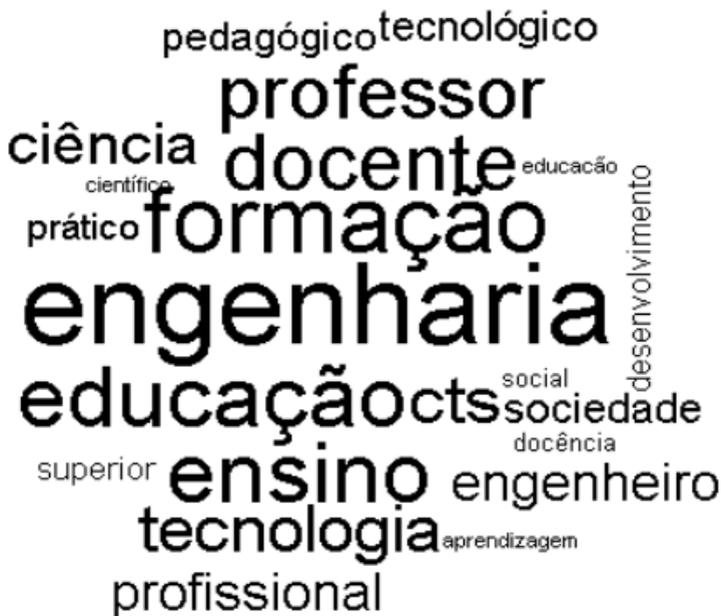
Quadro 2 – Teses (doutorado) e dissertações (mestrado) selecionadas: fontes de pesquisa e descritores

| Fonte de pesquisa | Descritores | Teses (Doutorado) | Dissertações (Mestrado) |
|---|---|---|---|
| Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES (Ministério da Educação – Brasil) | “Formação”, “professor”, “Engenharia”, “engenheiro” | Linsingen (2002); Cargnin-Stieler (2014); Franco (2017); Silva (2017); Bordin (2018). | Buonicontro (2001); Álvares (2006); Malagutti (2015); Santos (2016); Vaz (2016). |
| Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) – Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) | “Formação”, “professor”, “engenheiro” | Não houve resultados. | Loder (2002); Rogério (2003); Hidalgo (2006); Dantas (2011); Medeiros (2015); Carvalho (2018); Martins (2018); Medeiros (2019). |

Fonte: dados da pesquisa

Por meio da nuvem de palavras-chave, representada na Figura 1, observa-se a ordem de relevância de temas nos trabalhos selecionados: Engenharia; formação; Educação e Ensino; professor/docente.

Figura 1 – Palavras-chave dos trabalhos



Fonte: elaborada pelos autores

Para além desses termos, verifica-se maior presença das palavras “ciência” e “tecnologia” em detrimento do termo “sociedade”. Nesse contexto, Auler e Delizoicov (2006, p. 4) consideram fundamental problematizar

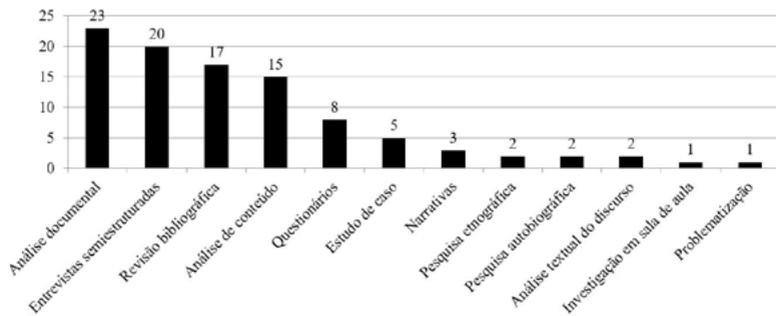
[...] construções históricas realizadas sobre a atividade científico-tecnológica, consideradas pouco consistentes: superioridade/neutralidade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva

salvacionista/redentora atribuída à Ciência-Tecnologia e o determinismo tecnológico.

Isso aponta para uma visão tecnocrática no que se refere à formação e ao ensino nas Engenharias, que desvincula questões socioeconômicas, culturais, políticas e ambientais do debate. Entretanto, o fato de o termo CTS surgir sinaliza uma abordagem mais holística no que se refere às relações entre ciência e tecnologia, o que contribui para o desenvolvimento de profissionais conscientes, críticos, com vistas à ampliação da justiça social.

Também foram verificados os principais procedimentos e metodologias dos estudos selecionados. Nesse momento, assumiu-se a forma como os autores se referiam aos aspectos metodológicos, visto que, em muitos dos trabalhos, não se faz distinção entre a metodologia e os procedimentos de pesquisa. O resultado está demonstrado na Figura 2.

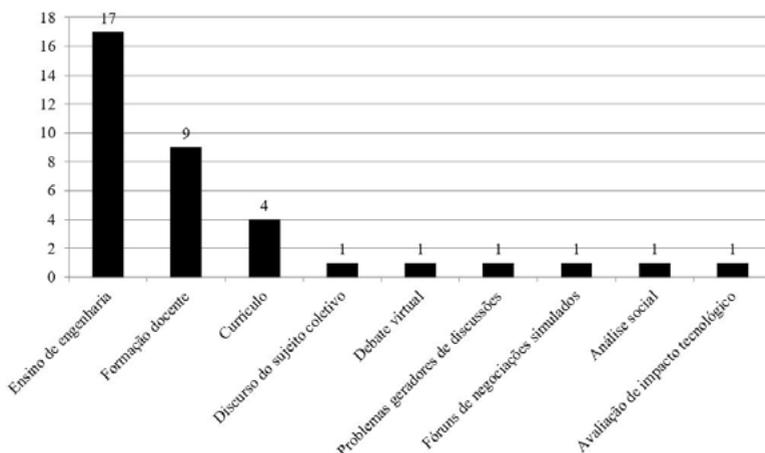
Figura 2 – Procedimentos e metodologias dos estudos selecionados



Fonte: dados da pesquisa

Entre os procedimentos metodológicos mais utilizados nos trabalhos selecionados, destacam-se a análise documental, as entrevistas semiestruturadas, a revisão bibliográfica, a análise de conteúdo e a aplicação de questionários. Nota-se que a maioria dos estudos é de natureza qualitativa, com ênfase no uso de documentos e de declarações dos participantes, seja por questionário ou entrevistas. Os temas abordados nos trabalhos estão indicados na Figura 3.

Figura 3 – Temas abordados nas publicações pesquisadas



Fonte: dados da pesquisa

As duas principais categorias analíticas foram exploradas. Em maior destaque, temos “Ensino de Engenharia”, que remete à preocupação dos professores com a sua própria atuação nos cursos de Engenharia em que lecionam, visando a melhorias na prática docente.

Em segundo lugar, evidencia-se o tema da “formação docente”, apontando para a importância do debate sobre a formação inicial do engenheiro e a formação continuada dentro das especificidades desse grupo profissional.

3 PRÁTICA DOCENTE NA ENGENHARIA

Observam-se problemas profundos nos cursos de Engenharia, entre eles o insucesso, o abandono dos cursos pelos alunos e os atrasos para concluí-los. A evasão nos cursos de Engenharia está entre as maiores do Brasil. Nesse sentido, os temas relacionados à educação nas Engenharias apresentam interesse crescente entre os pesquisadores da área de educação e entre os próprios professores-engenheiros. Diversos autores analisam diferentes questões, procurando contribuir para o campo e alinhando-se às exigências das recentes modernizações. Linsingen (2015, p. 303-304) analisa a Engenharia como o campo que

desenvolve-se nos mais diversos contextos e nas mais diferentes condições e, nesse sentido, é pertinente pensar a Engenharia como atividade diretamente relacionada a processos de transformação, ligada ao que fazer da sociedade – e, portanto, relacionada à cultura –, o que lhe confere um estatuto próprio de atividade de inúmeras faces e

finalidades e, por isso, com um vasto campo de ação, aberto e em construção.

Oliveira *et al.* (2013) apresentam um estudo sobre a expansão da formação em Engenharia no Brasil, avaliando o número de cursos, de vagas disponibilizadas, de processos seletivos e a quantidade de estudantes ingressantes, matriculados e concluintes. Os autores evidenciam que, nos outros países dos BRICS (bloco formado por Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) e da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), cerca de 77% do total de matrículas ocorre em instituições públicas, enquanto no Brasil, o setor público detém apenas 35% das matrículas. De acordo com os autores, a evasão média estimada a partir dos dados do INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira) está em torno de 50%, sendo que, na década de 1990, ultrapassava esse percentual. No setor privado, a média de evasão excede 60%, enquanto no público fica acima de 40%.

No Quadro 3, os principais aspectos abordados em alguns dos trabalhos selecionados sobre as práticas docentes nos cursos de Engenharia são elencados.

Quadro 3 – Principais aspectos sobre práticas docentes nos cursos de Engenharia abordados nos trabalhos

| Autor(es) | Aspectos abordados |
|--------------------------------|---|
| Moura (2008) | Discute a formação dos docentes da educação profissional e tecnológica (EPT), buscando respostas para duas questões centrais: formação de professores para que sociedade? Formação de professores para que EPT? |
| Correa; Bazzo (2017) | Ensino de Engenharia pautado na educação emancipadora e dialógica, com enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade); Ensino por meio de um tema gerador, debatido aberta e democraticamente a partir das concepções e teorias que norteiam os estudos em educação tecnológica. |
| Molisani (2017) | Ensino centrado em práticas tradicionais envolvendo aulas expositivas e práticas laboratoriais; Avaliações realizadas por meio de provas. |
| Bordin (2018) | Perfil do profissional de Engenharia construído pelos professores formadores; Diálogo entre a perspectiva sociotécnica de desenvolvimento e as questões educacionais. |
| Bordin; Bazzo (2018) | Concepção de um curso de Engenharia considerando os encontros e desencontros entre a proposta de universidade pública e popular e o desenvolvimento de tecnologias sociais. |
| Carvalho (2018) | Expectativas dos alunos de Engenharia e tecnologia; Saber docente e a utilização de estratégias assertivas. |
| Alves; Ferreira; Amaral (2019) | Questionamentos quanto às práticas pedagógicas adotadas pelos professores; Excesso de aulas teóricas. |
| Cruz (2019) | Inovações no ensino (metodologia pedagógica, disciplinas CTS e estrutura curricular; estágio curricular de vivência e projetos universitários alternativos); Fortalecimento das atividades de extensão e da interdisciplinaridade. |
| Oliveira; Silva (2018) | Prática pedagógica repetitiva apoiada no plano de ensino, com requisitos já pré-programados; Reflexão docente e/ou contextualização de temáticas e a repetição da formalidade. |
| Silva; Fernandes (2019) | Desenvolvimento de educação profissional na perspectiva de trabalhadores, pesquisadores e cidadãos, capazes de intervir nos processos de decisão pública envolvendo ciência e tecnologia. |
| Pinto; Araújo (2019) | Discussão de problemas sociais; Reflexão e mudança de comportamento dos alunos para formação humanística. |

Fonte: dados da pesquisa

Percebe-se, entre os aspectos apresentados no Quadro 3, uma preocupação comum com as práticas pedagógicas tradicionais obsoletas no ensino universitário, tais como o excesso de aulas teóricas, a pouca diversidade nos instrumentos de avaliação (realizada quase exclusivamente por meio de provas) e a repetitividade ou ausência de ressignificação das ações didáticas (plano de ensino, com requisitos já pré-programados). De modo complementar, alguns trabalhos apontam para o desenvolvimento pedagógico e humanístico dos alunos, intensificando o debate das questões educacionais alinhadas ao enfoque social, à interdisciplinaridade, ao ensino emancipatório, ao diálogo e à inovação.

Fraga, Silveira e Vasconcellos (2011) discutem a atuação do engenheiro em empreendimentos econômicos solidários (EES) e a sua formação a partir da abordagem CTS, buscando construir uma proposta para um novo posicionamento profissional. Tendo como referência o mito da neutralidade da tecnociência, os autores percebem dificuldades do engenheiro em processos de transformação social, pois sua formação é basicamente direcionada ao enfoque tecnológico. Diante dessas constatações, os autores propõem que o engenheiro educador seja capaz de fomentar processos participativos, sendo um mediador entre o conhecimento acadêmico e o conhecimento popular.

Loder (2002) apresenta um diagnóstico da situação atual em termos de concepções epistemológicas e das estratégias pedagógicas utilizadas pelos professores-

engenheiros, apontando que, no padrão tradicional de ensino, o professor procura alternativas que permitam um ensino com foco na aprendizagem, revelando duas linhas de ações pedagógicas: “no primeiro caso, a ação do professor tende a se repetir semestre a semestre. No segundo caso, o professor apresenta uma prática que se refaz em função dos resultados que observa no aprendizado do aluno” (LODER, 2002, p. 204).

Dantas (2011, p. 8), em sua dissertação, busca conhecer a percepção que os professores-engenheiros têm da sua prática de ensino e constata que eles

Dedicam-se à prática docente universitária sem partilhar com outros docentes [...]. Tendem a experimentar uma pedagogia da prática construída no cotidiano, [...] embora reconheçam não é suficiente para o desenvolvimento profissional. [...] manifestam uma ausência da preparação para a docência universitária e pouco investimento e interesse, em termos institucionais, em dar apoio ao desenvolvimento da qualidade do ensino.

Em sua tese, Silva (2017, p. 9) aponta o pragmatismo como uma das dificuldades da prática pedagógica do professor-engenheiro, caracterizada pela necessidade da aplicabilidade imediata do conhecimento, elencando também outros problemas:

a compreensão que os professores têm sobre o nível de interesse dos estudantes, considerado muito aquém do necessário; uma frágil base de conhecimentos em matemática e ciências pelos alunos, o que dificulta o exercício da atividade docente; a desvalorização social do trabalho docente, sobretudo se comparado ao trabalho de Engenheiro, e o reconhecimento da influência marcante de outros professores em suas práticas atuais, inclusive a busca pelo espelhamento nesses mestres.

Em 2019, homologaram-se novas DCNs das Engenharias (CNE, 2019), alinhadas à necessidade de reformas no ensino de Engenharia, que podem proporcionar importantes avanços. Em seu artigo 3º, referente ao perfil esperado do egresso do curso de graduação em Engenharia, orienta-se:

- I - ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;
- II - estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;
- III - ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;

- IV - adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;
- V - considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;
- VI - atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.

As novas diretrizes incentivam a capacidade reflexiva, contextualizando os saberes técnicos ensinados e buscando ampliar uma visão social e humanista por meio dos conhecimentos que estão sendo trabalhados nas escolas de Engenharia (LAUDARES; PAIXÃO; VIGGIANO, 2009; PALACIOS *et al.*, 2003; PEREIRA; BAZZO; LINSINGEN, 2000; PINTO; ARAÚJO, 2019).

Para atender as diretrizes dos cursos de Engenharia no que tange à promoção de situações de ensino e de aprendizagem que possibilitem a interação da ciência com a tecnologia em todas as dimensões da sociedade, Pereira e Hayashi (2016) propõem uma metodologia de ensino que busca maior independência por meio de reflexões e análises de diferentes processos, fortalecendo o aspecto humanístico, a interdisciplinaridade, a construção e a exposição de argumentos, a tomada de decisões e as controvérsias.

Alinhando-se às reflexões acerca da prática docente no ensino de Engenharia, Bazzo (2014) recomenda a incorporação de disciplinas específicas para o ensino em CTS e a abordagem de temas como educação

científico-tecnológica, história da ciência e da tecnologia, metodologia científico-tecnológica e epistemologia da Engenharia. De acordo com o autor, essas ações ajudam a superar o enfoque mecanicista, no qual conteúdos são apenas repassados sem crítica, visando promover inovações tecnológicas que se alinham a questões sociais.

Linsingen (2002, p. 206) indica, em sua tese, algumas recomendações para mudança curricular, entre elas:

[...] a consolidação de uma massa crítica de educadores vivamente engajados em questões filosóficas, sociotécnicas e pedagógicas, via cursos de pós-graduação, de preferência nas próprias escolas de engenharia (com enfoque interdisciplinar) e um projeto curricular sistemático que aborde o ensino de engenharia nessa perspectiva (temas transversais).

Em uma visão geral dos trabalhos analisados, fica evidente a necessidade de desenvolver a formação continuada do professor-engenheiro e de ressignificar as práticas docentes. Esses processos poderiam ser realizados por meio de intervenções pedagógicas que estimulem a tomada de decisão em temáticas sociotécnicas. Esse objetivo pode ser apoiado no enfoque CTS.

Menestrina e Bazzo (2004) observam que os cursos de Engenharia, principalmente no Brasil, precisam se adaptar a uma nova realidade, tarefa que pode ser suportada com a introdução nos estudos em CTS,

propondo alternativas para a melhoria da formação do profissional engenheiro e atendendo à perspectiva integral no que se refere aos aspectos sócio-político-culturais.

Ferri, Freitas e Rosa (2018) constatam que, institucionalmente, a temática CTS ainda não é considerada como algo relevante nos cursos de graduação, sendo mais comum a sua inserção como uma disciplina optativa em um rol de alternativas disponibilizadas aos alunos, o que dificulta uma mudança efetiva nas propostas dos cursos no plano material das salas de aula.

Pinto e Araújo (2019) analisam os avanços obtidos para uma formação humanística a partir do conteúdo de uma disciplina técnica na área de hidráulica associado ao enfoque CTS. Os autores adotam a metodologia da problematização, por meio de intervenções como visitas técnicas, estudo de textos, discussões e seminários. Tais práticas proporcionam debates e reflexões para uma formação cidadã, apontando resultados positivos, viáveis, possíveis e também transformadores.

Os estudos CTS são definidos por Palacios *et al.* (2003, p. 159) como “[...] campo de trabalho crítico e interdisciplinar, onde se estuda a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto no que diz respeito aos seus antecedentes sociais como no que corresponde a suas consequências sociais e ambientais”.

Ferreira, Souza e Chrispino (2014) avaliam a experiência de inserção do enfoque CTS na disciplina de Introdução à Engenharia. Na opinião de 93% dos alunos pesquisados, as atividades didáticas consideradas mais

importantes são os estudos de caso e os seminários deles decorrentes.

Na dissertação de Rogério (2003), estuda-se o professor-engenheiro, que, por sua formação específica, deve buscar outra concepção epistemológica para o exercício da docência (que vai além dos conhecimentos acadêmicos adquiridos por ele na sua formação profissional), apontando-se os estudos de CTS como eixo integrador dessa formação. Nesse sentido, Buonicontro (2001) recomenda a formação de um sujeito apto a enfrentar os desafios da atualidade, principalmente aqueles que envolvem questões tecnológicas e sociais.

Alinhado com o enfoque CTS, Imbernón (2006) aponta que a escola deve abrir suas portas e derrubar suas paredes não apenas para contemplar o que se passa além de seus muros, mas também para se misturar com a comunidade da qual faz parte. De acordo com o autor, trata-se “simplesmente” de romper o monopólio do saber, a posição hegemônica da função socializadora por parte dos professores, e constituir uma comunidade de aprendizagem no próprio contexto.

Observa-se que os aspectos abordados nos trabalhos se alinham com o perfil de egressos indicado nas novas DCNs das Engenharia, as quais podem ter sua implementação facilitada pela adoção do ensino com o enfoque CTS. Os estudos e programas CTS vêm se desenvolvendo desde o seu início em três grandes direções, descritas por Palacios *et al.* (2003, p. 127):

No campo da pesquisa, os estudos CTS têm sido colocados como uma alternativa à reflexão acadêmica tradicional sobre a ciência e a tecnologia, promovendo uma nova visão não essencialista e socialmente contextualizada da atividade científica;

No campo da política pública, os estudos CTS têm defendido a regulação social da ciência e da tecnologia, promovendo a criação de diversos mecanismos democráticos que facilitem a abertura de processos de tomada de decisão em questões concernentes a políticas científico-tecnológicas;

No campo da educação, esta nova imagem da ciência e da tecnologia na sociedade tem cristalizado a aparição de programas e materiais CTS no ensino secundário e universitário em numerosos países.

A abordagem CTS proporciona reflexões relacionadas à prática pedagógica dos professores-engenheiros, possibilitando revisão das metodologias de ensino e reformulação de currículos considerando aspectos da natureza da ciência, da tecnologia e da sociedade.

Para além das limitações discutidas acerca das práticas pedagógicas, emergem questionamentos sobre a formação docente que vão nortear o desenvolvimento das próprias práticas dos professores formadores em foco.

4 FORMAÇÃO DO PROFESSOR-ENGENHEIRO

A formação de professores não se esgota em cursos de aperfeiçoamento, mas vai se constituindo ao longo da vida e do exercício da profissão, proporcionando análises dos diferentes espaços-tempo de formação continuada no contexto de atuação profissional (NÓVOA, 2002).

Muitos professores-engenheiros se tornam docentes de forma não planejada, prevalecendo os aspectos contingenciais, o que evidencia a carência de uma formação pedagógica por meio de políticas e incentivos à formação continuada desses profissionais (SILVA; SOUZA, 2017).

Nitsch, Bazzo e Tozzi (2004, p. 3) alertam que associar a educação a um “dom natural dos homens” é uma imprudência, pois mesmo os que consideram a educação uma arte devem reconhecer que os artistas têm um tempo de formação e de amadurecimento profissional. Além do mais, essa perspectiva nos encaminha para um discurso que desprofissionaliza a docência.

No Quadro 4 encontram-se os principais aspectos abordados sobre a formação do professor-engenheiro em alguns dos trabalhos selecionados.

Quadro 4 –Formação do professor-engenheiro: principais aspectos abordados nos trabalhos selecionados

| Autor | Temas abordados |
|---------------------|---|
| Hidalga (2006) | Espaço universitário como lugar de espontaneísmo e/ou da acomodação da ação pedagógica do professor-engenheiro |
| Sousa; Gomes (2009) | Atividades de Engenharia, que tradicionalmente são distanciadas de questões sociais e muito ligadas aos canteiros de obras e chãos de fábricas, refletindo nas práticas dos professores-engenheiros |
| Gonçalves (2012) | Processo de ensino-aprendizagem nos cursos de Engenharia realizado de forma empresarial e instrumental |
| Molisani (2017) | Formação de engenheiros com diferentes especializações, devido à diversificada cadeia produtiva; Estagnação industrial que influencia o perfil didático-pedagógico do professor-engenheiro |
| Bordin (2018) | Necessidade de formação do professor formador |
| Carvalho (2018) | Ênfase do saber docente e a utilização de estratégias assertivas; Desenvolvimento da formação do professor e a preparação para a docência, tendo em vista o ciclo de vida profissional |

Fonte: dados da pesquisa

Percebe-se, no Quadro 4, a importância da formação continuada do professor-engenheiro, visando à superação de atuações exclusivamente tecnicistas, da acomodação pedagógica e da postura empresarial e instrumental. Busca-se a renovação do perfil didático-pedagógico considerado adequado à realidade das escolas de Engenharia, dentro de um programa de formação docente que considere as particularidades do professor-engenheiro e seu ciclo de vida profissional.

Álvares (2006) buscou compreender a relação que professores-engenheiros estabelecem entre a formação pedagógica e o exercício da prática docente, no intuito de proporcionar a esses profissionais momentos de reflexão sobre as transformações ocorridas a cada dia no mundo, as teorias pedagógicas e, especialmente, sobre sua atuação como docentes.

Os professores-engenheiros não devem se limitar à discussão dos aspectos técnicos de suas disciplinas, precisando, também, participar na formação de cidadãos com discernimento crítico e que possam refletir sobre as repercussões de suas criações na sociedade, assumindo um enfoque humanístico (BAZZO, 2014; NITSCH; BAZZO; TOZZI, 2004).

Moura (2008, p. 25) apresenta duas questões de partida para pensar sobre a formação de professores na RFEPCT em uma perspectiva ampliada: “formação de professores para que sociedade? Formação de professores para que educação profissional e tecnológica?”. O autor aponta uma discussão de grande relevância, em uma abordagem muito abrangente, buscando refletir para qual sociedade deve ocorrer a formação do professor-engenheiro e qual educação profissional e tecnológica deverá ser desenvolvida a partir dessa formação.

No sentido de orientar a atuação do professor-engenheiro, as novas DCNs das Engenharias versam sobre a formação docente, proporcionando importantes orientações em seu artigo 14:

§ 1º O curso de graduação em Engenharia deve manter permanente Programa de Formação e Desenvolvimento do seu corpo docente, com vistas à valorização da atividade de ensino, ao maior envolvimento dos professores com o Projeto Pedagógico do Curso e ao seu aprimoramento em relação à proposta formativa, contida no Projeto Pedagógico, por meio do domínio conceitual e pedagógico, que englobe estratégias de ensino ativas, pautadas em práticas interdisciplinares, de modo que assumam maior compromisso com o desenvolvimento das competências desejadas nos egressos (CNE, 2019).

Entre os desafios para o estabelecimento de programas para a formação docente, Borsoi e Pereira (2013) alertam que a agenda de atividades no mundo acadêmico tem levado docentes do ensino público superior ao adoecimento e enfatizam a diversidade de atividades (quase todas obrigatórias) delimitadas e levadas em consideração na avaliação do desempenho acadêmico individual e coletivo.

Em sua dissertação, Vaz (2016) investiga o processo de formação do professor-engenheiro e como a trajetória desse profissional contribui para a construção da profissionalidade e da identidade do docente, por meio de três categorias de análise: i) a formação do professor-engenheiro e o início da docência; ii) os

desafios e dificuldades do desenvolvimento da profissão docente; iii) os novos desafios do professor-engenheiro e a construção da identidade e da profissionalidade docente. Mesmo diante das dificuldades, os professores-engenheiros devem ser encorajados a buscar condições que possibilitem a ressignificação da própria prática pedagógica e das disciplinas sob sua responsabilidade, explorando campos de atuação e procurando realizar experiências didáticas motivadas pelas discussões compartilhadas com colegas de profissão.

O processo de construção da profissionalidade docente do professor-engenheiro ocorre quando a prática profissional é problematizada (não de forma individual, mas em uma perspectiva colegiada), possibilitando que conhecimentos docentes sejam construídos. Vaz (2016) considera ainda que falta uma formação voltada para a docência e para as novas demandas e desafios postos continuamente, que exigem novas soluções e espaços institucionais voltados para a melhoria da formação desses docentes.

Os professores-engenheiros revelam-se tradicionais ou prático-artesanais, exercendo a docência concebida como um “dom inato” que se desenvolve na prática. Essa constatação aponta para a necessidade de espaço para uma troca de experiências, bem como para as possibilidades de capacitação pedagógica em projetos de formação permanente (ÁLVARES, 2006).

Percebe-se a clara necessidade dos profissionais de se identificarem como trabalhadores da educação, buscando assim superar o desprestígio da docência e a

ausência de conhecimentos acerca dessa atividade, sem o que concorrem para uma maior fragilização da sua condição profissional (SOARES; CUNHA, 2010, p. 122).

Medeiros (2015) busca, em sua dissertação, compreender a construção da identidade dos profissionais da Engenharia que ingressam na docência do ensino superior, os seus desejos e as angústias da prática docente. O autor destaca a falta de formação pedagógica e o fato de os docentes se apoiarem na própria história de vida como princípio para modelar os valores, as crenças e as representações sociais de como é ser um professor.

Em sua dissertação, Martins (2018) destaca a importância do empenho das instituições em incentivar e aprimorar a formação continuada e que a (trans)formação do engenheiro-professor envolve muitos fatores, entre eles: a aprendizagem da docência por meio da própria prática; a colaboração dos colegas mais experientes; a formação contínua; e o apoio institucional.

Na dissertação de Medeiros (2019), a autora busca responder ao questionamento norteador: o professor do curso de Engenharia entende sua identidade como engenheiro profissional ou como professor de Engenharia? A autora indica a necessidade de políticas voltadas para a formação docente dos profissionais que se originam de cursos que não pertencem à área da Educação, como já ocorreu enquanto vigorava outra versão da Lei de Diretrizes e Bases e, principalmente, como outros países já fazem, por terem reconhecido a importância dessa prática e promovido mudanças.

Por sua vez, Santos (2016), em sua dissertação, pesquisa a construção dos saberes pedagógicos pelos professores do ensino profissionalizante, concluindo que esses saberes são construídos na prática, baseados no ensaio/erro, e que a importância de tais saberes não é reconhecida nem pela instituição estudada, nem pelos próprios docentes.

Na dissertação de Malagutti (2015), buscou-se conhecer quais saberes docentes são necessários à prática pedagógica do professor-engenheiro e como estes são construídos no desenvolvimento profissional da docência. Observou-se que os professores-engenheiros utilizam e mobilizam saberes aprendidos durante sua formação profissional, principalmente a partir de sua experiência na indústria, e que esses trabalhadores também constroem saberes no processo de desenvolvimento da sua docência. Nesse contexto, as seguintes categorias de análise foram definidas:

Categoria I: Saberes docentes – reflexões dos engenheiros-professores: 1 - saber experiencial “da indústria, da empresa”; 2 - saberes provenientes da formação escolar anterior; 3 - saberes provenientes de sua própria experiência na profissão, na sala de aula e na escola; e 4 - saberes provenientes dos programas e livros didáticos usados no trabalho.

Categoria II: Alternativas e produção de saberes pelos engenheiros-professores:

1 - atualização constante no campo da Engenharia; 2 - utilização da participação dos alunos durante a aula, incentivando o aprendizado desses alunos; 3 - desenvolvimento de trabalhos em grupo, gerando discussões sobre os temas; e 4 - aprendizagem baseada em problemas (MALAGUTTI, 2015, p. 44).

Entre as propostas e recomendações para a formação do professor-engenheiro, observa-se notadamente a orientação para criação do espaço-tempo de formação e de desenvolvimento, buscando-se os debates e o aperfeiçoamento das práticas pedagógicas com vistas à melhoria do percurso formativo.

Em sua tese, Cargnin-Stieler (2014) defende o desenvolvimento de práticas docentes com o intuito de contribuir para a formação didático-pedagógica dos jovens professores-engenheiros ou candidatos à docência, por meio de oferta de disciplina extracurricular. Já na tese de Franco (2017), analisa-se o processo de formação docente de professores universitários, buscando-se a integração da teoria com a prática, a investigação científica induzida pela curiosidade e a busca por práticas interdisciplinares.

Bazzo (2014, p. 256-257) apresenta recomendações alinhadas às reflexões sobre a formação do professor-engenheiro:

[...] criar fórum permanente para debate de questões relacionadas à educação científico-tecnológica; efetivar cursos de formação de professores de Engenharia; elaborar e divulgar material didático com problemas contextualizados para a realidade do professor; favorecer intercâmbio permanente com pesquisadores e professores [...]; estimular a participação de todos os docentes em eventos e congressos na área específica de educação científico-tecnológica; incentivar a abordagem de temas: educação científico-tecnológica, história da ciência e da tecnologia, metodologia científico-tecnológica e epistemologia da Engenharia.

No âmbito da RFEPCT, os Institutos Federais foram criados há pouco mais de 10 anos e ainda têm muito a avançar nas políticas de formação continuada dos professores-engenheiros (e também de professores de outras áreas tecnológicas). Destaca-se que os docentes dos Institutos Federais atuam no ensino técnico (concomitante, subsequente e integrado ao ensino médio), nos cursos superiores (tecnologia, licenciatura e bacharelado), nos cursos de pós-graduação (*lato sensu e stricto sensu*), além de atuarem em atividades de pesquisa e extensão.

Reforça-se a necessidade de formação pedagógica de professores não licenciados em exercício na educação profissional brasileira, na qual 45% dos docentes

(59.147 professores) não possuem licenciatura ou qualquer outra formação associada à docência, o que revela a necessidade de ampliação da oferta de formação continuada, como cursos de pós-graduação *lato sensu* previstos na legislação (INEP, 2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho de revisão, buscou-se mapear estudos e discutir os aspectos referentes à prática docente nos cursos de Engenharia e à formação do professor-engenheiro. Diante das dificuldades relatadas e das profundas transformações que estão em andamento no mundo do trabalho, torna-se indispensável repensar os cursos de Engenharia mediante a atualização contínua e centrada no professor como agente condutor das mudanças necessárias, dentro e fora da sala de aula.

Nos trabalhos analisados, percebe-se a inevitabilidade de superar as práticas pedagógicas tradicionais no ensino universitário, buscando-se o desenvolvimento pedagógico e humanístico alinhado ao enfoque social, interdisciplinar, emancipatório, dialógico e inovador. Orienta-se desenvolver uma renovada concepção epistemológica, contribuindo para além dos conhecimentos acadêmicos adquiridos na formação profissional e empresarial do professor-engenheiro. Como subsídio para isso, a orientação conforme as novas DCNs das Engenharias mostra-se positiva pela aproximação com a formação humanística e social,

apresentando grandes possibilidades de alinhamentos com a abordagem CTS.

Evidenciou-se a necessidade de desenvolver programas de formação continuada do professor-engenheiro que visem à ressignificação da prática pedagógica dentro das particularidades do perfil didático dos grupos, superando, na medida do possível, as tradições desses profissionais e valorizando as práticas colegiadas.

De acordo com os achados nas bases de trabalhos acadêmicos, a construção da profissionalidade e da identidade do professor-engenheiro auxilia na análise do perfil profissional dos docentes, criando condições de aprimoramento e de valorização dos saberes profissionais da docência, minimizando, assim, as práticas baseadas em ensaio/erro.

A literatura orienta para a ressignificação dos encontros e reuniões como espaços de formação e de desenvolvimento da profissionalidade docente, que leve em conta as boas práticas pré-existentes, a autonomia e a fase de carreira de cada docente. Os espaços devem ser planejados para serem participativos, superando as reuniões que se baseiam apenas em aspectos burocráticos e ampliando as conversações sobre o trabalho docente e os processos de ensino e aprendizagem.

As reflexões e diferentes orientações teórico-metodológicas destacadas nesta revisão contribuíram para a organização de um grupo de formação compartilhada de professores e servidores do *campus* Betim do IFMG. Esse grupo visa à reflexão coletiva sobre as práticas docentes, buscando a ressignificação do

trabalho do professor-engenheiro por meio do debate e do desenvolvimento de metodologias científico-tecnológicas e da epistemologia da Engenharia.

O enfoque CTS auxiliará a ressignificação do trabalho docente nas/com as redes que se estabelecem no instituto, reconhecendo a comunidade em que estão inseridas e pensando a formação dentro dessa complexidade, promovendo, assim, o alinhamento às novas DCNs das Engenharias e à lei de criação da RFEPCT. Para além das ações locais, orienta-se a construção de uma formação continuada que possa ser debatida e ampliada para outros grupos, em outras unidades do IFMG, no sentido de desenvolver melhores condições de trabalho e fortalecer a profissão professor-engenheiro.

REFERÊNCIAS

ÁLVARES, V. O. M. **O docente-engenheiro frente aos desafios da formação pedagógica no ensino superior**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/13824>. Acesso em: maio 2021.

ALVES, G. H.; FERREIRA, J. F.; AMARAL, D. R. B. Docência na Engenharia Civil: o engenheiro professor e as práticas pedagógicas. **Humanidades & Tecnologia (Finom)**, ano 13, n. 18, p. 119-131, 2019. Disponível em: http://revistas.icesp.br/index.php/FINOM_

Humanidade_Tecnologia/article/view/801. Acesso em: maio 2021.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Educação CTS: articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. *In*: SEMINÁRIO IBÉRICO CTS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS, 4., 2006, Málaga (Espanha). **Las relaciones CTS en la Educación Científica**: actas. Málaga: Universidade de Málaga, 2006. 1 CD-ROM.

BAZZO, W. A. A pertinência de abordagens CTS na educação tecnológica. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 28, p. 83-99, 2002. DOI: 10.35362/rie280960. Disponível em: <https://rieoei.org/RIE/article/view/960>. Acesso em: maio 2021.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica**. 4. ed. Florianópolis: Ed. UFSC, 2014.

BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. V. CTS no ensino de Engenharia. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECÂNICA (COBEM), 15., 1999, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: ABCM, 1999.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V. Rompendo paradigmas na educação em Engenharia. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)**, v. 14, n. 41, p. 169-183, 2019. Disponível em: <http://www.revistacts>.

net/contenido/numero-41/rompendo-paradigmas-na-educacao-em-engenharia/. Acesso em: maio 2021.

BORDIN, L. **A educação em Engenharia numa perspectiva sociotécnica**. 2018. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/198261>. Acesso em: maio 2021.

BORDIN, L.; BAZZO, W. A. Articulações entre a organização curricular dos cursos de Engenharia e o desenvolvimento de tecnologias sociais. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE 2018), 46., 2018, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: ABENGE, 2018.

BORSOI, I. C. F.; PEREIRA, F. S. Professores do ensino público superior: produtividade, produtivismo e adoecimento. **Universitas Psychologica**, v. 12, n. 4, p. 1213-1235, 2013. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1657-92672013000400018&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: maio 2021.

BUONICONTRO, C. M. S. **O processo de construção da prática pedagógica do engenheiro-professor**: um estudo no curso de Engenharia Mecatrônica da PUC Minas. 2001. 244 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo

Horizonte, 2001. Disponível em: http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/Educacao_BuonicontraCM_1.pdf. Acesso em: maio 2021.

CARGNIN-STIELER, M. **Educação em Engenharia:** aspectos da formação pedagógica para o ensino em Engenharia Elétrica. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/110514>. Acesso em: maio 2021.

CARVALHO, E. A. **O professor de sucesso dos cursos de Engenharia e tecnologia:** uma análise de suas práticas. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Taubaté, Taubaté, 2018. Disponível em: <https://mpemdh.unitau.br/wp-content/uploads/2016/dissertacoes/mpe/b/Emilton-Alves-de-Carvalho.pdf>. Acesso em: maio 2021.

CNE – CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019.** Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, DF: MEC, 2019. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: maio 2021.

CORREA, L. F.; BAZZO, W. A. Enfoque CTS, variáveis contemporâneas e ensino de Engenharia. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE 2017)*, 45., 2017, Joinville. **Anais [...]**. Joinville: ABENGE, 2017.

CRUZ, C. C. Engenheiro educador: experiências brasileiras de formação do perfil técnico capaz de praticar engenharia popular. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)**, v. 14, n. 40, p. 81-110, 2019. Disponível em: <http://www.revistacts.net/contenido/numero-40/engenheiro-educador-experiencias-brasileiras-de-formacao-do-perfil-tecnico-capaz-de-praticar-engenharia-popular/>. Acesso em: maio 2021.

DANTAS, C. M. M. **O desenvolvimento da docência nas Engenharias**: um estudo na Universidade Federal de Campina Grande. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/14453>. Acesso em: maio 2021.

FERREIRA, M. L. A.; SOUZA, C. G.; CHRISPINO, A. A formação CTS no CEFET/RJ: avaliação do contexto e de uma experiência na graduação em Engenharia. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE 2014)*, 42., 2014, Juiz de Fora. **Anais [...]**. Juiz de Fora: ABENGE, 2014.

FERRI, J.; FREITAS, C. C. G.; ROSA, S. S. A temática CTS na educação tecnológica. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 14, n. 33, p. 270-288, 2018. DOI: 10.3895/rts.v14n33.6729. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/6729>. Acesso em: maio 2021.

FRAGA, L. S.; SILVEIRA, R.; VASCONCELLOS, B. O engenheiro educador. *In*: ITCP/UNICAMP (org.). **Coletiva – reflexões sobre incubação e autogestão**. Campinas: Unicamp: Instituto de Economia, 2011. p. 197-220.

FRANCO, K. C. M. **Imagens construídas**: retratos de professores universitários em processo de constituição e reconstituição. 2017. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/19967>. Acesso em: maio 2021.

GONÇALVES, H. H. A. B. Q. O engenheiro professor e o desafio de educar. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE 2012), 40., 2012, Belém. **Anais** [...]. Belém: ABENGE, 2012.

HIDALGA, W. A. **Engenheiros professores**: uma primeira aproximação de suas concepções sobre os saberes docentes. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo, 2006. Disponível em: <http://tede.metodista.br/jspui/handle/tede/950>. Acesso em: maio 2021.

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional:** formar-se para a mudança e a incerteza. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

INEP – INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Sinopse Estatística da Educação Básica 2019.** Brasília, DF: INEP, 2020. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/sinopses-estatisticas>. Acesso em: fev. 2020.

LAUDARES, J. B.; PAIXÃO, E. L.; VIGGIANO, A. R. O ensino de Engenharia e a formação do engenheiro: contribuição do programa de mestrado em tecnologia do CEFET-MG – Educação Tecnológica. **Educação & Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 60-67, 2009. Disponível em: <https://periodicos.cefetmg.br/index.php/revista-et/article/view/213>. Acesso em: maio 2021.

LINSINGEN, I. **Engenharia, tecnologia e sociedade:** novas perspectivas para uma formação. 2002. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/82388>. Acesso em: maio 2021.

LINSINGEN, I. Perspectivas curriculares CTS para o ensino de Engenharia: uma proposta de formação universitária. **Linhas Críticas**, v. 21, n. 45, p. 297-317, 2015. DOI: 10.26512/lc.v21i45.4536. Disponível em:

<https://periodicos.unb.br/index.php/linhascriticas/article/view/4536>. Acesso em: maio 2021.

LODER, L. L. **Epistemologia versus pedagogia: o locus do professor de Engenharia**. 2002. 228 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/2983>. Acesso em: maio 2021.

MALAGUTTI, T. F. **Os saberes docentes do engenheiro-professor**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro Universitário Moura Lacerda, Ribeirão Preto, 2015.

MARTINS, J. C. M. *et al.* Formação de docentes para a educação profissional: problemas e desafios. **Crítica Educativa**, v. 3, n. 2, p. 94-108, 2017. DOI: 10.22476/revcted.v3i2.137. Disponível em: <https://www.criticaeducativa.ufscar.br/index.php/criticaeducativa/article/view/137>. Acesso em: maio 2021.

MARTINS, J. R. S. **A (trans)formação do engenheiro-professor: o aprendizado da docência no ensino superior**. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Católica de Santos, Santos, 2018. Disponível em: <http://biblioteca.unisantos.br:8181/handle/tede/4721>. Acesso em: maio 2021.

MEDEIROS, E. **Professor profissional ou profissional professor: breve olhar sobre a formação de professores**

de um curso de engenharia civil de Santa Catarina. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2019. Disponível em: <https://www.riuni.unisul.br/handle/12345/9218>. Acesso em: maio 2021.

MEDEIROS, W. L. **Professor-engenheiro ou engenheiro-professor**: a construção da identidade do profissional no ensino superior. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2015. Disponível em: <https://argo.furg.br/?RG001340931>. Acesso em: maio 2021.

MENESTRINA, T. C.; BAZZO, W. A. Alternativas para a formação do engenheiro: as concepções de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE 2004), 32., 2004, Brasília. **Anais** [...]. Brasília: ABENGE, 2004.

MOLISANI, A. L. Evolução do perfil didático-pedagógico do professor-engenheiro. **Educação e Pesquisa**, v. 43, n. 2, p. 467-482, 2017. DOI: 10.1590/s1517-9702201608149237. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/Bd9wcbRncBm578pkhz6V6Jh/>. Acesso em: maio 2021.

MOURA, D. H. A formação de docentes para a educação profissional e tecnológica. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v. 1, n. 1, p. 23-

38, 2008. DOI: 10.15628/rbept.2008.2863. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/RBEPT/article/view/2863>. Acesso em: maio 2021.

NITSCH, J. C.; BAZZO, W. A.; TOZZI, M. J. Engenheiro-professor ou Professor-engenheiro: reflexões sobre a arte do ofício. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE 2004), 32., 2004, Brasília. **Anais** [...]. Brasília: ABENGE, 2004.

NÓVOA, A. **Formação de professores e trabalho pedagógico**. Lisboa: Educa, 2002.

OLIVEIRA, J. A.; SILVA, Y. F. O. Perfil e percepções sobre a prática pedagógica do professor bacharel na educação profissional. **Holos**, ano 34, n. 3, p. 348-366, 2018. DOI: 10.15628/holos.2018.6998. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/6998>. Acesso em: maio 2021.

OLIVEIRA, V. F. *et al.* Um estudo sobre a expansão da formação em Engenharia no Brasil. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 32, n. 3, p. 37-56, 2013. Disponível em: <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/235>. Acesso em: maio 2021.

PALACIOS, E. M. G. *et al.* **Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Cadernos de Ibero América. Madrid: Organização dos Estados Ibero-

americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI), 2003.

PEREIRA, L. T. V.; BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I. Uma disciplina CTS para os cursos de Engenharia. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE 2000)*, 28., 2000, Ouro Preto. **Anais [...]**. Ouro Preto: ABENGE, 2000.

PEREIRA, V. R. A.; HAYASHI, C. R. M. Fóruns de negociações simulados no ensino de Engenharia: análise de uma estratégia didática. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)**, v. 11, n. 33, p. 239-265, 2016. Disponível em: <http://www.revistacts.net/contenido/numero-33/foruns-de-negociacoes-simulados-no-ensino-de-engenharia-analise-de-uma-estrategia-didatica/>. Acesso em: maio 2021.

PINTO, V. R. C.; ARAÚJO, M. Intervenções didático-pedagógicas associadas à abordagem CTS no curso de Engenharia Civil visando uma formação humanística. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE 2019)*, 47., 2019, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: ABENGE, 2019.

ROGÉRIO, R. **Formação docente**: um olhar para a educação profissional. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <https://>

repositorio.ufsc.br/handle/123456789/84837.
Acesso em: maio 2021.

SANTOS, T. A. **De bacharel a professor**: a construção dos saberes pedagógicos na educação profissional. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2016. Disponível em: <http://bdtd.unoeste.br:8080/jspui/handle/jspui/967>. Acesso em: maio 2021.

SILVA, M. G. **Habitus professoral do engenheiro**: modos de ser e de ensinar. 2017. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2017. Disponível em: <http://tede2.pucgoias.edu.br:8080/handle/tede/3722>. Acesso em: maio 2021.

SILVA, S. H. D. C.; SOUZA, F. C. S. Bacharéis que se tornam professores: inserção e práticas profissionais de engenheiros no ensino superior. **Holos**, v. 5, p. 197-213, 2017. DOI: 10.15628/holos.2017.4033. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/4033>. Acesso em: maio 2021.

SILVA, S. R.; FERNANDES, R. R. Formação profissional e CTS: uma abordagem dos institutos federais. **Revista Internacional de Educação Superior**, v. 5, p. 1-21, 2019. DOI: 10.20396/riesup.v5i0.8653374. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/riesup/article/view/8653374>. Acesso em: maio 2021.

SOARES, S. R.; CUNHA, M. I. **Formação do professor:** a docência universitária em busca de legitimidade. Salvador: Ed. UFBA, 2010.

SOUSA, C. M.; GOMES, G. F. A importância do enfoque CTS na graduação de engenheiros e tecnólogos. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL (VI ENEDS), 6., 2009, Campinas. Anais [...].* Campinas: ENEDS, 2009.

VAZ, J. A. **De engenheiro a professor:** a construção da profissionalidade docente. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Católica de Santos, Santos, 2016. Disponível em: <http://biblioteca.unisantos.br:8181/handle/tede/2581>. Acesso em: maio 2021.

Capítulo 3

EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA NOS INSTITUTOS FEDERAIS: Um Lugar Para a Filosofia e a Sociologia

Gustavo Louis Henrique Pinto – IFG – *Campus Uruaçu*

Marcos Alfonso Spiess – IFG – *Campus Uruaçu*

1 INTRODUÇÃO

A formação dos estudantes dos cursos de Engenharia dos Institutos Federais é permeada por concepções pedagógicas e filosóficas desde a reestruturação da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT), em 2008, destacando-se nesse processo a verticalização dos cursos em eixos tecnológicos e a diversidade das áreas (campos do saber) na construção dos currículos e ementas.

A formação integral, de espírito totalizante, vinculada ao mundo do trabalho e aos arranjos produtivos locais e regionais, é característica presente nos atuais cursos de Engenharia dos Institutos Federais. Conforme se observa nos projetos pedagógicos de cursos, as Ciências Humanas têm amplo respaldo nos cursos dos Institutos Federais, nos diferentes níveis e áreas de formação, tematizando a cidadania, as práticas e os saberes sociais, conectados ao mundo contemporâneo e aos objetos específicos das respectivas áreas.

Este capítulo tem por objetivo discutir a inserção de reflexões filosóficas e sociológicas nas Engenharias, com base na experiência docente dos autores no curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG) – *Campus Uruaçu*. O campo de análise trata, basicamente, de problematizar a presença das disciplinas de Ética e de Sociologia do Trabalho, Tecnologia e Cultura, que são componentes curriculares obrigatórios do curso.

A partir desse contexto, busca-se ressaltar questões que permeiam a atuação de professores de Ciências Humanas nos cursos de Engenharia, bem como as possibilidades de inserção de reflexões filosóficas e sociológicas para uma formação omnilateral do futuro profissional engenheiro. Para tanto, em um primeiro momento, propõe-se uma reflexão histórica e teórica sobre os conceitos de educação e trabalho e sobre os impactos na relação da educação profissional com a Filosofia e a Sociologia. Em um segundo momento, realiza-se a aproximação dos campos científicos, a

partir da relação da Filosofia e da Sociologia com a Engenharia, considerando não só suas especificidades, mas também suas possíveis interações na construção do saber. Por fim, considera-se o espaço singular que a Filosofia e a Sociologia ocupam na educação profissional, especificamente nas Engenharias.

2 FILOSOFIA E SOCIOLOGIA NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

A Filosofia e a Sociologia – disciplinas que se aproximam quanto aos aspectos de problematização e crítica sobre o mundo, mas distintas em seus fundamentos teórico-metodológicos – têm, historicamente, sido alvo de disputas políticas no campo educacional. Seja quando da institucionalização de sua obrigatoriedade no ensino médio por meio da Lei nº 11.684, de 2008 (BRASIL, 2008a), seja quando de sua eventual retirada do currículo básico apresentado na proposta do “Novo Ensino Médio” por meio da Lei nº 13.415, de 2017 (BRASIL, 2017), a Filosofia e a Sociologia colocam questões não apenas quanto à natureza do conhecimento que produzem, mas principalmente quanto à sua serventia ou funcionalidade no sistema educacional.

Os questionamentos relativos à presença da Filosofia e da Sociologia se intensificam, principalmente, sob a ótica da educação profissional. Analisando dois momentos históricos na educação brasileira – o primeiro referente ao período da Ditadura Civil-Militar (1964-

1985), com a Lei nº 5.692 de 1971 (BRASIL, 1971), que fixou as Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e o segundo referente às mudanças políticas ocorridas recentemente no país e materializado na proposta do “Novo Ensino Médio” –, tem-se que, concomitantemente à proposta de exclusão da Filosofia e da Sociologia na educação básica, surge a proposta de tornar obrigatória a oferta de ensino técnico profissional pelas instituições educacionais públicas.

Se, por um lado, a Filosofia e a Sociologia conseguiram, a duras penas, legitimar sua presença na educação básica, principalmente na perspectiva de uma formação cidadã, por outro lado, a presença dessas disciplinas na educação profissional (cursos técnicos e tecnológicos) e na educação superior de um modo geral sempre foi e é alvo de questionamentos tanto por docentes das denominadas “áreas técnicas” quanto por parte dos estudantes viesados por uma educação tecnicista. A concepção, aqui, é a de que caberia à educação profissional, principalmente de nível superior, priorizar uma formação do sujeito voltada para o sistema produtivo, para o mercado de trabalho e para o desenvolvimento científico, esquecendo-se, muitas vezes, que também compete à educação superior estimular a criação cultural e o pensamento reflexivo, como observado no inciso I do artigo 43 da Lei nº 9.394, de 1996 (BRASIL, 1996).

Esse duplo movimento na educação básica – de exclusão da Filosofia e da Sociologia do currículo do ensino médio e da obrigatoriedade de oferta do ensino

técnico pelas instituições educacionais públicas – aponta para uma relação de estranhamento (ou mesmo de distanciamento) entre a educação profissional e a educação filosófica e sociológica, que tende a se intensificar na educação de nível superior, isto é, nos cursos de graduação em que a formação é voltada, prioritariamente, para o mercado de trabalho.

Destaca-se que a construção dessa relação de oposição entre a formação filosófica e sociológica e a formação profissional possui razões históricas e teóricas que se desdobram da relação entre os conceitos de educação e trabalho. Observando sua origem, na Grécia Antiga, a Filosofia se desenvolveu entre os homens proprietários, os cidadãos da *polis* que, ao sobreviverem do trabalho alheio, tinham condições de se dedicar à reflexão filosófica, ao debate político e ao ócio criativo. Platão, em sua obra “A República”, ao propor a concepção tripartite de alma, classificou os indivíduos entre aqueles que teriam por função governar a cidade (os governantes), os que teriam por finalidade proteger a cidade (os soldados) e aqueles que deveriam sustentar a cidade com o trabalho prático (os trabalhadores, artesãos e escravizados)¹.

Nesse contexto grego, no qual alguns poderiam se dedicar à reflexão e outros apenas à ação, é que se tem

1 No diálogo com Glauco, Sócrates afirma: “[...] o deus que vos formou misturou ouro na composição daqueles de entre vós que são capazes de comandar: por isso são os mais preciosos. Misturou prata na composição dos auxiliares; ferro e bronze na dos Lavradores e na dos outros artesãos” (PLATÃO, [2017], p. 146).

a origem da escola. Conforme explica Saviani (2007, p. 155), “a palavra escola deriva do grego *scholé* e significa, etimologicamente, o lugar do ócio, tempo livre. Era, pois, o lugar para onde iam os que dispunham de tempo livre”. Separaram-se, assim, de um lado, a educação enquanto formação humana intelectual e, de outro, a formação para trabalho, voltada para o sistema produtivo. Surgia, já na Grécia Antiga, uma separação entre educação e trabalho que acabou se reproduzindo ao longo da história. Conforme observa Charlot (2013, p. 66), “o trabalho nessa terra é um castigo, uma maldição. Essa ideia não é especificamente cristã; encontra-se também na Filosofia grega, outro pilar do pensamento ocidental”.

Tendo por referência essa dicotomia entre trabalho e educação, e observando a história da educação brasileira, percebe-se que tal dualidade subsiste nos projetos educacionais implementados no país. Institucionalizada tardiamente na América Ibérica – e, no Brasil, somente após a instalação da Coroa Portuguesa no Brasil, em 1808 –, a educação foi pensada para atender às demandas burocráticas do Estado e das elites políticas e econômicas que aqui se fixaram. Para os trabalhadores braçais (principalmente os escravizados), o acesso à educação formal era inexistente, tanto pela impossibilidade de pagar os custos gerados pelos estudos quanto pela necessidade de trabalhar e contribuir no sustento de suas famílias.

Conforme descreve Saviani (2007, p. 157):

[...] a escola, desde suas origens, foi posta do lado do trabalho intelectual; constituiu-se num instrumento para a preparação dos futuros dirigentes que se exercitavam não apenas nas funções da guerra (liderança militar), mas também nas funções de mando (liderança política), por meio do domínio da arte da palavra e do conhecimento dos fenômenos naturais e das regras de convivência social.

Essa configuração escolar passou a ser alterada, no Brasil, com o processo de modernização e industrialização dos arranjos produtivos, inclusive o do campo. Somente nesse contexto, pós-1930, é que o acesso da classe trabalhadora à educação começou a ser não apenas possível, mas necessário para atender às demandas do mercado, que passava a se estruturar de forma cada vez mais intensa com a modernização da agricultura e com a própria produção industrial.

A educação, além de continuar a formação das elites, passou a ter o papel de formar os trabalhadores. Novamente, aqui, “o sistema de ensino bifurcou-se entre as escolas de formação geral e as escolas profissionais” (SAVIANI, 2007, p. 159). Enquanto a Sociologia, a Filosofia, as Artes e as Letras continuavam sendo apropriadas pelas classes dominantes, à classe trabalhadora cabia um aprendizado das “profissões manuais para as quais se requeria uma formação prática limitada à execução de tarefas mais ou menos

delimitadas, dispensando-se o domínio dos respectivos fundamentos teóricos” (SAVIANI, 2007, p. 159).

Assim, construiu-se a ideia de que os cursos profissionais, de qualquer nível, deveriam formar o estudante para as funções práticas do exercício de uma profissão, dispensando o conhecimento crítico-reflexivo próprio da Filosofia e da Sociologia. Na perspectiva industrial e profissionalizante:

[...] difundiram-se, então, ideias relacionadas à organização racional do trabalho (taylorismo, fordismo), ao enfoque sistêmico e ao controle do comportamento (behaviorismo) que, no campo educacional, configuraram uma orientação pedagógica que podemos sintetizar na expressão “pedagogia tecnicista”. (SAVIANI, 2013, p. 367-368).

Ao institucionalizar a formação profissional no sistema educacional público, percebeu-se a ampliação do acesso aos conhecimentos técnicos em detrimento dos conhecimentos teóricos, políticos, artísticos, sociológicos e filosóficos. Ao invés de integrar a formação humana e o aprendizado profissional, observou-se a substituição da formação humana pela instrumentalização para o trabalho.

Por outro lado, na contramão desses projetos político-societários, destaca-se o projeto político-educacional para os Institutos Federais a partir de 2008 (BRASIL,

2008b). Contrária à dicotomia trabalho e educação e fundamentada no materialismo histórico-dialético², a proposta da educação profissional implementada pelos Institutos Federais resgatou, de modo singular, o trabalho como princípio educativo. Essa perspectiva se faz presente, por exemplo, no documento de concepções e diretrizes da educação profissional (BRASIL, 2010), o qual afirma que a educação proporcionada pelos Institutos Federais deve ser compreendida como

[...] potencializadora do ser humano, enquanto integralidade, no desenvolvimento de sua capacidade de gerar conhecimentos a partir de uma prática interativa com a realidade, na perspectiva de sua emancipação. Na extensão desse preceito, trata-se de uma educação voltada para a construção de uma sociedade mais democrática, inclusiva e equilibrada social e ambientalmente.

Com essa dimensão, seria equivocado e reducionista, pois, imaginar que a necessidade da formação para ocupar os postos de trabalho seja a razão exclusiva

2 Analisando os “Manuscritos Econômico-Filosóficos”, escritos em 1844 por Karl Marx, o educador Bernard Charlot (2013, p. 70) afirma que “o trabalho é o fundamento da espécie humana. Essa ideia é essencial por ser a base do materialismo dialético e histórico. [...] o fundamento não é a própria matéria, é o trabalho, pelo qual o homem transforma a matéria”.

e definidora para a educação profissional.
(BRASIL, 2010, p. 35).

Nessa perspectiva da Filosofia da Práxis, na qual a teoria e a ação são movimentos interdependentes, torna-se possível resgatar o elo perdido entre as atividades intelectual e manual. A partir dessa relação, o trabalho se torna fundamento do processo educacional e a práxis se torna o “processo pelo qual o homem transforma a natureza e, nessa ação, se transforma a si mesmo” (CHARLOT, 2013, p. 70).

Assumindo essa concepção pedagógica, os cursos implementados pelos Institutos Federais – tanto os técnicos quanto os superiores, dada a proposta de verticalização do ensino – foram concebidos invertendo a lógica que opunha educação e trabalho, formação humana e formação profissional, e tornaram mais próxima a relação entre o trabalho e a educação, entre a técnica e a teoria, e entre a teoria e a ação. Se antes a Sociologia e a Filosofia eram entendidas como opostas à formação profissional, nos Institutos Federais elas se tornam condição fundamental para a qualificação profissional dos estudantes, que, para além da técnica, acessam os fundamentos teóricos das suas áreas de conhecimento.

Nesse sentido, o conceito de trabalho que perpassa a formação profissional presente nos Institutos Federais extrapola em muito os aspectos econômicos e engloba a ideia de ação humana autônoma e consciente.

Conforme descreve Marise Ramos, pensando na educação profissional,

O trabalho, no sentido ontológico, como processo inerente da formação e da realização humana, não é somente a prática econômica de se ganhar a vida vendendo a força de trabalho; antes de o trabalho ser isto – forma específica que se configura na sociedade capitalista – o trabalho é a ação humana de interação com a realidade para a satisfação de necessidades e produção de liberdade. Nesse sentido, trabalho não é emprego, não é ação econômica específica. Trabalho é produção, criação, realização humanas. Compreender o trabalho nessa perspectiva é compreender a história da humanidade, as suas lutas e conquistas mediadas pelo conhecimento humano. (RAMOS, [2008?], p. 4).

Introduzindo essa proposta nos cursos superiores, inclusive nas Engenharias, os Institutos Federais passaram a incorporar as disciplinas de Sociologia e Filosofia em seus currículos. Essa possibilidade se deu não por uma imposição legal ou regimental dos Institutos Federais ou das diretrizes para o ensino superior, mas pela própria diversidade do corpo docente presente nos Institutos, o que facilita o diálogo pluri, inter e transdisciplinar. Nesse sentido, a presença desses

conhecimentos para o futuro profissional da Engenharia busca, acima de tudo, fornecer uma compreensão ampla sobre sua própria formação e sua futura atuação enquanto profissional. Em relação à Filosofia, por exemplo, o curso de Engenharia Civil do IFG – *Campus Uruaçu* implementou a disciplina de Ética, que busca discutir tanto o Código de Ética da Engenharia quanto as principais perspectivas éticas que fundamentam a conduta humana. Já em relação à Sociologia, há a disciplina Sociologia do Trabalho, Tecnologia e Cultura, que relaciona os métodos da Sociologia clássica com temas contemporâneos da realidade, principalmente os vinculados ao mundo do trabalho.

3 FILOSOFIA E SOCIOLOGIA NA ENGENHARIA

Analisando o currículo do curso de Engenharia Civil do IFG – *Campus Uruaçu*, poderia se questionar: qual é o lugar da Sociologia e quais são seus vínculos com o processo formativo e de profissionalização para o mundo do trabalho desses futuros engenheiros? Giddens (2012), ao responder à pergunta “por que estudar Sociologia?”, aponta alguns caminhos que podem contribuir para melhor entender a presença da disciplina nas Engenharias. Afirma Giddens (2012, p. 35) que, primeiro, “a Sociologia nos traz uma consciência de diferenças culturais que nos permite enxergar o mundo social a partir de perspectivas variadas”; segundo, “a pesquisa sociológica proporciona ajuda prática para avaliar os resultados de iniciativas

políticas”; por fim, e mais importante para o autor, “a Sociologia pode nos proporcionar um autoesclarecimento – maior autocompreensão”.

A partir dos apontamentos de Giddens, constata-se que a contribuição da Sociologia à formação profissional do engenheiro passa pelo aprendizado da alteridade e da diversidade, aproximando-o das avaliações de iniciativas políticas voltadas à formação individual, elementos centrais no aperfeiçoamento profissional para as relações interpessoais e no mundo do trabalho, a fim de contribuir para os horizontes coletivos de uma sociedade.

A Sociologia e a Filosofia, via de regra, não são disciplinas obrigatórias nos cursos de Engenharia das universidades públicas. A título de exemplo, nos cursos de Bacharelado em Engenharia Civil da USP (São Paulo e São Carlos), da UFG, da UFRGS e da UFBA, essas disciplinas não estão presentes na matriz curricular; em outros casos, como na UFRJ e na UFMG, elas aparecem como disciplinas optativas. Já nos Institutos Federais, essas disciplinas estão presentes em muitos currículos dos cursos de Engenharia. No Instituto Federal de Goiás, as disciplinas de Filosofia e Sociologia se fazem presentes em todos os currículos das Engenharias ofertadas em seus *campi*.

Daí a necessidade de se estabelecer algumas relações com o momento de formação dos Institutos Federais, que favoreceu a consolidação dessas disciplinas nos cursos de graduação. Importante ressaltar que essa presença tem um lugar político. Destaca-se que a Lei nº 11.684, de 2 de junho de 2008 (BRASIL, 2008a), que

torna Filosofia e Sociologia “disciplinas obrigatórias nos currículos do ensino médio”, precedeu em poucos meses a criação da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, por meio da Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008 (BRASIL, 2008b).

Neuhold (2019) ressalta a “coincidência histórica” entre as duas leis, que interiorizou em todo o país cerca de dois mil professores de Ciências Sociais e de Filosofia, com pós-graduação, pertencentes à Rede Federal, criando um impacto sobre a “produção do conhecimento, [...] transposição didática e de sua circulação, bem como da formação de professores” (NEUHOLD, 2019, p. 133). O fato de essas disciplinas comporem os currículos das Engenharias está diretamente ligado à obrigatoriedade da Filosofia e da Sociologia no ensino médio, a partir de 2008. Apesar de a lei se referir à educação básica, a verticalização do ensino nos Institutos Federais fortaleceu a presença de profissionais específicos da Filosofia e da Sociologia, que participaram da construção dos currículos dos cursos superiores e firmaram essas disciplinas nos bacharelados das Ciências Naturais e Exatas, assim como nos cursos tecnológicos.

Além dos aspectos políticos que favoreceram a presença da Sociologia e da Filosofia, há a experiência cotidiana em um curso como o de Engenharia Civil, em que os vínculos de fato evidenciam o quão orgânicas as Ciências Humanas podem ser nas Engenharias.

Do ponto de vista dos objetivos de aprendizagem, duas possibilidades se abrem com a disciplina Sociologia do Trabalho, Tecnologia e Cultura. A primeira é a

introdução ao pensamento sociológico a partir dos autores clássicos (Marx, Durkheim, Weber, entre outros), com a difusão dos métodos e dos debates da formação da Sociologia, sendo essa etapa necessária para a aproximação com a linguagem sociológica, com as estruturas de pensamento que difundem o conhecimento de conceitos fundamentais. A segunda possibilidade está vinculada aos temas da disciplina, a qual consiste na análise e reflexão a partir de temas contemporâneos, momento de aproximação dos estudantes com debates que permeiam o próprio momento histórico vivenciado, que orienta diretamente para o mundo do trabalho e a futura ação laboral desse estudante.

Por sua vez, com a proposta de formação omnilateral assumida pelos Institutos Federais, a presença da Filosofia no curso de Engenharia Civil do IFG – *Campus Uruaçu* ocorre por meio da disciplina de Ética, a qual tem por objetivo, a partir da identificação das principais teorias éticas, “conhecer e refletir sobre o código de ética profissional da Engenharia e suas implicações nas decisões profissionais”, conforme previsto no Projeto Político-Pedagógico do curso (IFG, 2015, p. 65). Busca-se, com isso, atender aos princípios norteadores previstos nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) dos cursos de graduação em Engenharia (CNE, 2019), documento que descreve o perfil do egresso como um profissional com visão ética e humanística, que atenda às demandas da sociedade na qual está inserido.

Ao refletir sobre as possíveis relações do estatuto científico da Engenharia com a Sociologia e a Filosofia,

considerando a especificidade metodológica e disciplinar de cada uma dessas áreas, interessa saber quando os limites da compreensão dos objetos de análises científicas extrapolam os domínios específicos das respectivas áreas de conhecimento e quais os efeitos desse movimento.

Latour (2000, p. 34) aponta para o interessante debate a respeito do “processo de construção da ciência”, momento em que não se atenta somente ao sempre valorizado, ao fundamento, à solidez, ao desenvolvimento, mas também às dúvidas na construção da ciência, às várias enunciações, ao período anterior ao estatuto científico, momento esse em que as fronteiras do conhecimento são mais tênues do que se expressa na divulgação científica desses conhecimentos. O conhecimento científico na área da Engenharia é impactado pelo conhecimento filosófico e sociológico, e vice-versa.

A separação das áreas do saber se deve ao que Latour aponta como a “organização por disciplina e por objeto” (LATOUR, 2000, p. 34). A elaboração dos conteúdos abordados pela Filosofia e pela Sociologia permite constatar um mesmo universo temático com a Engenharia. As temáticas em comum entre essas áreas do conhecimento são estabelecidas a partir da interação entre os campos científicos, a fim de dizer se o grau de autonomia de cada campo científico é maior ou menor em relação aos demais. Nesse momento é que a discussão sobre o mundo do trabalho e a futura atuação profissional do estudante de Engenharia se

torna um espaço no qual essas diferentes áreas do saber se conectam. Bourdieu estabelece a definição de campo científico e sua autonomia, e afirma:

A noção de campo está aí para designar esse espaço relativamente autônomo, esse microcosmo dotado de suas leis próprias. Se, como o macrocosmo, ele é submetido a leis sociais, essas não são as mesmas. Se jamais escapa às imposições do macrocosmo, ele dispõe, com relação a este, de uma autonomia parcial mais ou menos acentuada. E uma das grandes questões que surgirão a propósito dos campos (ou dos subcampos) científicos será precisamente acerca do grau de autonomia que eles usufruem. (BOURDIEU, 2004, p. 20-21).

A Filosofia e a Sociologia reorganizam a autonomia da área da Engenharia, na forma de uma acomodação de pressões e demandas externas. Pode-se afirmar que a disposição para alocação dessas disciplinas em um curso superior da área de Engenharia revela o grau de interação frente a essas pressões e demandas. Bourdieu aponta:

O campo científico é um mundo social e, como tal, faz imposições, solicitações etc., que são, no entanto, relativamente independentes das pressões do mundo social global que o envolve. [...] Uma das

manifestações mais visíveis da autonomia do campo é sua capacidade de *refratar*, retraduzindo sob uma forma específica as pressões ou as demandas externas. (BOURDIEU, 2004, p. 21-22, grifo do autor).

Ao surgirem novas pressões do mundo social sobre a área de Engenharia Civil, a Filosofia e a Sociologia desafiam esse outro campo científico a refratar, em sua forma específica, a partir das características desse próprio campo, as questões postas pelo mundo social. O grau de autonomia do campo da Engenharia no seu processo de institucionalização acadêmica é posto a teste pelos outros campos científicos. A Filosofia e a Sociologia, dispostas a participar na formação pela totalidade desse engenheiro, têm em temas como a complexificação das relações do mundo do trabalho, as classes sociais, as mudanças sociais, as instituições e os processos de socialização, entre outros temas, um estímulo à capacidade da Engenharia em refratar as demandas externas do mundo social capilarizadas por essas disciplinas. Como se se tratasse de diferentes posições reunidas no processo formativo por diferentes campos científicos, as tomadas de posição do campo da Engenharia são então transformadas. A esse respeito, diz Bourdieu:

[...] a construção do campo permite estabelecer a verdade das diferentes posições e os limites de validade das diferentes

tomadas de posição (pretendentes ou não à verdade) cujos defensores, tacitamente, concordam, como já indiquei, a fim de mobilizar os mais potentes instrumentos de prova ou de refutação que lhes assegurem as aquisições coletivas de sua ciência. (BOURDIEU, 2004, p. 45-46).

Ao evocar a demanda social dentro de um campo, na tentativa de universalizá-la, defronta-se com particularidades no próprio interior do campo, que mudam radicalmente de sentido e de função. Interessa como a Filosofia e a Sociologia intervêm na interposição dessas demandas sociais que se adequam e são enunciadas pelo campo da Engenharia Civil, mas que lidam diretamente com o espectro projetado por essas disciplinas frente a um conjunto de demandas sociais tomadas pela Engenharia, não de forma totalmente autônoma, e sim na perspectiva de interação entre essas áreas do saber.

A interação entre os campos científicos revela, primeiramente, um aspecto ligado à legitimidade do campo da Sociologia como ciência da mudança social, das relações sociais, das classes sociais, dos processos de interação social, entre outros. O segundo elemento é o papel de crítica social que a Sociologia constitui para o campo. O convite à imaginação sociológica, nos termos de Wright Mills (1972), desperta a relação entre a biografia do estudante e o processo histórico em termos mais amplos da realidade social. Então o desafio é

provocar a própria visão de mundo dos estudantes em processo de aprendizagem para temas que figurem para além dos seus próprios contextos específicos, mas em consonância com a diversidade de elementos externos à sociedade, conferindo um estímulo à interpretação dos fenômenos sociais.

A tarefa da reflexão filosófica e da crítica social em um curso de graduação não configura exclusividade das áreas da Filosofia e da Sociologia, apesar da enorme relação com os temas dessas disciplinas. O direcionamento da Filosofia e da Sociologia à produção da crítica social e à construção democrática da cidadania pode ser interpretado, erroneamente, como um instrumento que desobriga as demais áreas do debate dessas questões. Esse é um problema para o Projeto Político-Pedagógico do curso, pois a crítica social e a cidadania são elementos coletivamente construídos pelas diferentes áreas do conhecimento. Porém, a Filosofia e a Sociologia não podem se furtar a esse debate, pois ele constitui problemas de pesquisa desse campo científico, e em um curso de Engenharia Civil pode ter o papel atitudinal de multiplicar tais reflexões sobre a ação profissional desses estudantes.

O foco central de atuação da Sociologia é favorecer o estranhamento do mundo a partir do questionamento dos elementos do próprio universo do estudante, configurado no processo de frustração do mundo. Segundo Berger (2014, p. 48), a “consciência sociológica” é “inerentemente desmistificadora”, sendo que as raízes da desmistificação são metodológicas, estando ajustadas ao espírito da era

moderna. Berger (2014, p. 50) ainda afirma que, “com muita frequência, o resultado das ideias é muito diverso daquilo que os formuladores das ideias planejaram ou esperaram”, então à Sociologia cumpre papel ímpar em desmistificar essas ideias. É a ênfase no “caráter autônomo dos processos sociais”. Esse indivíduo que está na sociedade, diante do controle social em suas diferentes esferas, também consiste na sociedade que está no próprio indivíduo, pois os indivíduos se submetem ao jugo, de modo que “querem” as regras e papéis que a sociedade lhes atribui. A tarefa é a compreensão das regras e papéis colocados sobre os indivíduos, mas também de sua dimensão exterior, por meio do entendimento dos processos histórico-sociais que constituem a organização dessas regras e papéis. É nesse contexto que a Filosofia e a Sociologia são chamadas a contribuir na formação do futuro engenheiro.

A desmistificação das tecnologias é de fundamental importância para a Engenharia Civil, de modo que o estudante questione criticamente os usos sociais e o processo de aquisição de novas habilidades. Bauman e May (2010) apontam para as mudanças sociais provocadas pelas novas tecnologias e afirmam:

A cada mudança tivemos que adquirir novas habilidades, mas seu impacto sobre nossa vida depende das condições sociais em que nos encontramos. Ao mesmo tempo, ainda temos de nos convencer de que, a cada passo, passamos a “necessitar” de

tecnologias mais complexas, sempre mais exigentes em relação a nossas habilidades. (BAUMAN; MAY, 2010, p. 238).

O sujeito submerso no processo tecnológico, tanto na inovação quanto na difusão, tem dificuldades em refratar essas suas experiências e apreendê-las em uma perspectiva crítica. Bauman e May (2010, p. 257) fazem o seguinte questionamento: “as inovações tecnológicas podem permitir maior controle, mas com que consequências e para quem? Esses temas exigem compreensão externamente derivada de um processo que nada reconhece a não ser suas próprias racionalizações”. Daí decorrem importantes questões sociais e éticas sobre o uso e a necessidade das novas tecnologias, suas condições sociais e os possíveis impactos à sociedade.

É factível vislumbrar algumas possibilidades de os estudantes de Engenharia partirem de perspectivas críticas e transformá-las, por exemplo, em tecnologias sociais de impacto socioambiental. A produção de tecnologias determinadas pelo desenvolvimento local e regional, que atendam a demandas específicas a fim de diminuir desigualdades sociais, econômicas e de acesso a formas de bem-estar social pela comunidade, pode estar no horizonte de estudantes de Engenharia; essas reflexões são possíveis também a partir do diálogo com as disciplinas de Filosofia e Sociologia. A revolução tecnológica no século XXI possibilita que reflexões teóricas alimentem possibilidades atitudinais concretas, favorecidas pela maior interação entre os sujeitos,

pela vinculação com distintas culturas e pelas novas formas de trabalho colaborativo. Essa transformação necessita de uma força propulsora, proporcionada por instituições e agentes que favoreçam novas mediações entre o conhecimento e sua aplicação nas Engenharias, podendo ser a instituição escolar um lócus privilegiado dessa mediação.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da experiência dos autores, enquanto docentes das disciplinas de Ética e de Sociologia do Trabalho, Tecnologia e Cultura no curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – *Campus Uruaçu*, foram feitos alguns apontamentos sobre o lugar da Filosofia e da Sociologia na educação profissional e, em especial, nas Engenharias. Considerando a oposição entre os conceitos de educação e trabalho, fundamentados na história da educação – que, por séculos, separou a educação filosófica e cultural para a classe dominante e, de outro lado, promoveu uma formação instrumental para o trabalho –, foi possível destacar a relação de oposição entre Filosofia e Sociologia, tidas como disciplinas críticas e reflexivas, e educação profissional, voltada à formação para o mundo do trabalho.

Especificamente quanto à história da educação profissional brasileira, a presença da Filosofia e da Sociologia nos currículos escolares foi e é alvo de

disputa política que revela dois projetos educacionais e societários distintos: um voltado para a educação das elites e outro voltado para a educação da classe trabalhadora. Buscando superar essa oposição entre Filosofia e Sociologia e educação profissional, apresentou-se a proposta político-pedagógica dos Institutos Federais, criados em 2008, que resgataram, desde uma perspectiva do materialismo histórico e dialético, o trabalho como princípio educativo. No contexto dos Institutos Federais, Filosofia e Sociologia conquistaram um espaço ímpar para contribuir para a formação integral e integrada dos seus estudantes.

Além disso, considerando a proposta de verticalização do ensino, própria da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, a reaproximação entre a Filosofia e a Sociologia e a educação profissional fez com que essas disciplinas passassem a integrar os currículos dos cursos superiores de tecnologia, licenciaturas e bacharelados. Nos bacharelados e, especificamente, nos cursos de Engenharia, a Filosofia e a Sociologia desempenham um duplo movimento: tanto de questionar e interagir com o conhecimento científico próprio das Engenharias quanto de proporcionar aos estudantes dessas áreas um espaço de (auto)reflexão sobre o trabalho e sobre sua futura atuação profissional.

A disciplina de Sociologia do Trabalho, Tecnologia e Cultura demonstra sua contribuição ao debate sobre a formação integral ao trazer a reflexão sobre três campos da vida social fundamentais em termos cotidianos – o do papel social do engenheiro civil, o do mundo do trabalho

e o das suas tecnologias –, assim como uma análise compreensiva dos significados culturais que permeiam essa profissão.

A interação do curso de Engenharia Civil com a Sociologia permite que confluam campos do saber (e docentes) aparentemente distantes, porém que partem da análise dos mesmos arranjos produtivos e sistemas econômicos, que enfrentam as mesmas contradições do mundo do trabalho herdadas do processo histórico e que estão submetidos ao mesmo processo de reprodução da vida social, o que aponta para a necessidade desse diálogo interdisciplinar. Nesse espaço próprio do debate sociológico, temas relacionados com a realidade social e os conceitos fundamentais da Sociologia passam a fazer parte da formação dos alunos na produção do conhecimento social coletivizado, nas práticas rotinizadas e no perfil desses egressos.

A Filosofia, por sua vez, presente a partir da disciplina de Ética, não apenas apresenta um espaço de discussão teórica sobre os princípios que orientam a atuação profissional do engenheiro, mas também proporciona a discussão de questões próprias da prática profissional na Engenharia. Esse debate filosófico quanto à inserção do egresso no mundo do trabalho ultrapassa as questões da formação ética e amplia a análise para a ação do engenheiro na sociedade e as suas interações com o meio.

Tendo por base a intensidade do diálogo das disciplinas dos campos filosófico e sociológico com o curso de Engenharia Civil, foi possível apontar quais as bases sociais, éticas e históricas que estão de fato sendo

travadas na formação desses estudantes. Uma educação que se pretenda omnilateral, integral e integrada, como a proposta pelos Institutos Federais, não pode ocorrer sem que o debate filosófico e sociológico perpassa a construção técnica e teórica da formação em Engenharia.

REFERÊNCIAS

BAUMAN, Z.; MAY, T. **Aprendendo a pensar com a Sociologia**. Rio de Janeiro: Zahar, 2010.

BERGER, P. L. **Perspectivas sociológicas**: uma visão humanística. Petrópolis: Vozes, 2014.

BOURDIEU, P. **Os usos sociais da ciência**: por uma sociologia clínica do campo científico. São Paulo: Editora UNESP, 2004.

BRASIL. **Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971**. Fixa diretrizes e bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1971. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/15692.htm. Acesso em: maio 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: maio 2021.

BRASIL. **Lei nº 11.684, de 2 de junho de 2008**. Altera o art. 36 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir a Filosofia e a Sociologia como disciplinas obrigatórias nos currículos do ensino médio. Brasília, DF: Presidência da República, 2008a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111184.htm. Acesso em: maio 2021.

BRASIL. **Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008**. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2008b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11892.htm. Acesso em: maio 2021.

BRASIL. **Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Brasília, DF: Presidência da

República, 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113415.htm. Acesso em: maio 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Um novo modelo de Educação Profissional e Tecnológica**: concepções e diretrizes. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2010.

CHARLOT, B. **Da relação com o saber às práticas educativas**. São Paulo (Brasil): Cortez, 2013.

CNE – CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Parecer CNE/CES nº 1/2019**. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, DF: CNE, 2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/marco-2019-pdf/109871-pces001-19-1/file>. Acesso em: maio 2021.

IFG – INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS. **Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de Bacharelado em Engenharia Civil**. Uruaçu: IFG, 2015. Disponível em: <http://w2.ifg.edu.br/uruacu/index.php/Planos-e-Projetos-Pedagogicos/View-category>. Acesso em: maio 2021.

GIDDENS, A. **Sociologia**. Porto Alegre: Penso, 2012.

LATOUR, B. **Ciência em ação**: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

MILLS, C. W. **A imaginação sociológica**. Rio de Janeiro: Zahar, 1972.

NEUHOLD, R. R. Dez anos de autonomia científica da Sociologia no ensino médio (2008-2018): diálogos com a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. *In*: NEUHOLD, R. R.; POZZER, M. R. O. (org.). **O ensino de Sociologia e os dez anos dos Institutos Federais (2008-2018)**. Maceió: Café com Sociologia, 2019. p. 117-138.

PLATÃO. **A República**. Edição eletrônica. [2017]. Disponível em: http://www.eniopadilha.com.br/documentos/Platao_A_Republica.pdf. Acesso em: jul. 2020.

RAMOS, M. **Concepção do ensino médio integrado**. [2008?]. Disponível em: http://forumeja.org.br/go/sites/forumeja.org.br/go/files/concepcao_do_ensino_medio_integrado5.pdf. Acesso em: jul. 2020.

SAVIANI, D. **Histórias das ideias pedagógicas no Brasil**. 4. ed. Campinas: Autores Associados, 2013.

SAVIANI, D. Trabalho e Educação: fundamentos ontológicos e históricos. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 34, p. 152-180, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-24782007000100012>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/wBnPGNkvstzMTLYkmXdrkWP/?lang=pt>. Acesso em: maio 2021.

Capítulo 4

PRÁTICAS EXTENSIONISTAS INTEGRADAS AO ENSINO DE ENGENHARIA: Despertando Talentos no Ensino Público

Elis Regina Duarte – UTFPR – Campus Ponta Grossa

1 INTRODUÇÃO

Os debates nacionais e internacionais no ensino de Engenharia colocam como prioridade o desenvolvimento de novas competências aos alunos. Tendo em vista a dinamicidade do mercado em que os futuros profissionais de Engenharia estarão inseridos, cada vez mais se faz necessária a aplicação de novas metodologias de aprendizagem, que permitam a construção do saber de forma ativa

e que o conhecimento não seja centralizado no meio acadêmico, mas inserido e partilhado com a sociedade.

Com a aprovação das novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) (CNE, 2019) e das Diretrizes para Extensão na Educação Superior Brasileira (BRASIL, 2018), todo curso de Engenharia deverá proporcionar aos seus alunos 10% de atividades de extensão em sua matriz curricular. A extensão, além de integrar os conhecimentos e utilizar novas metodologias de aprendizagem, permite aos envolvidos nas ações extensionistas a construção de novas habilidades que auxiliam na formação requerida pelo atual mercado de trabalho.

Existe uma grande demanda de engenheiros no Brasil e pouca divulgação das habilitações e competências a estes requeridas e suas áreas de atuação, bem como muitas dúvidas entre os alunos do ensino médio e até mesmo entre os do primeiro semestre dos cursos de Engenharia sobre as diferenças entre cada uma delas. Quando se fala em Engenharia, todos conhecem a área de atuação principal de um engenheiro civil, mas e o que faz um engenheiro químico? E o engenheiro de bioprocessos e biotecnologia? Essas perguntas causam uma grande dúvida e, às vezes, levam os estudantes a escolherem os cursos de forma equivocada. Dessa forma, existe a necessidade de uma maior divulgação sobre as diferentes áreas de atuação e habilitações que um engenheiro pode ter.

O objetivo deste capítulo é expor um relato de experiência, que apresenta uma nova metodologia de aprendizagem, inspirada no modelo PBL (*Problem*

Based Learning) e extensão, aplicada para alunos de graduação em uma disciplina de Química Geral Reoferta. A turma de reoferta é constituída apenas por alunos que já cursaram essa disciplina e foram reprovados. Participaram 50 alunos de graduação de diferentes cursos de Engenharia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Ponta Grossa (UTFPR – PG) e 20 alunos de uma escola pública de ensino médio técnico do município de Ponta Grossa, estado do Paraná.

2 PRÁTICAS EXTENSIONISTAS INTEGRADAS AO ENSINO DE ENGENHARIA

De acordo com Pereira e Simonetto (2018), pela primeira vez uma Revolução Industrial está sendo estudada durante a sua implantação. Diferentemente do que ocorreu nas três primeiras Revoluções, que foram estudadas após ocorrerem, essa está sendo amplamente discutida. O conceito de Indústria 4.0 foi citado, pela primeira vez, em 2011, durante uma feira sediada na cidade de Hanôver, localizada na Alemanha (SILVEIRA; LOPES, 2017?). Atualmente está em sua fase inicial e, segundo Lima e Pinto (2019), atingirá seu ápice no final da próxima década, sendo seus pilares: internet das coisas (*Internet of Things* – IoT), comunicação em nuvem, *big data and analytics*, sistemas ciberfísicos, impressão 3D e realidades virtual e aumentada.

As fábricas inteligentes e totalmente automatizadas permitirão processos mais controlados, eficazes e

interativos, por meio de decisões baseadas em dados reais, de forma *online*. O uso de nuvens permite um maior número de informações armazenadas e que podem ser acessadas de qualquer lugar, garantindo decisões rápidas e estratégicas. Dessa forma, será possível avaliar toda a cadeia produtiva antes do produto ser finalizado, com o uso da impressão 3D e realidades virtual e aumentada. Poderão ser previstos desde os erros de concepção até problemas de manutenção.

A Indústria 4.0 se destaca pela multidisciplinaridade requerida aos funcionários das mais diversas áreas. O conhecimento passa a ser o principal meio de produção de riquezas, gerando um novo momento industrial. Este novo momento, por sua vez, tem exigido dos profissionais de Engenharia crescente adaptabilidade a um novo modelo de produção. Assim, a formação clássica vem sendo mitigada pela preparação do profissional para atuar em meios altamente tecnológicos e de níveis de tecnologia voláteis.

Segundo Aires, Moreira e Freire (2017), podem ser destacados cinco tipos de competências mais solicitadas pelo novo mercado de trabalho: a criatividade, a inovação, a comunicação, a solução de problema (conhecida como *soft skills*) e os conhecimentos técnicos (*hard skills*).

Para El-Zein e Hedemann (2016), as competências essenciais para um engenheiro podem ser divididas em três grupos: competências rígidas (*hard skills* – conhecimentos técnicos), competências leves (*soft skills* – comunicação, gestão, ética, liderança, motivação) e competências globais (*global skills* – cultura, mercado mundial).

Em consonância com as discussões provenientes do Fórum Econômico Mundial e visando o enquadramento a esse novo cenário e às Diretrizes Curriculares Nacionais aprovadas para as Engenharias (CNE, 2019), esta autora considera que se faz necessária uma revisão da metodologia de ensino a ser praticada no Brasil diante dessa nova realidade. De acordo com Tortorella e Cauchick-Miguel (2018), para que os discentes desenvolvam as competências exigidas pelas indústrias, esses devem aplicar os conhecimentos obtidos em situações reais. Conforme as novas DCN (CNE, 2019), o uso de metodologias para aprendizagem ativa deve ser estimulado como forma de promover uma Educação mais centrada no aluno e capaz de desenvolver o perfil requerido pela Indústria 4.0. As metodologias ativas, além de motivacionais, permitem a integração dos conhecimentos e a percepção da transdisciplinaridade por parte do discente (TEIXEIRA; SILVA; BRITO, 2019).

Abdelrazeq *et al.* (2016), considerando que a Educação precisa se adaptar a novos métodos para acompanhar as mudanças da Revolução 4.0, definem o Professor 4.0 como o agente que domina as novas tecnologias e as implementa eficientemente no processo ensino-aprendizagem, fazendo uso de modernas e diferentes técnicas e tecnologias pedagógicas no sistema educacional.

A metodologia de aprendizagem baseada em problemas (*Problem Based Learning* – PBL) foi originalmente desenvolvida por escolas de medicina com a finalidade de auxiliar os profissionais a entender

os problemas reais enfrentados pela profissão (KANET; BARUT, 2003). O objetivo da PBL é potencializar as competências necessárias para o desenvolvimento profissional do estudante, na qual o aluno se torna agente ativo na construção do conhecimento.

Conforme Silveira (2005), para o estudante ser inovador, ele deve ser constantemente exigido para atuar desta forma. O aluno precisa se deparar com problemas reais e buscar alternativas para eventos críticos, “aprender fazendo” (LOPES, 2010). A metodologia ativa de aprendizagem baseada em projetos (*Project Based Learning* – PjBL) permite a construção desses ambientes. A principal diferença entre a metodologia PBL e a PjBL está em sua estrutura, pois na PBL ocorre a utilização de problemas, já a PjBL se baseia na elaboração de projetos, os quais possuem vários problemas integrados.

Além da inovação na metodologia de aprendizagem, de acordo com Souza e Campos (2019), a extensão universitária permite ao aluno o desenvolvimento das habilidades transversais (*soft skills*). Como definido pelas novas DCN e pelas Diretrizes para Extensão na Educação Superior Brasileira (BRASIL, 2018), os cursos de Engenharia deverão apresentar uma carga horária mínima de extensão para todos os alunos de graduação. Essa ação contribuirá para a inovação no currículo e na metodologia de ensino e permitirá ao aluno conhecer novas realidades, além de proporcionar uma provável articulação deste com a sociedade.

O Brasil possui uma grande demanda de engenheiros, seja pelo baixo índice de alunos ingressantes nas

universidades para os cursos de Engenharia quando comparado ao das outras graduações ofertadas, seja pela grande taxa de evasão ou de retenção nos cursos de Engenharia (MACIENTE, ARAÚJO, 2011; NASCIMENTO *et al.*, 2010). Segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI), a média de evasão nesses cursos entre 2001 e 2011 foi de 55,59% (PORTAL G1, 2013).

Existem, no Brasil, muitos profissionais de Engenharia – química, civil, mecânica, produção, computação, elétrica, bioprocessos, entre outros –, com diferentes habilitações. Quando se fala em Engenharia para jovens de ensino médio, esses geralmente associam a profissão ao engenheiro civil. Mesmo para esse profissional de Engenharia tido como o mais conhecido, a maioria das pessoas não compreende suas habilitações e perspectivas no mercado de trabalho (CARBONAR; DEMITO; DUARTE, 2019).

Os alunos, quando vão decidir por uma profissão, são influenciados por diversos fatores, entre os quais consideram, especialmente, a afinidade por determinadas áreas, as perspectivas de empregabilidade, renda e suas expectativas em relação ao futuro. Alguns desses adolescentes possuem interesse por uma profissão em particular, mas, muitas vezes, acabam desistindo de sua primeira opção, ou por influência de algum amigo ou familiar para cursarem outra graduação, ou quando não conseguem ingressar no curso pretendido em sua primeira tentativa. Dessa forma, se os alunos de ensino médio tiverem a possibilidade de conhecer mais cursos

de graduação, poderão ter uma escolha mais acertada em sua carreira.

Assim, ao permitir que o estudante de graduação desenvolva um problema do tipo PBL, aplicando conceitos teóricos a fim de divulgar o curso de Engenharia para alunos de ensino médio, além de contribuir com a formação dos alunos de Engenharia, busca-se despertar a formação e a inserção de novos engenheiros na comunidade.

3 COMO DESPERTAR TALENTOS NO ENSINO PÚBLICO

Este trabalho apresenta um relato de experiência realizada na turma de reoferta da disciplina de Química Geral, lecionada para 50 alunos de diferentes cursos de Engenharia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Ponta Grossa (UTFPR – PG). Além desses estudantes, participaram dessa experiência 20 alunos de uma escola pública de ensino médio técnico do município de Ponta Grossa.

As aulas foram ministradas utilizando duas abordagens de aprendizagem. Na abordagem clássica, as aulas eram expositivas, e as avaliações, realizadas por meio de provas individuais, enquanto na abordagem ativa, a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) foi utilizada, na qual os problemas desenvolvidos por grupos usavam o conhecimento de Química aplicada a cada uma das Engenharias existentes na UTFPR – PG.

Os alunos de graduação foram divididos em 10 grupos com 5 membros, buscando deixar aqueles que cursavam as mesmas Engenharias juntos, a fim de facilitar a escolha da problemática associada à sua Engenharia. A nota final do discente foi composta pela nota obtida por meio de provas clássicas individuais, com peso de 60%, e pela nota correspondente ao problema PBL desenvolvido em grupo, com peso de 40%. A nota do problema PBL foi constituída por cinco atividades: vídeo, material escrito parcial, apresentação do experimento, aula prática e trabalho final.

Os alunos apresentaram, no vídeo, a aplicação da Química para a solução do problema escolhido pelo grupo, relacionando-o com a Engenharia que cursam. Optou-se por esse formato porque muitas indústrias, atualmente, realizam, em seus processos seletivos, uma etapa utilizando vídeos, e a maioria dos alunos nunca executa apresentações nesse formato ao longo de um curso de graduação. Essa apresentação verificou se os grupos abordaram temas diferenciados, se existiu a aplicação da Química na resolução do problema, possibilitando que todos os alunos conhecessem as problemáticas abordadas.

O material escrito parcial foi composto pela contextualização da problemática abordada, pelos conceitos referentes a Química necessários para a solução do problema e pelas etapas de materiais e métodos, bem como pela aplicação destes na Engenharia.

Após apresentar o material escrito parcial, as equipes iniciaram a etapa de prototipação, para o

desenvolvimento de um experimento ou protótipo simples que abordasse um dos conceitos necessários para a solução do problema. Esse experimento foi desenvolvido em uma aula prática com os alunos de ensino médio, na etapa final do projeto, precisando, por consequência, ser simples e não expor os estudantes a riscos. Os alunos do ensino médio foram incentivados a utilizar as estruturas da universidade para a realização do experimento, com o objetivo de proporcionar-lhes a vivência de um dia no laboratório da instituição. Também foi sugerido o uso de materiais reciclados para a construção dos protótipos. Após as equipes terem desenvolvido e testado a parte prática dos projetos, estes foram apresentados em sala para todos os alunos.

Depois de contemplar toda parte teórica da disciplina e finalizar os projetos, os estudantes de graduação participaram do projeto de extensão Vivenciando Engenharia no Ensino Médio (VEEM), apresentando estes projetos para alunos da escola de ensino médio técnico parceira. Esses alunos de ensino médio, que já participavam do projeto de extensão, compareceram à universidade no contraturno da escola, no horário da aula dos estudantes de graduação. Nessa etapa, os graduandos fizeram uma apresentação do curso de Engenharia que estudam, discorrendo sobre as habilitações do engenheiro (químico, de bioprocessos e biotecnologia, eletricista, de produção e mecânico) bem como explicando o problema solucionado no experimento e realizando alguns cálculos envolvidos na sua conceituação. Além disso, os estudantes de

graduação executaram os experimentos com os alunos de ensino médio e aplicaram questionários referentes às atividades desenvolvidas.

A última etapa do problema PBL foi a entrega do trabalho final, em que os graduandos inseriram, no material escrito, todos os resultados obtidos com o desenvolvimento do projeto, responderam a um questionário sobre a metodologia utilizada e preencheram uma planilha para a emissão dos certificados emitidos pelo órgão responsável pela extensão na universidade (DIREC UTFPR PG).

4 PROJETOS E RESULTADOS OBTIDOS

A disciplina de Química, utilizada para a discussão neste capítulo, era uma turma de reoferta, composta por 50 alunos, sendo a maioria do curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia e os demais dos cursos de Engenharia Elétrica e de Engenharia Mecânica. Desses, 24% reprovaram na disciplina, 4% desistiram e 72% foram aprovados (média final superior a nota 6).

O Quadro 1 ilustra os conceitos abordados, o experimento desenvolvido e a Engenharia na qual foi aplicado o problema.

Quadro 1 – Descrição do projeto PBL desenvolvido pelos grupos

| Grupo | Problemática | Experimento desenvolvido | Engenharia cursada pelos alunos |
|--------------|--|---|--|
| Grupo 1 | Como produzir biodiesel e quais reações podem ocorrer? | Produção do biodiesel a partir do óleo de girassol | Bioprocessos e Biotecnologia |
| Grupo 2 | Qual o processo químico usado para transformar semicondutores em um elemento mais condutor para aparelhos eletrônicos? | Montagem de um circuito elétrico | Elétrica |
| Grupo 3 | Como podemos reciclar óleo de cozinha usando reações químicas? | Produção de sabão a partir de óleo usado | Bioprocessos e Biotecnologia |
| Grupo 4 | Ciência Forense: como é possível identificar uma digital? | Experimento de sublimação do iodo e uso da magnetita sintética para identificação de digitais | Bioprocessos e Biotecnologia |
| Grupo 5 | Como degradar um corante têxtil? | Experimento de fotocatalise | Bioprocessos e Biotecnologia |
| Grupo 6 | Qual importância do ágar para a Engenharia? | Preparo de meio de cultura e uso do microscópio para classificar microrganismos | Bioprocessos e Biotecnologia |
| Grupo 7 | Qual a importância dos plásticos biodegradáveis e como produzir bioplástico? | Produção de plástico a partir do leite | Bioprocessos e Biotecnologia |
| Grupo 8 | Como resfriar um motor a combustão? | Experimento de ebulioscopia | Mecânica Bioprocessos e Biotecnologia |
| Grupo 9 | É possível reutilizar um óleo motor? | Purificação de um óleo a partir da filtração e da centrifugação | Mecânica Bioprocessos e Biotecnologia |
| Grupo 10 | Como produzir energia a partir de reações? | Experimento para produzir biogás | Bioprocessos e Biotecnologia |

Fonte: elaborado pelos autores

Como se observa no Quadro 1, todos os grupos conseguiram cumprir o objetivo da metodologia proposta, que era o uso de um conhecimento *hard skill* da Química aplicado à Engenharia (Mecânica, Elétrica, de Bioprocessos e Biotecnologia). Algumas equipes tiveram participantes de duas Engenharias, tornando o grupo multidisciplinar, o que gerou discussões muito interessantes. Nesses grupos (8 e 9), buscava-se a interação entre os cursos; sendo assim, a aplicação ou o experimento relacionavam-se às duas Engenharias. No grupo 8, a problemática foi “como resfriar o motor a combustão?”. Durante o experimento de ebulioscopia (CASTELLAN, 2011), os estudantes explicaram a importância do aumento da temperatura de ebulição pela presença de componentes químicos tanto para a Engenharia Mecânica (motor) como para a Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia (processo de recuperação do produto por evaporação). No grupo 9, os conhecimentos aplicados foram de filtração e de centrifugação. Abordou-se, desse modo, o reuso de óleo para a Engenharia Mecânica, o preparo de matéria-prima na etapa de fermentação e as etapas de purificação de um produto aplicadas em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia.

Com a metodologia utilizada, os alunos aprenderam a aplicar conhecimentos de diversas disciplinas integradas na prática e conseguiram desenvolver os estudos de caso por meio de metodologias ativas (PBL e educação empreendedora). Conforme Silveira (2005), para o discente se tornar um solucionador de

problemas com espírito empreendedor, tem que ser constantemente exigido para tais atitudes. Durante as aulas, pôde ser observado que os alunos não estavam mais preocupados com a avaliação do trabalho, mas com o seu desenvolvimento. Segundo Dolabela (2008), a educação empreendedora está no aluno sonhar e realizar seu sonho; dessa forma, ele é protagonista e a aprendizagem possui emoção.

Após a entrega do trabalho final, os estudantes de graduação responderam a um questionário para que os professores pudessem avaliar o contato deles com a extensão e a sua opinião sobre a metodologia adotada. A análise dos resultados indicou que apenas 30% dos 48 alunos que finalizaram a disciplina haviam desenvolvido alguma atividade de extensão na universidade; destes, a maioria participou de alguma equipe de competição ou já havia desenvolvido, dentro de outra disciplina, a extensão no formato de desafio com empresas.

Quando se trata de lecionar para o ensino médio, apenas 17% dos respondentes tinham realizado essa atividade, em sua maioria em projetos de extensão, cursos comunitários ou feira de profissões. Além disso, apenas 15% dos alunos tinham desenvolvido alguma atividade similar à desenvolvida durante a disciplina; 94% consideram ter conseguido aprender de forma mais eficiente com a metodologia; 84% acreditam que tiveram um maior conhecimento pelo desenvolvimento do projeto e sua apresentação aos alunos do ensino médio; e apenas 16% indicam que adquirem um maior conhecimento na aula expositiva. Pode-se observar que

a aprendizagem ativa foi mais efetiva quando comparada com a metodologia clássica.

Sobre o aumento da motivação para continuar seu curso de Engenharia, 76,5% dos estudantes afirmaram ter ficado mais motivados após participarem dessa experiência, pois utilizar uma disciplina básica para resolver um problema real permitiu que eles integrassem as “caixinhas” de disciplinas que, muitas vezes, não faziam sentido naquele momento.

Os alunos do ensino médio técnico gostaram muito dos experimentos desenvolvidos, uma vez que puderam interagir com os estudantes da graduação e atuar nos laboratórios da universidade. A análise dos questionários aplicados a esses discentes do ensino médio técnico aponta que 100% deles gostariam de participar mais vezes do projeto. A única dificuldade citada pelos alunos foi o custeio do deslocamento.

Dos 20 alunos de ensino médio técnico que participaram do projeto, 2 foram selecionados pela coordenadora deste e, atualmente, estão desenvolvendo trabalhos de iniciação científica júnior com bolsa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), devido à sua grande motivação em continuar uma atividade na universidade.

Com o desenvolvimento deste projeto, os alunos conseguiram desenvolver as habilidades *soft skills*, muitas vezes não abordadas nos cursos de Engenharia, entre as quais estão listadas: a criatividade – busca do experimento e aplicação na área de atuação do engenheiro; o trabalho em grupo – desenvolvido durante

todas as atividades; a empatia pelos alunos do ensino médio; a liderança – para cada uma das etapas do projeto, pois sempre um aluno era responsável por uma atividade; o senso crítico na escolha dos problemas.

Nas avaliações referentes à metodologia ativa, sempre era realizada uma conversa individualizada com cada uma das equipes sobre os pontos que deviam ser melhorados no desenvolvimento do projeto; assim que a conversa terminava, os alunos corrigiam o trabalho e o entregavam novamente. Durante as apresentações, as mesas redondas para a discussão e as sugestões de todos os alunos sempre eram utilizadas.

Esse tipo de atividade amplia o senso de responsabilidade do aluno, fazendo com que este crie expectativas e espere alcançá-las. Nas aulas práticas, os estudantes, muitas vezes, não ficam preocupados ou apreensivos quando o experimento não ocorre da forma prevista. Esse relato demonstra um aumento da capacidade emocional dos alunos diante das dificuldades. Quando alguns experimentos não saíam como o esperado, tanto os alunos do ensino técnico quanto os de graduação, junto com a professora, discutiam o porquê de o resultado ser diferente do previsto.

Como a turma possuía alunos de diferentes Engenharias, além da integração com a comunidade (discentes da escola pública parceira), também existiu a integração entre os estudantes de outros cursos. Os alunos vivenciaram novas realidades, conheceram melhor as outras Engenharias, além de terem praticado o trabalho em grupo, a empatia e a inteligência emocional.

Dois discentes de graduação tinham estudado na escola parceira e relataram ter ficado “muito felizes” em despertar vocações na instituição por onde passaram. Os alunos da escola parceira, por outro lado, também sentiram o mesmo, ficando mais motivados ao ver que um egresso da sua escola hoje está “ensinando” algo prático no curso de Engenharia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento da extensão por meio do uso da metodologia PBL, os alunos de graduação buscaram aplicações reais da Química na Engenharia que cursavam, conheceram um pouco mais seus cursos e muitos aumentaram a motivação em continuar na Engenharia escolhida. Isso porque a disciplina de Química Geral, em que foi desenvolvida a experiência aqui relatada, **é ofertada nos primeiros semestres dos cursos**, e a maioria das disciplinas específicas, nas quais os alunos “conseguem” visualizar a Engenharia, é a partir do quarto semestre. Em consequência disso, grande parte dos alunos, nos anos iniciais, acabam se desmotivando pela falta de disciplinas que os “relembrem” as habilitações dos engenheiros. Além disso, os alunos não conseguem entender a importância das disciplinas básicas (Química, Física e Matemática) nas Engenharias que cursam.

Os estudantes que participaram desta pesquisa relataram ter gostado mais da metodologia ativa e

extensionista do que da metodologia clássica. Na nova abordagem, todos os grupos contemplaram um problema aplicando a Química e conseguiram realizar um experimento simples sobre o tema discutido. A maioria dos alunos não tinha tido contato anterior com a extensão, o que demonstra que essa iniciativa pode auxiliar no cumprimento das novas DCN das Engenharias.

Para o fechamento da disciplina, alunos de uma escola pública de ensino médio técnico do município de Ponta Grossa visitaram a UTFPR – *Campus* Ponta Grossa, para conhecer todos os cursos de Engenharia existentes na instituição, bem como fazer uma atividade dirigida pelos estudantes de graduação. Os graduandos eram os professores, auxiliando os alunos de ensino médio a desenvolverem o experimento simples que tinham construído, relacionado com a Química e a Engenharia que cursavam. Essa abordagem permitiu ao aluno aprender e já aplicar o conhecimento em um problema real. O trabalho em equipe existiu entre os grupos e entre toda turma, incentivando, além da cooperação, a oratória, a organização e o espírito empreendedor de cada integrante.

Essa metodologia permitiu consolidar, integrar e aplicar os conhecimentos por meio da extensão, bem como desenvolver diferentes habilidades nos alunos de graduação. Esses estudantes conheceram melhor as áreas que podem atuar e a prática de outros engenheiros, bem como conseguiram aplicar um conhecimento de uma disciplina básica (Química) em um problema de

Engenharia. Dessa forma, divulgaram e despertaram novos talentos por meio de seus experimentos.

Como a extensão foi inserida na graduação, durante a disciplina, foi possível divulgar as oportunidades de cursos existentes na UTFPR – *Campus* Ponta Grossa, especialmente das engenharias, para os alunos do ensino médio, auxiliando na diferenciação destas, bem como despertando o interesse desses alunos por cursos nessa área.

Após o término do projeto, dois alunos de ensino médio foram selecionados para desenvolver trabalhos de iniciação científica júnior com bolsa CNPq. Essa interação entre a universidade e a escola auxilia também na seleção de estudantes das escolas parceiras, fazendo com que a comunidade conheça as oportunidades existentes na universidade, tanto no ensino como na pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABDELRAZEQ, A. *et al.* Teacher 4.0: requirements of the teacher of the future in context of the fourth Industrial Revolution. *In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF EDUCATION, RESEARCH AND INNOVATION*, 9., 2016, Seville. **Proceedings** [...]. Seville: IATED, 2016. p. 8221-8226.

AIRES, R. W. A.; MOREIRA, F. K.; FREIRE, P. S. Indústria 4.0: competências requeridas aos profissionais da quarta Revolução Industrial. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL*

DE CONHECIMENTO E INOVAÇÃO, 7., 2017, Foz do Iguaçu. **Anais** [...]. Foz do Iguaçu: UFSC, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018**. Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regimenta o disposto na Meta 12.7 da Lei nº 13.005/2014, que aprova o Plano Nacional de Educação - PNE 2014-2024 e da outras providências. Brasília, DF: MEC, 2018. 4 p. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=104251-rces007-18&category_slug=dezembro-2018-pdf&Itemid=30192. Acesso em: maio 2021.

CARBONAR, H. L.; DEMITO, M. L.; DUARTE, E. R. Integração entre universidade e sociedade: vivenciando a Engenharia Química com alunos de Ensino Médio. *In*: GUILHERME, W. D. (ed.) **Avaliação, Políticas e Expansão da Educação Brasileira 2**. Ponta Grossa: Atena, 2019. p. 139-152.

CASTELLAN, G. W. **Fundamentos de físico-química**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

CNE – CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, DF: MEC, 2019. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_

docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: jan. 2020.

DOLABELA, F. **Oficina do empreendedor**. Rio de Janeiro: Sextante, 2008.

EL-ZEIN, A. H.; HEDEMANN, C. Beyond problem solving: Engineering and the public good in the 21st century. **Journal of Cleaner Production**, v. 137, p. 692-700, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.129>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616310253>. Acesso em: maio 2021.

PORTAL G1. Só 44% dos alunos de engenharia da última década terminaram o curso. 2013. Disponível em: <https://glo.bo/2AfQVzi>. Acesso em: maio 2021.

KANET, J. J.; BARUT, M. Problem-Based Learning for production and operations management. **Decision Sciences Journal of Innovative Education**, v. 1, n. 1, p. 99-118, 2003. Disponível em: https://ecommons.udayton.edu/mis_fac_pub/26/. Acesso em: maio 2021.

LIMA, A. G.; PINTO, G. S. Indústria 4.0: um novo paradigma para a indústria. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 2, p. 299-311, 2019. DOI: <http://doi.org/10.31510/inf.v16i2.642>. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/>

index.php/interfacetecnologica/article/view/642. Acesso em: maio 2021.

LOPES, R. M. A. Referenciais para a educação empreendedora. In: LOPES, R. M. A. (org.). **Educação empreendedora: conceitos, modelos e práticas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. cap. 2.

MACIENTE, A. N.; ARAÚJO, T. C. A demanda por engenheiros e profissionais afins no mercado de trabalho formal. **Radar**, n. 12, p. 43-54, 2011. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/5344>. Acesso em: maio 2021.

NASCIMENTO, P. A. M. M. *et al.* Escassez de engenheiros: realmente um risco? **Radar**, n. 6, p. 3-8, 2010. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/3471>. Acesso em: maio 2021.

PEREIRA, A.; SIMONETTO, E. O. Indústria 4.0: conceitos e perspectivas para o Brasil. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2018. DOI: doi.org/10.5892/ruvrd.v16i1.4938. Disponível em: <http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/4938>. Acesso em: maio 2021.

SILVEIRA, C. B.; LOPES, G. C. **O que é Indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo**. [S.l.]: Citisystems, [2017?]. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>. Acesso em: fev. 2019.

SILVEIRA, M. A. **A formação do engenheiro inovador:** uma visão internacional. Rio de Janeiro: PUC-RIO, 2005.

SOUZA, A. S.; CAMPOS, L. B. P. Habilidades transversais de engenheiros em formação: o papel de projetos de extensão. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 4, p. 1-16, 2019. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/712/748>. Acesso em: maio 2021.

TEIXEIRA, R. L. P.; SILVA, P. C. D.; BRITO, M. L. A. Aplicabilidade de metodologias ativas de aprendizagem baseada em problemas em cursos de graduação em Engenharia. **Revista Humanidades & Inovação**, v. 6, n. 8, p. 138-147, 2019. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/946>. Acesso em: maio 2021.

TORTORELLA, G.; CAUCHICK-MIGUEL, P. Combining traditional teaching methods and PBL for teaching and learning of lean manufacturing. **IFAC-PapersOnLine**, v. 51, n. 11, p. 915-920, 2018. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.465>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896318315921>. Acesso em: maio 2021.

Capítulo 5

APRENDIZAGEM ATIVA: Reflexões Alinhadas às Novas DCNs das Engenharias

Gisele da Silva Cardoso – IFSC

Patricia Jantsch Fiuza – UFSC

Rafael Rivelino da Silva Bravo – IFRS

Robson Rodrigues Lemos – UFSC

1 INTRODUÇÃO

A trajetória da formação em Engenharia, atrelada à evolução das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), foi desenhada ao longo dos anos por diversas iniciativas que visaram à adequação metodológica para o cumprimento dos objetivos do ensino e do perfil profissional do egresso em Engenharia.

Em 2002, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) foram instituídas para os cursos de Engenharia,

de acordo com a Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002 (CNE, 2002), em vigência até 2019. Essa resolução foi tanto precedida quanto acompanhada de diversas iniciativas que discutiram o ensino em Engenharia. O movimento que inaugurou essas discussões foi denominado de Reforma do Ensino de Engenharia (REENGE), estabelecido em 1995, seguido por diversos outros, tais como o Programa de Apoio ao Ensino e à Pesquisa em Engenharia (PAEPE), em 2001, e o Programa de Modernização e Valorização das Engenharias (PROMOVE), entre 2003 e 2004 (AGUIAR NETO, 2010).

Em 2015, o Conselho Nacional de Educação (CNE) indicou a abertura de uma comissão para revisar a Resolução CNE/CES nº 11/2002. Após algumas recomposições da Comissão, em 2018, além dos conselheiros, convidados especialistas vinculados à Associação Brasileira do Ensino de Engenharia (ABENGE), à Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI), à Confederação Nacional da Indústria e ao Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) foram incluídos. Esse grupo realizou amplo debate sobre a atualização das DCNs para os cursos de Engenharia. Em agosto de 2018, a minuta, resultado desse debate, foi disponibilizada para consulta pública pelo CNE.

O documento refletiu, em linhas gerais, a necessidade da flexibilidade de tempo e espaço e da inovação decorrentes de novas tecnologias e metodologias, sempre alinhado à legislação e às normas do exercício profissional. Em 21 de novembro de 2018, após as

contribuições da consulta pública, uma audiência pública foi organizada pelo CNE, com a participação de diversos segmentos da sociedade envolvidos com os cursos de Engenharia. Após o amplo debate, um novo parecer foi finalmente aprovado pelo Conselho Nacional de Educação/Câmara da Educação Superior (CNE/CES) em 23 de janeiro de 2019.

A Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019 (CNE, 2019b), que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de Graduação em Engenharia, foi homologada e passou a vigorar, tendo esses o prazo de 3 anos para implementarem tais DCNs. Esta Resolução indica, no Capítulo III, Art. 6º, § 6º, que “deve ser estimulado o uso de metodologias para a aprendizagem ativa, como forma de promover uma Educação mais centrada no aluno” e reforça essa ideia no Capítulo V, Art. 14, §1º, afirmando que o curso de Engenharia deve manter permanentemente um Programa de Formação Docente por meio de domínio conceitual e pedagógico que inclua estratégias de ensino ativas. O texto também explicita, em outros artigos, princípios alinhados ao conceito de aprendizagem ativa.

Se compreendido adequadamente, o conceito de aprendizagem ativa pode contribuir para a organização, o desenvolvimento e até mesmo a avaliação dos projetos de cursos de Engenharia. Para tanto, entre outros aspectos, é fundamental que os docentes que lecionam nas Engenharias compreendam os aspectos teóricos e pedagógicos que possibilitam a implementação da aprendizagem ativa no ensino de Engenharia, de acordo

com os princípios e finalidades previstos nas novas DCNs (CNE, 2019b).

Com o objetivo de ampliar esse debate no âmbito da Rede Federal, este capítulo aborda o conceito de aprendizagem ativa como uma opção metodológica, aplicado à formação em Engenharia e pautando-se nas novas DCNs para as Engenharias, em vigor desde abril de 2019. Este trabalho é um desdobramento de uma pesquisa de mestrado apresentada em 2019 no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), *Campus Araranguá*. A pesquisa foi realizada nos cursos de Engenharia Civil e Mecatrônica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), *Campus Criciúma*, no ano de 2018 (CARDOSO, 2019).

O restante do capítulo é organizado da seguinte forma: na seção 2, é apresentada uma revisão bibliográfica sobre o conceito de aprendizagem ativa, a partir dos estudos dos principais teóricos sobre o tema, passando pelas teorias da aprendizagem que sustentam essa abordagem e pelo entendimento atual sobre o conceito. Na sequência, é exposto como as Tecnologias da Informação e Comunicação podem contribuir para o desenvolvimento das metodologias ativas. Na seção 4, são detalhados os princípios que regem a nova normativa, exemplificando-se com algumas metodologias ativas que podem ser desenvolvidas no ensino de Engenharia. Na seção 5, é apresentado o estudo de caso realizado em Cardoso (2019), seguido

da discussão dos seus resultados na seção 6. Por fim, na seção 7, são apresentadas as considerações finais deste estudo.

2 APRENDIZAGEM ATIVA

A educação formal no Brasil, desde sua organização como sistema de ensino, caracterizou-se, fortemente, por uma abordagem tradicional, em que o centro do processo de ensino e aprendizagem foi o professor e o seu conhecimento. Ao estudante, por muito tempo, foi designada a tarefa de ouvir e “aprender”, e ser avaliado mediante “provas”. Nesse modelo, em que as metodologias de ensino são as dedutivas, os professores primeiro transmitem os conceitos teóricos, e, posteriormente, os estudantes tentam aplicar esses conceitos a situações mais específicas (MORAN, 2018).

Porém, no decorrer da história, os movimentos e práticas culturais, políticas, econômicas e sociais, atrelados à evolução mundial das tecnologias da informação e comunicação, impulsionaram muitas críticas ao ensino tradicional. Para Saviani (2012), a decepção com a escola tradicional emergiu diante de algumas questões como a não universalização de acesso e êxito, já que muitos que entravam no sistema de ensino não eram bem-sucedidos, além do fato de parte dos bem-sucedidos no modelo não se ajustarem ao tipo de sociedade que se queria consolidar. Nesse contexto de oposição ao sistema educacional vigente,

de desenvolvimento simultâneo de várias áreas do conhecimento – tais como a Pedagogia, a Psicologia, a Neurociência – e da evolução das tecnologias, muitos conceitos e teorias foram surgindo no campo da Pedagogia.

Entre os conceitos que vêm sendo desenvolvidos na busca de alternativas para a consolidação de concepções e métodos na área educacional, existe o conceito de aprendizagem ativa, ou *active learning*. Muitos pesquisadores da atualidade relacionam o conceito de aprendizagem ativa ao movimento denominado Escola Nova, surgido na Europa, no fim do século XIX. O que preconiza esse movimento e que ainda pode ser transposto ao que se pretende fazer na educação do século XXI, em relação às metodologias de ensino, foi a crítica ao ensino tradicional.

A princípio, a Escola Nova foi um movimento do final do século XIX e início do século XX que buscava a superação do método tradicional de ensino. Teve origem na Inglaterra, em 1889, e, em seguida, espalhou-se pela Europa e pelos Estados Unidos (ARANHA, 2006). Para romper com o modelo tradicional e de fato promover uma escola nova, em 1899 foi estabelecido, por iniciativa de Adolphe Fernière, responsável pela fundação do Bureau Internacional das Escolas Novas, um protocolo de trinta itens básicos da nova Pedagogia. Para uma escola pertencer ao movimento, deveria cumprir pelo menos dois terços do estabelecido. Segundo o padrão, as principais características da Escola Nova eram: i) a educação integral – intelectual, moral e física; ii) educação

ativa; iii) educação prática, com obrigatoriedade de trabalhos manuais; iv) exercício de autonomia; v) vida no campo; vi) internato; vii) coeducação; viii) ensino individualizado. Segundo Aranha (2006), esse projeto exigia métodos ativos, com maior ênfase nos processos do conhecimento do que, propriamente, no produto. Para tanto, as atividades eram centradas nos alunos, e a criação de laboratórios, oficinas, hortas ou até imprensa, conforme a linha a ser seguida, devia ter em vista a estimulação da iniciativa (ARANHA, 2006). Foi a partir desses princípios, estabelecidos pelo movimento Escola Nova, que vários autores fundamentaram o conceito de aprendizagem ativa desenvolvido nos últimos anos.

Parece coerente resgatar os preceitos que fundamentam a Escola Nova para o que se busca no campo educacional nos dias atuais: democratização, autonomia do estudante, ensino individualizado, cooperação, relação com o mundo do trabalho, motivação. Porém, é preciso atentar-se que esse resgate deve dar-se alinhado às demandas da sociedade do século XXI, em um contexto político, econômico, social e tecnológico distinto do anterior, até mesmo para que as interferências de ordem política, econômica e social não levem ao fracasso de um movimento educacional, assim como aconteceu com a Escola Nova, após a intervenção de regimes autoritários e da elitização da proposta (ARANHA, 2006).

Entre os teóricos que contribuíram com o ideal da Escola Nova está o americano John Dewey (1859-1952). Suas ideias ainda hoje são o embasamento

para o desenvolvimento do conceito de aprendizagem ativa, já que esse teórico traz no cerne de sua teoria da experiência, fatores como a continuidade e a interação. Segundo o autor, o meio ou o ambiente “é formado pelas condições, quaisquer que sejam, em interação com as necessidades, desejos, propósitos e aptidões pessoais de criar a experiência em curso” (DEWEY, 1971, p. 37). Isso significa que sempre haverá interação entre o indivíduo e seu objeto, e o que foi aprendido em determinada situação “torna-se instrumento para compreender e lidar, efetivamente, com a situação que segue” (DEWEY, 1971, p. 37). Daí o caráter ativo de sua teoria. Porém, o autor não apresenta sua teoria como algo que resolveria os problemas da escola progressiva, em oposição à escola tradicional. Muito pelo contrário, salienta que é necessário “esforçar-se de modo positivo e construtivo em desenvolver os propósitos, métodos e matéria de estudo na base de uma teoria de experiência e de suas potencialidades educativas” (DEWEY, 1971, p. 10) e reforça: “É indispensável compreender, e de maneira cabal, que não é abandonando o velho que resolvemos qualquer problema” (DEWEY, 1971, p. 13). Essas afirmativas, registradas na obra “Experiência e Educação”, retratam sua preocupação com o movimento Escola Nova, que, no intuito de rejeitar os fins e os métodos da escola tradicional, acabaria por desenvolver seus princípios de forma negativa.

No Brasil, a história da Educação nas décadas 1920 a 1960 não passou ilesa ao que aconteceu em diversas sociedades; mesmo antes que o “ideário da Escola Nova

fosse bem conhecido, diversos estados empreenderam reformas pedagógicas calcadas nas propostas daqueles que seriam os expoentes do movimento escolanovista na década seguinte” (ARANHA, 2006, p. 303). No decorrer das décadas de 1940 a 1960 tiveram algumas tentativas de inovação no ensino, apesar de estas afetarem mais diretamente a elite, pois limitaram-se a experimentos pilotos que não conseguiram estender-se às escolas públicas. Destaca-se, nessa época, a atuação de Anísio Teixeira, que, influenciado pela filosofia de Dewey, contribuiu com diversas iniciativas na área educacional brasileira. Após 1985, com o fim da ditadura no Estado brasileiro, a Educação precisou se recuperar de anos de dominação e censura. Nas décadas de 1980 e 1990, a educação popular ganhou destaque, trazendo, como expoente, o educador Paulo Freire, que marcou sua atuação se contrapondo ao que denominou de Educação bancária, um modelo tradicional de ensino (ARANHA, 2006).

Atualmente, as pesquisas têm levado ao entendimento de que, no conceito de aprendizagem ativa, o aluno deva ser o “centro do processo de aprendizagem e não somente um receptor de informações. Dessa forma, ele deve engajar-se na construção do conhecimento, focando em objetivos específicos de maneira proativa” (ACOSTA, 2016, p. 18). Ainda segundo Acosta (2016), são características dessa abordagem, entre outras: i) o envolvimento dos estudantes para além do ouvir; ii) uma menor ênfase na apresentação das informações e maior no desenvolvimento das habilidades dos estudantes; iii)

o desenvolvimento de pensamentos em um nível mais alto – análise, síntese, avaliação; iv) um engajamento maior nas atividades – leitura, discussão, escrita; v) maior ênfase na exploração que os estudantes fazem de suas próprias atitudes e de seus próprios valores.

A aprendizagem ativa também traz em seu cerne a questão de uma Educação que pressuponha a atividade, o fazer, o aprender a fazer. Nesse contexto, o estudante passa a ser o protagonista de sua aprendizagem, assumindo mais responsabilidades. O professor passa a ser o guia ao lado do estudante, o tutor ou curador que mais orienta e dialoga.

Com o avanço de diferentes áreas das Ciências, os estudos em teorias da aprendizagem, advindos da Psicologia, contribuíram para o desenvolvimento do conceito de aprendizagem ativa. Uma teoria da aprendizagem pode ser entendida como um movimento de compreensão da mudança de comportamento em decorrência de alguma experiência ou atividade. Estão presentes, na história da Psicologia, duas correntes predominantes em teorias da aprendizagem – a behaviorista e a cognitiva –, sendo que ambas foram pilares importantes para o desenvolvimento de abordagens mais complexas (LEFRANÇOIS, 2016; MOREIRA, 2011).

O desenvolvimento das teorias da aprendizagem ou do comportamento humano apresenta as primeiras abordagens baseadas no estruturalismo e no funcionalismo. Na primeira abordagem, o objetivo era analisar a estrutura da consciência; na segunda,

o foco estava no propósito do comportamento. Ambas as abordagens foram abandonadas em favor do behaviorismo, que se preocupou, explicitamente, com o comportamento, definido pelo condicionamento. Com a evolução dos estudos em Psicologia e áreas afins, os pesquisadores foram ampliando os questionamentos sobre como a aprendizagem acontece, até chegar ao cognitivismo moderno, que busca, no processamento da informação, o seu campo de estudo (LEFRANÇOIS, 2016; MOREIRA, 2011).

Considerando-se a evolução das teorias da aprendizagem e seus pressupostos, nota-se que o conceito de aprendizagem ativa se ampara nos fundamentos das teorias desenvolvidas sob o enfoque cognitivista. A psicologia cognitivista apresenta como característica comum a representação mental e o processamento da informação. Entre seus fundamentos mais importantes, estão as crenças de que a aprendizagem atual se baseia na aprendizagem anterior e que a aprendizagem envolve processamento de informação, com o significado dependendo das relações entre conceitos. Em suma, “o significado resulta de processar informações ativamente, construir com base na aprendizagem anterior, e depende de relações entre conceitos (algumas vezes, denominados esquemas) que estão atualmente ativos” (LEFRANÇOIS, 2016, p. 218). As teorias cognitivas tratam da forma como o indivíduo processa a informação, a compreende e atribui o seu significado. Entre os pesquisadores da era do cognitivismo moderno, há de se destacar as pesquisas de Piaget e Vygotsky (MOREIRA, 2011).

Jean Piaget descreveu o desenvolvimento como a evolução da capacidade da criança para interagir com o mundo. Ele descreveu a inteligência como um processo biologicamente orientado, que envolve a assimilação (capacidades previamente aprendidas) e a acomodação (modificação do comportamento). O equilíbrio entre esses processos constitui os comportamentos adaptativos, que são moldados pela maturação, pela experiência ativa e pela experiência social, que levam à aprendizagem e ao desenvolvimento (FLAVELL, 2004; LEFRANÇOIS, 2016; MOREIRA, 2011).

Vygotsky trouxe para o cerne de sua teoria a questão da cultura, da interação e da linguagem para o desenvolvimento humano. Para ele, a interação cultural, junto com a linguagem, é o que possibilita todos os processos mentais superiores (LEFRANÇOIS, 2016). Os pilares da teoria de Vygotsky baseiam-se nas premissas de que os processos mentais superiores dos indivíduos têm origem nos processos sociais, sendo que esses processos mentais só podem ser entendidos se os instrumentos e signos que os medeiam forem compreendidos. Assim, os signos são produzidos culturalmente e sua combinação de uso é característica exclusiva dos seres humanos pela interação social, o que leva à aquisição dos significados, sendo a fala o mais importante sistema de signo para o desenvolvimento cognitivo da criança (MOREIRA, 2011).

Ambos os pesquisadores trouxeram contribuições importantes para o desenvolvimento da aprendizagem e da Educação e, apesar de terem concepções

diferentes, suas teorias possibilitaram a compreensão do desenvolvimento humano.

Outro pesquisador que tem contribuído com o desenvolvimento da teoria cognitivista é Jerome Bruner. Em um trabalho de 1997 (BRUNER, 1997), o autor lida de forma crescente com os seres humanos no contexto cultural, com ênfase na importância da linguagem e das narrativas pessoais. No âmbito educacional, defende o uso de técnicas em que os estudantes são encorajados a descobrir fatos e relações por si próprios, sendo a aprendizagem um processo ativo, e não passivo (LEFRANÇOIS, 2016). Segundo Moreira (2011, p. 87), Bruner “ênfatiza a aprendizagem por descoberta, de forma dirigida, pois a exploração de alternativas não pode causar confusão e angústia ao estudante, mas sim, conduzir à solução do problema ou à descoberta”.

Existem ainda outros modelos cognitivistas que têm sido estudados nos últimos anos, tais como o conexionismo e redes neurais, que trabalham com metáforas computacionais, e os modelos cognitivistas relacionados aos fatores que afetam a aprendizagem como a memória, a motivação e a aprendizagem social. Ainda dentro de cada modelo, é possível identificar correntes distintas, o que leva a uma infinidade de nomenclaturas e métodos específicos (LEFRANÇOIS, 2016).

Como citado, cada teoria da aprendizagem cedeu suas contribuições para a Psicologia e para a Educação. As metodologias ativas, derivadas do conceito de aprendizagem ativa, são suportadas pelas teorias da aprendizagem, na maioria em modelos cognitivistas.

Dessa forma, cabe aos docentes, diante dos seus objetivos de ensino, refletir sobre qual tipo de aprendizagem é mais significativa e eficiente para seus estudantes. Essa é uma etapa importante, antes de se selecionar as metodologias de ensino mais alinhadas aos seus objetivos.

3 TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E AS METODOLOGIAS ATIVAS

O conceito de aprendizagem ativa não é, por assim dizer, um conceito derivado das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs). Porém, atualmente, é inviável pensar no conceito de aprendizagem ativa sem relacioná-lo às tecnologias e ao acesso à Internet. Mais relevante ainda é o potencial que as tecnologias têm em promover a aprendizagem ativa. Porém, a questão que cabe se ater com maior atenção é a forma de conduzir o uso das TICs no contexto educacional, ou seja, o modo como as metodologias utilizadas, com a mediação das tecnologias, podem servir à consolidação do conceito da aprendizagem ativa e à implementação dessas metodologias nos cursos de Engenharia.

As diversas estratégias e métodos contidos dentro do conceito de aprendizagem ativa compartilham características comuns com as TICs, tais como a colaboração entre os colegas próximos ou distantes, a comunicação e interação entre pares, o convívio nas redes sociais, a construção coletiva de um conhecimento, a vivência híbrida entre o real e o virtual, entre outras.

Porém, para que a tecnologia deixe de ser vista como apoio ao ensino presencial e passe a ser o eixo central de uma educação, cuja base seja formada pela criatividade, autonomia e criticidade de seus estudantes, Moran (2018) afirma ser preciso uma convergência digital, que demanda mudanças profundas na escola nas dimensões de infraestrutura, projeto pedagógico, formação docente e mobilidade.

Nesse sentido, dada a potencialidade que as tecnologias apresentam em promover a aprendizagem, é preciso que deixem de ser recurso secundário, para de fato fazerem parte do processo. No entanto, como isso é possível? Inicialmente, é preciso ter ciência de que “não são os recursos que definem a aprendizagem, são as pessoas, o projeto pedagógico, as interações, a gestão” (MORAN, 2013, p. 12). Assim, será a mediação pedagógica do professor, realizada por intermédio das tecnologias da informação e comunicação, que possibilitará que o estudante aprenda e que novas metodologias sejam consolidadas?

Masetto (2013) afirma que a mediação pedagógica é a atitude, o comportamento do professor que se coloca como um motivador da aprendizagem e ativamente colabora para o alcance dos objetivos do estudante. A forma como se apresenta um tema ou conteúdo é que ajuda o estudante a coletar as informações, relacioná-las, organizá-las ou manipulá-las, discutir e debatê-las com os colegas e professores até a produção de um conhecimento significativo. Na qualidade de mediador pedagógico, deve-se desenvolver algumas

características essenciais e que convergem com o conceito da aprendizagem ativa, tais como: assumir que o estudante é o centro do processo; perceber que professor e estudante constituem-se célula básica do desenvolvimento da aprendizagem; desenvolver um clima mútuo de respeito para com todos; demonstrar competência atualizada em sua área; incentivar a criatividade e o diálogo; reconhecer a subjetividade e a individualidade; e prezar pela comunicação e expressão (MASETTO, 2013).

Nesse sentido, entende-se que a implementação de metodologias ativas alinhadas à mediação pedagógica com o uso das TICs pode possibilitar um processo de aprendizagem mais dinâmico, autônomo, criativo e que conduza a uma aprendizagem ativa e significativa.

4 AS NOVAS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS E AS METODOLOGIAS ATIVAS

A trajetória da formação em Engenharia, atrelada à evolução das TICs, exigiu que movimentos fossem promovidos com a finalidade de estruturar os cursos visando o cumprimento dos objetivos do ensino e o perfil profissional do egresso. Esses movimentos tiveram início em meados da década de 1990 e envolveram toda a comunidade acadêmica, as instituições de fomento de pesquisa e as organizações ligadas às Engenharias (AGUIAR NETO, 2010).

O Parecer CNE/CES nº 1/2019 (CNE, 2019a), que resultou na Resolução nº 02/2019 do Conselho Nacional de Educação (CNE, 2019b), apresenta, além da justificativa para a atualização das novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de Engenharia, todo o trâmite da discussão da proposta e um estudo detalhado da oferta de cursos, vagas e ingresso nos cursos de Engenharia, na modalidade presencial e a distância, no setor público e privado. Quanto à concepção metodológica, o parecer indica a organização do currículo por competências alinhadas à utilização de metodologias ativas.

A Resolução nº 02/2019 (CNE, 2019b) traz seu conteúdo de forma mais detalhada em relação à Resolução anterior (CNE, 2002). Além disso, apresenta algumas inovações, tais como a indicação de metodologia, a formação de professor e a avaliação contínua.

As novas DCNs fornecem, em seu Capítulo I, as diretrizes que devem ser observadas na organização, no desenvolvimento e na avaliação do curso de Engenharia no âmbito dos Sistemas de Educação Superior do país, definindo os princípios, os fundamentos, as condições e as finalidades a serem considerados pelas instituições de ensino. No decorrer do documento, todos esses aspectos são retomados de forma mais detalhada, iniciando-se pelo perfil e pelas competências esperadas do egresso.

O perfil do egresso pretendido no Capítulo II das novas DCNs compreende uma formação que apresenta características como visão holística e humanística, que conceba um ser crítico e reflexivo, com atuação

inovadora e empreendedora, capacidade de reconhecer as necessidades dos usuários e que possa analisar e resolver os problemas de Engenharia, atuando com responsabilidade social e sob a ótica do desenvolvimento sustentável, entre outras. Observa-se que todas são características que levam à autonomia, ao pensar reflexivo, à inovação, ou seja, princípios alinhados ao conceito de aprendizagem ativa. As competências gerais apresentadas têm por objetivo definir a atuação em campos da área e correlatos, de acordo com os projetos de curso, e podem compreender as fases da produção, mas também a gestão e manutenção e ainda a formação de futuros profissionais (CNE, 2019b).

O Capítulo III das novas DCNs é o mais robusto do documento e apresenta as diretrizes para a organização do curso de graduação em Engenharia. O Projeto Pedagógico do Curso (PPC) deve contemplar o conjunto de atividades de aprendizagem e assegurar o desenvolvimento das competências estabelecidas no perfil do egresso, devendo os itens que dele fazem parte ser especificados e descritos claramente – perfil do egresso, regime acadêmico e oferta, principais atividades de ensino e aprendizagem, atividades complementares, projeto final do curso, estágio curricular, sistemática de avaliação e processo de autoavaliação e gestão de aprendizagem do curso. A Resolução nº 2/2019 indica, em seu Art. 6º, § 6º, “o uso de metodologias para aprendizagem ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno” (CNE, 2019b).

O Capítulo IV da mesma Resolução trata da Avaliação das Atividades. Seu Art. 13 diz que a avaliação dos estudantes deve ser organizada como um reforço em relação ao aprendizado e ao desenvolvimento das competências, de forma contínua e como parte indissociável das atividades acadêmicas. O processo avaliativo deve ser diversificado e adequado às etapas e atividades dos cursos, distinguindo o desempenho em atividades teóricas, práticas, laboratoriais, de pesquisa e de extensão.

Por fim, o Capítulo V apresenta diretrizes para o corpo docente, citando, no Art. 14, § 1º, que:

§ 1º O curso de graduação em Engenharia deve manter permanente Programa de Formação e Desenvolvimento do seu corpo docente, com vistas à valorização da atividade de ensino, ao maior envolvimento dos professores com o Projeto Pedagógico do Curso e ao seu aprimoramento em relação à proposta formativa, contida no Projeto Pedagógico, por meio do domínio conceitual e pedagógico, que englobe estratégias de ensino ativas, pautadas em práticas interdisciplinares, de modo que assumam maior compromisso com o desenvolvimento das competências desejadas nos egressos (CNE, 2019b).

Cabe destacar que a Resolução nº 2/2019 (CNE, 2019b) estabelece, de forma bastante clara, a responsabilidade da instituição na formação, avaliação e valorização do trabalho docente nas atividades desenvolvidas no curso, assim como pela implantação e desenvolvimento dessas diretrizes, além dos processos de avaliação instituídos pelo Ministério da Educação (MEC).

Como exposto anteriormente, o conceito de aprendizagem ativa, que agora faz parte das DCNs para cursos de Engenharia, foi constituído a partir do desenvolvimento das teorias de ensino e aprendizagem, da Psicologia, das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e ainda impactado pelas transformações sociais, políticas e econômicas. Esse conceito, tão em evidência nos últimos anos, deu origem a diferentes formas de mediação pedagógica, conhecidas como metodologias ativas.

Mattar (2017) delimita as metodologias ativas como estratégias pedagógicas mais genéricas e sistemáticas, que podem ser utilizadas em várias aulas, como fundamento de uma disciplina ou mesmo de um curso completo, diferenciando-as de técnicas, que são mais específicas, utilizadas em um momento pontual da aula. Para o autor, a metodologia ativa pode ser concebida como uma educação que pressuponha a atividade (ao contrário de passividade) por parte dos alunos, ou seja, são metodologias que convidam os estudantes a abandonar sua posição receptiva e participar do processo de aprendizagem por novas e diferentes perspectivas. O autor apresenta algumas metodologias

que são utilizadas em diferentes níveis e modalidades de ensino. A seguir, destacam-se algumas com potencial para serem utilizadas em cursos de Engenharia.

A sala de aula invertida (*inverted classroom*) não é uma metodologia muito comum na área das exatas e baseia-se nos eventos que, tradicionalmente aconteciam em sala de aula, passem a ocorrer fora da sala de aula e vice-versa. Essa inversão é bastante potencializada pelos recursos das TIC, em especial com o uso de vídeo aulas. A ideia é que os alunos cheguem à aula já com o conteúdo assimilado, façam perguntas e a aula seja conduzida com experimentos ou atividades práticas, terminando com exercícios ou questões de revisão, respondidas em pequenos grupos. Os objetivos de cada fase do estudo devem estar bem definidos e claros para os estudantes. As atividades a serem desenvolvidas pelo professor consistem em: produção (ou curadoria) do material, elaboração de avaliações, planejamento das aulas e condução das aulas (BERGMANN, SAMS, 2018; MATTAR, 2017; MAZON, 2017).

A instrução por pares (*peer instruction*) foi criada por Eric Mazur e baseia-se em um estilo de ensino interativo, em que os alunos participam ativamente do seu processo de aprendizagem. É um método bastante sistematizado, mas também flexível, que foi sendo aprimorado e com resultados publicados por seu criador. O fluxo dessa metodologia tem a seguinte ordem: i) pré-aula, com a leitura de textos ou o acesso a vídeos e questões *on-line* antes da aula; ii) aula, na qual há uma breve explicação do professor sobre um

tema, teste conceitual, respostas individuais ao teste conceitual, *peer instruction*, e fechamento do professor; iii) pós-aula, com a aplicação de questões *on-line* depois da aula (MATTAR, 2017; MAZUR, 2015).

A Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem Based Learning* – PBL) disseminou-se a partir da experiência na Faculdade de Medicina da McMaster University, no Canadá. Nessa metodologia, o problema é usado para ajudar os alunos a identificarem suas próprias necessidades de aprendizagem, e os objetivos da aprendizagem são previamente estabelecidos, havendo uma sequência a ser estudada (MATTAR, 2017). Quanto ao método em si, basicamente há nove elementos fundamentais na concepção da Aprendizagem Baseada em Problemas implantada em McMaster (BARROWS; TAMBLYN, 1980 *apud* BRANDA, 2016): i) apresentação de uma situação problemática; ii) definição de quais são os problemas; iii) levantamento de hipóteses; iv) conhecimento prévio; v) o que se deve aprender; vi) recursos da aprendizagem; vii) avaliação do que foi aprendido; viii) princípios; ix) aplicação ao problema.

A Aprendizagem Baseada em Projetos (*Project-Based Learning* – PjBL) é outra metodologia que se alinha ao perfil desenhado pelas DCNs para as Engenharias. É uma metodologia em que os estudantes trabalham por um período de tempo mais longo, tendo o foco do projeto em questões centrais, direcionados em problemas que conduzam os alunos a encontrarem (e a debaterem sobre) os conceitos e princípios centrais de uma disciplina. Dessa forma, os estudantes são envolvidos em uma

investigação coletiva. São considerados elementos fundamentais dessa abordagem: habilidades essenciais de conhecimento, compreensão e sucesso; problema ou pergunta desafiadora; investigação contínua, autenticidade; voz e escolha dos alunos; reflexão; crítica e revisão; e um produto público (ACOSTA, 2016; MATTAR, 2017).

Cabe registrar que, ao indicar as metodologias ativas como uma opção para o ensino nos cursos de Engenharia, as novas DCNs deslocam o foco do ensino de uma abordagem tradicional para uma abordagem centrada no aluno. Optar por metodologias ativas é tentar distanciar-se da abordagem de ensino mais tradicional, desde a concepção dos cursos até sua metodologia e avaliação. Nesse sentido, é preciso levar em consideração todos os movimentos políticos, econômicos e sociais que tão diretamente interferem nos processos educativos e compreender que as mudanças que hoje ainda se almejam são frutos de anos de escolarização, de luta pela democratização do ensino, do acesso, da permanência e do êxito. Em uma concepção bastante atual, Almeida (2018) apresenta a metodologia ativa caracterizada “pela inter-relação entre educação, cultura, sociedade, política e escola, sendo desenvolvida por meio de métodos ativos e criativos, centrados na atividade do aluno com a intenção de propiciar a aprendizagem” (ALMEIDA, 2018, p. xi).

5 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso apresentado neste trabalho é um recorte de uma pesquisa realizada em dois cursos de Engenharia no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), *Campus Criciúma* (CARDOSO, 2019). O resultado do estudo indicou as metodologias ativas de aprendizagem e o método da Aprendizagem Baseada em Problemas como uma tendência no ensino de Engenharia, alinhando-se às Diretrizes Curriculares Nacionais publicadas em 2019.

O estudo de caso único (YIN, 2005) foi realizado considerando-se três Unidades Curriculares (UC): a UC de Metodologia da Pesquisa do curso de Engenharia Civil, a UC de Sistemas Pneumáticos do curso de Engenharia Mecatrônica e uma pesquisa com os docentes da instituição.

O curso de Engenharia Civil contava, na época da pesquisa, com 43 alunos ativos. Trata-se do primeiro curso na modalidade híbrida do *campus*, e, já no seu primeiro semestre, foi ofertada a UC de Metodologia da Pesquisa (40 horas) na modalidade de Educação a Distância (EaD), sendo, essa UC, objeto de observação e análise para compor este estudo. A UC foi organizada no Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem (AVEA) da instituição, que utiliza o Moodle¹, um software de código aberto, cuja função principal é criar páginas de cursos virtuais. Dividida em seis unidades, a UC de Metodologia

1 Moodle. Disponível em: www.moodle.org.

da Pesquisa previa um trabalho articulado com a disciplina de Projeto Integrador, tendo sido concluída com 31 estudantes aprovados e 3 reprovados. Após sua conclusão, uma pesquisa de satisfação por meio de formulário eletrônico foi encaminhada, sendo que 10 estudantes responderam ao questionário. Embora as novas DCNs das Engenharias (CNE, 2019b) não indiquem claramente a Educação a Distância (EaD) como uma alternativa a ser incentivada nos cursos da área, dado o contexto atual de expansão dessa modalidade, as iniciativas de cursos híbridos são objetos de estudo.

O curso de Engenharia Mecatrônica contabilizava, no período da pesquisa, 130 alunos ativos. A UC selecionada como parte desse estudo foi Sistemas Pneumáticos, ofertada no oitavo semestre do curso, com carga horária de 80 horas. Dos 10 estudantes matriculados, 9 a concluíram com êxito. A avaliação realizou-se no âmbito da utilização do AVEA Moodle pelos estudantes e na condução metodológica das aulas pelo docente. Na organização do Moodle, as ferramentas de avisos, fórum colaborativo, tarefa (avaliação 1), fórum de dúvidas, avaliação aos pares e autoavaliação foram inseridas com intuito de observar o uso que os estudantes fariam desses recursos. A organização do conteúdo foi a partir da disponibilização de material, em forma de apostila, que o professor já havia produzido e trabalhado anteriormente. Com o Laboratório de Avaliação, foi possível realizar a avaliação por pares e a autoavaliação do projeto proposto pelo professor.

Em relação ao quadro docente, o *Campus Criciúma* contava, na época da pesquisa, com 66 professores efetivos, divididos em 4 áreas: Linguagens e Ciências Humanas (licenciados em Língua Portuguesa, Inglesa e Espanhola, História, Filosofia, Sociologia, Educação Física e Artes); Matemática e Ciências da Natureza (licenciados em Matemática, Geografia, Biologia, Química e Física); Construção Civil (Arquitetura e Engenharia Civil); e Mecânica e Eletrotécnica (Engenharia Elétrica, de Controle e Automação, de Mecatrônica, Mecânica, da Ciência da Computação, entre outros afins). Um questionário *on-line* foi encaminhado por meio de um formulário eletrônico desenvolvido na ferramenta Limesurvey² para todos os docentes do *campus*. A pesquisa foi composta de 19 questões, sendo 3 abertas.

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção, apresentam-se as principais inferências obtidas a partir do estudo de caso (CARDOSO, 2019) relacionadas aos aspectos metodológicos baseados no conceito de aprendizagem ativa nas três unidades de análise.

A UC de Metodologia da Pesquisa (40h), como qualquer outra desenvolvida na modalidade EaD, tem o uso das tecnologias como uma de suas principais características. Como visto, o uso das TICs na Educação

2

Limesurvey. Disponível em: <https://www.limesurvey.org/pt/>

exige uma abordagem diferenciada, pois pode apresentar resultados bem contraditórios, a depender, entre tantos fatores, da mediação pedagógica empregada.

No estudo em questão, em relação ao uso das tecnologias, a amostra indicou boa aceitabilidade por parte dos estudantes do curso de Engenharia Civil em utilizar novos recursos que possam contribuir com a aprendizagem. A amostra também indicou que os estudantes têm boa interação com o AVEA. No entanto, na opinião da maioria dos pesquisados, as propostas de atividades apresentadas não contribuíram para a aprendizagem. Esse entendimento pode ser reflexo da abordagem metodológica utilizada na UC ou mesmo do grau de motivação do grupo. Embora as atividades propostas solicitassem a participação dos estudantes, de maneira geral, isso não acontecia.

A postura de um estudante submetido ao ensino tradicional é de pouca participação; a lógica está na detenção do conhecimento pelo docente. Quando o estudante é submetido a uma situação em que precisa se posicionar e evoluir para uma abordagem mais ativa ou colaborativa, ele sente dificuldades, tanto na modalidade presencial quanto na Educação a Distância. É essa lacuna que pode ser preenchida com a implementação de metodologias ativas. No entanto, para que novas metodologias sejam implementadas, é necessário, obrigatoriamente, conforme prevê as novas DCNs para as Engenharias, que os docentes tenham uma formação pedagógica consistente e reflexiva.

Na UC de Sistemas Pneumáticos também se utilizou o AVEA Moodle como recurso de TIC. O ambiente organizado serviu como apoio ao ensino presencial. Da mesma forma que ocorreu na UC do curso de Engenharia Civil, a participação dos estudantes no AVEA não foi significativa. Por exemplo, apesar dos dois fóruns serem visualizados por um pouco mais da metade dos alunos (seis), não houve nenhuma contribuição efetiva, ou seja, nenhuma postagem. O material (apostilas) disponibilizado também não foi acessado por todos os estudantes. Isso significa que a disponibilização do recurso por si não contribui para que aspectos de colaboração aconteçam no AVEA. Mais uma vez, a questão da mediação pedagógica aparece como um fator determinante. Além disso, outros aspectos como a motivação e o interesse na proposta podem ter interferido na não participação. Segundo Almeida (2018, p. xxi),

as metodologias ativas demandam a autonomia do professor para criar atividades com potencial de promover a experiência e a aprendizagem de estudantes. Não se trata de adotar regras precisas e fáceis de reproduzir, mas de esforços de criação e reconstrução das atividades.

Entre todas as atividades disponibilizadas, a que manteve maior número de acessos foi o laboratório de avaliação, com a avaliação por pares e a autoavaliação.

Essa atividade foi a única motivada e orientada diretamente pela pesquisadora e pelo suporte do Núcleo de Educação a Distância (NEAD) do *campus*. Como tais avaliações fizeram parte da avaliação final da disciplina, justifica-se a ampla participação dos estudantes. Essa também foi a única atividade em que todos postaram os trabalhos, devido à exigência da avaliação aos pares e da autoavaliação.

A avaliação por pares significa que os estudantes são os avaliadores de outros estudantes, analisando e comentando o trabalho do colega (MATTAR, 2017). A avaliação por pares e a autoavaliação caracterizam os resultados das metodologias ativas, pois são momentos em que deixam de ter uma postura passiva e se tornam, respectivamente, professores e observadores de si mesmos (MATTAR, 2017). O entendimento é que, se com as metodologias ativas o estudante tem mais responsabilidade sobre seu processo de aprendizagem, isso também deve ser estendido ao momento de avaliação. Porém, é necessário que essa dinâmica seja realizada, frequentemente, em uma relação dialógica que contribua na motivação e no amadurecimento do grupo.

Outra questão a observar é a forma de utilização do ambiente. É comum que o AVEA no ensino presencial sirva apenas para disponibilizar os arquivos, o que minimiza a potencialidade desse recurso. O laboratório de avaliação proposto nesta pesquisa, por exemplo, foi composto pela avaliação de dois professores, o docente da UC e um professor convidado, sendo o uso diferenciado entre ambos.

A avaliação realizada pelo professor convidado, independente do peso atribuído, aparece como a que mais explorou os recursos da atividade, simplesmente porque o professor atribuiu um *feedback* aos estudantes. Isso é um indicativo de que os docentes podem, de acordo com sua disposição e experiência no AVEA, explorar melhor os recursos, qualificando sua prática na plataforma. Para que isso aconteça, porém, é fundamental a formação dos docentes. Para Almeida (2018, p. xii),

a formação de professores, inicial ou continuada, para explorar o potencial das tecnologias e mídias digitais no desenvolvimento de metodologias ativas em um contexto sócio-histórico parte da experiência educativa, ou seja, da experiência associada com a reflexão apoiada na teoria para extrair o significado da relação entre prática e teoria e criar referências que possam influenciar experiências posteriores.

No que diz respeito ao observado em sala de aula, algumas possibilidades de manter uma postura mais alinhada ao conceito de aprendizagem ativa poderiam ser exploradas. As aulas expositivas, com suporte de slides ou exemplos, poderiam utilizar as estratégias de sala de aula invertida, com a disponibilização de materiais e vídeos tutoriais e a realização de exercícios. Nesse caso, a aula presencial ficaria para a parte

prática no simulador, relacionando o conteúdo com os símbolos e cálculos, e a prática de laboratório. Poder-se-ia também explorar mais estratégias de pesquisa e estudos de caso para a resolução dos problemas em detrimento da disponibilização de textos apostilados.

Outra abordagem possível, seria a implementação de metodologias como a Aprendizagem Baseada em Problemas, alinhada ao contexto profissional real, por meio de parcerias com as indústrias, por exemplo. Em uma perspectiva de currículo inovador, enfatizar os conhecimentos interdisciplinares, fazendo os estudantes relacionarem diferentes conceitos adquiridos ao longo do curso às dificuldades e às soluções reais, é um caminho promissor. No entanto, explorar tantas possibilidades demanda, além da disponibilidade dos docentes, o investimento em formação continuada, por parte da gestão da Instituição de Ensino Superior (IES).

Para que a IES possa investir em formação continuada, por sua vez, é prerrogativa ter um diagnóstico, para saber de onde partir. Para se pensar em um ensino alinhado às novas DCNs para os cursos de Engenharia, um caminho inicial é saber o que os docentes entendem por metodologias ativas. No estudo em questão, diante das respostas apresentadas pelos professores do IFSC – *Campus* Criciúma, uma das considerações mais relevantes é que a metodologia empregada na prática docente é o fator de maior importância na opinião deles, seguido da organização do conteúdo, da interação com os estudantes e da avaliação. A maioria dos que responderam à pesquisa indicou ter algum

conhecimento sobre o conceito de aprendizagem ativa e já ter utilizado algumas metodologias ativas em suas práticas, tais como sala de aula invertida, instrução por pares, Aprendizagem Baseada em Problemas, Aprendizagem Baseada em Projetos e Aprendizagem Baseada em Jogos (*Game Based Learning* – GBL). Como esperado, dada a magnitude que o termo “metodologias ativas” adquiriu nos últimos anos, os docentes dessa amostra já têm alguma familiaridade com o assunto.

No estudo de caso realizado, observou-se que a implantação das novas DCNs para as Engenharias, que indicam as metodologias ativas como fio condutor da formação do egresso, depende de se repensar os Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPC) vigentes. Parte-se do princípio que cada curso tem sua gênese em seu PPC, pensado de forma global, com vistas a cumprir o perfil profissional do egresso. Para atingir esse objetivo, o curso precisa se organizar como um organismo vivo, capaz de promover o diálogo entre os diferentes aspectos que envolvem a formação do acadêmico. Um PPC deve apresentar, de forma clara, sua concepção pedagógica e, a partir de sua opção metodológica, definir a organização curricular e as formas de avaliação alinhadas à concepção adotada, assim como a mediação envolvida no processo de ensino e na relação com os estudantes. Por isso, considera-se que implementar um projeto piloto, possível de estar em constante avaliação, é uma forma adequada de implementar um processo tão complexo.

Na aprendizagem ativa, o foco do processo é o estudante e exige que ele tenha uma postura mais autônoma e crítica, que possa lhe proporcionar um envolvimento com o processo e gerar sentimento de motivação e pertencimento. Nesse sentido, o estudante será capaz de desenvolver diversas competências emocionais, cognitivas e práticas que serão percebidas a partir da colaboração entre os colegas, de estudar individualmente e em grupo, de ir em busca de novas informações, resolver problemas, envolver-se em projetos, trabalhar em grupos, gerenciar conflitos, etc. Para isso, cabe ao professor ser o curador, aquele que seleciona os materiais mais relevantes, organiza e disponibiliza aos estudantes para que estes possam, a partir do indicado, buscar novas informações que contribuam com seu aprender.

Além da opção metodológica, outro aspecto pedagógico que se relaciona ao primeiro e impacta o processo de ensino é a mediação pedagógica. A forma como se apresenta um tema ou conteúdo é que ajuda o estudante a coletar as informações, relacioná-las, organizá-las ou manipulá-las, discutir e debatê-las com os colegas e professores até a produção de um conhecimento significativo.

Ainda, inovar em aspectos pedagógicos implica também olhar para a avaliação de forma diferenciada. Há pesquisas que demonstram que os estudantes submetidos a uma metodologia ativa podem não responder positivamente aos testes convencionais; podem, porém, aprender melhor questões a longo

prazo. Nesse sentido, a avaliação do processo de ensino e aprendizagem precisa também ser renovada e alinhada ao desenvolvimento das competências, de forma contínua e prevista como parte indissociável das atividades acadêmicas, assim como indicam as novas DCNs, no Capítulo IV, Art. 13 (CNE, 2019b).

A partir de uma mediação pedagógica baseada no conceito da aprendizagem ativa, ou seja, de uma educação que pressuponha a atividade, o fazer, o aprender a fazer, em que o foco do processo é a aprendizagem dos estudantes, é possível desenvolver diversas metodologias ativas para o ensino de Engenharia. Algumas, como a sala de aula invertida, a instrução por pares, a Aprendizagem Baseada em Problemas, entre outras, já possui uma gama de conhecimento produzido que pode auxiliar os docentes em seu planejamento. Entre essas, há as que apresentam um teor teórico e metodológico mais consolidado, como é o caso da Aprendizagem Baseada em Problemas. Porém, é preciso reforçar que implementar essas metodologias exige formação contínua do corpo docente, envolvimento com o PPC e a avaliação constante das metodologias implantadas.

Por fim, a presença das TICs que impactam diretamente a práxis docente e, por conseguinte, os processos de ensino, é considerada como influência que potencializa quase todos os objetivos que a aprendizagem ativa se propõe a realizar. As TICs possibilitam a busca e o aprofundamento de informações, por parte de professores e alunos, a interação, a colaboração,

a prática por meio de laboratórios virtuais e remotos, entre outros aspectos.

Sabe-se, a partir da literatura apresentada, que inserir uma proposta de ensino a partir do conceito da aprendizagem ativa, não se traduz em tarefa simples. Exige tanto das instituições quanto dos docentes uma reorganização do ensino, um investimento pessoal e financeiro. Os novos projetos de curso precisam ser atualizados, respeitando-se as prerrogativas legais e, principalmente, buscando modelos metodológicos e avaliativos que tenham o foco do ensino no estudante, contribuindo para sua permanência e êxito, de modo a avançar no desenvolvimento das competências exigidas dos engenheiros no século XXI.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para cursos de Engenharia aprovadas em 2019 são fruto de um amplo debate abrangendo diversas instâncias envolvidas com a formação em Engenharia. Esse documento, que passa a ser referência para as Instituições de Ensino Superior (IES) do Brasil, prevê, entre outros aspectos, o currículo organizado por competências, alinhado à utilização de metodologias ativas.

A implementação das novas DCNs exigirá, nos próximos anos, que as IES ampliem o debate sobre o conceito de aprendizagem ativa e invistam na formação docente visando a implementação e avaliação, interna

e externa, dos cursos regidos por essas diretrizes. Será necessário ampliar a compreensão dos aspectos teóricos e pedagógicos que subsidiam as metodologias ativas e que possibilitarão a implementação das DCNs de 2019 no ensino de Engenharia.

O conceito de aprendizagem ativa, apesar de estar em evidência nos últimos anos, não é um conceito novo e, como apresentado neste capítulo, surgiu como forma de oposição ao ensino tradicional. Porém, qualquer tentativa de implementação da aprendizagem ativa deve estar alinhada às demandas educacionais atuais, considerando-se também o respeito à diversidade de concepções pedagógicas que prevê a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), em vigência desde 1996. Nesse contexto, as tecnologias da informação e comunicação podem ser aliadas na formação do egresso prevista nas novas diretrizes.

A implementação das novas diretrizes exigirá uma mudança de comportamento tanto dos estudantes quanto dos docentes. Na concepção apresentada nas DCNs, o aluno é o centro do processo de aprendizagem. Como visto, a aprendizagem ativa exige mais responsabilidade por parte do estudante, que passa a ser o protagonista de sua aprendizagem. Nesse novo contexto, é fundamental que os PPCs deixem claro a metodologia adotada para que os estudantes possam, desde o início do curso, sentir-se responsáveis por sua aprendizagem. Aos docentes cabe, diante dos objetivos do ensino, refletir qual tipo de aprendizagem é mais significativa para seus alunos e selecionar as metodologias alinhadas aos

seus objetivos. Aos docentes caberá, ainda, debruçar-se sobre o seu fazer pedagógico, refletindo sobre formas de mediação pedagógica que conduzam seus alunos a adquirir as competências necessárias à formação do engenheiro do século XXI.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, O. C. **Recomendação de conteúdo em um ambiente colaborativo de Aprendizagem Baseada em Projetos**. 2016. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

AGUIAR NETO, B. G. Importância da formação em Engenharia. *In*: OLIVEIRA, V. F. **Trajetória e estado da arte da formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia**: volume I, Engenharias. Brasília: INEP/ CONFEA, 2010. p. 51-68.

ALMEIDA, M. E. B. Apresentação. *In*: BACICH, L.; MORAN, J. (ed.) **Metodologias Ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. p. ix-xiii.

ARANHA, M. L. A. **História da Educação e da Pedagogia Geral e do Brasil**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2006.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **A sala de aula invertida: uma metodologia ativa da aprendizagem.** Rio de Janeiro: LTC, 2018.

BRANDA, L. A. A aprendizagem baseada em problemas: o resplendor tão brilhante de outros tempos. *In*: ARAUJO, U. F.; SASTRE, G. (org.). **Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Superior.** 3. ed. São Paulo: Summus, 2016. p. 205-236.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: maio 2021.

BRUNER, J. **Atos de significação.** São Paulo: Artmed, 1997.

CARDOSO, G. S. **Aprendizagem ativa e o ensino híbrido: uma alternativa para cursos de Engenharia.** 2019. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/214712>. Acesso em: maio 2021.

CNE – CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Parecer CNE/CES nº 1/2019.** Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, DF:

CNE, 2019a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/marco-2019-pdf/109871-pces001-19-1/file>. Acesso em: abr. 2021.

CNE – CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002.** Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, DF: MEC, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>. Acesso em: jan. 2020.

CNE – CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019.** Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, DF: MEC, 2019b. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: jan. 2020.

DEWEY, J. **Experiência e Educação.** São Paulo: Nacional, 1971.

FLAVELL, J. Piaget e a Psicologia contemporânea do desenvolvimento cognitivo. *In:* HOUDÊ, O.; MELJAC, C. (org). **O Espírito piagetiano:** homenagem internacional a Jean Piaget. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 193-200.

LEFRANÇOIS, G. R. **Teorias da aprendizagem:** o que o professor disse. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

MASETTO, M. T. Mediação pedagógica e tecnologias de informação e comunicação. *In*: MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. (ed.). **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 21. ed. Campinas: Papirus, 2013. p. 133-173.

MATTAR, J. **Metodologias ativas para a Educação presencial, blended e a distância**. São Paulo: Artesanato Educacional, 2017.

MAZON, M. **As Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas ao modelo de sala de aula invertida**. 2017. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2017. Disponível em: <http://tede.ufsc.br/teses/PTIC0051-D.pdf>. Acesso em: maio 2021.

MAZUR, E. **Peer Instruction**: a revolução da aprendizagem ativa. Porto Alegre: Penso, 2015.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com apoio de tecnologias. *In*: MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. (ed.). **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 21. ed. Campinas: Papirus, 2013. p. 11-65.

MORAN, J. M. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. *In*: BACICH, L.; MORAN, J. (ed.) **Metodologias Ativas para uma educação**

inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 1-25.

MOREIRA, M. A. **Teorias da aprendizagem.** 2. ed. Ampliada. São Paulo: E.P.U, 2011.

SAVIANI, D. **Escola e democracia.** 42. ed. Campinas: Autores Associados, 2012.

YIN. R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

Capítulo 6

A PERCEPÇÃO DE ESTUDANTES DE ENGENHARIA SOBRE AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS REALIZADAS NA MODALIDADE DE ENSINO A DISTÂNCIA

Álvaro Emílio Leite – UTFPR
Marcelo Paranhos – UNINTER

1 INTRODUÇÃO

O crescimento das pesquisas na área de Ciências Naturais no final do século XX e a importância do

papel da experimentação como recurso didático para a produção do conhecimento científico levaram vários pesquisadores ao desenvolvimento de estudos sobre a aplicação de atividades experimentais na Educação. Tais estudos servem como norte para a análise dos resultados que vêm sendo obtidos sobre esse tema na área de ensino.

No âmbito das atividades experimentais com aparatos físicos, por exemplo, Wesendonk e Terrazzan (2016) discutem aspectos como propostas de utilização de experimentos, contribuições dos experimentos como recursos didáticos, utilização de filmagens de experimentos, construção de experimentos, utilização de experimentos alternativos referenciados em experimentos históricos, utilização e descrição de experimentos para a discussão de aspectos históricos do desenvolvimento científico, relações entre as teorias de ensino e aprendizagem e o desenvolvimento de experimentos nos ambientes escolares, discursos dos professores a respeito do uso da experimentação em aulas de Física e Ciências, bem como a qualidade das atividades didáticas por eles desenvolvidas.

Os experimentos com aparatos físicos, segundo Wesendonk e Terrazzan (2016), podem ser definidos como montagens, dispositivos ou aparatos voltados para um determinado fenômeno físico, acompanhados por procedimentos empíricos, formando um conjunto que pode embasar uma atividade com finalidades didático-pedagógicas. Para esses autores, a atividade experimental com aparato físico pode ser dividida

em quatro tipos, que se diferenciam de acordo com o planejamento e a finalidade didática: i) demonstração experimental; ii) prevê-realiza-explica; iii) verificação experimental; iv) resolução experimental.

Entre os aspectos positivos das atividades experimentais com aparato físico identificados por Wesendonk e Terrazzan (2016), é possível destacar a facilidade para realizar experimentos de medição de grandezas físicas (em razão do baixo custo e da boa precisão proporcionada pela atividade), que permitem a participação ativa do estudante, aumentam o engajamento, melhoram as atitudes negativas frente à disciplina, potencializam elementos de metacognição, promovem a aprendizagem pela pesquisa e contribuem para a construção de linguagem gráfica. Além disso, abrem possibilidades para trabalhar a problematização, o questionamento sobre os aspectos dos fenômenos envolvidos, a identificação das variáveis em estudo, a pesquisa e o aprofundamento sobre a situação física, a construção e o compartilhamento de conhecimentos e a resolução de problemas específicos (BORGES, 2002; WESENDONK; TERRAZZAN, 2016).

Entre os desafios para a realização das atividades experimentais com aparatos físicos, podem-se citar o mau funcionamento de um experimento em razão de eventuais problemas de qualidade que podem surgir devido à inadequação de roteiros experimentais e o mero caráter verificativo ou demonstrativo que as atividades podem assumir, recaindo, muitas vezes, em uma perspectiva tradicionalista.

Sobre esses aspectos, Borges (2002) sugere que, para se afastar das características tradicionais de experimentação, é necessário criar condições para que o estudante construa o conhecimento por meio da reflexão sobre os fenômenos envolvidos, estabelecendo relações entre a teoria e a prática. Para isso, uma possibilidade de abordagem experimental promissora, que se destaca e que vem sendo discutida pela literatura produzida sobre o tema, são as atividades experimentais investigativas, observadas também nos estudos de Fraiha *et al.* (2018), cujo trabalho aponta os benefícios do uso dessa estratégia, tais como um maior respeito à liberdade criativa e um aumento na capacidade de resolver problemas de pesquisa.

As atividades investigativas, ou *inquiry*, apresentam diferentes denominações na literatura. Entre elas, segundo Zômpero e Laburú (2011), estão: ensino por investigação, ensino por descobertas, aprendizagem por projetos e aprendizagem por resolução de problemas. Esse tipo de atividade experimental didática foi muito utilizado nos Estados Unidos a partir da década de 1950, impulsionado por importantes projetos pedagógicos, como o *Physical Science Study Committee* (PSSC) e o *Biological Science Curriculum Study* (BSCS). Após esse período, projetos semelhantes foram adotados também em outras partes do mundo. Porém, no Brasil, eles não chegaram a ter relevância ou impacto significativo, afirmam os autores.

Zômpero e Laburú (2011) expressam que as atividades investigativas envolvem um conjunto de

elementos que auxiliam os estudantes na resolução de problemas práticos a partir de um método científico. Para isso, os estudantes devem investigar o problema com liberdade, questionar, testar hipóteses, discutir e analisar os resultados.

Na mesma direção, Bassoli (2014) explica que experimentos investigativos são aqueles que exigem um protagonismo ou participação muito grande do estudante. Para o autor, essas atividades diferem das atividades tradicionais porque o foco está na discussão de ideias, formulação de hipóteses e realização de experimentos para testá-las, tendo como principais vantagens aproximar o estudante da ciência, auxiliar no desenvolvimento de habilidades processuais e incentivar o conflito cognitivo e a interação social, contribuindo para a construção do conhecimento dentro de uma concepção construtivista.

Ward *et al.* (2009), ao discorrerem sobre o tema, pontuam quais devem ser os estágios da investigação científica, que são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Estágios da investigação científica

| Estágios da investigação científica | |
|--|--|
| 1 | Seleção da questão geral |
| 2 | Identificação das variáveis independentes |
| 3 | Reflexão sobre como medir e observar os resultados |
| 4 | Geração de questões |
| 5 | Seleção de equipamento e decisão sobre como usá-lo |
| 6 | Decisão sobre o que pode acontecer (previsão, se necessário) |
| 7 | Definição do método de coleta de dados |

| | |
|----|--------------------------------|
| 8 | Observações e medições |
| 9 | Registro e avaliação dos dados |
| 10 | Interpretação dos dados |
| 11 | Dedução de conclusões |
| 12 | Avaliação do processo |

Fonte: Adaptado de Ward *et al.* (2009)

Seguindo os estágios da investigação científica (Quadro 1), ao realizar uma atividade investigativa, o professor pode formular uma questão geral e, a partir dela, os estudantes são estimulados a identificar as variáveis dependentes e independentes do problema proposto, criando-se condições para que possam elaborar questionamentos iniciais dentro de um modelo investigativo.

Isso permite que os estudantes elaborem suas próprias questões no âmbito de um contexto mais amplo e as respondam e contribui para que eles consigam enxergar valor na atividade, principalmente se a questão geral estiver inserida dentro do contexto social ou profissional do estudante.

2 ASPECTOS DO ENSINO DE ENGENHARIA NO BRASIL

O panorama educacional da Engenharia no Brasil é preocupante e está se transformando em uma dificuldade competitiva para o país no mercado internacional. De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) dos cursos de graduação em Engenharia (CNE, 2019),

atualmente, o Brasil ocupa uma das últimas posições no *ranking* internacional em formação de engenheiros por habitantes, registrando a marca de 4,8 engenheiros para cada 10 mil habitantes, enquanto países como Chile, Portugal, Coreia do Sul e Rússia formam de 16 a 20 engenheiros para a mesma quantidade de habitantes. Mesmo com a expansão gradativa de alunos matriculados e concluintes nos últimos anos, a taxa de evasão dos cursos de Engenharia permanece elevada, em torno de 50% (CNE, 2019). Supõe-se que os problemas que os estudantes trazem consigo do ensino médio, entre elas as dificuldades com a matemática, estão entre os principais motivos que elevam o índice de evasão dos estudantes de Engenharia, em especial durante os dois primeiros anos do curso, quando são ministradas as disciplinas de formação básica (CNE, 2019). Além disso, pode-se mencionar a dificuldade do estudante diante da carga teórica imposta nos cursos com características tradicionais.

De acordo com esse mesmo documento (CNE, 2019), a análise e compreensão dos fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação, estão entre as principais competências que delineiam a formação do engenheiro. Por outro lado, o enfrentamento das dificuldades para resolver cálculos matemáticos, compreender conceitos abstratos e interpretar problemas de Física e Química apresenta-se na literatura como um dos principais desafios do estudante quando atinge o ensino superior na área de

Ciências Exatas (CNE, 2019; QUARTIERI; BORRAGINI; DICK, 2012; SANTOS *et al.*, 2012).

A comunidade acadêmica na área de ensino de Ciências Naturais e Matemática também tem apresentado inquietações semelhantes nos sistemas escolares dos ensinos médio e superior. Entre as disciplinas cursadas pelos estudantes do ensino médio, a Matemática, a Física e a Química são as que menos despertam o interesse do estudante (CRESTE, 2019). Além disso, a dificuldade para realizar cálculos matemáticos e resolver problemas de Química e de Física é uma situação recorrente no processo de aprendizagem (ADMIRAL, 2016; MENESES; NUÑEZ, 2018; ROSA; SANTOS; MENDES, 2019).

Segundo Camargo e Daros (2018, p. 3),

Ao conversar com alunos da educação básica e do ensino superior sobre os modos de ensinar e aprender, o ensino essencialmente transmissivo, centrado unicamente no conhecimento do professor, é motivo para muitas insatisfações. Reclamam não só do fato de terem de ficar horas ouvindo, mas também da rigidez dos horários, do distanciamento do conteúdo proposto com a vida pessoal e profissional e dos recursos pedagógicos pouco atraentes. Ao conversar com professores, as queixas são similares. Reclamam da falta de envolvimento, do excesso de desinteresse dos alunos e das condições do exercício docente.

Mesmo sem os recursos adequados, as soluções e propostas metodológicas que vêm surgindo a partir de pesquisas e projetos na área de ensino, em todos os níveis educacionais, têm apresentado resultados positivos em relação à alteração da atitude dos estudantes, conforme comentado nos trabalhos de Lima *et al.* (2014), Admiral (2016), Costa *et al.* (2016), Gomes *et al.* (2017), Santana e Santos (2017) e Luciano e Fusinato (2018). Em síntese, esses trabalhos indicam que o caminho para alcançar melhores resultados é a escolha de estratégias que colocam o estudante no centro do processo de ensino e aprendizagem, no papel de protagonista do seu próprio aprendizado, algo que também deve ser levado em conta quando se propõem atividades experimentais, independentemente da modalidade de ensino.

Embora seja possível constatar que muitas atividades experimentais conservam características tradicionais ou empírico-indutivistas (atividades estruturalmente rígidas, guiadas por um roteiro ou manual) no âmbito da aprendizagem da Física, da Química e da Matemática, a atividade experimental investigativa é uma das possibilidades mais promissoras para aproximar o estudante da ciência, motivar para a aprendizagem, melhorar a compreensão dos conceitos ensinados e estimular o conflito cognitivo, o pensamento crítico, a argumentação e a formação de hipóteses, conforme pode ser visto nos trabalhos de Borges (2002), Santos e Nagashima (2017), Bueno *et al.* (2018) e Neves *et al.* (2019).

A democratização do conhecimento por meio da expansão da Educação a Distância (EaD) tem auxiliado a área de Engenharia na formação de novos engenheiros. No entanto, para atender a demanda de atividades experimentais exigidas nesses cursos, faz-se necessária uma adaptação do processo de ensino-aprendizagem e a integração com os recursos tecnológicos que viabilizam a modalidade a distância. Além disso, com estudantes geograficamente distantes, é necessário realizar atividades experimentais que atendam os objetivos e os fundamentos pedagógicos para uma aprendizagem de qualidade.

Para construir um caminho e melhorar o entendimento sobre o tema, existe a necessidade de caracterização das atividades experimentais na modalidade EaD, que vêm sendo desenvolvidas em algumas instituições de ensino superior no Brasil.

3 CARACTERÍSTICAS DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NA MODALIDADE A DISTÂNCIA

O crescimento da Educação a Distância (EaD) vem reduzindo a procura por cursos presenciais e gerando demandas que levam ao estudo de novas estratégias pedagógicas, em especial para os cursos técnicos e cursos de Engenharia, que necessitam de aulas práticas para atender as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) de Engenharia (CNE, 2019).

Na Educação a Distância, os polos de apoio presencial estão situados em diferentes localidades, desde grandes centros urbanos até as regiões mais remotas do país. Desse modo, a diversidade de situações reais e contextos sociais envolvidos, que podem ser explorados para contextualizar e desenvolver questões gerais, apresenta-se como aspecto importante e positivo para o planejamento de uma atividade investigativa na EaD.

Na literatura científica, as discussões sobre as atividades experimentais a distância culminam nas possibilidades e métodos diversificados de realizá-las. Especificamente na atividade experimental investigativa a distância, os recursos midiáticos podem contribuir sobremaneira para que os objetivos das atividades sejam alcançados. Transmissões ao vivo ou utilizando *chat* e discussões incentivadas por meio de fóruns on-line e *podcasts* são exemplos de recursos e estratégias que podem ser utilizados para potencializar as atividades experimentais a distância.

Veloso e Andrade Neto (2017) analisaram, sob a ótica dos estudantes, as práticas experimentais a distância de quatro diferentes instituições de ensino. De acordo com os dados obtidos pelos autores, apenas duas das instituições de ensino pesquisadas recorrem ao uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e de laboratórios físicos em polos de apoio presencial para realizar as práticas. Segundo a pesquisa, apenas uma instituição de ensino EaD se diferencia pela entrega de kits didáticos para que as atividades possam ser realizadas em casa ou em qualquer outro lugar, no

entanto, não há detalhes de como esse processo ocorre. Os resultados obtidos pelos autores apresentam indícios de que os estudantes conseguem fazer correlações entre a teoria ensinada e a prática proposta, principalmente quando a prática experimental integra o uso de simulações computacionais e vídeos explicativos.

Os estudos de Veloso e Serrano (2018) complementam a pesquisa de Veloso e Andrade Neto (2017) por meio de uma análise dos métodos utilizados por dez diferentes instituições de ensino (públicas e particulares) para a realização de atividades experimentais a distância. Com base nesses estudos, é possível perceber que a solução adotada para a realização de experimentos de física na modalidade EaD espelha-se em métodos apoiados em laboratórios presenciais, com indícios de uma concepção tradicional ou empírico-indutivista (BORGES, 2002). A realização desses experimentos, por sua vez, ocorre em sua maioria nos polos de apoio presencial ou em parceria com outras instituições de ensino. Em alguns casos, as atividades exercidas nos polos de apoio presencial são efetuadas pelos próprios professores da disciplina ou por tutores treinados, que se deslocam com o material experimental para realizar as atividades no polo (VELOSO; SERRANO, 2018).

Percebe-se também, pelos depoimentos apresentados na pesquisa mencionada, que, em razão dos custos e da falta de infraestrutura, nem todos os tópicos de Física podem ser abordados por meio de experimentos e que a frequência das atividades é reduzida. Além disso, o estudo mostra que algumas instituições utilizam apenas

laboratórios virtuais em seus cursos, enquanto outras fazem apenas encontros esporádicos nos polos de apoio presencial para realizar as atividades. Não foi possível identificar se as instituições de ensino pesquisadas efetuam a integração entre laboratórios virtuais, simuladores e atividades experimentais reais.

Heckler, Motta e Galiazzi (2014) apresentam como resultado dos seus estudos algumas possibilidades de uso e desenvolvimento de artefatos/ferramentas para a realização de atividades experimentais, entre os quais constam experimentos remotos, softwares, modelos computacionais, plataformas de aprendizagem, animações, simulações, kits de laboratório, vídeos e ferramentas multimídia utilizadas na web. Nesse estudo, os autores reconhecem que os ambientes de modelagem e simulação são formas de tornar a compreensão sobre um fenômeno mais clara, dando oportunidade para que os estudantes consigam realizar a atividade facilmente. Essa ideia reforça a importância da integração de simulações ou laboratórios virtuais com experimentos reais.

Em consonância com o que foi discutido até aqui, é possível perceber que existem três possibilidades para realizar as atividades experimentais na modalidade a distância: i) totalmente a distância, por meio do uso de laboratórios virtuais ou simuladores; ii) por encontros semipresenciais, realizados no laboratório do polo de apoio presencial da cidade ou de instituições parceiras, com a presença do professor da disciplina ou de um monitor; iii) por aparato experimental real, com a distribuição de kits didáticos para que os estudantes

possam refazer posteriormente os experimentos em casa ou em qualquer outro lugar.

Sob o ponto de vista motivacional do estudante, da aprendizagem e de suas percepções em relação à atividade experimental tradicional e investigativa, outras questões também são pertinentes, tais como: a) estudantes geograficamente distantes tendem a preferir encontros presenciais para realizar e discutir os resultados das atividades? b) dentro de um contexto tradicionalista, os estudantes conseguem identificar os fenômenos físicos envolvidos? c) sob o ponto de vista dos estudantes, as atividades práticas auxiliam na aprendizagem dos conceitos ensinados, mesmo longe do professor? e d) quais as principais dificuldades dos estudantes para a realização das atividades experimentais a distância?

Na seção 4 são apresentados os resultados de uma pesquisa realizada com estudantes do curso de Engenharia Elétrica EaD de uma instituição particular de ensino a distância, com os objetivos de contribuir para a construção das respostas às questões anteriores e compreender as percepções dos estudantes em relação às atividades experimentais realizadas com o apoio de kits didáticos.

4 PERCEPÇÕES DOS ESTUDANTES EM RELAÇÃO ÀS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS A DISTÂNCIA COM O USO DE KITS DIDÁTICOS

Os dados da pesquisa foram obtidos no primeiro semestre de 2019 por meio de um questionário on-line, que ficou disponibilizado por 20 dias no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) de estudantes matriculados no curso de Engenharia Elétrica na modalidade EaD de uma instituição de ensino privada, sediada em Curitiba, Paraná. O curso é ofertado pela instituição desde 2015. Participaram da pesquisa 133 estudantes do segundo período.

O questionário foi disponibilizado aos estudantes somente após o projeto ser aprovado pelo Comitê de Ética da UTFPR. Nele havia 15 questões relacionadas ao perfil do estudante, sendo 12 fechadas e 3 abertas, e 19 questões relacionadas ao uso de kits didáticos para realização de atividades experimentais a distância, sendo 17 fechadas e 2 abertas.

As questões foram analisadas seguindo o referencial da Análise de Conteúdo de Bardin (1977), que sugere a seguinte sequência para realizar a análise: a) organização da análise; b) codificação; c) categorização; d) tratamento, inferência e interpretação dos resultados. Dessa forma, os dados foram organizados em três unidades de análise: 1) as contribuições das atividades experimentais EaD com o uso de kits didáticos para a aprendizagem; 2) as dificuldades encontradas pelos estudantes durante a realização das atividades experimentais EaD com o

uso de kits didáticos; e 3) a preferência pelo trabalho em grupo ou individual.

Em relação às contribuições das atividades experimentais realizadas com o uso dos kits didáticos para a aprendizagem da disciplina, as respostas obtidas foram subcategorizadas em: a) auxílio na relação entre a teoria e a prática; b) instrumento para praticar; c) otimização do tempo e flexibilização do local de estudo; e d) aprendizagem do manuseio do aparato experimental.

No âmbito das dificuldades apresentadas pelos estudantes durante a realização das atividades, as respostas foram categorizadas como: a) dificuldade no manuseio do equipamento; b) dificuldade na interpretação dos resultados da atividade; c) alunos que não apresentaram dificuldade alguma na realização da atividade; e d) outros (respostas fora do contexto da pergunta).

Para a terceira categoria não foi necessário criar subcategorias. No entanto, sentiu-se a necessidade de aprofundar a pesquisa perguntando aos respondentes por quais motivos eles preferiam estudar sozinhos ou em grupo. Isso foi feito enviando um e-mail para os 133 participantes que responderam o primeiro questionário, obtendo-se 43 retornos.

Os estudantes entrevistados representam 19 estados brasileiros, incluindo o Distrito Federal, e aproximadamente 81% deles têm idade superior a 30 anos. Também a maioria deles, cerca de 62%, já realizou algum curso técnico afim com o curso de Engenharia Elétrica com ênfase em Eletrônica. Esses

estudantes enxergam no curso que estão realizando uma oportunidade para se atualizarem e crescerem profissionalmente, podendo flexibilizar a realização das atividades EaD nos momentos que restam da atenção à família e ao trabalho.

A fim de caracterizar a forma como as atividades experimentais são propostas para os estudantes do curso de Engenharia investigado, optou-se, em um primeiro momento, por descrever as orientações que acompanham o kit destinado aos experimentos introdutórios de eletricidade.

De acordo com as informações que acompanham os kits fornecidos aos estudantes, a atividade proposta tem como objetivo colocar em prática os conceitos iniciais abordados na disciplina de Eletricidade, tais como a lei de Ohm, leis de Kirchhoff, divisor de tensão, divisor de corrente, funcionamento de resistores, capacitores e indutores. A atividade é dividida em quatro etapas diferentes, denominadas respectivamente de: i) lei de Ohm; ii) divisor de tensão; iii) divisor de corrente; iv) formas de onda.

O roteiro fornecido ao estudante apresenta, em sua página inicial, o material que será utilizado na atividade, incluindo componentes do kit didático e os simuladores virtuais.

Na experiência sobre lei de Ohm, o roteiro fornece o esquema de um circuito elétrico, que deverá ser utilizado pelo estudante como referência para a montagem. Em seguida, o estudante deve calcular os valores teóricos da corrente de acordo com a tabela de tensões e resistências

fornecida. Além disso, nessa etapa o estudante é orientado a utilizar um simulador (MultiSIM)¹ para simular o circuito, modificando os parâmetros de tensão e resistência. Por fim, com base no cálculo do erro experimental, o estudante é solicitado a justificar a diferença entre os valores teóricos e experimentais.

Além do roteiro de experimentos, o estudante também assiste a videoaulas que explicam as sequências de montagens e é avaliado por meio de um relatório, que deve ser disponibilizado no AVA. As dúvidas que surgem no decorrer da atividade podem ser esclarecidas mediante contato direto com o professor da disciplina, por meio de um fórum individual.

De acordo com as informações apresentadas nos parágrafos anteriores, a atividade proposta aos estudantes apresenta indícios de que guarda relações com a abordagem tradicional, conforme sistematização de Mizukami (1986). É possível notar que o professor assume o papel de transmissor do conhecimento e que cabe ao estudante executar as orientações do roteiro proposto. É possível também enquadrar a atividade na abordagem comportamentalista (MIZUKAMI, 1986), visto que os professores controlam o processo de ensino-aprendizagem, com a responsabilidade de planejá-lo e desenvolvê-lo. Percebe-se que, ao seguir o roteiro, o aluno deve progredir em ritmo próprio e buscar encontrar os resultados que, possivelmente,

1 Simulador MultiSIM. Disponível em: <https://www.multisim.com/>. Acesso em: maio 2021.

são previamente estabelecidos e conhecidos pelos professores. Desse modo, uma avaliação por meio de um relatório pode auxiliar a obter indícios que indiquem se houve aprendizagem e se o aluno atingiu os objetivos propostos de acordo com o planejamento da atividade.

Quando os estudantes foram questionados se preferiam realizar as atividades experimentais com outros colegas ou sozinhos, dos 131 estudantes que responderam, 89 informaram que preferiam realizar as atividades sozinhos e 42 responderam que preferiam realizá-las com outros colegas. Os resultados em percentual são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Preferência em relação à realização da atividade experimental em grupo

| Preferência | Percentual |
|--------------------|-------------------|
| Em grupo | 32,1% |
| Sozinho | 67,9% |
| Total | 100% |

Fonte: dados da pesquisa

Damiani (2008), que busca compreender em seus estudos o trabalho colaborativo em educação, comenta que trabalhos realizados em grupo podem trazer diversos benefícios ao processo de aprendizagem, entre eles a socialização, a aquisição de aptidões e habilidades, o aumento do nível de aspiração escolar e a motivação para a aprendizagem. Para a autora, fundamentada em Vygotsky, as vantagens do trabalho colaborativo são amplamente difundidas na literatura, principalmente

em relação aos processos de pensamento que ocorrem mediados pela relação entre as pessoas (DAMIANI, 2008). Todavia, foi possível identificar uma característica específica dos estudantes que participaram da pesquisa: ao contrário dos resultados das discussões fomentadas na literatura a respeito do tema, as respostas dos estudantes indicam que prevalece a preferência por realizar atividades de forma individual. Alguns relatos dos participantes da pesquisa são ilustrados no Quadro 2.

Quadro 2 – Relatos dos estudantes sobre a atividade experimental

| Estudantes | Respostas |
|-------------------|--|
| E12 | Individual! Pelo fato de estudar EaD |
| E37 | Gosto de fazer sozinho para não ficar dependendo de outros colegas |
| E28 | Sozinho. Consigo concentrar melhor |
| E31 | Sozinho pois consigo me concentrar melhor e o resultado é melhor |
| E44 | Sozinho, normalmente desenvolvo as atividades sozinho para poder fazer em qualquer horário, sem depender da disponibilidade do grupo |
| E55 | Sozinho, pois consigo me concentrar melhor para realizar os procedimentos necessários |

Fonte: dados da pesquisa

Os motivos que levam a maioria dos participantes da pesquisa a uma predileção pelo estudo individualizado não ficam claros por meio do instrumento de coleta de dados. Nesse ponto, é possível fazer algumas suposições que merecem ser aprofundadas em pesquisas futuras. A primeira delas é que deve ser considerada a multiplicidade de estilos de aprendizagem e de estilos motivacionais

existentes entre os estudantes. Em consonância com os estudos de Ribeiro (2011), partilha-se a ideia de que os indivíduos socialmente motivados reagem melhor em situações de aprendizagem em grupo. Por outro lado, é possível que indivíduos com características mais introspectivas tendam a buscar áreas que favoreçam a criatividade e a resolução de problemas. Os estudos de Cain (2012) reforçam essa concepção e mostram que pessoas que preferem trabalhar de forma individual são encontradas com maior frequência em áreas que exigem criatividade e solução de problemas, entre elas a Engenharia. Ainda de acordo com os estudos de Cain (2012), o motivo que leva a essa preferência está relacionado à prática deliberada – ou seja, quando esse indivíduo trabalha sozinho, ele pode se concentrar profundamente nos pontos que o desafiam e identificar tarefas ou conhecimentos que estão fora do seu alcance, buscar melhorar sua performance, monitorar seu próprio progresso e buscar corrigir seus pontos falhos.

Outra suposição que pode ser feita está relacionada à característica do estudante que busca um curso a distância. Os dados coletados na pesquisa indicam que a maioria dos estudantes participantes escolheu essa modalidade com o objetivo de distribuir melhor o tempo entre o trabalho e os estudos. Nesse caso, a idade dos estudantes e/ou sua história de vida também podem ser fatores que influenciam a preferência pelo estudo individualizado.

É importante ressaltar que os instrumentos utilizados na pesquisa não foram capazes de trazer uma

compreensão dos reais motivos que levam à preferência dos estudantes. Desse modo, os dados encontrados podem ser investigados em uma nova pesquisa.

5 PERCEPÇÕES DOS ESTUDANTES EM RELAÇÃO ÀS CONTRIBUIÇÕES DOS KITS DIDÁTICOS PARA A APRENDIZAGEM

Quando os estudantes foram questionados sobre quais as contribuições dos kits didáticos para a aprendizagem da disciplina, alguns elementos relacionados aos objetivos da aprendizagem por meio de atividades experimentais surgiram em seus relatos, tais como: a possibilidade de fazer a relação entre a teoria e a prática; a melhoria da aprendizagem ou da compreensão dos conceitos; a possibilidade de praticar ou visualizar os conceitos teóricos; e a aprendizagem do manuseio do aparato experimental. Outros relatos isolados trouxeram algumas expressões como “motivante”, “divertido” e “diversão”.

Com base no estudo das abordagens pedagógicas sistematizado por Mizukami (1986), essas percepções dos estudantes apresentam indícios que condizem com os pressupostos de uma atividade experimental realizada sob a ótica de uma abordagem tradicional. Segundo os estudos apresentados por Borges (2002), na concepção tradicional, os estudantes tendem a enxergar apenas os resultados obtidos na atividade experimental, originando um entendimento equivocado da relação entre a teoria e a observação.

Na Tabela 2 é possível visualizar a distribuição das percepções dos estudantes (133 respostas) em relação à pergunta “quais as contribuições dos kits didáticos para a aprendizagem da disciplina?”.

Tabela 2 – Contribuições dos kits para a aprendizagem da disciplina

| Contribuição para a aprendizagem | Percentual |
|---|-------------------|
| Relação entre teoria e prática | 40,60% |
| Instrumento para praticar | 13,53% |
| Aprendizagem do conteúdo | 9,02% |
| Otimização do tempo e possibilidade de realização dos experimentos no local que o estudante desejar | 1,50% |
| Aprendizagem de manuseio | 1,50% |
| Outras | 33,83% |

Fonte: dados da pesquisa

Na percepção de 54 estudantes, a principal contribuição da atividade com uso dos kits didáticos consiste na possibilidade de relacionar a prática com os conceitos ensinados, como pode ser depreendido dos relatos expostos no Quadro 3.

Quadro 3 – Exemplos de respostas dos estudantes que afirmam que uma das contribuições dos kits consiste na possibilidade de relacionar teoria e prática

| Estudantes | Respostas |
|-------------------|---|
| E9 | Quando realizo a atividade prática, consigo entender com mais exatidão os conceitos teóricos, uma vez que fica mais clara a sua aplicabilidade |
| E27 | Permite que se coloque em prática a teoria aprendida e possibilita retiradas de dúvidas. Como o kit didático é de uso exclusivo meu, torna as práticas bem mais aproveitáveis que em uma presencial |

Continua

Conclusão

| | |
|-----|--|
| E38 | Visualizar na prática a teoria ensinada, comprovando os cálculos |
| E61 | Os kits ajudam a colocar em prática os conceitos teóricos, e isso é fantástico, é gratificante quando se tem a conclusão que seus cálculos e ensaios estão conforme o real, o físico |
| E67 | Visualizando na prática o que imaginamos e aprendemos na teoria |
| E70 | Aproximam a prática da teoria |

Fonte: dados da pesquisa

Outros 18 estudantes responderam que os kits experimentais auxiliam a praticar o conteúdo abordado em aulas teóricas, como pode ser visto no Quadro 4.

Quadro 4 – Relato dos estudantes sobre as contribuições dos kits na prática do conteúdo abordado em aulas teóricas

| Estudantes | Respostas |
|-------------------|--|
| E54 | Na prática aprende melhor |
| E62 | Com a prática dos kits esclarece algumas dúvidas |
| E83 | Através das atividades práticas |
| E90 | Simulando a prática |
| E91 | Atuando de forma prática, o aprendizado é aprendido com mais eficiência |
| E126 | Utilizar os kits na prática faz com que o cérebro absorva melhor a informação do que cada componente faz. O melhor disso é que mesmo errando a gente aprende, eu mesmo acabei queimando o fusível do multímetro por desatenção e isso me forçou a buscar conhecimento de como desmontar o multímetro e trocar o fusível. Na minha opinião, aprender sozinho é a melhor forma, pois se não buscar conhecimento, ninguém vai fazer isso por você |

Fonte: dados da pesquisa

Já 12 estudantes mencionaram que os kits contribuem para a melhoria na aprendizagem ou no entendimento do conteúdo. Os estudos de Madruga e Klug (2015), por exemplo, com base em depoimentos de diversos professores, indicam que a atividade experimental é capaz de aumentar a capacidade de compreensão do aluno pela interação entre a teoria e a prática, o que é possível inferir dos depoimentos dos estudantes. Essa afirmação é reforçada por alguns dos relatos dos entrevistados, apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 – Relatos dos estudantes sobre as contribuições na melhora da compreensão dos conceitos ensinados

| Estudantes | Respostas |
|-------------------|--|
| E1 | Se assimila o conteúdo mais facilmente quando se vê funcionar na prática com o kit |
| E11 | Através da prática dos experimentos tenho uma maior concentração e com isso uma boa aprendizagem |
| E36 | Facilitam a assimilação dos conceitos de Física |
| E57 | Facilita o entendimento |
| E120 | Aprendo melhor por meio dos experimentos |

Fonte: dados da pesquisa

Contudo, o fato de o estudante relatar que o uso dos kits didáticos facilita o entendimento e a compreensão dos conceitos envolvidos não significa que ele esteja relacionando os resultados obtidos nas atividades experimentais aos fundamentos da Física, mas sim à verificação dos resultados, conforme discutido por Borges (2002) acerca da abordagem pedagógica comportamentalista.

Além desses depoimentos, 2 estudantes mencionaram aspectos de otimização do tempo de estudo e de mobilidade e outros 2 citaram elementos de aprendizagem do manuseio do aparato. Foram classificados como “Outros” 3 estudantes que confundiram os conceitos estudados na atividade, 2 estudantes que reclamaram do método, 5 estudantes que ainda não haviam utilizado os kits, 18 estudantes que não responderam e 17 estudantes que mencionaram situações fora do escopo da pergunta, como aspectos pessoais do uso, elogios, observações diversas e sugestões.

De acordo com Borges (2002), em uma atividade dentro de uma concepção tradicional, realizada com base em um roteiro e orientada pelo professor, o estudante pode acreditar que realmente compreende os fundamentos físicos envolvidos na experimentação, sem que isso seja necessariamente verdade. Além disso, o autor explica que não se pode garantir que todos os estudantes consigam enxergar os fenômenos envolvidos ou interpretar os resultados da mesma forma.

Nesse ponto, vale ressaltar que essa proposta de atividades experimentais é aplicada no âmbito da disciplina de Eletricidade e busca resgatar os conceitos da Eletricidade por meio da construção e análise de circuitos elétricos. Dentro desse contexto, nos trechos apresentados a seguir, é possível notar que os estudantes fazem referência à disciplina de Física e aos conceitos de Eletricidade por meio de expressões como “aplicações dos conceitos da Física”, “entendimento dos eventos físicos”, “como funcionam os fenômenos

físicos”, “cálculos de grandezas elétricas”, “entender os fenômenos da Eletricidade”, “conceitos da Física envolvidos”, “ver na prática os conceitos da Física”, “ver o real sentido da Física”, “ver na prática os conceitos da Física” e “a realidade do acontecimento da Física”.

Essa observação se faz importante, visto que alguns estudantes apresentam argumentos de que o objetivo da prática proposta foi alcançado e que tal correlação conceitual, embora não mencionada, pode ocorrer também entre os demais estudantes. Todavia, conforme mencionado anteriormente, é também provável que haja diferenças, entre os alunos entrevistados, na percepção dos fenômenos estudados. Dentro desse contexto, no Quadro 6 é possível observar narrativas dos estudantes sobre a relação entre a teoria e a prática.

Quadro 6 – Narrativas dos estudantes sobre a relação entre a teoria e a prática

| Estudantes | Respostas |
|-------------------|--|
| E25 | Ajuda na visualização das aplicações dos conceitos de Física |
| E40 | Facilitam o entendimento dos eventos físicos. Expandem o conhecimento para além da teoria |
| E46 | Possibilitam entender na prática como funcionam os fenômenos físicos. Muitas vezes temos o conhecimento teórico e com os kits podemos ter o conhecimento prático |
| E60 | Comparando os cálculos de grandezas elétricas com valores obtidos em experimentos e verificando os fenômenos que ocorrem nos experimentos |
| E68 | Os kits são bem elaborados e com diversos componentes, ajudando a entender com práticas os fenômenos da Física Eletricidade |
| E89 | De maneira a compreender o funcionamento de aparelhos e componentes eletrônicos através de conceitos da Física envolvidos |

Continua

Conclusão

| | |
|------|--|
| E100 | Em ver na prática os conceitos de Física |
| E115 | Sair do mundo abstrato de fórmulas matemáticas e ver o real sentido da Física |
| E117 | Mostram por meio do experimento a realidade do acontecimento da Física e reforçam os conceitos ensinados na aula |

Fonte: dados da pesquisa

Para Silveira, Silva e Silva (2016), uma das formas de motivar o estudante consiste na realização de atividades experimentais que possibilitem ilustrar ou visualizar os fenômenos físicos envolvidos. As expressões “ver” e “visualizar” também são recorrentes nos relatos dos estudantes; alguns desses relatos são apresentados no Quadro 7.

Quadro 7 – Relato sobre a “visualização” dos fenômenos envolvidos

| Estudantes | Respostas |
|-------------------|---|
| E25 | Ajuda na visualização das aplicações dos conceitos de Física |
| E28 | É possível visualizar a aplicação do conteúdo estudado |
| E38 | Visualizar na prática a teoria ensinada, comprovando os cálculos |
| E39 | Os experimentos cobrem os pontos principais do que é ensinado nas aulas, e poder visualizar a montagem e os resultados melhora o entendimento do que foi ensinado |
| E67 | Visualizando na prática o que imaginamos e aprendemos na teoria |
| E74 | Ver na prática conceitos teóricos |
| E86 | Através do kit, consigo ver na prática o que aprendi na teoria |
| E15 | Fica mais claro quando visualizamos |
| E20 | Ajudam a visualizar os fenômenos e a entender o assunto abordado |

Fonte: dados da pesquisa

Embora os estudantes acreditem que o papel das atividades experimentais reside na mera verificação de resultados e na constatação da teoria encontrada nos livros por meio da experimentação, os pesquisadores da área de Ensino acreditam que não seja esse o principal objetivo desse tipo de atividade. Assim, faz-se necessário abandonar os métodos tradicionais em busca de uma nova relação entre a teoria e a prática.

Segundo Becker (2003), a docência está acostumada a uma prática de ensino de resultados, tal como ocorre na concepção comportamentalista – ou seja, ensino que busca os resultados de pesquisas, sejam elas científicas ou tecnológicas, e não os métodos científicos que levaram aos resultados; mensuração de resultados por notas, e não o processo de construção de conhecimento que leva a resultados positivos.

Não é objetivo deste trabalho adentrar nas especificidades de qualquer teoria de ensino e aprendizagem, mas sim justificar que a realização de atividades experimentais seguindo roteiros e com a finalidade de comprovar a teoria, apenas, não é a melhor forma de potencializar a reflexão dos estudantes sobre os fenômenos envolvidos.

No contexto desta pesquisa, pode-se argumentar que o simples fato de seguir um roteiro de uma atividade experimental para alcançar um resultado não garante as melhores condições para que o aprendizado dos conceitos seja potencializado. Corre-se o risco de o estudante chegar a um resultado experimental, ser

avaliado por esse resultado e não ter entendido os conceitos que permearam toda a atividade.

6 AS DIFICULDADES IDENTIFICADAS A PARTIR DAS PERCEPÇÕES DOS ESTUDANTES

Os resultados da pesquisa apontam que as atividades experimentais realizadas a distância foram bem aceitas pelos estudantes e apresentam indícios de que se aproximam de alguns dos objetivos que permeiam as discussões sobre as atividades experimentais na área de ensino, tais como o aumento da motivação para a aprendizagem, a melhora da compreensão dos conceitos ensinados por meio da relação entre teoria e prática e o estímulo à autonomia.

Ainda assim, a atividade experimental a distância apresenta algumas lacunas e oportunidades de melhorias que podem ser mais bem estudadas. Com base na revisão da literatura, identificaram-se algumas situações que podem ser aprofundadas em estudos futuros, entre elas as investigações a respeito das pesquisas que apontam métodos ou processos para a realização de atividades experimentais investigativas na EaD. Além disso, identificou-se que os trabalhos que discutem o tema sugerem maior integração entre as simulações computacionais e a atividade experimental com aparato físico.

A partir das informações obtidas na presente pesquisa, identificou-se que a atividade experimental

a distância apresenta resultados positivos em relação à atitude do estudante e a sua motivação para a aprendizagem. Por outro lado, de acordo com os relatos analisados, os estudantes revelam indícios de que a prática realizada assume aspectos de uma atividade tradicional ou empírico-indutivista, termo utilizado por Borges (2002), Heidemann, Araujo e Veit (2016) e Silva (2019). Dentro do modelo de atividade adotado, percebe-se, também, que uma parcela dos estudantes enfrenta dificuldades para realizar os experimentos propostos, em especial quando se trata do manuseio do aparato experimental, da compreensão dos procedimentos/objetivos da atividade e da interpretação dos resultados.

Quando questionados sobre as dificuldades de utilização dos kits didáticos, 47 estudantes responderam que não encontraram qualquer dificuldade na utilização, 17 indicaram dificuldades com o manuseio do aparato experimental, 11 apontaram dificuldades na compreensão dos objetivos da atividade e 4 mencionaram dificuldades com a interpretação dos resultados. Em relação aos demais estudantes, que foram classificados como “Outros”, 19 não responderam, 17 não compreenderam a pergunta do questionário, 13 fizeram reclamações e sugestões sobre o aparato experimental e 5 estudantes declararam que ainda não haviam realizado as atividades propostas.

A Tabela 3 ilustra o resumo do enquadramento das respostas dos estudantes nas subcategorias que emergiram da análise, com os respectivos percentuais.

Tabela 3 – Dificuldades apresentadas pelos estudantes

| Dificuldades dos estudantes | Percentual |
|--|-------------------|
| Compreensão dos objetivos da atividade | 8,27% |
| Manuseio dos equipamentos | 12,80% |
| Interpretação dos resultados | 3,00% |
| Não tiveram dificuldades | 35,33% |
| Outros | 40,60% |

Fonte: dados da pesquisa

Outro ponto que deve ser levado em consideração é que, embora a pesquisa aponte que a maioria dos estudantes prefere realizar as atividades experimentais sozinho, um grupo de estudantes (32,1%) demonstrou preferência por mais atividades em grupo no polo de apoio presencial. No Quadro 8, é possível observar alguns dos relatos dos estudantes sobre as atividades em grupo que indicam a necessidade de um aperfeiçoamento no planejamento de atividades colaborativas.

Quadro 8 – Relato dos estudantes sobre as atividades em grupo

| Estudantes | Respostas |
|-------------------|--|
| E2 | Em grupo, porque tem várias outras ideias e é mais fácil de entender |
| E15 | Em grupo, porque fica mais dinâmico |
| E31 | Melhor em grupo, principalmente na criação e desenvolvimento |
| E68 | Em grupo, para trocas de informações |
| E83 | Em grupo, porque ajuda tirar dúvidas e somar as informações questionadas |
| E109 | Em grupo, conseguimos chegar a um entendimento melhor devido à forma que cada um pensa |

Continua

| | | Conclusão |
|------|--|--|
| E117 | | Se for possível em grupo também, porque um trabalho em equipe tem mais desenvolvimento para que todos coloquem suas ideias no trabalho |
| E128 | | Grupo, maior interatividade entre todos os participantes, um tira dúvida do outro |

Fonte: dados da pesquisa

Damiani (2008, p. 223) comenta a importância das interações entre os pares para a “criação de questionamentos sobre as estruturas de conhecimentos já adquiridos” e da discussão sob a ótica de diferentes raciocínios e comportamentos, o que pode ser reforçado pela perspectiva dos próprios estudantes participantes desta pesquisa.

Outro ponto que merece atenção está relacionado ao método assíncrono de realização das atividades, visto que alguns estudantes comentaram que precisaram interromper o experimento para aguardar o *feedback* do professor ou que sentiram a falta da supervisão de um professor durante o experimento. Esse aspecto pode estar relacionado com a dificuldade de adaptação do estudante à modalidade EaD, o que aponta para a necessidade de planejar mais momentos de interação entre professor e aluno.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente capítulo teve como objetivo mostrar ao leitor que o cenário de expansão da modalidade a distância e o surgimento dos cursos de Engenharia na

EaD resultaram em novos desafios acerca da realização de atividades experimentais nessa modalidade. Entre os principais desafios, destaca-se a necessidade de estudar novas estratégias pedagógicas e estruturas físicas que auxiliem os educadores na implementação de atividades experimentais longe dos muros da instituição de ensino. Este capítulo apresentou as possibilidades e as limitações relacionadas ao uso de kits didáticos experimentais em um curso de Engenharia Elétrica a distância de uma instituição de ensino superior particular com sede em Curitiba, com o objetivo de compreender quais as percepções e as dificuldades dos estudantes que realizaram essas atividades.

Os resultados mostraram que as atividades experimentais realizadas a distância foram bem aceitas pelos estudantes e apresentaram indícios de que se aproximam de alguns dos objetivos que permeiam as discussões sobre o tema da experimentação na área de ensino, tais como o aumento da motivação para a aprendizagem, a melhora da compreensão dos conceitos ensinados por meio da relação entre teoria e prática e o estímulo da autonomia. Nesse ponto, não há indícios de que a distância entre professor e estudante seja um fator impeditivo para a realização da atividade. Todavia, a literatura da área de ensino acredita que aspectos motivacionais, embora de extrema importância, não devem ser entendidos como o principal objetivo desse tipo de atividade.

Pesquisas apontam que o objetivo das atividades experimentais é aproximar o estudante das Ciências por

meio do desenvolvimento de práticas investigativas que auxiliem o professor para que este alcance uma melhor avaliação do processo de construção do conhecimento. Dentro desse contexto, percebeu-se que muitos estudantes acreditam que o papel das atividades experimentais reside meramente na constatação dos resultados teóricos por meio dos dados experimentais, o que pode ser reflexo de uma concepção pedagógica tradicional de ensino adotada no planejamento da atividade.

A pesquisa também revela uma especificidade da atividade experimental realizada a distância com o uso dos kits didáticos que contrariou as expectativas dos pesquisadores em relação ao trabalho colaborativo: a maioria dos estudantes demonstrou preferência por realizar as atividades experimentais de forma individual.

Espera-se que as discussões realizadas neste trabalho permitam uma aproximação inicial do tema da atividade experimental na modalidade a distância e abram a possibilidade para que outros estudos possam ser realizados no futuro – por exemplo, investigar o que os professores pensam sobre as atividades experimentais na EaD ou compreender as mudanças de percepção e as dificuldades dos estudantes quando inseridos em outra abordagem pedagógica, como no contexto da atividade experimental investigativa.

REFERÊNCIAS

ADMIRAL, T. D. Dificuldades conceituais e matemáticas apresentadas por alunos de Física dos períodos finais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 2, e2502, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11173822122>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/MpDR6TFM3LfHFQ4WFR6QMQg/?lang=pt>. Acesso em: maio 2021.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-73132014000300005>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/Mt8mZzjQcXTtK6bxR9Sw4Zg/?lang=pt>. Acesso em: maio 2021.

BECKER, F. **A origem do conhecimento e a aprendizagem escolar**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607>. Acesso em: maio 2021.

BUENO, A. J. A. *et al.* Atividades práticas/experimentais para o ensino de Ciências além das barreiras do laboratório desenvolvidas na formação inicial de professores. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)**, v. 9, n. 4, p. 94-109, 2018. DOI: <https://doi.org/10.26843/rencima.v9i4.1290>. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1290>. Acesso em: maio 2021.

CAIN, S. **O poder dos quietos**: como os tímidos e introvertidos podem mudar um mundo que não para de falar. Rio de Janeiro: Agir, 2012.

CAMARGO, F.; DAROS, T. **A sala de aula inovadora**: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo. São Paulo: Penso, 2018.

CNE – CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, DF: MEC, 2019. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: maio 2021.

COSTA, R. *et al.* As concepções de estudantes da pós-graduação sobre a importância da experimentação no ensino de Ciências. **Revista Areté | Revista Amazônica**

de Ensino de Ciências, v. 9, n. 18, p. 298-307, 2016. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/213>. Acesso em: maio 2021.

CRESTE, J. F. **O esvaziamento dos conteúdos matemáticos no currículo do estado de São Paulo: consequências no ensino da química**. 2019. Dissertação (Mestrado em Docência para a Educação Básica) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2019. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/181479>. Acesso em: maio 2021.

DAMIANI, M. F. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. **Educar em Revista**, n. 31, p. 213-230, 2008. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0104-40602008000100013>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/FjYPg5gFXSffFxr4BXvLvyx/?lang=pt>. Acesso em: maio 2021.

FRAIHA, S. *et al.* Atividades investigativas e o desenvolvimento de habilidades e competências: um relato de experiência no curso de Física da Universidade Federal do Pará. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 4, e4403, 2018. DOI: <http://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2018-0052>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/T5BPPX3dhdXsQVkmqXzJxRQ/?lang=pt>. Acesso em: maio 2021.

GOMES, P. W. P. *et al.* O uso de um laboratório portátil com materiais reciclados nas aulas práticas de Ciências Naturais. **Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 10, n. 22, p. 74-83, 2017. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/632>. Acesso em: maio 2021.

HECKLER, V.; MOTTA, C.; GALIAZZI, M. Constituição da experimentação em ciências na modalidade EaD. **Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 7, n. 14, p. 144-158, 2014. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/132>. Acesso em: maio 2021.

HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica: uma alternativa para a ressignificação das aulas de laboratório em cursos de graduação em Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, 1504, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1806-11173812080>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/NBQcLKwDcmzphrmRVdQ6nQG/?lang=pt>. Acesso em: maio 2021.

LIMA, E. *et al.* Diagnóstico sobre a experimentação no ensino de Química das escolas da rede pública de ensino médio da capital Boa Vista, Roraima. **Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 7, n. 14, p. 83-92, 2014. Disponível em: <http://periodicos>.

uea.edu.br/index.php/arete/article/view/127. Acesso em: maio 2021.

LUCIANO, A.; FUSINATO, P. A. Concepções acerca da inclusão de um laboratório de acesso remoto com experimentos de Física contemporânea. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 1, p. 174-191, 2018. DOI: 10.3895/rbect.v11n1.5623. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/5623>. Acesso em: maio 2021.

MADRUGA, Z. E. F.; KLUG, D. A função da experimentação no ensino de Ciências e Matemática: uma análise das concepções de professores. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 5, n. 3, p. 57-68, 2015. Disponível em: <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/2790>. Acesso em: maio 2021.

MENESES, F. M. G.; NUÑEZ, I. B. Erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio na interpretação da reação química como um sistema complexo. **Ciência & Educação**, v. 24, n. 1, p. 175-190, 2018. DOI: 10.1590/1516-731320180010012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/dh6JQtXfHZtHm7Trzq7TCfF/?lang=pt>. Acesso em: maio 2021.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino**: as abordagens do processo. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

NEVES, D. R. M. *et al.* Uma proposta de baixo custo para experimentos com raios catódicos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 1, p. 256-286, 2019. DOI: <http://doi.org/10.5007/2175-7941.2019v36n1p256>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2019v36n1p256>. Acesso em: maio 2021.

QUARTIERI, M. T.; BORRAGINI, E. F.; DICK, A. P. Superação de dificuldades no início dos cursos de Engenharia: introdução ao estudo de Física e Matemática. *In: XL CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE)*, 40., 2012, Belém. **Anais [...]**. Belém: ABENGE, 2012.

RIBEIRO, F. Motivação e aprendizagem em contexto escolar. **Profforma**, v. 3, p. 1-5, 2011. Disponível em: http://cefopna.edu.pt/revista/revista_03/pdf_03/es_05_03.pdf. Acesso em: maio 2021.

ROSA, C. M.; SANTOS, F. F. T.; MENDES, H. C. O desempenho dos estudantes do curso de Matemática de uma instituição pública de educação superior. **Revista Educação em Questão**, v. 57, n. 53, p. 1-25, 2019. DOI: <http://doi.org/10.21680/1981-1802.2019v57n53ID17053>. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/view/17053>. Acesso em: maio 2021.

SANTANA, F. B.; SANTOS, P. J. S. Espectroscopia e modelos atômicos: uma proposta para a discussão de conceitos de Física Moderna no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 555-589, 2017. DOI: <http://doi.org/10.5007/2175-7941.2017v34n2p555>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2017v34n2p555>. Acesso em: maio 2021.

SANTOS, C. J. B. M. *et al.* A inserção dos estudantes de Engenharia na universidade e as dificuldades de adaptação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE), 40., 2012, Belém. **Anais** [...]. Belém: ABENGE, 2012.

SANTOS, D. M.; NAGASHIMA, L. A. Potencialidades das atividades experimentais no ensino de Química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)**, v. 8, n. 3, p. 94-108, 2017. DOI: <http://doi.org/10.26843/rencima.v8i3.1081>. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1081>. Acesso em: maio 2021.

SILVA, A. P. B. Distorções científicas perenes e suas consequências para o ensino de Ciências: a relação entre eletricidade, magnetismo e calor. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 4, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2018-0311>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/>

zNMb8FbsDmKvkyfyqyKRZQqf/?lang=pt. Acesso em: maio 2021.

SILVEIRA, W. P.; SILVA, A. P.; SILVA, L. F. Considerações sobre propostas experimentais de baixo custo em Mecânica apresentadas em revistas da área de Ensino. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 1, p. 131-150, 2016. DOI: <http://doi.org/10.5007/1982-5153.2016v9n1p131>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2016v9n1p131>. Acesso em: maio 2021.

VELOSO, M. S. O.; SERRANO, A. Um olhar meticuloso das disciplinas experimentais dos cursos de Física à distância. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 3, p. 386-407, 2018. DOI: <http://doi.org/10.3895/rbect.v11n3.4989>. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/4989>. Acesso em: maio 2021.

VELOSO, M. S. S. O.; ANDRADE NETO, A. S. Integração entre o conhecimento teórico e aulas experimentais no ensino de Física a distância: um estudo exploratório do depoimento de acadêmicos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 1, p. 1-20, 2017. DOI: <http://doi.org/10.3895/rbect.v10n1.5714>. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/5714>. Acesso em: maio 2021.

WARD, H. *et al.* **Ensino de ciências**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

WESENDONK, F. S.; TERRAZZAN, E. A. Caracterização dos focos de estudo da produção acadêmico-científica brasileira sobre experimentação no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 779-821, 2016. DOI: <http://doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n3p779>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n3p779>. Acesso em: maio 2021.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011. DOI: <http://doi.org/10.1590/1983-21172011130305>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/LQnxWqSrmzNsrRzHh3KJYbQ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: maio 2021.

Capítulo 7

DESAFIOS DA GESTÃO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: Uma Análise Sobre Retenção e Evasão no *Campus* Curitiba da UTFPR

Marcos Flávio de Oliveira Schiefler Filho – UTFPR

Guilherme Alceu Schneider – UTFPR

Robinson Vida Noronha – UTFPR

Maria Lúcia Valenga – UTFPR

1 INTRODUÇÃO

Quando o assunto é universidade, a indissociabilidade entre o ensino, a pesquisa e a extensão apresentam-se como um princípio a ser seguido, sob a égide do que já preconizava a Constituição Federal de 1946.

Assim sendo, essa tríade pode ser adotada como pedra fundamental para definir a sua estrutura administrativa, composta, em sua maioria, por pró-reitorias, diretorias, assessorias, secretarias, departamentos, coordenações ou outros setores da gestão universitária brasileira. Em muitos casos, a estrutura administrativa é criada e tende a vigorar por décadas sem alterações significativas. Essa estrutura também possui a finalidade de nortear a universidade para responder aos anseios da sociedade, que espera ações perenes e empreendedoras desse tipo de instituição, por meio do ensino, da inovação e da pesquisa, de modo a alcançar uma melhora na qualidade de vida. Nesse contexto, em alguns momentos, torna-se necessária a sua releitura.

No caso da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), a sua estrutura administrativa foi definida para atender à rápida conversão do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET/PR) em Universidade Tecnológica. O termo “Tecnológica” presente em sua denominação deve estar representado em sua estrutura administrativa e forma de execução, diferenciando-a das demais universidades e dos Centros Federais de Educação Tecnológica. Nesse panorama, buscou-se definir o conceito de Universidade Tecnológica a partir de uma estrutura de gestão existente, que foi construída e desenvolvida paulatinamente ao longo de décadas para atender às demandas de uma Escola de Artífices, de uma Escola Técnica e de um CEFET. Pode-se especular, portanto, que uma modernização e adequação constante da estrutura administrativa

de uma universidade poderia ser benéfica e servir de mecanismo facilitador para uma melhoria significativa do atendimento às novas demandas geradas pelos desafios da sociedade.

De maneira não exaustiva ou completa, pode-se listar como exemplos desses novos desafios:

- Altos índices de evasão e retenção acadêmica, como pode ser observado quando se apresentam os números de desistência e reprovações em disciplinas de cálculo nos primeiros períodos (ver a subseção 3.4);
- Baixos índices de alunos formados;
- Percepção da sociedade quanto à capacidade da universidade em formar profissionais de excelência;
- Necessidade de implantação de novas tecnologias para auxiliar na formação dos alunos;
- Dificuldades para implantar novas metodologias de ensino.

Assim, esse relato de experiência apresenta, descreve, comenta e discute ferramentas e mecanismos desenvolvidos para atender a alguns desses desafios listados. Vale destacar que tais mecanismos e ferramentas estão em fase de implementação e já revelam alguns resultados preliminares. Conforme exposto neste capítulo, essas questões não se contrapõem ou entram em conflito com o princípio da indissociabilidade entre o ensino, a pesquisa e a extensão. Na verdade, no contexto da metodologia de trabalho do grupo

gestor, as diferentes realidades supracitadas e seus desdobramentos servem de base ou matéria-prima para estudos e ações, modernas e arrojadas, com vistas ao correto e sinérgico desenvolvimento desse princípio.

Especificamente, quanto ao desafio de melhorar ou reduzir os índices de evasão e da retenção acadêmica, a UTFPR adotou em sua prática a realização de fóruns de discussão com representantes de segmentos de toda a comunidade acadêmica. Por exemplo, em alguns fóruns, questões pontuais estão sendo debatidas com foco em dois aspectos distintos: a) resgate didático-pedagógico e b) aproveitamento de vagas ociosas; tais questões são importantes na discussão da Educação em Engenharia.

O primeiro aspecto distinto citado consiste no adequado acolhimento do aluno que ingressa na universidade. Conforme consta em Brasil (2019a), as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) apontam que, nos cursos de Engenharia, devem ser implementadas atividades para integrar, além das dimensões técnicas e científicas, também as dimensões econômicas, sociais, ambientais e éticas. As DCNs também apontam para a importância da orientação do ingressante desde o início do curso, visando melhorar as suas condições de permanência no ambiente da educação superior. Sendo assim, esse acolhimento engloba a realização de palestras a respeito do funcionamento da universidade e de seus respectivos setores, além de momentos de confraternização com alunos veteranos de diversos cursos e com os seus respectivos coordenadores e colegiados de curso. Outra ação acolhedora consiste

em fornecer subsídios para que o aluno que ingressa na universidade consiga adquirir os conhecimentos necessários para iniciar e acompanhar o curso, não ficando retido ou se tornando, no caso extremo, desistente deste ou da universidade.

No segundo aspecto distinto apresentado, a estrutura administrativa é também formada por conselhos institucionais específicos e comissões que legislam a respeito dos processos de transferência e aproveitamento de vagas e, também, dos processos de desligamento por baixo desempenho. Os processos de desligamento, por exemplo, ocorrem apenas após ações exaustivas de acompanhamento e aconselhamento constante do aluno.

Ainda de forma preliminar, essas ações de acompanhamento do aluno em vias de ser desligado do curso indicam que existe relação entre o baixo desempenho acadêmico e a evasão da universidade e, em alguns casos, a evasão apenas do curso. Para responder a isso, algumas ações de capacitação de professores no uso de metodologias ativas têm sido promovidas pelo grupo gestor do *Campus Curitiba*. O interesse docente e discente por essas metodologias de ensino inovadoras tem direcionado alguns cursos a inserir oportunidades de execução de metodologias ativas, gerando atualizações curriculares que reflitam esse interesse. Essas atualizações curriculares sedimentam e direcionam os docentes do curso para uma busca constante por novas oportunidades para o

desenvolvimento das competências relevantes para o futuro profissional.

Cada vez mais, a formação plena do engenheiro exige que sejam desenvolvidas habilidades para permitir a aplicação do conhecimento técnico e científico na busca por soluções para problemas concretos e aderentes ao cotidiano da profissão. No sentido de alcançar esta formação, as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCNs) (CNE, 2019a) apontam para a necessidade de se desenvolver capacidades crítica, reflexiva, criativa e cooperativa, entre outras. Este conjunto de habilidades, somado ao conhecimento técnico e científico, visam tornar o egresso apto a exercer sua autonomia na abordagem de situações e contextos complexos, adotando perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua vida profissional, com o objetivo de conceber e projetar soluções viáveis e adequadas, tanto do ponto de vista técnico como do ponto de vista econômico (CNI, 2018).

No contexto da UTFPR, a aprendizagem ativa é um dos meios escolhidos para atingir os objetivos mencionados na formação do engenheiro, sendo dois deles os principais: i) motivar os estudantes por meio de situações ou desafios da vida real ou desafios imaginários de alta complexidade; ii) engajar os estudantes em tarefas que demandam pensamento de ordem superior, tais como: análise, síntese, desenvolvimento criativo de soluções e avaliação. A implantação de novas metodologias em uma instituição como a UTFPR requer mudanças significativas nas *práxis* da comunidade acadêmica.

Mudanças que instiguem os docentes a admitir o projeto como o centro do processo de aprendizagem, vencendo a relutância daqueles talhados na cultura puramente conteudista, que consideram cada disciplina como uma caixa hermética e que não interage com as outras. A partir disso, cada curso define a metodologia a ser adotada e a implementa de acordo com suas características próprias.

Diante do que foi mencionado, a sequência deste capítulo aborda temas referentes aos cursos de Engenharia da UTFPR ofertados pelo *Campus* Curitiba, a partir da apresentação quantificada de dados extraídos do sistema de gestão acadêmica da própria instituição e, também, do relato de experiências didático-pedagógicas de alguns professores nos referidos cursos. Assim, a seção 2 apresenta os números de alunos ingressantes e concluintes nos cursos, sendo a primeira análise baseada em números globais por período de entrada. Tal modo de observação é tipicamente usado para verificar aproveitamento de vagas, mas não permite analisar o que ocorre com cada vaga ofertada, ou seja, não permite observar o histórico da vaga desde o ingresso do estudante até sua conclusão ou desistência do curso. Por essa razão, é proposta, na seção 3, a análise do aproveitamento de vagas na instituição a partir do que aqui é denominado de “análise histórica das vagas”. Busca-se, assim, calcular o percentual de alunos concluintes e seu tempo de permanência no curso até a conclusão, além da taxa de evasão e do tempo de permanência até a desistência do curso, que são dados

importantes para orientar possíveis tomadas de decisão por parte dos gestores acadêmicos. Na seção 4, por sua vez, são apresentados estudos de caso que relatam a aplicação de abordagens inovadoras de metodologias de ensino em sala de aula, como por exemplo o uso de metodologias ativas e o aprimoramento de matrizes curriculares a fim de criar alternativas mais flexíveis de formação para o egresso. Por fim, na seção 5, são evidenciadas as conclusões do capítulo.

2 ALUNOS INGRESSANTES E CONCLUINTES NOS CURSOS DE ENGENHARIA

Quando se pretende discutir temas como a evasão e a retenção de estudantes na graduação, a primeira opção de ação consiste em analisar a quantidade de alunos que ingressam em um curso e a quantidade de alunos que o concluem. Essa tarefa inicial auxilia, sobremaneira, as tomadas de decisão por parte do gestor. Os gestores da UTFPR têm monitorado essa relação de alunos ingressantes e alunos concluintes e, assim como muitos outros pesquisadores e dirigentes educacionais, utilizam esses dados para buscar alternativas de solução para melhorar tal relação.

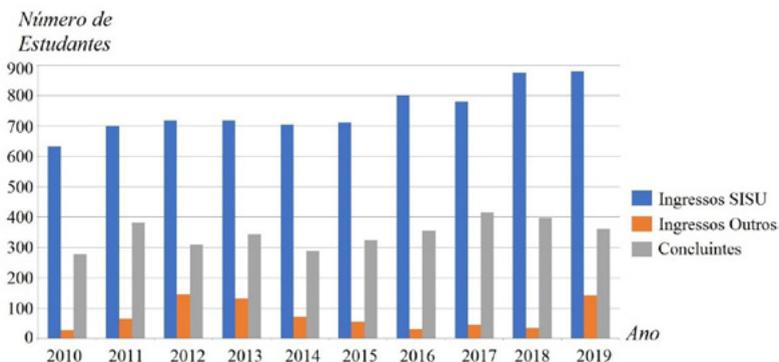
Como exemplo dessa ação, no Gráfico 1 estão ilustradas as quantidades totais de ingressantes e concluintes dos cursos de Engenharia do *Campus* Curitiba da UTFPR, no período de 2010 a 2019. Registre-se que a UTFPR possui sedes em 13 cidades

do estado do Paraná, contudo, os dados apresentados estão limitados aos cursos de Engenharia ofertados no *Campus* Curitiba. Os cursos considerados nessa análise são os de Engenharia Elétrica e de Engenharia Mecânica – cada um com duas entradas de 44 alunos por semestre – e os demais cursos de Engenharia – com uma entrada de 44 alunos por semestre –, a saber: Engenharia Civil, Engenharia da Computação, Engenharia de Controle e Automação e Engenharia Eletrônica. Dois novos cursos que ainda não possuem turma de alunos formados, mas têm ingresso de 44 alunos por semestre, também foram considerados nessa análise: Engenharia Mecatrônica e Engenharia Ambiental e Sanitária. Nesse cenário, o *Campus* Curitiba da UTFPR recebe, em 8 cursos de Engenharia, 440 novos alunos por semestre ou 880 novos alunos por ano.

O número de alunos ingressantes por meio do Sistema de Seleção Unificada (SiSU) é crescente, devido à oferta dos novos cursos de Engenharia citados e em implantação no *Campus*, durante o período apresentado no Gráfico 1. Porém, a curva dos alunos que concluem os cursos não acompanha a mesma tendência de crescimento. De fato, pode ser observado no Gráfico 1 que o número de ingressantes nos 8 cursos de Engenharia do *Campus* subiu de 616 vagas ocupadas em 2010 para 880 ocupadas em 2019. Ao mesmo tempo, verifica-se que o número de concluintes não acompanha o crescimento das vagas ofertadas, mantendo-se numa proporção que raramente atinge 50% destas. Sendo assim, é correto afirmar que o aproveitamento é menor que 50%? Ou mesmo afirmar

que o aumento de vagas não corresponde ao investimento feito, ou seja, que somente gerou aumento de evasão e retenção nos cursos?

Gráfico 1 – Ingressantes e concluintes nos cursos de Engenharia da UTFPR – *Campus* Curitiba



Fonte: dados da pesquisa

A resposta pode exigir que os dados sejam contemplados sob outro aspecto, diferente do ilustrado no Gráfico 1. A análise deste Gráfico é suscetível de contestação quando se pretende abordar a questão do aproveitamento do aluno de modo qualitativo ou, até mesmo, a eficiência do processo de ensino-aprendizagem nos cursos da Universidade. O número de ingressantes e concluintes em um determinado período, como apresentado no Gráfico 1, indica a relação de entrada e saída do curso de maneira global, mas não retrata diretamente a relação vaga ofertada para aluno formado. Isso porque não existe correlação entre as vagas de

interessantes e concluintes, uma vez que cada um destes grupos representa indivíduos totalmente distintos, no caso, calouros e formandos. Portanto, essa análise global não permite observar a real trajetória do aluno no curso ao longo de seu itinerário formativo, pois que ela não mostra em detalhes o que ocorre com o histórico da vaga de tal aluno.

Assim sendo, propõe-se, neste capítulo, apresentar importantes dados adicionais considerando-se a análise cronológica do acompanhamento das vagas ofertadas em um período específico. Desse modo e com foco nesse tipo de análise, na Seção 3, são mostrados os dados referentes ao acompanhamento histórico das vagas ofertadas, em um determinado período, para apontamento de percentuais de conclusão, evasão e retenção nas Engenharias da UTFPR – *Campus Curitiba*.

3 ANÁLISE HISTÓRICA DAS VAGAS

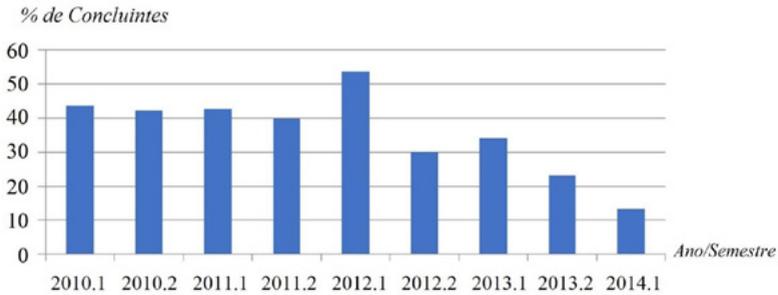
Nesta seção, os dados referentes ao acompanhamento do histórico das vagas dos estudantes que ingressaram de 2010 a 2014 são apresentados. Nesse caso, a série histórica foi definida entre os semestres 2010.1 e 2014.1 por considerar que os estudantes ingressantes a partir de 2014.2 têm o prazo para completar os cinco anos regulares atinentes aos respectivos projetos pedagógicos, ou seja, o semestre 2019.1. As informações são apresentadas para elucidar os seguintes aspectos: i) taxa de conclusão do curso; ii) tempo de permanência

no curso; iii) taxa de evasão no curso; iv) tempo de permanência no curso até a desistência. Assim, pretende-se observar os números de modo a esclarecer dúvidas, tais como: para os alunos que ingressaram em 2010.1, qual o percentual de concluintes e de desistentes? E dos alunos que ingressaram de 2010 a 2014, qual o percentual que concluiu o curso em 10 semestres ou mais? Ou, ainda, dos desistentes, quantos desistiram após cursarem, no máximo, 4 semestres ou menos? A reflexão sobre tais perguntas só é possível a partir da análise apresentada nesta seção.

3.1 Taxa de conclusão do curso

No Gráfico 2, estão apresentados os percentuais de concluintes nos cursos de Engenharia ofertados no *Campus* Curitiba da UTFPR, referentes a alunos ingressantes desde o 1º semestre de 2010 (2010.1) até o 1º semestre de 2014 (2014.1).

Gráfico 2 – Concluintes nas Engenharias do *Campus* Curitiba da UTFPR, entre 2010 e 2014



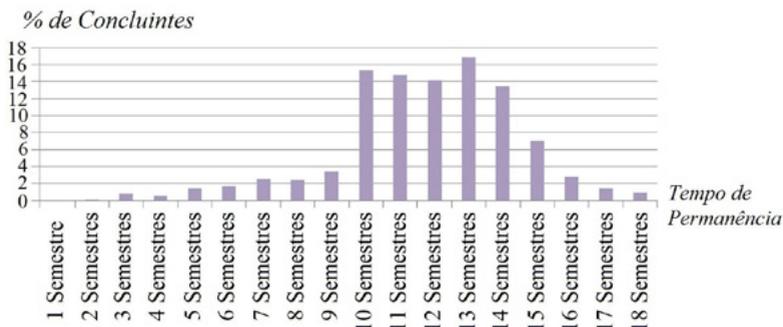
Fonte: dados da pesquisa

Ressalte-se que os números não consideram os diferentes tempos de permanência no curso até a conclusão, mas somente apresentam a taxa de alunos que ingressaram em determinado semestre e que concluíram o curso com êxito. Vale destacar ainda que, para o período apresentado, os ingressantes de 2012.1 representam o maior percentual de concluintes, ultrapassando 50%, e que os menores percentuais de conclusão observados a partir de 2012.2 não determinam, efetivamente, queda na taxa de conclusão, considerando-se que o tempo de permanência dos alunos antes da conclusão, via de regra, ultrapassa o período regular de cinco anos. De fato, essa média histórica se mantém em torno de seis anos e meio; tal efeito pode ser observado no comportamento dos dados no Gráfico 3.

3.2 Tempo de permanência no curso

O Gráfico 3 ilustra o tempo de permanência para a conclusão do curso, considerando os alunos ingressantes durante os semestres de 2010.1 a 2014.1. Cabe salientar que alguns alunos se formam antes de 10 semestres, o que pode ocorrer devido a processos de transferência ou de reingresso de veteranos, por exemplo. Essas situações, após convalidações de disciplinas, permitem que o aluno pule etapas e ingresse em períodos adiantados da matriz do curso. Observa-se, de maneira relevante, que 74,7% dos formandos frequentam o curso por um período de 10 a 14 semestres, ou seja, a maioria ultrapassa os 10 semestres matriculados até se formarem. Isso ajuda a explicar a queda no percentual de conclusão indicado no Gráfico 2, permitindo inferir que uma parcela considerável de ingressantes nos semestres 2012.2 a 2014.1 concluirão o curso em 2019 ou 2020.

Gráfico 3 – Tempo de permanência nas Engenharias do *Campus* Curitiba da UTFPR, de 2010 a 2014



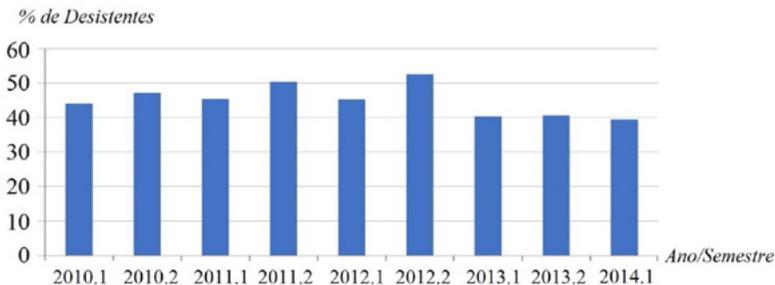
Fonte: dados da pesquisa

3.3 Taxa de evasão

Os percentuais dispostos no Gráfico 4 representam as taxas de evasão dos alunos ingressantes, também no período compreendido entre os semestres 2010.1 e 2014.1. Diferentemente da relação de alunos ingressantes *versus* concluintes ilustrada no Gráfico 1, neste caso, a evasão remete ao semestre de ingresso do aluno, ou seja, assim como no caso Gráfico 2, também se observa uma diminuição nos valores a partir de 2013.1, comportamento que ocorre, provavelmente, pelos mesmos motivos lá destacados. No entanto, é importante salientar que os números de evasão são mais consolidados, uma vez que a desistência se efetiva majoritariamente nos primeiros períodos, como pode

ser observado no Gráfico 5, que aborda o tempo de permanência até a desistência.

Gráfico 4 – Evasão nas Engenharias do *Campus* Curitiba da UTFPR, de 2010 a 2014

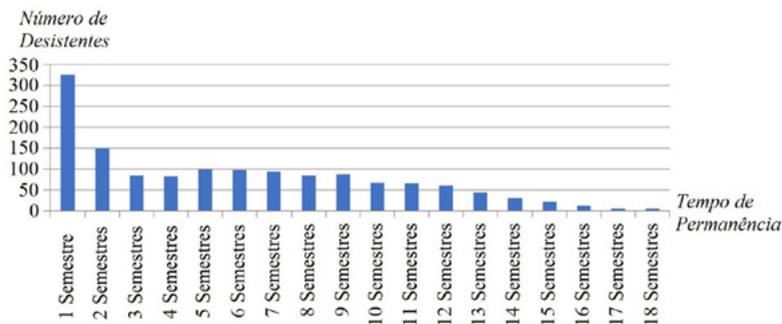


Fonte: dados da pesquisa

3.4 Tempo de permanência no curso até a desistência

O Gráfico 5 indica o tempo que o aluno permanece no curso até desistir e evadir. Neste caso, os valores apresentados são absolutos, ou seja, referem-se ao número de alunos que evadiram dos oito cursos de Engenharia do *Campus* Curitiba da UTFPR, considerando os ingressantes nos semestres entre 2010.1 e 2014.1. Observa-se que a maior desistência se concentra nos primeiros semestres, especialmente para os alunos que concluem somente o primeiro semestre letivo, ou até mesmo desistem antes de concluí-lo.

Gráfico 5 – Tempo de permanência, até a desistência, nas Engenharias do *Campus* Curitiba da UTFPR, de 2010 a 2014

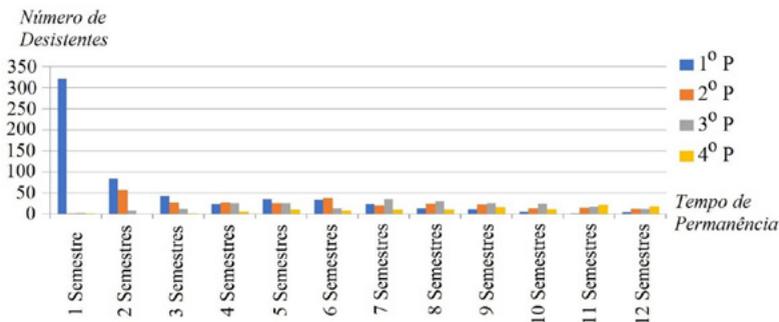


Fonte: dados da pesquisa

Da série histórica analisada, 22,9% de todas as desistências referem-se a estudantes que permanecem somente um semestre no curso. Se forem considerados os dois primeiros semestres de permanência, esse percentual é de 33,5%, atingindo 59,3% para os alunos que permanecem seis semestres no curso, quatro semestres antes de atingir o número mínimo regular da formação. Outra informação relevante extraída do Gráfico 5 consiste no percentual de desistentes que frequentam o curso por sete ou mais semestres. Assim, ao desconsiderar os desistentes que frequentaram o curso por dezessete e dezoito semestres e, portanto, atingiram sério risco de sofrerem processo de jubilação, resta um montante de 40% de desistência para os alunos que convivem no dia a dia do curso por um período de sete a dezesseis semestres.

Desse modo, dois aspectos merecem destaque: i) a taxa de evasão indicada no Gráfico 4 tende a subir, em especial para os ingressantes de 2013.1 a 2014.1; ii) por que os alunos desistem após frequentarem as aulas durante sete a dezesseis semestres letivos, uma vez que se trata de um tempo considerável investido no curso? A resposta está no comportamento representado no Gráfico 6, que indica a existência de uma relação entre o tempo de permanência no curso antes da desistência e o período no qual o aluno se encontra quando desiste.

Gráfico 6 – Tempo de permanência no curso *versus* semestre para alunos ingressantes, de 2010 a 2014



Fonte: dados da pesquisa

No Gráfico 6, os números referentes a 87,4% dos desistentes são apresentados, considerando os alunos ingressantes nos semestres entre 2010.1 e 2014.1, ou seja, o Gráfico não contempla o percentual de 12,6% que desistem após frequentarem o curso por 13 ou mais semestres. Uma informação relevante refere-se

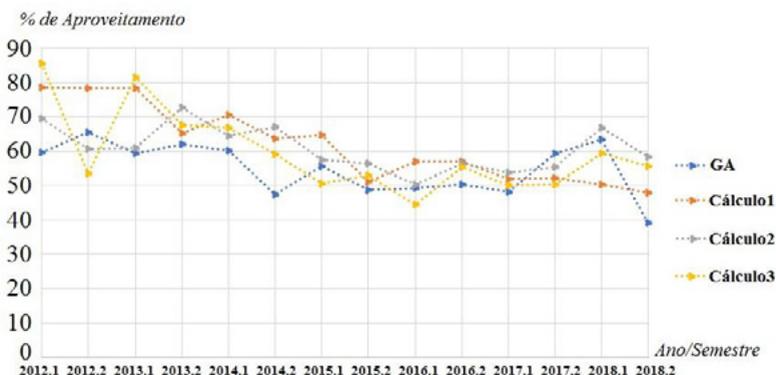
ao número de alunos que desistem cursando somente os dois primeiros anos do curso. Outra informação importante é que boa parte desses alunos permanecem matriculados no curso por um tempo significativo, mesmo quando não conseguem progredir nos períodos da matriz curricular. Destaca-se, ainda, que muitos estudantes desistem em períodos iniciais; por exemplo, 42,4% dos desistentes não passam do primeiro semestre do curso, mesmo frequentando e estando regularmente matriculado por doze semestres. Na mesma linha, tem-se que 20,2% não passam do segundo semestre, 16,7% não passam do terceiro semestre e 8,2% não passam do quarto semestre.

Assim, há uma terceira questão que merece destaque: as disciplinas iniciais ofertadas nos cursos de Engenharia são elementos catalisadores da elevada desistência? Em virtude dessa alta desistência nos primeiros dois anos, cabe analisar os números de disciplinas que, classicamente, apresentam alta retenção, como aquelas relacionadas à Matemática.

Nos Gráficos 7 a 9, são apresentados os percentuais de aproveitamento, evasão e retenção, respectivamente, nas disciplinas de Cálculo 1, Cálculo 2, Cálculo 3 e Geometria Analítica e Álgebra Linear dos cursos de Engenharia analisados, durante o período de 2012 a 2018. Importante mencionar que nos cursos de Engenharia da UTFPR “Geometria Analítica e Álgebra Linear” compõe uma única disciplina, aqui representada pela sigla GA. O aproveitamento é obtido considerando

os alunos que são aprovados ou reprovados por nota, excluindo-se os desistentes.

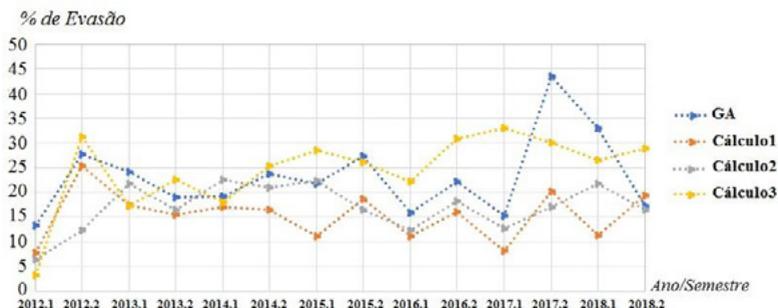
Gráfico 7 – Aproveitamento nas disciplinas de Cálculo, Geometria Analítica e Álgebra Linear nas Engenharias da UTFPR, de 2012 a 2018



Fonte: dados da pesquisa

Nos cálculos de evasão, são considerados os alunos desistentes em relação a todos os alunos matriculados na disciplina, ou seja, esses percentuais englobam os alunos reprovados tanto por nota como por frequência (desistentes da disciplina).

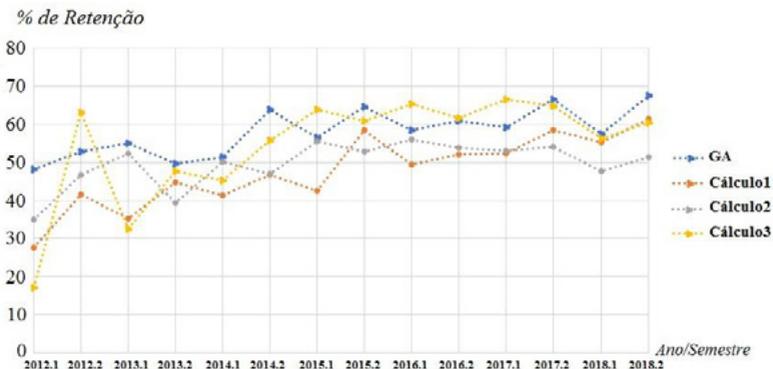
Gráfico 8 – Evasão nas disciplinas de Cálculo, Geometria Analítica e Álgebra Linear nas Engenharias da UTFPR, de 2012 a 2018



Fonte: dados da pesquisa

A retenção, por sua vez, considera todos os alunos, tanto os reprovados exclusivamente por nota (não desistentes) quanto os que desistem da disciplina (reprovados por nota e frequência). À luz dessas observações, destacam-se três aspectos: i) salvo alguns picos de ampliação, a evasão mantém-se constante, e, para as disciplinas de Cálculo, as curvas tendem a se replicar, com o efeito de aproveitamento ou retenção se repetindo de uma disciplina para a outra; ii) das quatro disciplinas elencadas, GA é a que apresenta a maior retenção e o menor aproveitamento; iii) o fenômeno da retenção é um sério problema nas Engenharias.

Gráfico 9 – Retenção nas disciplinas de Cálculo, Geometria Analítica e Álgebra Linear nas Engenharias da UTFPR, de 2012 a 2018



Fonte: dados da pesquisa

Esses três aspectos vêm funcionando como elementos orientadores para processos de reestruturação das matrizes curriculares de todos os cursos de Engenharia da UTFPR. Os primeiros cursos a serem reestruturados, considerando essas informações, foram os cursos de Engenharia Eletrônica e Engenharia Mecânica do *Campus Curitiba*. As matrizes curriculares desses dois cursos estão ainda em processo de implantação, e os resultados acadêmicos estão sendo monitorados por suas coordenações e colegiados.

Outra discussão relevante neste estudo refere-se à atratividade dos cursos de Engenharia e o quanto a formação do estudante está vinculada à demanda da sociedade, no que diz respeito às necessidades do mercado de trabalho, à pesquisa, à inovação e à sua aplicação na solução de problemas reais e na melhoria

da qualidade de vida das pessoas. Nesse sentido, pode-se afirmar que, entre as possibilidades de desenvolvimento das competências relevantes para o futuro profissional em Engenharia, está o uso de práticas que promovam a aprendizagem ativa (CNE, 2019a, 2019b). Lima, Andersson e Saalman (2017) definem a aprendizagem ativa como aquela que “motiva e desafia os estudantes, utilizando situações da vida real e situações imaginárias, a partir das quais os estudantes engajam-se em tarefas que demandam pensamento de alta ordem, como análise, síntese e avaliação”.

Nesse contexto, alguns cursos têm fornecido aos estudantes essas situações motivadoras e desafiadoras, que consistem em uma adaptação da Aprendizagem Baseada em Projetos (*Project-Based Learning* – PjBL) e da Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem-Based Learning* – PBL). Tais práticas são consideradas fundamentais para a promoção da aprendizagem ativa, trazendo uma aprendizagem sólida e duradoura para a formação do egresso (MASSON *et al.*, 2012; CHRISTIE, GRAAFF, 2017).

É importante salientar que, embora sejam empregadas para identificar a mesma prática, PjBL e PBL são abordagens diferentes. Assim, Perrenet, Bouhuijs e Smits (2000) apontam que tais diferenças podem ser relevantes, pois, enquanto a PjBL enfatiza trabalhos conectados à realidade profissional e à gestão dos projetos, a PBL – apresentada por Bender (2015), que também é uma excelente prática – enfatiza aspectos com menor foco no que se chama gestão de projetos.

Aspectos como gerenciamento de tempo, gerenciamento de recursos e divisão de tarefas são muito importantes na PjBL e menos acentuados na PBL.

Outra distinção que merece destaque é que, enquanto a PBL está mais direcionada à aquisição de conhecimento, a PjBL enfatiza sua aplicação, com foco na colaboração entre os estudantes e nos projetos em equipe. Na abordagem PjBL, o estudante assume um papel central na condução do projeto, e o professor assume o papel de facilitador do processo de aprendizagem, e não mais o de transmissor de conhecimento (ENEMARK; KJAERSDAM, 2009). Portanto, a PjBL pode ser considerada uma das principais práticas de ensino para a promoção da aprendizagem ativa (MASSON *et al.*, 2012; CHRISTIE; GRAFF, 2017), já que a elaboração de um projeto de Engenharia demanda, fundamentalmente, os elementos mencionados anteriormente como característicos dessa abordagem, que são a análise, a síntese e a avaliação.

4 APRENDIZAGEM ATIVA E REESTRUTURAÇÃO CURRICULAR – ESTUDO DE CASO

Segundo Moesby (2009), a PjBL pode ser implementada em diferentes níveis do ponto de vista organizacional (ponto de vista dos professores e gestores envolvidos): nível individual, nível de grupo e nível institucional. No nível individual, o projeto é proposto em uma disciplina e está delimitado pelo seu conteúdo. No nível de grupo, os conteúdos de mais de

uma disciplina são contemplados e, nesse caso, seus professores podem propor um único projeto de um único problema em conjunto. Alternativamente, pode existir uma disciplina separada e que não necessariamente se comunica ou está diretamente relacionada com as demais disciplinas – mas utiliza seus conteúdos –, dedicada, exclusivamente, ao desenvolvimento de um projeto. No nível institucional, as disciplinas são desenvolvidas a partir do projeto apresentado, ressaltando-se que, segundo essa metodologia, o projeto é o fio condutor dos conteúdos a serem abordados durante o curso ou parte dele. Em outras palavras, o projeto situa-se no centro do processo de aprendizagem e é ele que estabelece quais conteúdos são abordados nas disciplinas. No entanto, a PjBL no nível institucional só é obtida a partir de uma forte mudança de postura e mentalidade de todos os membros da organização, pois requer uma transformação cultural significativa de toda a instituição, de modo que esta passe a considerar o projeto como o centro do processo de aprendizagem. Já a PjBL no nível de grupo, ainda que também possa despertar alguma relutância por parte dos professores, é mais fácil de ser aceita (MOESBY, 2009).

Um dos cursos de Engenharia ofertados no *Campus* Curitiba da UTFPR e incluído nas análises da Seção 3, o de Engenharia de Computação, incorpora a PjBL em seu currículo, implementando-a no nível de grupo desde a sua abertura, em 2007. Nesse caso, a PjBL ocorre por meio de disciplinas denominadas Oficinas de Integração (OIs), inseridas no terceiro semestre (Oficina

de Integração 1 – OI1), no sexto semestre (Oficina de Integração 2 – OI2) e no oitavo semestre (Oficina de Integração 3 – OI3), ao longo dos dez semestres de duração do curso (UTFPR, 2016). As OIs adotam o modelo de disciplinas separadas, dedicadas exclusivamente ao desenvolvimento de um projeto ou para a solução de um problema de Engenharia. A carga horária em sala de aula de cada uma delas é de 45 horas, distribuída em encontros semanais de 2 horas 30 minutos cada. As proporções de carga horária ocupadas pelas OIs são de 12% do semestre para OI1, 14% do semestre para OI2 e 27% do semestre para OI3.

É importante destacar que o modelo de disciplinas separadas adotado não implica que as OIs prescindam das demais disciplinas ou desconsidere a importância da comunicação entre elas. Os desafios de Engenharia trabalhados em OIs demandam os conteúdos abordados nas unidades curriculares anteriores e concomitantes e, portanto, valorizam e promovem a articulação entre as demais disciplinas. Considerando o caráter multidisciplinar dos temas, cada uma das OIs é ministrada por dois professores, simultaneamente, em sala de aula, durante a carga horária total da disciplina. Os docentes atuam como orientadores dos alunos durante todas as etapas da disciplina – proposta, concepção, execução, gerenciamento, documentação e defesa. Os estudantes são divididos em equipes que desenvolvem *hardware* e *software* de níveis de complexidade compatíveis com os conhecimentos adquiridos até a disciplina em questão – OI1, OI2 ou OI3. O capítulo presente no segundo volume

de livros sobre Educação em Engenharia, intitulado “Aplicação de Aprendizagem Baseada em Projetos por meio de disciplinas integradoras: experiência do curso de Engenharia de Computação da UTFPR”, fornece mais detalhes sobre tais oficinas de integração.

Os temas são sugeridos pelas próprias equipes e apresentados aos professores na forma de um documento de proposta de projeto ou proposta de solução. Os professores discutem com as equipes a viabilidade da proposta, realizam eventuais ajustes e, no decorrer do semestre, acompanham o cumprimento do cronograma proposto. Ao final do semestre, as equipes apresentam os trabalhos a uma banca de professores de diferentes áreas do conhecimento, que avaliam e retornam aos alunos suas impressões a respeito de vários aspectos do projeto ou da solução.

Pelo fato de ocorrer no oitavo dos dez semestres letivos de duração do curso, a disciplina OI3 é a que permite que os professores encorajem propostas mais audaciosas, amplas e complexas. No segundo semestre de 2018, por exemplo, os projetos entregues pelos alunos foram os seguintes (UTFPR, 2020): robô inspirado no Star Wars BB-8, controlado por celular; sistema para monitoramento e auxílio no cuidado da saúde de idosos; sistema de monitoramento remoto de animais silvestres via RF; sistema versátil de reprodução de áudio controlado remotamente; e robô para a entrega automática de alimentos em um balcão de restaurante. Não obstante o fato de o pioneirismo pertencer ao curso de Engenharia de Computação, os benefícios na formação

do egresso provenientes da aplicação dessa abordagem de ensino já estão bastante evidenciados na instituição. Cabe lembrar que, atualmente, as outras Engenharias ofertadas, como Eletrônica, Mecânica e Mecatrônica, também têm incorporadas em seus currículos disciplinas voltadas para a aprendizagem ativa.

No caso da Engenharia Eletrônica, o aluno e sua equipe definem problemas e projetos que deverão ser conduzidos de maneira similar ao descrito para a execução da PjBL na Engenharia de Computação, com a particularidade de essa definição ocorrer a partir dos 14 grandes desafios de Engenharia. Assim, na Engenharia Eletrônica, as equipes devem identificar, delimitar e caracterizar o projeto tendo como referência os grandes desafios globais da sociedade e do mundo atual¹. No curso de Engenharia Eletrônica, as práticas de aprendizagem ativa adotadas foram inspiradas pelos relatos apresentados por Mahdiraji *et al.* (2019). Mesmo assim, a mesma explicação apresentada por Moesby (2009) para a PjBL, definindo os diferentes níveis do ponto de vista organizacional – nível individual, de grupo ou institucional –, pode ser aplicada em ambos os cursos.

Historicamente, o curso de Engenharia Eletrônica – que foi lançado em 1978 como um dos primeiros cursos superiores da Instituição, então denominado Engenharia Industrial Elétrica, com ênfase em Eletrônica e Telecomunicações – teve sua última reformulação

1 Apresentados no endereço <http://www.engineeringchallenges.org/>.

completa de seu projeto pedagógico aprovada em 2019. Essa reestruturação não teve como objetivos apenas atualizar suas unidades curriculares ou corrigir possíveis falhas de currículo, mas sim:

- Reduzir as dificuldades que os alunos enfrentam no início do curso com disciplinas de elevada carga cognitiva e abstração;
- Motivar e acolher o aluno;
- Fornecer situações em que a Aprendizagem Baseada em Projetos (PjBL) possa ser empregada;
- Possibilitar, aos alunos interessados, disciplinas criadas e executadas na língua inglesa;
- Fornecer disciplinas humanísticas atualizadas em suas temáticas;
- Possibilitar que o aluno elabore um plano e projeto de carreira no início do quarto ano letivo, o qual será executado nos dois últimos anos do curso.

Tipicamente, sabe-se que o estudante, ao ingressar em um curso de Engenharia, enfrenta disciplinas de elevada complexidade cognitiva e abstração, tais como Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Analítica e Álgebra Linear, Física e aquelas relacionadas à Programação de Computadores, que representam um enorme desafio ao aluno novato. Esse desafio, sem sombra de dúvida, serve de elemento catalisador para os elevados índices de reprovação ou evasão no primeiro ou segundo ano letivo. Figurativamente falando, não é exagero considerar essas disciplinas como uma barreira que nem todos os estudantes ingressantes se habilitam

a sobrepujar. Na reformulação curricular do curso de Engenharia Eletrônica, optou-se por um conceito de “rampa”, em vez de “barreira”, ou seja, o aluno ingressante frequenta, em seu primeiro semestre letivo, uma disciplina niveladora denominada de Pré-Cálculo. Além dessa disciplina, outras têm a função de acolher o aluno para dar uma visão geral da área escolhida e formar um “amante” ou hobbista da Eletrônica. Na sequência, no segundo semestre letivo, o aluno tem acesso ao Cálculo Diferencial e Integral 1 e à Geometria Analítica e Álgebra Linear. Somente a partir do terceiro semestre letivo é que ele, já mais experiente, inicia os seus estudos em Física.

As disciplinas com reconhecido elevado índice de reprovação e abandono foram separadas e não mais são ofertadas de forma concomitante, mas sim em períodos letivos distintos. Na reformulação do currículo, duas disciplinas específicas para a PjBL foram inseridas no início do segundo e do quarto ano. Nessas disciplinas, o aluno tem a possibilidade de vivenciar o “ser engenheiro”, em que ser capaz de enfrentar desafios e problemas com trabalho em grupo é a habilidade ou competência a ser exercitada. Concluindo o uso da PjBL, o Trabalho de Conclusão de Curso no quinto e último ano do curso de Engenharia Eletrônica permite ao aluno vivenciar de maneira mais formal e definitiva o “ser engenheiro”, com olhos voltados para os grandes desafios da sociedade global.

Outro aspecto a ser destacado foi a escolha de treze disciplinas técnicas obrigatórias para a formação do

engenheiro e a definição de mecanismos para estas também serem ofertadas em idioma inglês. No primeiro semestre letivo de 2020, foi ofertada apenas aos alunos interessados a disciplina *Embedded Systems*, e, para o próximo semestre letivo, outras três disciplinas serão ofertadas em inglês. Tipicamente, em uma reforma curricular, o foco da equipe responsável por esse trabalho está nas disciplinas técnicas da formação do engenheiro. Na reformulação do curso apresentada, buscou-se romper com essa prática. Disciplinas tais como Primeiros Socorros para a Engenharia, Prática de Interações Humanas com a Música, entre outras, foram definidas para permitir ao aluno também praticar e exercitar sua humanidade. Destaque-se também a oportunidade que o estudante tem, ainda durante a sua graduação, de direcionar os seus dois últimos anos para o início de sua carreira. É nesse período que os limites do curso são excluídos, e o aluno enfrenta o dilema de escolher ou definir, por si só, novas trajetórias para a sua formação.

Dentro do escopo do assunto tratado neste capítulo, começam a surgir os primeiros levantamentos de dados indicativos de que a taxa de evasão acadêmica no início do curso reduziu de forma significativa. Entretanto, considera-se prematuro afirmar que o primeiro objetivo aqui apontado está sendo atingido. Por certo, dados mais consolidados serão obtidos após a conclusão da primeira turma nessa nova grade curricular.

5 ANÁLISE E CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante destacar que os números apresentados neste capítulo não consideram situações de trancamento, afastamento e reingresso de veteranos como calouros por meio de novo processo de seleção, que são situações que podem acrescentar variações. Por outro lado, o objetivo proposto foi verificar o aproveitamento da vaga em si e, por isso, tais situações não interferiram na análise. Na UTFPR, algumas discussões estão sendo propostas no intuito de diminuir a evasão e a retenção, sendo que algumas já foram incorporadas nos currículos dos cursos de Engenharia ofertados.

Quanto à evasão e à retenção, algumas das questões que estão sendo discutidas na UTFPR referem-se a dois aspectos distintos: i) resgate didático pedagógico; e ii) aproveitamento de vaga.

O primeiro aspecto visa à recuperação do aluno, tendo como objetivo fornecer subsídios para que ele adquira os conhecimentos necessários para acompanhar o curso e não ficar retido ou se tornar um desistente. Nesse caso, as ações têm englobado a inclusão de disciplinas como Pré-Cálculo, o que pode vir a compensar as deficiências advindas da heterogeneidade do conhecimento adquirido no ensino médio. Como pode ser observado nos Gráficos 7 a 9, a retenção nas disciplinas de Cálculo e Geometria Analítica e Álgebra Linear (GA) é um dos maiores problemas relacionados à desistência, e um dos motivos inferidos para tal situação está relacionado justamente à falta de conhecimento

prévio de Matemática. Nesse aspecto, também se discute o ensino de Cálculo e de Física de modo contextualizado e relacionado a aspectos do curso. Ainda cabe destacar o caso específico da UTFPR para a disciplina de Geometria Analítica e Álgebra Linear, que atualmente se trata de uma única disciplina, sugerindo a dispensabilidade de se contemplar Geometria Analítica e Álgebra Linear como duas disciplinas distintas.

O segundo aspecto é referente ao aproveitamento de vagas, que exige ação envolvendo decisões de gestão, e não somente de aspectos didáticos. As decisões já discutidas no *Campus* Curitiba e na instituição legislam a respeito dos processos de transferência e aproveitamento de vagas e também dos processos de desligamento por baixo desempenho, situação que ocorre após o acompanhamento do aluno na tentativa de ajudá-lo, mas que acaba não surtindo efeito. Observa-se que alunos com baixos coeficientes de rendimento de hoje são futuros desistentes. De fato, é muito difícil apontar as causas das desistências por baixo desempenho, uma vez que tais situações envolvem motivos particulares e específicos. Contudo, esse pode ser considerado um ponto muito relevante, pois, como pode ser observado nos Gráficos 5 e 6, tem-se um número relativo significativo de alunos que desistem após 10, 11 ou 12 semestres frequentando o curso, ou mesmo situações em que o aluno desiste do curso após 12 semestres, enquanto ainda está cursando disciplinas do primeiro, segundo, terceiro ou quarto semestres.

Quanto a melhorar a capacitação profissional do egresso, verifica-se que o emprego de metodologias ativas está sendo uma prática efetiva, algo que já é realidade em algumas Engenharias da UTFPR e que vem ganhando adesão dos professores de forma crescente. Também é possível afirmar que as disciplinas baseadas em aprendizagem ativa, como OI1, OI2 e OI3, propiciam o desenvolvimento de competências importantes para o futuro profissional em Engenharia. Entre essas competências – enfatizadas nas novas DCN das Engenharias (CNE, 2019a, 2019b) –, estão a atuação em equipe, a comunicação eficiente nas formas escrita, oral e gráfica, e a conscientização do papel do futuro profissional na construção da sua formação, entre outras. Como indicativo do sucesso dessas disciplinas, estão: a) o reconhecimento por parte dos alunos da importância e da contribuição dos temas ministrados e das práticas abordadas, registrado por meio de pesquisas de opinião e fóruns; b) o envolvimento cada vez maior dos professores, constatado pelas manifestações de interesse em ministrar as disciplinas; c) a inserção das OIs em currículos de outros cursos de graduação da instituição, notadamente as Engenharias.

Finalmente, pode-se concluir que a evasão e a retenção formam uma realidade na qual a gestão das universidades precisa atuar, em especial nas Engenharias, de forma contundente. Reconhece-se, por oportuno, que é mais fácil levantar o problema do que propor soluções que o resolvam de forma pragmática. Por certo, o caminho não está restrito a uma única

proposição, tampouco é possível um resultado assertivo e rápido. Qualquer movimento de mudança em Educação requer cautela, prudência e paciência, e o resultado de uma mudança de rumo será evidenciado no momento da formatura do estudante, e mais ainda por meio da percepção de como esse profissional está sendo recebido no mercado ou em qualquer setor em que passe a atuar. A proposta deste capítulo foi “jogar luz” nos dados durante o caminho realizado, de forma a evidenciar o que ocorre com o estudante desde seu ingresso até sua formatura ou desistência, e não somente observar os dados de entrada e saída de forma global. De forma complementar, procurou-se apresentar o que se fez e o que se está fazendo no *Campus* Curitiba da UTFPR para buscar caminhos que diminuam a desistência e aumentem a atratividade dos oito cursos de Engenharia ofertados à comunidade.

REFERÊNCIAS

BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos:** educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: Penso, 2015.

CHRISTIE, M.; GRAAFF, E. The philosophical and pedagogical underpinnings of Active Learning in Engineering Education. **European Journal of Engineering Education**, v. 42, n. 1, p. 5-16, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1080/03043797.2016.1254>

160. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03043797.2016.1254160>. Acesso em: maio 2021.

CNE – CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Parecer CNE/CES nº 1/2019**. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, DF: CNE, 2019a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/marco-2019-pdf/109871-pces001-19-1/file>. Acesso em: jan. 2020.

CNE – CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, DF: MEC, 2019b. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: jan. 2020.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Destaque de inovação**: recomendações para o fortalecimento e modernização do ensino de Engenharia no Brasil. Brasília: CNI, 2018.

ENEMARK, S; KJAERSDAM F. A APB na teoria e na prática: a experiência de Aalborg na inovação do projeto no ensino universitário. *In*: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (org.). **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. São Paulo: Summus, 2009. p. 17-41.

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

MAHDIRAJI, G. A. *et al.* **Engineering grand challenges in scholar programs**. Singapore: Springer, 2019.

MASSON, T. J. *et al.* Metodologia de ensino: Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL). *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE), 40., 2012, Belém. **Anais [...]**. Belém: ABENGE, 2012.

MOESBY, E. Perspectiva geral da introdução e implementação de um novo modelo educacional focado na aprendizagem baseada em projetos e problemas. *In*: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (org.). **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. 3. ed. São Paulo: Summus, 2009. p. 43-78.

PERRENET, J. C.; BOUHUIJS, P. A. J.; SMITS, J. G. M. M. The suitability of Problem-based Learning for Engineering Education: theory and practice. **Teacher in High Education**, v. 5, n. 3, p. 345-358, 2000. DOI: <http://doi.org/10.1080/713699144>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/713699144>. Acesso em: maio 2021.

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Departamento Acadêmico de Eletrônica – DAELN.

Departamento Acadêmico de Informática – DAINF.
Oficina de Integração 3: projetos. Curitiba: UTFPR, 2020. Disponível em: <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/gustavobborba/material/if66j-s71-projetos>. Acesso em: fev. 2020

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Projeto Pedagógico do curso de Engenharia de Computação: dezembro de 2016. Atualização aprovada pela Resolução COEPP n. 13/2017 de 23/02/2017. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017. Disponível em: https://engcomp.dainf.ct.utfpr.edu.br/downloads/PPC_EngComp_UTFPR_Curitiba_2017.pdf. Acesso em: fev. 2020.

Capítulo 8

PROJETO INTEGRADOR NA PRIMEIRA FASE DE UM CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA: Uma Vivência da Prática da Profissão com Autonomia e Criatividade

Pablo Dutra da Silva – IFSC – Jaraguá do Sul - Rau

1 INTRODUÇÃO

Diversos estudos têm buscado mapear os motivos para o alto índice de evasão e de retenção dos cursos superiores, principalmente dos cursos de Engenharia (BARBOSA, MEZZOMO, LODER, 2011; PEREIRA *et al.*, 2006; REIS, CUNHA, SPRITZER, 2012; RIOS, SANTOS,

NASCIMENTO, 2001). Isso evidencia a preocupação que as instituições têm com a temática e que a pesquisa serve como ambiente de discussão desse tipo de fenômeno, além de servir como impulsionadora de ações para sua redução. A maioria desses estudos são realizados de forma quantitativa, como o que pode ser verificado em Silva Filho *et al.* (2007), onde fizeram uma análise dos dados de evasão oficiais, correlacionando-os com as demandas de cursos e, também, comparando-os com índices internacionais. Nesse trabalho, verifica-se que essa é uma preocupação mundial, visto que as médias dos indicadores de evasão e retenção dos cursos de Engenharia brasileiros são muito consistentes com cursos similares ao redor do mundo.

Alguns estudos tentam mapear os motivos da evasão por parte dos estudantes (APPIO *et al.*, 2016; BARBOSA, MEZZOMO, LODER, 2011; BARDAGI, HUTZ, 2009; REIS, CUNHA, SPRITZER, 2012;). O trabalho de Appio *et al.* (2016), por exemplo, faz uma pesquisa qualitativa, com base em entrevistas, para mapear os motivos da desistência do curso. Nesse trabalho, alguns dos motivos mapeados são de caráter interno à instituição de ensino superior ou são, além de internos, resultantes da formação precedente. Dentro dos fatores internos à instituição ou ao curso mapeados pela pesquisa estão, entre outros: i) o uso de metodologias de ensino ultrapassadas; ii) a falta de contato prático ou teórico com temas relacionados à profissão nos primeiros semestres; iii) a carência de ambientes que favoreçam a aprendizagem compartilhada e colaborativa entre os estudantes.

Nos demais estudos analisados, há sugestões de como as problemáticas citadas podem ser enfrentadas. Na pesquisa de Reis, Cunha e Spritzer (2012), a inovação nos modelos de aprendizagem é apresentada como um dos componentes mais importantes para o sucesso da aprendizagem e, por conseguinte, da não evasão do estudante. O estudo de Pereira *et al.* (2006) apresenta um relato de experiência em que os índices de evasão diminuíram com a adoção de uma série de medidas, entre as quais podem ser citadas: i) a conscientização da aplicação dos conteúdos das unidades curriculares básicas por meio de situações aplicadas à Engenharia; ii) a competição de robótica na Unidade Curricular de Introdução à Engenharia; iii) a exigência de uma disciplina rígida, principalmente com relação aos horários das aulas.

Uma conexão realizada ainda por Pereira *et al.* (2006) foi a necessária adoção de metodologias que propiciem um ambiente de aprendizagem compartilhado, colaborativo e sadio entre os estudantes. Segundo Appio *et al.* (2016), “[...]os alunos tendem a permanecer nos cursos de graduação que promovam aprendizagem [...]”. O ambiente descrito em Pereira *et al.* (2006) pode gerar diversos benefícios, não só com relação à diminuição da evasão escolar, como também no que diz respeito à postura, às atitudes e às competências fundamentais ao exercício da profissão de Engenharia do futuro.

Além das iniciativas individuais de pesquisadores e professores citados anteriormente, verificam-se iniciativas internacionais, como o *Conceive Design*

Implement Operate (CDIO), a Mobilização Empresarial pela Inovação da Confederação Nacional da Indústria (MEI/CNI) e, finalmente, que está intimamente ligada às iniciativas anteriores, as novas Diretrizes Nacionais Curriculares (DCNs) para os cursos de Engenharia do Conselho Nacional de Educação (CNE) do Brasil, citadas em Oliveira *et al.* (2019). Alguns pontos em comum dessas iniciativas são: i) a adoção de metodologias ativas de ensino; ii) a aproximação entre as atividades acadêmicas e as do mundo do trabalho; iii) o desenvolvimento de competências ligadas aos níveis cognitivos de análise, avaliação e criatividade, direcionadas à resolução de problemas e demais habilidades denominadas de *soft skills*, também citadas em Oliveira *et al.* (2019) e em Elmôr Filho *et al.* (2019).

Inspirado por essa visão, para a primeira fase – denominação que indica o período letivo no curso, que tem duração de um semestre – do curso de bacharelado em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) – *Campus Jaraguá do Sul*, foi proposta uma Unidade Curricular chamada Projeto Integrador I – Iniciação Científica. Ela foi planejada a partir da premissa de que um projeto envolvendo um circuito eletrônico poderia estimular os estudantes, mobilizando-os, uma vez que estariam em contato com a temática do curso desde seu início. Para que esse circuito seja construído, há uma série de técnicas, procedimentos e ferramentas inerentes à atuação profissional do engenheiro envolvidas nesse tipo de projeto. As técnicas e os procedimentos são

apresentados durante a fase de execução do projeto, como tutoriais guiados, de forma que, mesmo sem experiência anterior, o estudante consiga realizar a etapa planejada ao fim da aula.

Além do circuito, os estudantes são mobilizados a enfrentar o desafio de criar um produto útil utilizando o circuito eletrônico disponibilizado como base. Para tal, os alunos necessitam realizar diversos tipos de pesquisa, direcionando a proposta do produto para um determinado perfil de cliente ou para a solução de uma problemática. A conclusão dessa pesquisa inicial é a elaboração de um plano de projeto em formato de proposta para edital de fomento de pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Para finalizar o semestre, uma banca examinadora, formada por professores ou profissionais da área, avalia a apresentação do protótipo e do relatório final em uma defesa pública.

No restante deste capítulo, na seção 2, é apresentada a construção do planejamento, com seus princípios norteadores, mapeando algumas das competências e habilidades desenvolvidas durante o curso. Além disso, princípios básicos da metodologia ativa de Aprendizagem Baseada em Projetos e da metodologia de gestão de projetos utilizada são mostrados. Na seção 3, são discutidos os resultados obtidos por meio da aplicação de um questionário estruturado, respondido pelos estudantes ao final de cada semestre letivo, entre os anos de 2016 e 2018. Protótipos originais já defendidos pelos estudantes em banca examinadora e em eventos científicos são apresentados. Além disso, alguns

depoimentos de estudantes, técnicos administrativos e professores que foram, de alguma forma, impactados por este trabalho são transcritos. Por fim, discorre-se, na última seção, sobre as considerações finais deste estudo.

2 PRINCÍPIOS PARA O PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO PROJETO INTEGRADOR I

Uma das causas da evasão e retenção nos cursos de Engenharia, apontada por diversos estudos já citados, é a falta de unidades curriculares que trabalhem conceitos e procedimentos conectados com questões relacionadas às Engenharias nos seus primeiros semestres. Outra é a desconexão dos conteúdos das unidades curriculares básicas, principalmente de Matemática, com aplicações da Engenharia em estudo. Para tentar solucionar ou minimizar essa questão, algumas iniciativas foram adicionadas aos currículos dos cursos durante os anos. Uma delas foi a adição da Unidade Curricular (UC) de Introdução à Engenharia. Pereira *et al.* (2006) descrevem uma experiência nessa UC, em que uma competição de robótica é realizada. Esse é um exemplo de que atividades motivadoras levam os estudantes a serem estimulados com desafios relacionados à sua área de atuação profissional.

Segundo Bender (2014), a utilização da metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos pode ser uma alternativa bem sistematizada para minimizar ou resolver as problemáticas descritas acima. Para o autor,

a aprendizagem baseada em projetos é um modelo de ensino que consiste em permitir que os alunos confrontem as questões e os problemas do mundo real que consideram significativos, determinando como abordá-los e, então, agindo de forma colaborativa e em busca de soluções (BENDER, 2014, p. 9).

Levando em consideração uma UC que pretende utilizar a abordagem de Aprendizagem Baseada em Projetos, é necessária a apresentação de uma questão de ordem prática. Portanto, para a inserção dessa questão, foi utilizado o conceito *maker* (OLIVEIRA *et al.*, 2019). Nesse conceito, pessoas, mesmo sem formação técnica, seguem tutoriais e constroem circuitos eletrônicos funcionais. Essa ideia foi levada em consideração pelo fato de os circuitos eletrônicos serem objeto de aplicação e estudo da Engenharia Elétrica. Isso faz com que os estudantes tenham contato direto com elementos do curso já na sua primeira fase, motivando-os a partir de um projeto. Além disso, o referido circuito proporciona a oportunidade de conexão dos conteúdos das UCs de Química Geral, Cálculo I e Introdução à Engenharia, todas da primeira fase, juntamente com o Projeto Integrador I (PI – I).

Não basta, no entanto, utilizar o conceito *maker* para que a Aprendizagem Baseada em Projetos seja bem-sucedida. É necessário que essa abordagem seja aplicada de forma completa, buscando sua máxima eficiência na aprendizagem dos estudantes. É preciso

não só que os alunos confrontem os problemas reais, mas também que esses problemas sejam significativos para eles (BENDER, 2014). Sob outro ponto de vista, como a UC contém objetivos de iniciação científica, é necessária a busca de uma problemática para ser solucionada pela proposta elaborada pelos estudantes. Assim, valendo-se do uso de um circuito eletrônico comum para todas as equipes, os alunos são desafiados a criar produtos que atendam a uma demanda específica. Utilizando o circuito eletrônico construído durante o semestre, aplica-se efetivamente o conceito *maker*. Dessa forma, os estudantes podem escolher e individualizar as problemáticas e, por consequência, as soluções, tendo, como desafio, a justificativa da utilização da solução escolhida. Desse modo, cria-se um elo emocional com o objeto de estudo, fazendo com que o estudante se comprometa com a solução e com seu próprio aprendizado. Segundo Bender (2014), esses elementos criam responsabilidade e autonomia.

Os objetivos para a UC de PI-I, que estão contidos no Projeto Pedagógico do Curso (IFSC, 2019, p. 28), são:

Desenvolver um projeto de pesquisa aplicando conhecimentos da área específica e agregando conhecimentos das unidades curriculares do primeiro semestre; aplicar métodos técnico-científicos em projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Redigir e elaborar documentação técnico-científica de acordo com as normas

vigentes. Apresentar seminários, defender projetos e relatórios, utilizando os recursos tecnológicos. Saber trabalhar em equipe. Aplicar metodologias de gestão de projetos.

Para que todos os objetivos listados sejam alcançados, faz-se necessária a utilização de uma metodologia de gestão, visando maior eficiência e qualidade. Tendo isso em mente, a metodologia ágil Scrum (SUTHERLAND; SUTHERLAND, 2019) foi escolhida. Este é considerado mais que um método, constituindo-se uma filosofia de trabalho e de vida. Os princípios das metodologias ágeis, em especial o Scrum, serão descritos no decorrer deste capítulo. O Scrum é adotado não só durante a execução, mas também no planejamento da UC. Assim, os estudantes podem utilizá-lo para gerir seus projetos individuais. Outra referência para a adoção das metodologias ágeis, além do livro de Sutherland e Sutherland (2019), foi o trabalho de Teixeira Filho (2012), no qual foram aplicadas ferramentas ágeis para fazer a gestão de sala de aula e de estudos.

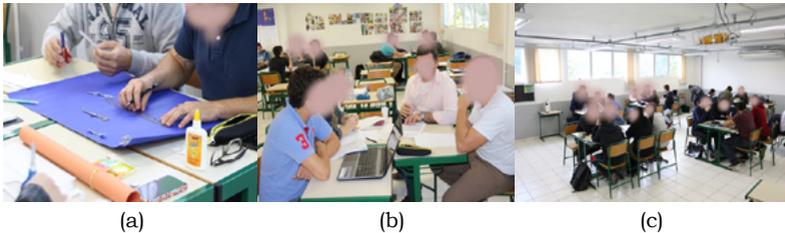
A gestão de projetos é uma competência essencial para o profissional engenheiro contemporâneo e é de fundamental importância para as organizações. No IFSC, os estudantes são apresentados a essa técnica desde o primeiro semestre do curso, já que é uma área abrangente e que possui muitas variantes de métodos.

O Scrum é um método criado em meados da década de 1990 e tem demonstrado, na prática de seu uso, que há ferramentas essenciais para uma tomada de decisão

mais objetiva e consensual. Uma das características que aumentam a eficácia das metodologias ágeis é a utilização da denominada gestão à vista. Nesse tipo de gestão, são usados quadros, sejam reais ou virtuais, nos quais decisões, responsabilidades, andamento do trabalho, além de outras informações, podem ser visualizados por todos os interessados, a qualquer momento (Figura 1a). Outro ponto importante, é a quantidade de momentos de *feedback* e reflexão que são realizados, proporcionando, de forma dinâmica, uma visão processual e sistêmica, com a melhoria contínua dos indivíduos e das equipes como foco principal. Na Figura 1b, pode ser observada uma reunião de análise e *feedback* do trabalho realizado pela equipe, para que, posteriormente, seus membros possam refletir sobre o resultado obtido e autoavaliar seus conceitos e forma de trabalho. Além disso, uma visão ampla do ambiente de sala de aula durante os trabalhos no projeto pode ser vista na Figura 1c; na imagem, é possível perceber a mudança do ambiente de sala, para que os estudantes se sintam mais próximos da ideia de colaboração e de imersão nos seus propósitos. Essa mudança serve para desconectar o estudante do ambiente de sala de aula tradicional, que transmite a ideia de passividade na recepção dos conteúdos. Na Figura 1c, pode-se verificar, ainda, que as equipes geralmente não ultrapassam o máximo de cinco integrantes, com o mínimo exigido de quatro membros. Outro critério utilizado, devido à quantidade de estudantes provenientes de cursos técnicos, é que toda equipe tenha, no mínimo, um

estudante oriundo dessa modalidade de ensino. O objetivo é de oportunizar a convivência de pessoas com habilidades técnicas de construção com as demais vivências trazidas pelos estudantes com outros perfis de formação.

Figura 1 – Ilustração de momentos diferentes do semestre. (a) Construção dos quadros Kanban para a gestão à vista. (b) Momento da reunião de revisão de sprint com o dono do produto. (c) Ambiente de sala modificado para o trabalho.



Fonte: arquivo pessoal do autor

Um dos três papéis fundamentais do Scrum é a figura do dono do produto, que, no caso dessa Unidade Curricular, é o professor. Ele tem por finalidade centralizar todas as informações de um artefato denominado *backlog*. Para o *backlog* dessa Unidade Curricular, foi definido todo o trabalho, que deveria ser realizado em partes e entregue de forma independente. Como exemplo disso, no Quadro 1, é ilustrado o *backlog* do produto denominado anteprojeto, que nada mais é do que um plano de projeto nos moldes dos planos a serem apresentados em editais de agências de fomento.

A primeira coluna do Quadro 1 é para o nome da “estória” que, para as metodologias ágeis, é a “estória de usuário”. Trata-se de um pequeno resumo de quais são as necessidades, as expectativas e a razão pela qual o referido usuário deseja aquilo, servindo de orientação para a execução de uma determinada parte do trabalho, mas também como critério de avaliação da qualidade deste. Nesse caso específico, trabalhou-se com um possível interlocutor real de um plano de projeto, que é um avaliador de uma agência de fomento.

Quadro 1 – Exemplo de *backlog* para o anteprojeto

| # | ESTÓRIAS | COMO UM | EU GOSTARIA DE | PARA QUE |
|---|---|-----------------------|--|---|
| 1 | Anteprojeto - Introdução | Avaliador de projetos | Texto claro e conciso contendo: contextualização (problematização resumida) do tema, objetivos e justificativa bem fundamentados | Entenda facilmente o que se pretende fazer e por que fazê-lo |
| 2 | Anteprojeto - Embasamento Teórico/ Descrição do projeto | Avaliador de projetos | Texto claro e conciso explicando o funcionamento do projeto com o nível de profundidade adequado | Entenda facilmente e de forma clara: como funciona o produto, em qual mercado ele se insere, qual a necessidade (expectativa) que está sendo atendida pelo projeto, qual o perfil do cliente e outros |
| 3 | Anteprojeto - Concepção do produto | Avaliador de projetos | Entender o conceito do produto. Além disso, verificar detalhes como dimensões pretendidas, materiais a serem utilizados, cores e funcionalidades. Tudo isso deve estar ligado a uma necessidade de um cliente específico | Consiga avaliar se é atraente ao cliente |

Continua

| | | | | Conclusão |
|---|--|-----------------------|--|---|
| 4 | Anteprojeto - Orçamento | Avaliador de projetos | Verificar um orçamento factível e de acordo com a concepção do produto | Consiga avaliar a viabilidade econômica |
| 5 | Anteprojeto - Metodologia | Avaliador de projetos | Verificar quais serão os métodos a serem utilizados no projeto (tanto de gerenciamento quanto de construção) | Consiga avaliar como o projeto será gerenciado e se a equipe tem conhecimento dos métodos que nele podem ser utilizados |
| 6 | Anteprojeto - Cronograma | Avaliador de projetos | Verificar o tempo necessário para a conclusão do projeto | Consiga avaliar se o escopo está coerente com o tempo alocado para a sua realização |
| 7 | Anteprojeto - Descrição das atividades | Avaliador de projetos | Entender o que será feito em cada etapa | Verifique em detalhe o que se pretende fazer em cada atividade definida no cronograma |
| 8 | Anteprojeto - Referências | Avaliador de projetos | Referências das fontes mais confiáveis | Fundamente bem o projeto para aumentar sua confiança na execução |

Fonte: elaborado pelo autor

Aqui, nota-se também um exercício sobre uma tendência no fazer do engenheiro, que é o foco na solução de um problema para uma pessoa ou comunidade de pessoas, ou também o projeto centrado no ser humano. As demais colunas apresentadas no Quadro 1 ajudam tanto a entender quanto a construir um novo *backlog* de produto, completando a frase de estória, que é: como um (completar com o cliente ou público-alvo) gostaria de (completar com qual funcionalidade o cliente está interessado) para que (completar com a razão pela qual o cliente gostaria desta funcionalidade). Para o protótipo, o relatório final e a defesa pública foram construídos os

mesmos *backlog*, considerando públicos-alvo distintos para cada um dos produtos citados.

Depois do *backlog* desenvolvido, sua execução é iniciada. Vale lembrar que o *backlog* sozinho não é garantia de qualidade e não tem todos os requisitos nem especificações técnicas. Por isso, existe um outro artefato que é construído juntamente com usuários/clientes e com o time de desenvolvimento, denominado de definições de pronto. A primeira versão das definições de pronto deve ser concluída antes do início do projeto.

O Quadro 2 ilustra o exemplo da definição de pronto do subproduto anteprojecto. O *backlog* é um planejamento de alto nível de abstração, com o objetivo de fornecer informações do que se deve fazer e por que fazê-lo. Dessa forma, é necessário um maior detalhamento de especificações técnicas que, muitas vezes, só pode ocorrer após o projeto iniciado, não investindo tempo em um planejamento excessivo. Esse detalhamento é dado na definição de pronto. Outro ponto importante no Scrum, é que tanto o *backlog* quanto as definições de pronto são artefatos vivos, ou seja, eles podem sofrer mudanças durante a execução. Todavia, para garantir a coerência das informações e a qualidade do projeto, apenas uma pessoa, que é o dono do produto, é responsável por alterá-lo e avaliar os impactos nas mudanças. Em resumo, o planejamento do curso feito como um *backlog* de produto também é um artefato que pode ser mudado conforme a necessidade dos atores envolvidos: professores, estudantes e servidores técnico-administrativos.

Quadro 2 – Exemplo de definição de pronto

| Definição de pronto para o anteprojeto |
|---|
| Anteprojeto: |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Texto autoral; 2. Texto formatado no modelo de projetos (enviado pelo professor); 3. Texto respeitando, mesmo que parcialmente, as normas da ABNT. Principalmente nos aspectos do posicionamento de figuras, equações e tabelas; 4. Texto coerente com a proposta e atento às normas da língua portuguesa; 5. Texto de cada parte deve ser coerente com as demais partes; 6. Deve respeitar sempre os requisitos da estória apresentada no <i>backlog</i>; 7. Deve apresentar argumentação fundamentada em fatos e dados coletados em pesquisa, seja apenas bibliográfica, seja de mercado, ou, de preferência, as duas; 8. Deve ter orçamento e cronograma compatíveis com a proposta apresentada na concepção do produto. |
| Obs: ressalta-se que a definição de pronto é uma lista de tudo que é necessário para uma entrega com qualidade exemplar |

Fonte: elaborado pelo autor

No caso do PI-I, o *backlog* é executado em ciclos de duas semanas – denominados *sprint*, no Scrum –, que respeitam as etapas do ciclo PDCA (*Plan*, *Do*, *Check* e *Act*). Na etapa de planejamento (*Plan*), há uma reunião chamada de planejamento do *sprint*, realizada entre o dono do produto (professor), o mestre Scrum (esse papel será explicado mais adiante, mas também é desempenhado pelo professor) e o time de desenvolvimento (equipes de estudantes), com as partes acordando o que será executado durante o *sprint*. Lembrando que, na metodologia Scrum, ao final de cada ciclo, há a entrega de uma parte do produto que esteja pronto para uso. Ou seja, no planejamento de

um *sprint*, define-se quais partes do *backlog* o time de desenvolvimento está comprometido a entregar depois de duas semanas. Um exemplo de planejamento de *sprint* é acordar que sejam realizadas, em duas semanas, a introdução e a concepção do produto. Essas são histórias que podem ser verificadas no *backlog* apresentado no Quadro 1.

Munidos das histórias e da definição de pronto, os times passam duas semanas trabalhando nas suas entregas e propostas individuais, que é a etapa *Do* do ciclo PDCA. Nessa fase, os estudantes têm o desafio de se organizarem e definirem as tarefas necessárias para a realização das entregas acordadas. Por exemplo, para fazer a introdução, espera-se que seja feita uma pesquisa bibliográfica, ou de mercado, para que se possa identificar a problemática que será resolvida pela proposta de produto de cada equipe e assim justificar o investimento no projeto.

Para a etapa de checagem, após duas semanas de trabalho, uma reunião de revisão do *sprint* é realizada. Nessa reunião, os times de desenvolvimento apresentam os produtos que se comprometeram a executar, os quais são avaliados pelo dono do produto e por clientes/usuários. O resultado da reunião de revisão é um *feedback* sobre todos os aspectos do trabalho. Por exemplo, utilizando como critérios as histórias e a definição de pronto, pode-se orientar sobre a qualidade e o direcionamento da pesquisa, o formato e a linguagem adequados para atingir um determinado público, e

outras orientações pertinentes para cada situação específica. Esta etapa seria o *Check* do ciclo PDCA.

Para finalizar o *sprint*, o time de desenvolvimento realiza uma reunião denominada de retrospectiva do *sprint*, em que duas perguntas devem ser respondidas: i) o que de positivo foi realizado para alcançar o objetivo? ii) quais foram os pontos fracos ou falhas que necessitam de correções? Além disso, devem ser traçados planos de ação para cada uma das situações levantadas. Lembrando que, para cada situação, boa ou ruim, é necessário pensar em ações para mantê-la ou reforçá-la, quando positiva; reduzi-la ou eliminá-la, nos casos negativos. Assim, inicia-se o *Act* do ciclo PDCA.

Percebe-se que a reunião de retrospectiva é uma ótima oportunidade para exercer a melhoria contínua. Aqui, é possível verificar a avaliação processual que é realizada ao longo de todo o semestre, com os estudantes recebendo orientações de como executar o trabalho. Essas orientações são subsidiadas pelo produto realizado pelos estudantes, caracterizando, assim, uma metodologia ativa de aprendizado. Como os *feedbacks* são dados em partes do produto, as entregas não valem uma nota. Antes de entregar o produto completo, os estudantes passam por alguns momentos de orientação e *feedback* (revisão de *sprint*) para aprimorá-lo em sua qualidade, definindo-se uma nota ao trabalho realizado. O próximo *sprint* é planejado e iniciado esperando que os times aumentem sua produtividade e a qualidade nas entregas. Com um calendário acadêmico de 20 semanas, consegue-se realizar uma média de 8 *sprints*

por semestre, descontando encontros de apresentação da UC e das defesas públicas.

Outro momento que é oportunizado para que os estudantes possam utilizar o Scrum no seu máximo aproveitamento é a reunião diária, em que a equipe de desenvolvimento se reúne para responder a três perguntas: i) o que eu fiz ontem para alcançar o resultado do *sprint*?; ii) o que farei hoje para alcançar o resultado do *sprint*?; iii) existe algum impedimento para realização do trabalho? Essas questões são poderosas, no sentido de fazer uma avaliação do andamento do trabalho. Cada integrante faz um planejamento das atividades diárias e todos indicam possíveis impedimentos para que o trabalho avance. O mestre Scrum é um facilitador, que está sempre com a equipe de desenvolvimento para auxiliar nos princípios e reuniões do Scrum, além de ser um removedor de impedimentos, sempre que possível, mantendo a equipe em alta produtividade.

Um ponto a ser elucidado é sobre os encontros que estão entre as reuniões de planejamento, revisão e retrospectiva. A UC PI-I possui encontros semanais de duas horas, os quais são utilizados, principalmente, para os tutoriais que auxiliam os estudantes a construírem, testarem e coletarem dados de funcionamento do projeto elétrico do produto. Os resultados desses encontros também estão previstos no *backlog* da UC. Uma das primeiras atividades é a de confecção da placa de circuito impresso. Em um dos encontros, um tutorial é apresentado com o objetivo de ilustrar a transferência do desenho do leiaute das trilhas que conectam os

componentes em uma placa de circuito eletrônico para a superfície de cobre de tal placa, que será, posteriormente, corroída para a retirada do metal em excesso.

Nesse ponto, pode-se indicar outro princípio do planejamento da UC, que é a interdisciplinaridade, ou a oportunidade para que essa se materialize. O projeto elétrico do circuito eletrônico apresenta um arcabouço de conteúdos que podem ser trabalhados tanto no primeiro semestre quanto em outros semestres no decorrer do curso. Portanto, os professores têm a oportunidade de utilizar essa experiência única para os estudantes, com o intuito de significar conteúdos de sua UC com o auxílio de uma aplicação prática.

Existe também a oportunidade de ressignificar a própria UC, demonstrando o compromisso das Ciências Básicas, como a Química, de se entrelaçar com a profissão de engenheiro. Nessa prática, o professor de Química pode trabalhar, por exemplo, as reações de oxirredução, ligações químicas e concentrações. Outro exemplo é a leitura do livro Sutherland e Sutherland (2019) na UC de comunicação e expressão, que faz os estudantes entenderem melhor a filosofia de trabalho adotada e se sentirem mais motivados a utilizá-la. Além disso, as atividades de escrita e apresentação de trabalhos acadêmicos estão relacionadas com as atividades do PI-I. Esse projeto também se conecta com atividades das UC de Metodologia da Pesquisa Científica e Cálculo I, como será explanado posteriormente. Todas as atividades descritas são do mesmo semestre do curso; as atividades que têm relação com o trabalho do

Projeto Integrador são planejadas conjuntamente com o professor da UC PI-I.

Outra atividade de execução que é realizada nos encontros inseridos nos *sprints* é a montagem do circuito na placa confeccionada. Esse encontro ocorre em um dos laboratórios específicos do curso de Engenharia, onde os estudantes têm uma explicação de como limpar, furar e soldar os componentes eletrônicos na placa de circuito impresso. Nesse momento, também há conceitos de química envolvidos, pois há uma reação química durante a solda que pode ser explorada pelo professor.

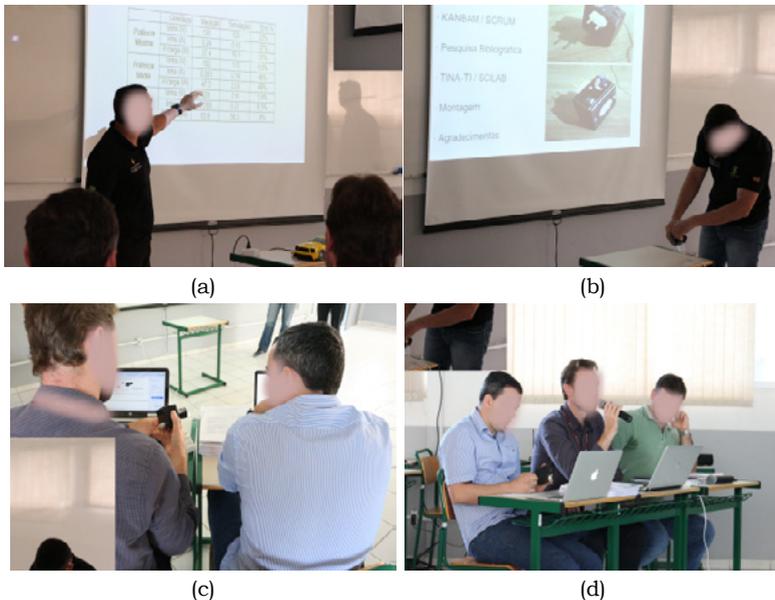
A última etapa realizada em laboratório é a de testes funcionais e coleta de dados referentes ao funcionamento do circuito eletrônico. Nessa etapa, é feito um tutorial de utilização e configuração dos equipamentos de medição – nesse caso o osciloscópio – e de como realizar a coleta dos gráficos que estão sendo visualizados com o equipamento em questão, para posterior tratamento destes. O tratamento dos dados é realizado, também, na forma de tutorial, utilizando o software de licença gratuita Scilab. Esses gráficos serão comparados, com a ajuda do referido software, a dados de simulação de circuitos, resultantes de outro encontro explicativo sobre simulação de circuitos. Nesse encontro, utiliza-se o software de licença gratuito chamado TINA-TI para fazer uma simulação computacional do circuito eletrônico, para que os estudantes possam compreender melhor o seu funcionamento e para que essas ferramentas indispensáveis sejam introduzidas. Esse encontro de simulação é realizado de forma a conectar a UC de Projeto

Integrador ao conteúdo de modelagem e a simulação da UC de Introdução em Engenharia Elétrica. Em alguns semestres, tal encontro foi realizado durante uma das aulas da referida UC.

As partes de cada processo que são muito técnicas e demorariam muito para que os estudantes da primeira fase aprendessem são entregues prontas. Assim, o trabalho é agilizado, e os objetivos principais são alcançados com maior eficiência. Um exemplo disso é o cálculo da tensão elétrica eficaz, que é a especificação da tensão da rede elétrica (220 V ou 127 V) e da corrente elétrica eficaz que é programado, pelo autor, no software Scilab. Contudo, serve de objeto de demonstração da aplicação de integrais na prática de Engenharia. Outro momento de orientação nos encontros entre as reuniões é quando se realiza, em conjunto com a turma, uma análise dos resultados.

Todos os dados que foram coletados e analisados e as experiências vividas são materiais para a confecção dos últimos produtos da UC: o relatório final e sua defesa pública. Na Figura 2a, é ilustrada a apresentação por parte dos estudantes; a Figura 2b representa a demonstração do protótipo; na Figura 2c, membros da banca examinadora fazem uma observação detalhada do protótipo; e a Figura 2d retrata o momento em que os membros da banca avaliadora fazem comentários e questionamentos. Observa-se o caráter científico no formato de defesa pública do relatório técnico do projeto.

Figura 2 – Momentos da defesa pública com: (a) apresentação de slides, (b) demonstração dos protótipos, (c) observação dos protótipos por parte da banca avaliadora e (d) comentários dos membros da banca sobre o trabalho



Fonte: arquivo pessoal do autor

Como já mencionado anteriormente, a avaliação é realizada de forma processual, com um forte teor de melhoria contínua inserida na própria cultura da gestão do projeto. Nas reuniões de revisão de *sprint*, as equipes recebem um parecer sobre os produtos entregues, mas não recebem uma nota por isso. Os produtos são apenas classificados em aceitos, aceitos com melhorias ou não aceitos. Além disso, o professor oferece um *feedback* completo, principalmente sobre a escrita do texto, os

resultados da pesquisa, a definição da problemática e a análise de resultados. Vale ressaltar que tanto as estórias de usuário quanto a definição de pronto orientam sobre os critérios de aceitação. A avaliação que é convertida em nota é a do produto completo, entregue em definitivo. Essa avaliação segue critérios preestabelecidos disponibilizados com antecedência aos estudantes. O Quadro 3 ilustra os critérios para avaliação do anteprojeto.

Quadro 3 – Critérios de avaliação do anteprojeto

| CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO | PONTUAÇÃO | AVALIAÇÃO DO PROFESSOR |
|---|------------------|-------------------------------|
| Clareza da linguagem e uso adequado da língua portuguesa | 2,0 | |
| Objetivos e justificativa coerentes e bem formulados | 2,0 | |
| Base científica adequada ao nível de conhecimento e com nível de compreensão adequado | 2,5 | |
| Orçamento e cronograma adequados à descrição das atividades e ao produto proposto | 1,0 | |
| Concepção de produto criativa e que gere valor ao cliente especificado | 2,5 | |
| TOTAL | 10,0 | |

Fonte: elaborado pelo autor

Nas revisões de *sprint*, os estudantes são apresentados a uma ferramenta que contém tanto uma autoavaliação quanto uma avaliação dos colegas de grupo, ilustrada no Quadro 4, que constitui uma nota individual para o *sprint*. Um dos integrantes da equipe avalia o próprio

desempenho e o dos colegas durante as duas semanas de trabalho que passaram. Os estudantes que avaliam mudam a cada *sprint*, realizando um rodízio até o final do semestre. A média das avaliações formam uma nota para compor o conceito final.

Quadro 4 – Formulário de autoavaliação e de avaliação dos colegas de grupo

| Item de avaliação | Nome do avaliado | | | | | | | |
|-----------------------------|------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| Presença nas reuniões | | | | | | | | |
| Nível de esforço | | | | | | | | |
| Sugestões de solução | | | | | | | | |
| Contribuições originais | | | | | | | | |
| Relacionamento interpessoal | | | | | | | | |
| Cumprimento dos prazos | | | | | | | | |

Fonte: elaborado pelo autor

Os protótipos, o relatório e a apresentação da defesa pública são avaliados por uma banca formada pelo professor da UC, um professor convidado da área de Engenharia Elétrica e um professor convidado de uma outra área de formação. Alguns dos convidados, quando possível, são profissionais externos à instituição. O Quadro 5 ilustra os critérios disponibilizados aos estudantes e à banca examinadora.

Quadro 5 – Critérios de avaliação do relatório e da defesa

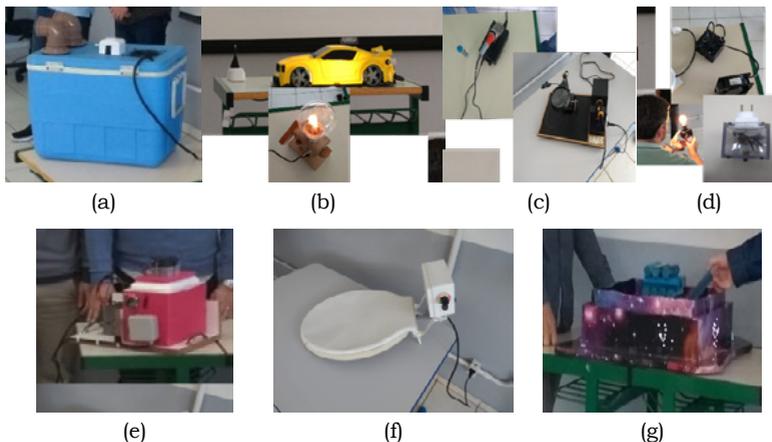
| CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO | PONTUAÇÃO | AVALIAÇÃO DO AVALIADOR |
|---|------------------|-------------------------------|
| 1. Referencial teórico adequado à complexidade da pesquisa e ao nível técnico dos acadêmicos | 1,0 | |
| 2. Capacidade de síntese e clareza de linguagem | 2,0 | |
| 3. Clareza e objetividade das ideias (argumentação / teoria-prática) | 2,5 | |
| 4. Cumprimento da estrutura lógica da redação para trabalhos acadêmicos | 1,0 | |
| 5. Cumprimento do prazo para a entrega do relatório | 0,5 | |
| 6. Conclusões ou considerações finais vinculadas ao problema, objetivos, hipóteses e resultados alcançados | 3,0 | |
| TOTAL | 10,0 | |
| CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO ORAL | PONTUAÇÃO | AVALIAÇÃO DO AVALIADOR |
| 1. Domínio do conteúdo e verbal (segurança ao transmitir a ideia central do trabalho e utilização de termos coerentes com a perspectiva acadêmico-científica) | 2,5 | |
| 2. Estabelecimento claro da relação entre os resultados do projeto e as disciplinas cursadas durante o semestre | 1,0 | |
| 3. Poder de síntese (transmitir a ideia central sem perder a perspectiva da essência do conteúdo) | 2,0 | |
| 4. Gestão do tempo | 1,0 | |
| 5. Conteúdo da apresentação (estrutura lógica, qualidade dos slides, coerência científica e escrita de acordo com a gramática normativa) | 2,0 | |
| 6. Capacidade de responder às argumentações realizadas pela banca examinadora | 1,5 | |
| TOTAL | 10,0 | |

Fonte: elaborado pelo autor

3 RESULTADOS E IMPACTOS

A Figura 3 ilustra alguns exemplos de produtos desenvolvidos desde 2016 na UC de PI-I. É importante salientar que cada equipe tem uma proposta diferente de produto, utilizando como base a funcionalidade do circuito eletrônico, comum a todas as equipes. Pode-se verificar, na Figura 3a, o climatizador de baixo custo; na Figura 3b, as luminárias temáticas; na Figura 3c, as estações de solda; na Figura 3d, os ajustes de tensão de uso geral para tomadas. Também se destacam os mais originais, como o mini refrigerador da Figura 3e, o assento de vaso sanitário aquecido da Figura 3f e a mesa para reabilitação de lesão por esforço repetitivo da Figura 3g.

Figura 3 – Alguns produtos desenvolvidos



Fonte: arquivo pessoal do autor

A originalidade e a qualidade na construção dos protótipos, nas apresentações orais e textuais e os resultados subsequentes ao fim da UC demonstram que a maioria das equipes alcança os resultados acima do esperado para uma turma de primeira fase. Percebe-se, além disso, que, em média, uma equipe por semestre consegue desenvolver habilidades e competências que vão além do esperado, publicando seu trabalho em evento científico, como o que produziu um controle de velocidade de um autorama, detalhado em Klodzinki *et al.* (2018).

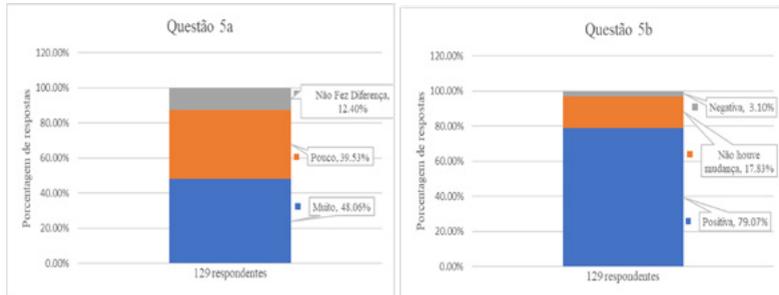
Além disso, há os estudantes que participam de concursos com premiação para o fomento de seus projetos. Esse é o caso de duas equipes que participaram do último “Desafio IFSC de Ideias Inovadoras”, com uma delas sendo contemplada com o valor de R\$ 4.000,00 para a execução de um projeto de boia rádio-controlada para minimizar o tempo de resgate de afogados. Esses resultados dão a convicção do êxito acima do esperado que a experiência do PI-I pode proporcionar.

Considerando os aspectos de melhoria contínua da UC e a utilização da metodologia ágil Scrum para a Gestão da UC, um questionário estruturado é aplicado a cada fim de semestre, para que os estudantes possam avaliar como a sua participação nas atividades propostas impactou a sua vida acadêmica. Alguns aspectos levantados são: i) permanência e êxito; ii) percepção para a formação profissional; iii) percepção de interdisciplinaridade; iv) utilização de ferramentas; v) opinião sobre o que está bom; vi) opinião sobre o que deve ser melhorado.

No total, o questionário tem doze perguntas, sendo que sete são de escolha múltipla entre opções preestabelecidas, e o restante é de livre opinião. São apresentados, nesta seção, os resultados compilados da coleta de dados entre os anos de 2016 e 2018 das questões 5a e 5b, 6, 7, 10, 11 e 12, considerando os objetivos deste texto. Das últimas três, são apresentadas algumas opiniões. Além disso, alguns depoimentos de professores que atuaram de forma interdisciplinar na UC e de servidores que apoiam o projeto são transcritos.

Os resultados da questão 5a e 5b estão apresentados na Figura 4, a saber: i) Na Figura 4a: em que grau a leitura do livro “Scrum: a arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo” e a vivência dessa metodologia na prática mudou a forma como você percebe o mundo ao seu redor?; ii) Na Figura 4b: essa mudança de percepção foi: [...]. Essas questões abordam um aspecto que este autor considera muito importante nessa experiência, que é a leitura do livro Sutherland e Sutherland (2019). Nesse livro, o cocriador do Scrum, Jeff Sutherland, apresenta quais foram as inspirações para o desenvolvimento do Scrum ao longo do tempo e os pontos mais importantes do ponto de vista filosófico. Não é um guia de ferramentas e técnicas, mas uma apresentação de todos os fundamentos por trás delas.

Figura 4 – Resultado das questões 5a e 5b



Fonte: dados da pesquisa

Verifica-se, na Figura 4, que aproximadamente metade dos estudantes perceberam uma mudança significativa com relação a sua percepção do mundo e aproximadamente 80% perceberam essa mudança como positiva para suas vidas. Essa questão foi inserida no diagnóstico no primeiro semestre de 2017 como resposta a uma baixa aderência ao método e à proposta nos primeiros semestres. Então, a professora de Comunicação e Expressão propôs uma atividade com o livro, que ela também havia lido, sendo uma das principais ações de melhoria durante estes anos.

Na interpretação dos resultados, este autor entende que a mudança, mesmo que considerada pouco significativa, também é importante, pois é um retrato de um momento. Em educação, muitas vezes os resultados aparecem muito tempo após uma determinada intervenção para alguns indivíduos. Uma observação importante, que traz confiança para a decisão tomada, são os baixos índices de repostas “Nada Mudou” ou

“Negativo”, pois deseja-se que algo mude, mesmo que pouco, e que as mudanças sejam sempre para melhor.

Outra questão relevante para a permanência e êxito dos alunos é a percepção do quão significativa as experiências do PI-I foram na formação profissional dos estudantes respondentes. Na Figura 5, que ilustra as respostas à questão 6 – Em que grau você acredita que a Unidade Curricular Projeto Integrador tem agregado na sua preparação profissional e formação acadêmica? –, verifica-se que aproximadamente 76% dos respondentes acreditaram que a UC contribuiu em muito para a sua formação. Considerando a exigência e a quantidade de trabalho que a UC requer dos alunos, é muito gratificante que eles tenham tal percepção. Esses dados foram coletados desde 2016.1 até 2018.2. O índice inferior a 3% de respondentes indiferentes à experiência dá a convicção de que o trabalho foi realmente significativo.

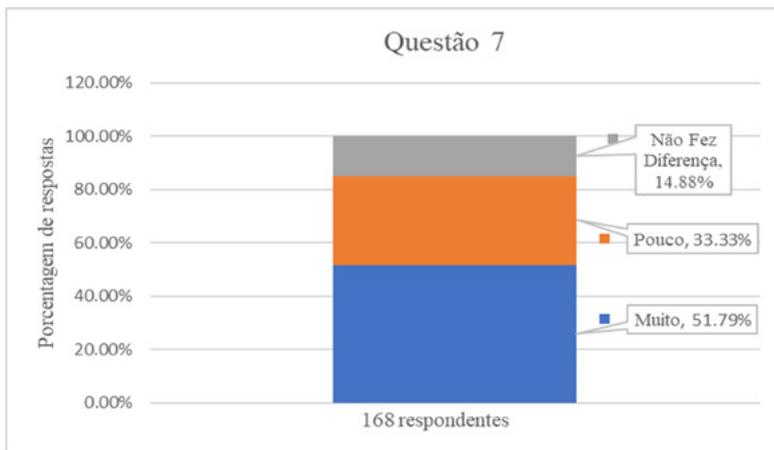
Figura 5 – Respostas para a questão 6



Fonte: dados da pesquisa

Na questão 7 – A ideia de trabalhar com a construção de um projeto real e realizar todas as etapas de um projeto de pesquisa/desenvolvimento tecnológico ajudou você na permanência no curso em que grau? –, busca-se entender a percepção do estudante quanto à contribuição dessa experiência na sua permanência no curso. Verifica-se, mais uma vez, por meio da análise da Figura 6, que mais da metade dos respondentes consideraram a experiência muito importante para sua decisão de permanência no curso. Como já era esperado, conforme os relatos de experiências exitosas que utilizam a abordagem de Aprendizagem Baseada em Projetos, a percepção de significação é evidente. Esses dados mostram indícios da importância deste tipo de atividade na primeira fase dos cursos. A simulação de ambiente de trabalho aviva um sentimento de pertencimento nos envolvidos. Vale a pena comentar que, em média, as reprovações nessa UC ficam em aproximadamente 20%, relacionadas a desistências do curso por questões pessoais ou mudanças para outros cursos em que os estudantes esperavam vaga.

Figura 6 – Compilação de resultados para a questão 7



Fonte: dados da pesquisa

As perguntas 10, 11 e 12 são de livre expressão. Desse modo, foram transcritas algumas respostas que contêm informações relevantes para a comprovação dos dados apresentados. Essas respostas não são necessariamente do mesmo estudante ou de um semestre específico e são apresentadas no Quadro 6, juntamente com as questões feitas.

Observando os diversos depoimentos, percebe-se que muitos se identificam com a metodologia de gestão de projetos e sua filosofia. Além do mais, isso corrobora os resultados quantitativos apresentados na Figura 5. O impacto de ter realizado tantas atividades em tão pouco tempo é uma experiência que acaba marcando. Alguns estudantes também acham a apresentação de ferramentas computacionais e o manuseio dos

componentes em laboratório algo bastante significativo. Pode-se verificar, nos depoimentos que seguem, todos feitos de forma anônima, que, por mais que alguns aspectos sejam mais relevantes para um e não sejam para outro, as palavras sempre remetem para uma vivência que parece fundamental para a sua autopercepção de ser capaz, autônomo e escritor de sua história.

As questões 10 e 11 remetem à retrospectiva do Scrum, explicitando tanto pontos positivos quanto negativos, para que todos os atores possam caminhar para a melhor versão da UC. A pergunta 11 é sobre o que aconteceu de pior. Nessas respostas, em geral, muitos dos estudantes fizeram uma autoavaliação, pois se reconheciam como responsáveis pelo próprio destino e admitiam que poderiam ter feito melhor. Esse reconhecimento é importante para o estabelecimento de uma nova postura diante dos diversos aspectos da vida, e essa autopercepção está muito difundida na filosofia em que se baseia as ferramentas do Scrum.

Quadro 6 – Respostas dos estudantes às questões 10, 11 e 12

| Questões | 10. Escreva, com suas palavras, o que aconteceu de melhor durante o trabalho no Projeto Integrador. | 11. Apresente, com suas palavras, o que aconteceu de pior durante o trabalho no Projeto Integrador. | 12. Considerando sua experiência com o Projeto Integrador neste semestre, quais sugestões você propõe para que ele se torne ainda mais significativo para os alunos da próxima turma? |
|-----------|--|--|---|
| Respostas | <p>- Método Scrum: O ambiente gerado pelo método é semelhante ao que acontece no dia-dia de uma empresa (falo por experiência, pois trabalho com Projetos Elétricos) e isso contribui para o desenvolvimento de competências dentro de um grupo de trabalho. - Desenvolver um produto real: A satisfação de elaborar um projeto e vê-lo desenvolvido, saindo do modelo para a versão física, é gratificante.</p> <p>- Aulas atípicas: As aulas ministradas sempre foram dinâmicas e produtivas, tanto na parte teórica como na prática. Trabalhar por projeto motiva o estudante e estimula a busca autônoma por conhecimento.</p> | <p>A falta de comprometimento com as tarefas por muitos membros da equipe, sobrecarregando quem realmente se interessou com o projeto resolvendo as tarefas de tais membros "inativos".</p> | <p>Aplicação da leitura do livro tanto na disciplina de Metodologia quanto na de Projeto Integrador. Muitos alunos validam a matéria de metodologia.</p> |
| | <p>O Projeto Integrador foi muito interessante, principalmente para aqueles que não tinham a convivência com a área. O que observei e achei um aprendizado enorme foi quando tive que ir atrás do conteúdo, de resolver um problema, de mexer com softwares diferentes, que nunca tinha visto e tive que aprender a lidar com eles, de montar um simples circuito, de ver, olhar e montar. De ter a experiência que muitos não tem, e poder vivenciar um pouco da área.</p> | <p>Tivemos alguns problemas com a interação do grupo e divisão das tarefas, especialmente nos últimos sprints, o que trouxe dificuldade para o cumprimento de prazos, tanto do professor quanto dos estabelecidos pela própria equipe.</p> | <p>Que fosse extensivo aos demais semestres.</p> |
| | <p>A maneira como nos descobrimos como autores de nossa própria história gerando a equipe e o trabalho de construção do projeto desde sua idealização até a concepção final.</p> | <p>Desentendimento entre os membros da equipe. Má gestão de atividades dentro das equipes.</p> | <p>Criar uma competição entre equipes com melhor produto.</p> |

Fonte: dados da pesquisa

Outros aspectos que são levantados conectam-se com o modelo de escola em que se deve estudar primeiro a teoria e depois realizar práticas. Esse é um paradigma que deve ser quebrado para a formação de profissionais e cidadãos mais criativos.

A pergunta 12 pede sugestões para a melhoria da proposta da UC. Alguns acreditaram que seria melhor o Projeto Integrador ser na segunda fase. Essa é bastante recorrente, mas é lógico pensar que as dificuldades relatadas não mudariam, pois uma primeira fase com todas as UCs ministradas de forma tradicional não traria valor agregado para melhora na falta de comprometimento de alguns. Além do mais, não reduziria a perplexidade de outros com a autonomia dada nesse projeto, que geralmente são causas de desconforto entre os estudantes. Aqui se pode perceber novamente o paradigma da teoria antes da prática.

Outra questão recorrente levantada é a da avaliação individual que começou a ser implementada em 2019.1, cujo formulário pode ser verificado na Quadro 4. Outras sugestões interessantes foram: ter mais projetos integradores nos demais semestres do curso; o pedido da leitura do livro também para os estudantes vindos de outros cursos superiores que validam a UC de Metodologia da Pesquisa ou Comunicação e Expressão; e criar uma competição em que, ao final, se escolheria o melhor produto do semestre. Essas e outras são sempre levadas em consideração para alterações no planejamento do próximo semestre. Atualmente, este autor está aprimorando as orientações e melhorando

a distribuição das atividades durante o semestre, para que a parte de análise de resultados seja trabalhada com mais tempo pelos estudantes.

Com relação aos impactos na comunidade acadêmica, foram coletados depoimentos espontâneos de profissionais que acompanham o trabalho, como no relato a seguir:

Acredito que a oferta da Unidade Curricular de Projeto Integrador na primeira fase é um dos grandes diferenciais do curso de Engenharia Elétrica do *Campus Jaraguá do Sul - Rau*. Como Técnico em Assuntos Educacionais, assessor pedagógico do curso de Engenharia, percebo que essa UC permite e fortalece a relação teoria-prática desde a entrada no curso, o que considero essencial na permanência e êxito dos seus estudantes. A construção de um *dimmer*, e o desenvolvimento de um produto que o utilize, vivenciando ferramentas de gestão de projetos, oportuniza o protagonismo discente e o desenvolvimento do espírito coletivo, bem como a vivência da pesquisa como ato educativo e científico, que parte da problematização, passa pela construção de argumentos e culmina com a produção de um artigo e socialização em banca avaliativa. A criatividade e inovação nos produtos criados a partir de pesquisa

de mercado fica cada vez mais evidente. No início, os produtos eram basicamente luminárias, mas no decorrer dos semestres temos uma gama variada de novos produtos: chocadeira, desidratadora de frutas, assento sanitário aquecido, mesa para fisioterapia, mesa de soldagem, penteadeira de maquiagem portátil, autorama, filtro de água, entre tantos outros. Até as luminárias dos últimos semestres ganham novas formas e funções diferenciadas e criativas. Nessa metodologia ativa, os professores atuam como mediadores no processo de construção de conhecimentos e desenvolvimento de habilidades e atitudes indispensáveis ao engenheiro eletricitista, favorecendo a autonomia discente, a vivência da profissão, o trabalho em equipe, a inovação e a criatividade.

Outro depoimento pode ser verificado na sequência:

O PI-I possibilita que a UC de Química seja planejada para atender os interesses dos alunos. Acredito que, dessa forma, o conhecimento tenha significado, e o aluno consiga lidar com os conceitos e a linguagem química com maior facilidade. As aulas de química contemplam a construção do *dimmer*, artefato desenvolvido pelos

alunos no PI-I, ou seja, são planejadas para discutir os componentes desse equipamento. Através do estudo desses componentes, conceitos de Química Orgânica e de Inorgânica são trabalhados em sala de aula e em laboratório, inclusive, a confecção do circuito impresso realizada em aula prática possibilita a introdução de conceitos da Físico-Química. Dessa forma, o PI-I torna o ensino de Química significativo para os alunos da Engenharia Elétrica.

Os depoimentos apresentados demonstram que esse tipo de abordagem não causa impactos apenas no ambiente de sala de aula, mas fora dele também. Professores redescobrem sua maneira de planejar as aulas e de executá-las de forma mais efetiva e prazerosa. Além disso, toda a comunidade acadêmica consegue verificar o que os estudantes também sentem; a percepção da sua capacidade de escrever os capítulos de sua própria história por meio de uma educação libertadora que os coloca no papel principal do ato de aprender.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O leitor pôde verificar, com o relato de experiência apresentado, que a abordagem de Aprendizagem Baseada em Projetos utilizada em uma UC de Projeto Integrador na primeira fase de um curso de Engenharia

se mostra como uma alternativa viável, oportunizando o engajamento do estudante em uma atividade com sentimento de pertencimento, motivadora, exploratória e gratificante. Não apenas isso; a experiência apresentada preenche alguns anseios de estudantes e docentes de Engenharia, que é a vivência da profissão desde o início do curso. Isso porque a UC apresentada mostra aspectos da profissão que não podem ser entendidos por meio de palestras ou orientações vocacionais, mas sim por meio da vivência. Por outro lado, tanto o planejamento quanto a execução desse tipo de abordagem são trabalhosos e complexos para o professor que orienta e coordena. Pode-se observar, no entanto, com os depoimentos apresentados, que acaba sendo muito gratificante, já que o trabalho mostra resultados expressivos de forma muito rápida.

As atividades propostas de leitura do livro Sutherland e Sutherland (2019) e a utilização do método Scrum para o planejamento da UC, para sua gestão e introdução aos estudantes, apresentam-se como um diferencial significativo, inclusive para os resultados e impactos demonstrados pelos estudantes. Ademais, a ciência desses impactos, por meio de questionários de diagnóstico, vem dos princípios de melhoria contínua apresentados no livro e aplicados quando a metodologia é utilizada.

Entende-se que esse é um caminho que não deve ser chamado de certo, mas de eficaz na promoção de cidadãos preparados para uma sociedade que está em mudanças cada vez mais rápidas; uma sociedade que se

mostra cada vez mais complexa em suas relações intra e interpessoais e nas relações profissionais, com a extinção de dezenas de profissões e o nascimento de outras tantas. Como exemplo das habilidades e competências necessárias para que o profissional seja parte eficaz, refere-se também a eficácia emocional e produtiva dessa sociedade: a autonomia de aprendizado, a visão sistêmica e processual, a autorreflexão e a melhoria contínua do ser humano e do profissional. Esses pontos foram reconhecidos, dentro dos depoimentos colhidos, como sendo habilidades e competências desenvolvidas durante a experiência do PI-I. Isso mostra, do ponto de vista de todos os atores da educação que atuam no curso em questão, o êxito da experiência aqui relatada.

REFERÊNCIAS

APPIO, J. *et al.* Atributos de permanência de alunos em instituição pública de ensino superior. **Revista Gestão Universitária na América Latina - GUAL**, v. 9, n. 2, p. 216-237, 2016. DOI: <http://doi.org/10.5007/1983-4535.2016v9n2p216>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/gual/article/view/1983-4535.2016v9n2p216>. Acesso em: maio 2021.

BARBOSA, P. V.; MEZZOMO, F.; LODER, L. L. Motivos de evasão no curso de Engenharia Elétrica: realidade e perspectivas. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE

EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE), 39., 2011, Blumenau. **Anais** [...]. Blumenau: ABENGE, 2011.

BARDAGI, M. P.; HUTZ, C. S. “Não havia outra saída”: percepções de alunos evadidos sobre o abandono do curso superior. **Psico-USF**, v. 14, n. 1, p. 95-105, 2009. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1413-82712009000100010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/psuf/a/v74yVrtsghWs7HNPjzPN5VF/abstract/?lang=pt>. Acesso em: maio 2021.

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

ELMÔR FILHO, G. *et al.* **Uma nova sala de aula é possível**: aprendizagem ativa na Educação em Engenharia. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

IFSC – INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Projeto Pedagógico de curso superior**. Bacharelado em Engenharia Elétrica. Câmpus Jaraguá do Sul – Rau. Jaraguá do Sul: IFSC, 2019. Disponível em: <https://discovirtual.ifsc.edu.br/index.php/s/wPAA0hKTJywVb0o>. Acesso em: maio 2021.

KLODZINKI, A. *et al.* Projeto integrador na 1ª fase da Engenharia: aplicando o dimmer no controle de velocidade de um autorama. *In*: SEMINÁRIO DE ENSINO, PESQUISA, EXTENSÃO E INOVAÇÃO DO IFSC

(SEPEI), 7., 2018, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: IFSC, 2018.

OLIVEIRA, V. F. *et al.* **A Engenharia e as novas DCNs: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros.** Rio de Janeiro: LTC, 2019.

PEREIRA, M. C. *et al.* Evitando evasão em cursos de Engenharia: um estudo de caso. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE)*, 34., 2006, Passo Fundo. **Anais** [...]. Passo Fundo: ABENGE, 2006.

REIS, V. W.; CUNHA, P. J. M.; SPRITZER, I. M. P. A. evasão no ensino superior de Engenharia no Brasil: um estudo de caso no CEFET/RJ. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE)*, 40., 2012, Belém. **Anais** [...]. Belém: ABENGE, 2012.

RIOS, J. R. T.; SANTOS, A. P.; NASCIMENTO, C. Evasão e retenção no ciclo básico dos cursos de Engenharia da Escola de Minas da UFOP. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO EM ENGENHARIA (COBENGE)*, 29., 2001, Porto Alegre. **Anais** [...]. Porto Alegre: ABENGE, 2001.

SILVA FILHO, R. L. L. *et al.* A evasão no ensino superior brasileiro. **Cadernos de Pesquisa**, v. 37, n. 132, p. 641-659, 2007. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0100-15742007000300007>. Disponível em: <https://www>.

scielo.br/j/cp/a/x44X6CZfd7hqF5vFNnHhVWg/abstract/?lang=pt. Acesso em: maio 2021.

SUTHERLAND, J.; SUTHERLAND, J. J. **Scrum**: a arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo. Rio de Janeiro: Sextante, 2019.

TEIXEIRA FILHO, N. **Estudo do impacto do uso das metodologias ágeis na melhoria do planejamento e acompanhamento do processo de ensino-aprendizagem em sala de aula**. 2012. (Mestrado Profissional em Computação Aplicada) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2012. Disponível em: <https://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=71067>. Acesso em: maio 2021.

Capítulo 9

POTENCIALIDADES DO TRABALHO COM TAREFAS EXPLORATÓRIAS NO DESENVOLVIMENTO DO RACIOCÍNIO MATEMÁTICO EM AULAS DE CÁLCULO

André Luis Trevisan – UTFPR – *Campus Londrina*
Daniel Daré Luziano da Silva – UTFPR – *Campus Londrina*

1 INTRODUÇÃO

Uma das dificuldades com as quais, usualmente, os estudantes se deparam frente aos conceitos matemáticos é que estes são, geralmente, apresentados como prontos e acabados, a partir de um conjunto de regras

preestabelecidas, o que torna esses estudantes meros repetidores de processos. Tal prática está presente tanto nas aulas de Matemática da educação básica quanto em disciplinas matemáticas de cursos superiores – em especial, na disciplina Cálculo Diferencial e Integral (CDI), foco de interesse deste estudo.

Atualmente, no entanto, o que se tem observado é um movimento de renovação dos modelos de curso de Engenharia com o intuito de adaptá-los às novas realidades globais, com metodologias de ensino mais modernas e a formação por meio de competências que supram as necessidades do mercado. Nesse sentido, as novas Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de graduação em Engenharia (CNE, 2019) defendem, em seu artigo 4º, as seguintes competências básicas que os cursos devem possibilitar aos seus egressos: (i) formular e conceber soluções de Engenharia; (ii) analisar e compreender os fenômenos e validá-los por experimentação; (iii) implantar soluções de Engenharia; e (iv) realizar comunicação eficaz, seja ela oral, escrita ou gráfica; entre outras. Todas essas são habilidades que podem ser desenvolvidas desde o começo do curso, inclusive nas aulas de Matemática.

Espera-se que as práticas de ensino em Engenharia sejam encaminhadas de modo que compreendam “a essência da Engenharia – o processo iterativo de projetar, prever desempenho, construir e testar [...] – desde os primeiros estágios do currículo, inclusive no primeiro ano” (NAE, 2005, p. 53, tradução nossa), bem como um aprendizado interdisciplinar no ambiente de graduação.

Percebe-se que tal movimento desconstrói, em seus argumentos, aquele ambiente tradicional de ensino. Há de se adaptar o modo como se ensina Matemática à Engenharia, a fim de contemplar a significação dessa disciplina nos contextos próprios da Engenharia.

A partir das experiências dos autores deste capítulo e dos respectivos resultados de pesquisa no âmbito da disciplina de CDI 1 em turmas de Engenharia, a constituição de ambientes de ensino e de aprendizagem pautados em episódios de resolução de tarefas (COUTO; FONSECA; TREVISAN, 2017; TREVISAN; MENDES, 2018) assume importância singular no contexto do ensino de Engenharia, em que o desenvolvimento do raciocínio matemático (PONTE; MATA-PEREIRA; HENRIQUES, 2012) deveria ter um papel central no processo de formação inicial para a profissão. Organizam-se momentos de resolução de tarefas exploratórias (PONTE, 2005), não precedidas da exposição de definições, demonstrações ou “exemplos-tipo”; nesses momentos, os estudantes são convidados, em grupos, a explorar, intuitivamente, ideias no intuito de significá-las. Ao final, as resoluções dos estudantes são trazidas à discussão coletiva em formato de plenária, com o professor tendo o papel de conduzir a sistematização das ideias e a formalização dos conceitos matemáticos subjacentes (PONTE, 2017). Nesse contexto, já nas primeiras abordagens relativas ao conteúdo de funções, podem ser tratadas noções intuitivas de derivada e integral que dão bases para sistematizações posteriores (TREVISAN; MENDES, 2017).

Assim, o objetivo deste capítulo é discutir possibilidades do uso de tarefas exploratórias (PONTE, 2005) no desenvolvimento do raciocínio matemático em aulas de CDI. Mais especificamente, pretende-se evidenciar o papel dessas tarefas e das discussões por elas desencadeadas no desenvolvimento do raciocínio matemático, com o foco na releitura do conceito matemático de função, por meio de sua abordagem covariacional (THOMPSON; CARLSON, 2017). Além de alguns aportes teóricos que fundamentam a proposta de trabalho, na continuidade do capítulo, apresentam-se os procedimentos metodológicos da pesquisa que justifica os dados aqui arrolados, seguidos de algumas tarefas exploratórias mobilizadoras de ideias do raciocínio covariacional, evidenciando seu papel nas tarefas, assim como nas discussões matemáticas mobilizadas no desenvolvimento desse raciocínio. Na sequência, estão algumas considerações finais e implicações do estudo para o ensino de CDI.

2 O TRABALHO COM EPISÓDIOS DE RESOLUÇÃO DE TAREFAS EM AULAS DE CDI

Rasmussen, Marrongelle e Borba (2014) discutem a importância de pesquisas sobre CDI, visto que no mundo, a cada ano, milhares de estudantes iniciam essa disciplina e não a completam de forma exitosa. Os autores destacam que, nas últimas décadas, embora resultados dessas pesquisas tenham contribuído

para melhorar a compreensão de conceitos como limite, derivada e integral – e, em decorrência, a sua aprendizagem por parte dos estudantes –, pouco disso efetivamente chega à sala de aula, tornando-se necessário “ousar” em experiências inovadoras e bem-sucedidas que façam uso desses resultados. O trabalho com ambientes de ensino e de aprendizagem pautado em episódios de resolução de tarefas que contribuam para o efetivo desenvolvimento do raciocínio matemático dos estudantes e para a elaboração de conceitos de CDI tem-se mostrado promissor nesse sentido. Tal proposta foi originalmente inspirada nos trabalhos de Palha *et al.* (2013) e de Palha, Dekker e Gravemeijer (2015), à luz de pressupostos da Educação Matemática Realística (TREVISAN; BURIASCO, 2015).

O termo “tarefa” refere-se a um segmento da atividade de sala de aula dedicado ao desenvolvimento de uma ideia matemática particular, podendo envolver um trabalho prolongado composto por somente um problema, ou vários problemas relacionados (STEIN; SMITH, 2009). Para Ponte (2014, p. 16), uma tarefa é ferramenta norteadora essencial para o ensino e a aprendizagem da Matemática e “[...] pode ter ou não potencialidades em termos de conceitos e processos matemáticos que pode ajudar a mobilizar”. Assim, as tarefas podem gerar atividades que proporcionam oportunidades aos estudantes para elaborar conceitos matemáticos, formular ideias e desenvolver estratégias, promovendo, dessa forma, o desenvolvimento do raciocínio matemático e oportunizando o espírito investigativo.

Esses “momentos” envolvendo o trabalho com tarefas não substituem outros presentes no contexto de uma sala de aula regular, como a exposição de conceitos pelo professor ou a resolução de “tarefas rotineiras”. Entretanto, diferem significativamente de uma aula “usual”, tendo como um dos pressupostos o fato de os conteúdos matemáticos serem apresentados aos estudantes fora da estrutura do “manual escolar” e por meio de sequências de tarefas, com elementos que estimulem sua reflexão e seu raciocínio, bem como por meio de um espaço aberto a discussões coletivas e ao desenvolvimento de regras diferentes daquelas assumidas nas salas de aula tradicionais (TREVISAN; MENDES, 2018).

Como etapa final do trabalho, a promoção de discussões coletivas favorece o envolvimento dos estudantes “na apresentação, justificação, argumentação e negociação de significados para os seus raciocínios quando trabalham com tarefas matematicamente significativas” (RODRIGUES; MENEZES; PONTE, 2018, p. 399). Rodrigues, Menezes e Ponte (2018) argumentam que, em oposição a um modelo de aula que pressupõe a exposição de conceitos e a uma prática que conduzem à memorização acrítica e mecanizada, tanto a investigação em Educação Matemática quanto a prática profissional dos professores apontam os momentos de discussões matemáticas promovidos a partir do trabalho com tarefas como essenciais para a compreensão e a promoção do raciocínio matemático dos estudantes.

Adota-se, assim, uma mudança de autoridade em sala de aula, na qual o raciocínio matemático torna-se a força motriz da elaboração do conhecimento, uma vez que os estudantes: (i) são chamados a justificar todos os seus raciocínios, tanto os corretos quanto os equivocados; (ii) devem ouvir e desenvolver as ideias uns dos outros e desafiá-las sempre que necessário; e (iii) desafiam o professor e, em um processo dialógico, elaboram justificativas para seu pensamento matemático (BRODIE, 2010).

3 UMA RELEITURA DO CONCEITO DE FUNÇÃO

Uma função, enquanto um tipo particular de correspondência entre duas quantidades, é um conceito importante e unificador para a Matemática contemporânea, central em várias áreas e essencial para que qualquer estudante compreenda o CDI. Entretanto, embora a hodierna definição de função – “uma relação binária entre dois conjuntos não-vazios, A e B , de modo que a cada elemento x do conjunto A corresponde um único elemento y do conjunto B ” – tenha resolvido um problema histórico dos matemáticos (no sentido de sua abstração, amplitude e generalidade), para o educador, é um desafio apresentá-lo de maneira que os estudantes se apropriem de seu significado.

Tal definição é fruto de um processo que, originalmente, teve raízes no pensamento discreto geométrico grego e, a partir do século XVII, passou

por debates ferrenhos em conferências matemáticas. A história da definição de função confunde-se com a própria história da Física, com os problemas da vibração em cordas e da condução de calor de Fourier, que consistem em um instrumento de análise de fenômenos dinâmicos reais.

Uma primeira definição mais sistematizada do conceito de função, proposta por Bernoulli em 1718 (PONTE, 1990, p. 3), foi a seguinte: “uma quantidade que é composta de qualquer forma dessa variável e constantes” (sendo o termo “quantidade” substituído por “expressão analítica”, por Euler). Mais tarde, essa definição foi reformulada por Dirichlet com base na ideia de correspondência entre conjuntos. No século XX, estendeu-se para incluir correspondências arbitrárias entre quaisquer conjuntos (numéricos ou não).

Ponte (1990, p. 7) defende que

[...] o estudo analítico das funções não deverá por isso ser posto de parte. Mas, em vez de se bastar a si próprio, ele deve pelo contrário surgir com base em atividades sistematicamente feitas a partir das representações numérica e gráfica. Trata-se de reforçar o desenvolvimento dos aspectos intuitivos na fase inicial do trabalho, reservando os aspectos de formalização para segunda fase.

Mesmo que, desde a década de 1930, a definição de função como correspondência entre elementos de dois conjuntos tenha sido tomada como “oficial”, Thompson (1994) discute seu caráter estático, que esconde muitas das realizações intelectuais anteriores. Segundo o autor, essa definição tem recebido fortes críticas pedagógicas. Uma das razões para essas críticas é que, embora essa definição seja significativa para os matemáticos, não o é para os estudantes para os quais ela é apresentada. Tendo sido motivada, largamente, por debates entre os matemáticos na busca de respostas a questões internas da própria Matemática, trata-se de uma resposta a problemas que os estudantes sequer podem conceber. Outra razão é ser uma definição restritiva, pois não abrange muitos fenômenos que envolvem a variação conjunta de duas grandezas e que não podem ser expressos pela correspondência entre elementos de dois conjuntos de forma que a cada elemento do primeiro corresponda exatamente um elemento no segundo.

Trata-se, segundo Thompson (1994), de uma tensão entre os pensamentos de função como correspondência e de função como covariação, esta última envolvendo a análise coordenada das variações de duas grandezas interdependentes. Raciocinar covariacionalmente implica a “capacidade de analisar, de maneira coordenada, as mudanças que ocorrem em duas variáveis interdependentes” (ORFALI, 2017, p. 27). Ideias de covariação são epistemologicamente necessárias para que estudantes e professores desenvolvam conceitos úteis e robustos de funções, possibilitando refletir sobre

“como” as quantidades envolvidas em uma determinada situação estão relacionadas. Esse desenvolvimento do conceito de função passa, inicialmente, pelo reconhecimento de mudança em alguma quantidade, progride para uma imagem vagamente coordenada entre duas quantidades e consolida-se em uma imagem da covariação de duas quantidades cujas medidas permanecem em proporção (THOMPSON, 1994).

Para Thompson e Carlson (2017, p. 422, tradução nossa), “ideias de variação e covariação em valores de variáveis não se encaixam na definição atual de função”, que adota os passos de determinação de pontos, produtos cartesianos e o significado de Dirichlet sobre a necessidade da lei de correspondência entre os valores das variáveis. Uma das várias definições para o conceito de função é que esta, “covariacionalmente, é uma concepção de duas quantidades variando de forma simultânea, de modo que haja uma relação invariável entre seus valores que tem a propriedade de que, na concepção da pessoa, todo valor de uma quantidade determina exatamente um valor da outra” (THOMPSON; CARLSON, 2017, p. 444, tradução nossa). Tal definição tem maior aplicabilidade à Engenharia, uma vez que, da percepção que se tem dos fenômenos, formulam-se hipóteses e buscam-se relações entre as grandezas que variam em simultâneo, sem que uma determine unidirecionalmente a outra. Essa abordagem do conceito de função pode fornecer ao futuro engenheiro condições para perceber as variáveis e suas relações, bem como para desenvolver ideias intuitivas sobre taxa de variação

e variação acumulada, sem que o conceito de limite seja apresentado formalmente nesse momento (TREVISAN; MENDES, 2017).

No intuito de promover o raciocínio covariacional e uma releitura do conceito de função, considera-se que as tarefas utilizadas nesse modelo de aula devem buscar desenvolver as seguintes habilidades (FRANK, 2017): (i) reconhecer atributos de uma situação, passíveis de medição; (ii) raciocinar sobre o processo de medição dessas quantidades; (iii) imaginar medidas de quantidades variando continuamente; (iv) coordenar duas quantidades que variam juntas, reconhecendo quais quantidades se relacionam, a direção de (de) crescimento, a existência de taxas de variação e eventuais mudanças na taxa de crescimento.

Enfatiza-se que, ao propor tais reflexões a respeito de variáveis e funções, não são dispensadas a abordagem algébrica e provas e teoremas do CDI. Ao contrário, busca-se que eles ganhem mais significado e aproximem-se de aplicações no contexto da Engenharia.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O contexto do qual provêm os dados aqui apresentados inclui estudantes de Engenharia que cursaram CDI em turmas sob a responsabilidade do primeiro autor do capítulo. Os ciclos de aplicação de tarefas foram realizados entre os anos de 2016 e 2019, em uma universidade federal do estado do Paraná. Trata-se de um

contexto real de ensino: uma sala com 50 estudantes e suas possíveis dificuldades com os conceitos trabalhados na disciplina, o desinteresse por parte de alguns, um plano de ensino a cumprir, avaliações, correções, enfim, tudo o que realmente compõe o dia a dia de sala de aula (TREVISAN; MENDES, 2018). São turmas que se iniciam com aproximadamente 50 estudantes, sendo a disciplina de CDI 1 presente na grade do 1º semestre, com carga de 90 horas-aula. Sua ementa contempla o estudo de funções, limites, derivadas e integrais de funções reais, de uma variável real, organizados segundo uma estrutura curricular “não usual”, com conteúdo em formato de espiral e um “adiamento”, para o final do curso, das definições formais de derivada e integral, bem como um tratamento rigoroso do conceito de limites (TREVISAN; MENDES, 2017).

Para a investigação e o desenvolvimento do problema de trabalho em episódios de resolução de tarefas, dedica-se cerca de 25 horas do curso (cerca de 10 encontros de 3 horas-aula de 50 minutos cada) a esses episódios, planejados para anteceder o estudo “formal” dos conceitos de função de uma variável real, limite, derivada e integral. Nos episódios em que ocorreu o desenvolvimento das tarefas aqui analisadas, os 50 estudantes matriculados estavam organizados em grupos de 3 a 4 estudantes, para que pudessem explorá-las intuitivamente.

As tarefas selecionadas buscaram mobilizar nos estudantes a capacidade de analisar, de maneira coordenada, as mudanças que ocorrem em duas

variáveis interdependentes, articulando diferentes representações (THOMPSON; CARLSON, 2017). No intuito de evidenciar o papel das tarefas escolhidas e das discussões matemáticas no desenvolvimento do raciocínio covariacional, tomou-se, como critério para a escolha dos grupos, entre as discussões realizadas em cada uma das tarefas, aquelas que evidenciaram um maior envolvimento dos estudantes na “apresentação, justificção, argumentação e negociação de significados” (RODRIGUES; MENEZES; PONTE, 2018, p. 399). Com base nas etapas presentes no modelo de Powell, Francisco e Maher (2004), inicialmente foi realizada uma escuta integral dos áudios selecionados; em seguida, identificaram-se os momentos significativos, que foram transcritos para, posteriormente, serem analisados.

Nesse sentido, a análise assume um caráter prioritariamente qualitativo, de cunho interpretativo. Uma pesquisa dessa natureza produz dados a partir de observações retiradas de forma direta do estudo de pessoas, de lugares ou de processos com os quais o pesquisador (no caso, também professor das turmas nas quais foram coletados os dados) procura estabelecer uma interação direta para compreender os fenômenos estudados, partindo geralmente de questões mais amplas, que só vão tomando uma forma mais definida à medida que se desenvolve o trabalho (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Inicialmente, observam-se os dados coletados (protocolos escritos pelos estudantes na resolução das tarefas; trechos de áudio e vídeo das discussões matemáticas entre os grupos de estudantes e

entre os estudantes e o professor; diários de campo dos pesquisadores) buscando identificar, na expressão dos estudantes e na do professor, elementos que possibilitem compreender o raciocínio envolvido na elaboração de conceitos do CDI. Tais dados subsidiam o refinamento das tarefas e a organização de novos ciclos de aplicação, evidenciando o caráter cíclico de uma investigação baseada em *design* (PONTE *et al.*, 2016).

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

No intuito de discutir as possibilidades do uso de tarefas exploratórias no desenvolvimento do raciocínio matemático em aulas de CDI, nesta seção são apresentadas a análise e a discussão dos dados, as quais procuram evidenciar o papel de quatro dessas tarefas e das discussões por elas desencadeadas, com foco na releitura do conceito matemático de função, por meio de sua abordagem covariacional. Tais tarefas foram selecionadas com o objetivo de evidenciar diferentes habilidades do raciocínio covariacional (FRANK, 2017), bem como de possibilitar a articulação entre diferentes representações (linguagem natural, representação numérica, tabular, gráfica e algébrica), sendo que outras podem ser utilizadas por professores de CDI.

A tarefa “Dinagráficos” explora uma representação gráfica com os eixos coordenados dispostos de um modo não usual e possibilita aos estudantes imaginar medidas de quantidades variando continuamente e

coordenar duas quantidades que variam juntas. Nas tarefas “Medicamento Injetado” e “Como se Espalha um Boato”, propõe-se uma articulação da linguagem natural com representações numérica e gráfica, reconhecendo quantidades envolvidas na situação e como essas quantidades se relacionam, a direção de crescimento e, no caso da última, mudanças na taxa de crescimento. Por último, a “Tarefa do Vaso” possibilita que o estudante articule representações gráfica e algébrica, reconhecendo e relacionando diferentes quantidades.

5.1 Tarefa Dinagráficos: uma análise do comportamento de variáveis

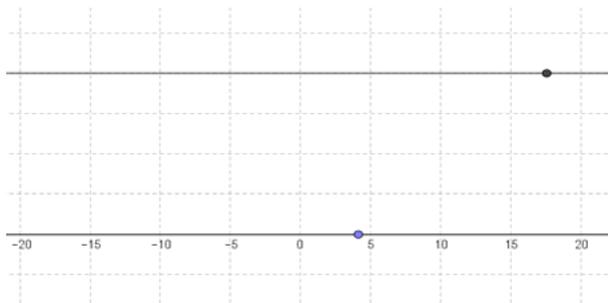
Os dinagráficos são apresentados por Goldenberg, Lewis e O’Keefe (1992, p. 244, tradução nossa) como uma classe de ferramentas para a visualização da relação de interdependência entre duas variáveis, em que

[...] 1) a variável de domínio é dinamicamente manipulada pelo usuário e 2) a variável de domínio e sua imagem estão representadas cada uma em seu próprio espaço. Por exemplo, uma versão $\mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ permite que a variável de domínio seja dinamicamente controlada pelo mouse movendo um cursor em uma linha de números, enquanto a imagem se move em uma linha numérica paralela.

Embora sejam abstrações baseadas em tela, como são manipuláveis em tempo real, os dinagráficos possibilitam que seu comportamento se alinhe fortemente aos fenômenos do mundo real (GOLDENBERG; LEWIS; O'KEEFE, 1992). Essa ferramenta ainda permite explorar visualmente tanto a coordenação de uma variável em relação a outra (no sentido de reconhecer a direção de crescimento/decrescimento) quanto as variações de uma variável com as variações da outra, aspectos que, segundo Thompson e Carlson (2017), constituem a base do raciocínio covariacional.

Na tarefa, dinagráficos foram organizados no *software* Geogebra, representando cinco funções (não informadas aos estudantes): (I) $y = x - 2$; (II) $y = -3x - 4$; (III) $y = x^2$; (IV) $y = 2^x$ e (V) $y = 7$. A Figura 1 indica um exemplo de dinagráfico referente à função (IV). Ao movimentar livremente o ponto azul (reta inferior), verifica-se a variação do ponto preto (reta superior).

Figura 1 – Exemplo de dinagráfico utilizado na tarefa. Dinagráfico da função (IV)



Fonte: elaborada pelos autores

É necessário frisar que o estudante de Engenharia, possivelmente, já teve contato com o conceito de função no Ensino Médio, restrito à sua definição formal e com foco em sua representação algébrica. Em geral, ele sabe o que são variáveis, o que é o plano cartesiano e como converter uma representação algébrica em representação gráfica, por meio do cálculo da função em alguns pontos do domínio e da marcação no plano cartesiano. Entretanto, uma questão fundamental é se esse mesmo estudante sabe interpretar o papel que as variáveis assumem quando realiza uma análise coordenada de suas variações. Esse tipo de tarefa traz um contexto de desconstrução do conhecimento tácito, geralmente abordado em livros de CDI.

Orientados a dissertar livremente sobre *O que é possível analisar nessa tela?*, um dos estudantes (A1), em diálogo com o professor sobre o que o grupo observou nas funções I e II (ambas lineares), apontou o seguinte:

A1: *No gráfico de (I), cada vez que a variável do eixo inferior varia, o de cima vai variar sempre duas unidades a menos. Aí, no gráfico de (II), a gente percebeu que um vem de mais infinito até zero e o outro vem de menos infinito até zero. É como se um fosse crescente e o outro decrescente, aí vai ter um ponto em que eles são iguais, que é quando x vale 1. A partir daí, eles vão sempre variar de forma diferente.*

Professor: *Vocês conseguem comparar essa variação no primeiro caso e no segundo? Como é que foi isso?*

A1: *No primeiro caso, eles variam constante, ou seja, quando a variável do eixo inferior cresce, a variável de cima cresce; quando a variável inferior decresce, ambos decrescem. Agora, no segundo caso, não! Quando um cresce, o outro decresce. Então, tipo assim, como se um fosse positivo e o outro negativo, eu tô crescendo um valor e tô diminuindo o outro.*

O dinográfico é utilizado por A1 como possibilidade de interpretação do papel das variáveis que guardam uma relação de dependência, na qual a mudança de uma delas implica a mudança da outra. A fala de A1 evidencia uma capacidade de coordenar, para ambas as funções, o sentido da variação de uma variável (crescente ou decrescente) com as variações da outra. No caso da função (I), a tarefa ofereceu ao estudante uma imagem de covariação sustentada por ações mentais de coordenação da variação absoluta de uma variável com as variações da outra (“cada vez que a variável do eixo inferior varia, o de cima vai variar sempre duas unidades a menos”).

Outro estudante (A2), ao analisar a representação III (uma função quadrática), apontou o seguinte:

A2: *Dá para você perceber que ele tem um comportamento de x^2 , porque, mesmo quando a variável de baixo é negativa, a de cima é sempre positiva e, conforme você aproxima de zero a variável de baixo, a de cima também aproxima de zero. Ambas vão ser zero em algum ponto. Quando ele varia de 0 até 1, o que está*

em baixo varia mais rápido que o de cima e quando os dois são 1, de 1 em diante o de cima vai sempre variar o quadrado do outro. De 0 até 1, o comportamento é um pouco mais devagar, e a partir de 1 você vai variar sempre o quadrado.

Por essa fala, indica-se que o dinagráfico contribuiu na construção de imagens da covariação que envolvem a coordenação da taxa de variação média da função com variações uniformes da variável independente. Informalmente, o estudante A2 reconhece a existência de taxas de variação diferenciadas para os casos em que $x < 1$ e $x > 1$, explicitando mudanças nessas taxas de crescimento (a função passa a crescer mais rápido se $x > 1$). Falas como “crescer devagar” ou “crescer rápido” expressam uma compreensão informal do conceito de derivada. Além disso, tais percepções dão sentido aos conceitos de domínio e imagem, ao indicarem o entendimento de que não se trata de conjuntos numéricos desconectados, mas de valores que guardam uma relação entre suas variações.

5.2 Tarefa Medicamento Injetado: representando a dependência entre variáveis

O contexto de uma tarefa mostra-se como um elemento a ser considerado quando se pensa nas oportunidades de aprendizagem que ele pode oferecer e no desenvolvimento do raciocínio matemático, em

termos dos conceitos que podem ser mobilizados pelos estudantes a partir de tais oportunidades. Além disso, contextos “aplicados” contribuem para a expansão de horizontes de interpretação, oferecendo “mais oportunidades para estudantes experimentarem diversos tipos de funções, enfatizando múltiplas representações de uma mesma função” (OEHRMAN; CARLSON; THOMPSON, 2008, p. 29, tradução nossa).

De acordo com Palis (2013, p. 2),

Diferentes representações de uma mesma função podem permitir processamentos diversos visando a obtenção de informações sobre o seu comportamento. Assim, a utilização de representações múltiplas na resolução de problemas também pode colaborar para o desenvolvimento de processos metacognitivos de autoavaliação pelos alunos; além de usar as representações disponíveis na busca de significados, o aluno pode também comparar as respostas encontradas.

Essa tratativa procura possibilitar uma visão mais flexível e robusta das funções, que não leve o estudante a equiparar funções e equações, mas a “prestar atenção” às quantidades que variam e à relação entre elas. No âmbito do raciocínio covariacional, destaca-se a importância do trabalho com tarefas que explorem representações gráficas com base em situações realísticas. Inspirada em

proposta de Connally *et al.* (2009), a tarefa apresentada a seguir recebeu alguns ajustes em sua formatação no intuito de focalizar a construção do gráfico.

Quando um medicamento é injetado na circulação sanguínea de uma pessoa, a quantidade da droga presente no corpo começa por crescer rapidamente. Se a pessoa toma injeções diárias, o corpo metaboliza a droga de modo que a quantidade de droga presente no corpo continua crescendo, mas a uma taxa decrescente. Por fim, a quantidade se torna constante em um nível de saturação. Construa um gráfico que represente essa situação.

A construção de uma representação gráfica foi discutida pelo grupo como indica o diálogo a seguir:

B1: *Oh, [se] injeto [medicamento], ela [a quantidade] vai crescer.*

B2: *Ela vai crescer, depois decresce até parar, estabilizar.*

B1: *É, vai ser igual mesmo. [...] Eu vou fazer um gráfico de “dois giros”.*

B3: *É que no caso ela vai começar alta, não vai?*

B1: *Não, se, vamos supor que vai injetar a primeira vez. Então oh, tem zero. Aí ela faz assim, né?... Ela vai crescer. E vai começar a diminuir. O corpo vai metabolizar e vai começar a descer. Vamos dizer que aqui... primeiro dia... Então, é isso que eu quero saber: se ela terminar... ela não vai terminar assim?*

B3: *Não, ela continua aqui depois ó, vai continuar assim... Vai terminar assim. Porque o corpo [...], ela diminui, depois vai ficar constante...*

B1: *Não fica constante, ela sempre vai diminuir.*

B3: *Vê até o final...*

B1: *Não, mas não pode ser constante, o corpo tem que metabolizar.*

B3: *Aqui. Oh!*

O trecho em que o estudante B1 esboça seu entendimento da situação – um gráfico com um ponto de máximo e depois uma queda até um ponto em que se torna constante – deixa transparecer seu entendimento equivocado entre o que são quantidades e o que são taxas de variação. Na sequência, o estudante B3 tenta mostrar que o gráfico não precisa “cair” – ou seja, diminuir em y – para que se cumpra o que o enunciado pede (*continua crescendo, mas a uma taxa decrescente*), mas que a mudança deve se dar na inclinação desse gráfico.

O mesmo grupo de estudantes continua a discutir o gráfico:

B3: *Aqui, oh... Se torna uma constante no nível de circulação.*

B1: *Mas aí é quando toma muito.*

B3: *Mas aqui tá falando que ele toma muito. Doses diárias até que o metabolismo entenda que é pra manter naquele nível.*

B1: *Entendi.*

B3: *Começa a crescer rapidamente. Ah tá. Pera aí! Continua crescendo, vai ficar no gráfico assim, ó! Ela vai estabilizar crescendo.*

B1: Ah, “de modo que a quantidade de remédio continue crescendo”. Ou seja, ele vai continuar injetando mais.

B3: Até que ela vai estabilizar.

B1: [...] **não tem nada no corpo, ou seja, zero droga, ou seja, começa aqui.** [...] Quantidade de droga ela continua crescendo, mas a uma taxa decrescente, ou seja, ela vai diminuir, a gente podia pensar numa função de terceiro grau, né?... Deslocada.

B2: Será?

B1: Não, não é de terceiro grau, é uma função mista, assim ó! Curva assim que depois se estabilizará.

B3: Pode ser.

A explicação de que “vai estabilizar crescendo” confronta a primeira colocação do estudante B1 e favorece o ambiente que se busca proporcionar como dito anteriormente, no qual os estudantes, como promotores do raciocínio matemático, ouvem e desenvolvem ideias uns dos outros e devem desafiá-las sempre que necessário. Inclusive, no decorrer da discussão, o estudante B1 vai tentar juntar suas ideias às de B3, explicando o seu raciocínio para B2.

B3: Ó, B1, eu acho que você tá certo.

B1: Eu tô certo?

B3: Pode ser assim.

B1: Mas aqui ela tá crescendo rápido.

B3: Só que assim ela cresce mais rápido, né!?

B1: *Sabe por que não? Tipo, quando você injeta, vamos supor que não tem nada... quando você injeta*

B3: *Mas eu não tô falando a quantidade, tô falando a velocidade que ela cresce.*

B1: *Sim, mas ó, você vai injetar, pouco, você injetou, sei lá, 50 unidades de concentração, tipo corpo tem um monte... Tipo começa muito rápido. Daí ele vai metabolizando, daí com o tempo ele vai tipo...*

B3: *Então, mas. É que às vezes ela faz assim...*

[...]

B3: *Mas o que eu tô falando é que tem diferença: uma cresce lentamente, outra cresce rápido. Daí você lembra? A gente viu em cálculo mesmo... Que um cresce mais rápido que o outro... Assim.*

[...]

B2: *Ah, mas sei lá se não vai ficar assim, porque ele não fala que ele diminui depois.*

B1: *Porque, tipo, se ele está crescendo mais rapidamente, assim ó, tipo, tem um gráfico aqui... a gente está em dúvida tipo: o ponto, é, de concentração que ele vai se estabilizar, oh! Assim, ele tá crescendo lentamente... tá passando o tempo, tá passando o tempo, do Anada cresce! Aqui ele vai crescer muito rápido, depois vai se estabilizando.*

B3: *Concordo.*

Importantes encaminhamentos são dados na discussão mostrada. Os estudantes refletem não só sobre a relação entre as variáveis, mas também sobre como isso pode ser representado. Em geral, o estudante chega

ao curso de CDI 1 habituado a marcar pontos no plano cartesiano e a conectá-los sem se preocupar com o que há entre esses pontos. Esse tipo de tarefa “aberta” permite uma reflexão sobre o que a forma do gráfico representa, ressignificando esse conceito “discreto” de funções.

Se, na tarefa anterior, as discussões basearam-se em como se dá o crescimento, aqui, esse crescimento é discutido sob o caráter gráfico. Os estudantes usam diferentes representações verbais e gráficas (discretas e contínuas) ao tentar solucionar suas indagações sobre representação. O cerne da discussão é que tipo de concavidade apresentaria o gráfico em questão, e, com a contraposição das ideias, os estudantes conseguem resolver a tarefa. Isso possibilita um refinamento daquilo que eles reconhecem como crescimento de uma função, em especial, a compreensão da expressão “continua crescendo, mas a uma taxa decrescente”.

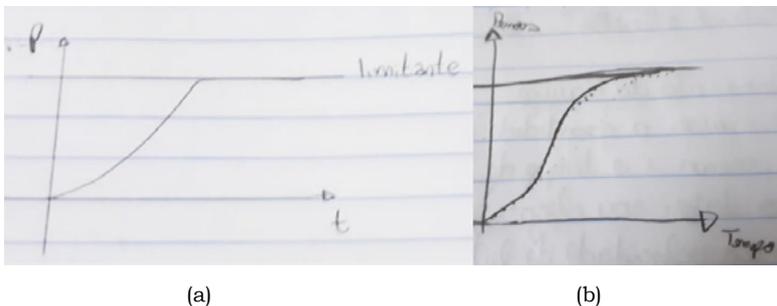
5.3 Tarefa Como se Espalha um Boato: as ações do professor na elaboração do raciocínio

A tarefa analisada nesta subseção, inspirada em Connally *et al.* (2009), envolve a mudança da taxa de variação do número de pessoas que sabem de um boato como uma função do tempo e possibilitou que uma discussão inicial sobre a concavidade fosse iniciada com a turma de CDI antes mesmo que os conceitos formais de limite e de derivada fossem apresentados:

Quando surge um boato em uma pequena cidade, inicialmente, o número de pessoas que ouviu começa crescendo lentamente e, conforme mais pessoas passam a saber e a comentar, o boato espalha-se rápido, até quando o número de pessoas que sabe chegar ao limite de pessoas na região. Represente um gráfico que relacione a quantidade de pessoas que sabe do boato com o tempo.

Dois tipos de representação foram produzidos pelos estudantes. Na Figura 2a está representado um gráfico em que o número de pessoas que sabe do boato cresce a uma taxa progressiva, até atingir o limite de pessoas da região; a partir daí, permanece constante. Na Figura 2b, o gráfico evidencia uma mudança na taxa de variação do número de pessoas que soube do boato ao longo do tempo, havendo, desse modo, uma mudança em sua concavidade.

Figura 2 – Imagens dos gráficos representados na produção escrita dos estudantes



Fonte: acervo dos autores

Embora ambas as representações satisfaçam as condições apontadas na tarefa, o professor buscou, com a discussão, levar os estudantes a explicarem seus raciocínios e a defenderem seus pontos de vista a fim de explorarem, matematicamente, as diferenças existentes entre as representações.

C1: *Professor, a gente fez diferente... [em relação ao gráfico da Figura 2a, que havia sido discutido previamente.] A gente colocou o número de pessoas, mas o gráfico não ficou assim.*

Professor: *Coloca ele aqui [no quadro] para a gente, fazendo favor [referindo-se ao gráfico da Figura 2b].*

C1: *Eu não sei se está certo.*

Professor: *Nenhum deles eu falei que está... Desenha o que vocês pensaram.*

C2: *[a respeito do gráfico da Figura 2b, que a Estudante C1 desenhou no quadro:] A região final dele, ao invés de continuar crescendo, ele estabiliza porque vai chegar um momento que não tem mais pessoas para saber o boato.*

Professor: *E como é que “se estabiliza”, aparece no desenho?*

C2: *Número de pessoas vai estabilizar e começa a se estabelecer isso [fazendo com as mãos a mudança de concavidade] nesse desenho, aqui tá assim.*

[...]

Professor: *Alguém fez diferente desses que tá no quadro?*

C1: *Acho que não.*

C3: *O nosso [gráfico da Figura 2a] a diferença é que ele não estabiliza dessa forma, ele estabiliza de uma vez... ele forma um ângulo de 90° na estabilização. Cresce a mesma curva no tempo, só que ele estabiliza de uma vez porque ele chega no limite de pessoas.*

C1: *Professor, é que só para explicar, não sei se tá certo, a gente pensou que o número de pessoas, conforme o tempo passa, cresce lentamente. Seria aquela primeira parte [referindo-se à parte côncava para cima do gráfico] e depois ele cresce mais e, conforme vai passando o tempo, o número de pessoas que tem na cidade vai acabar, então vai estabilizar e, conforme passa o tempo, o mesmo número de pessoas vão saber, entendeu?*

Os argumentos apresentados pelos estudantes na explicação de sua construção, evidenciados no excerto acima, constituem aspectos importantes do desenvolvimento da capacidade de raciocinar covariacionalmente. Em especial, o contexto da tarefa levou-os a reconhecer a necessidade de haver uma mudança na concavidade do gráfico como forma de representar o comportamento de uma variável (o número de novas pessoas que sabe o boato), que muda o “modo” como está crescendo. Pode-se, assim, explorar esse conceito de forma intuitiva, relacionando-o com a ideia de taxa de variação: se a taxa de variação é crescente, então o gráfico que representa a sequência é côncavo para cima; se a taxa de variação é decrescente, então o gráfico é côncavo para baixo, e a taxa de variação é constante.

Ao consultar livros usualmente utilizados em aulas de CDI, constatou-se que nenhum deles apresenta qualquer discussão relacionada à ideia de concavidade na seção destinada ao estudo de funções. Essa discussão aparece apenas no estudo do sinal da derivada de segunda ordem, de modo técnico e desprovido de significado. Todavia, qual o significado de se alterar a concavidade do gráfico de uma função? Mesmo sem um conhecimento do conceito formal de derivada de segunda ordem, a ideia de ponto de inflexão surgiu naturalmente na continuidade dessa discussão. Isso possibilitou aos estudantes explorar intuitivamente um conceito que seria formalizado mais tarde, como se pode constatar no diálogo a seguir.

Professor: *A situação não fecha para a gente se isso [diminuição da taxa] está acontecendo ou não no final. Então, se eu interpretar que ocorre um momento em que começa a desacelerar essa propagação do boato, essa desaceleração indicaria para mim que o gráfico correto é qual?*

C4: *Dois [referindo-se ao gráfico da Figura 2b].*

Professor: *Agora, se eu não assumir que ocorreu essa desaceleração... que está propagando, propagando, chega uma hora que acabaram as pessoas. O gráfico seria qual?*

C3: *O primeiro [gráfico da Figura 2a].*

Professor: *Na verdade, os dois poderiam ser considerados válidos.*

[...]

Professor: *Em algum momento começa a desacelerar o ritmo do boato propagado, leva a uma mudança na tendência que vinha acontecendo no gráfico... Essa mudança pode ser descrita como? Graficamente, o que aconteceu? Se fosse para você descrever esse gráfico para alguém, como você explicaria?*

C3: *Que o crescimento desacelerou.*

Professor: *Mas em termos de representação gráfica, como é o traço que fica no papel, que características que ele tem?*

C3: *Ele tem duas curvas [referindo-se a uma parte côncava para cima, e outra para baixo].*

Nesse trecho, fica evidente o papel do professor na condução de discussões em consonância com as competências e habilidades que se deseja fomentar, encorajando a partilha de ideias, com solicitação de explicações e justificativas, ainda que parciais ou incorretas, e, por fim, buscando generalizações e formulação de conjecturas gerais.

5.4 Tarefa do Vaso: aproximando o qualitativo e o quantitativo

Carlson *et al.* (2002) discutem uma tarefa que se tornou clássica nos trabalhos sobre o raciocínio covariacional e da qual fez-se uma adaptação em sala.

Imagine que o vaso da Figura 3 será cheio de água a uma taxa constante. Esboce um gráfico da altura da água no vaso em função da quantidade de água dentro dele.

Figura 3 – Vaso a ser enchido de água

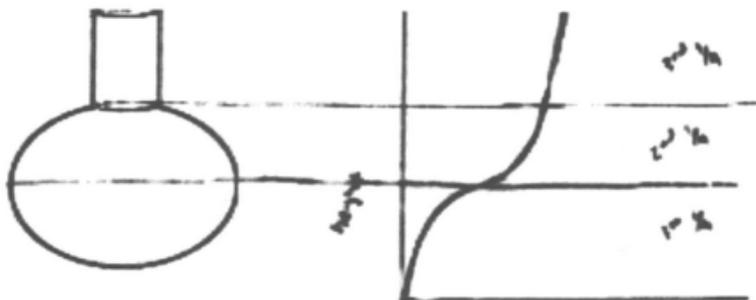


Fonte: elaborada pelos autores

Carlson (1998) e Carlson *et al.* (2002), trabalhando com a versão original dessa tarefa (um vaso esférico com boca cilíndrica), apontaram a mobilização, por estudantes de CDI, de ideias muito semelhantes àquelas necessárias à resolução da tarefa do boato: (i) coordenar a quantidade de mudança de uma variável com as mudanças na outra; (ii) coordenar a taxa média de mudança da função com incrementos uniformes de mudança na variável de entrada; (iii) coordenar a taxa instantânea de mudança da função com mudanças contínuas na variável independente para todo o domínio

da função. A Figura 4 ilustra uma das representações corretas, encontrada por um dos estudantes.

Figura 4 – Resposta de um dos estudantes



Fonte: Carlson *et al.* (2002)

Essa tarefa, constituída por uma situação aberta, pode ser utilizada em vários momentos ao longo do curso de CDI. Inicialmente, pode-se solicitar que os estudantes identifiquem grandezas que podem ser medidas nessa situação, como, por exemplo, a vazão da água que enche a garrafa, o tempo de enchimento, a altura e o volume de água na garrafa, o diâmetro ou raio, tanto das partes da garrafa quanto da superfície de água. Em seguida, pode-se pedir que investiguem o que é “fixo” e o que “muda” enquanto a garrafa enche, construindo gráficos que expressem, por exemplo, o comportamento da altura ou do volume de água em função do tipo de vaso e do raio de suas secções ou, ainda, em função da taxa de derrame constante.

Em especial, a construção do gráfico que relaciona o tempo com o raio da superfície de água na parte esférica do vaso levou os estudantes a reconhecerem uma situação que, matematicamente, não é uma função, conforme discutido por Gonçalves (2018). A seguir, um trecho dessa discussão é apresentado, e, na Figura 5, o gráfico construído pelo grupo de estudantes, mobilizando conceitos de variáveis e taxas de variação.

D1: *A gente tá tentando relacionar... a velocidade de crescimento da altura de acordo com o raio dessa secção. Só que aí a gente tá pensando se vai ser no eixo x.*

Professor: *Será que existe uma única opção?*

D1: *Não, mas depende.*

Professor: *Qual que é a grandeza que vocês estão representando aqui [referindo-se ao eixo horizontal]?*

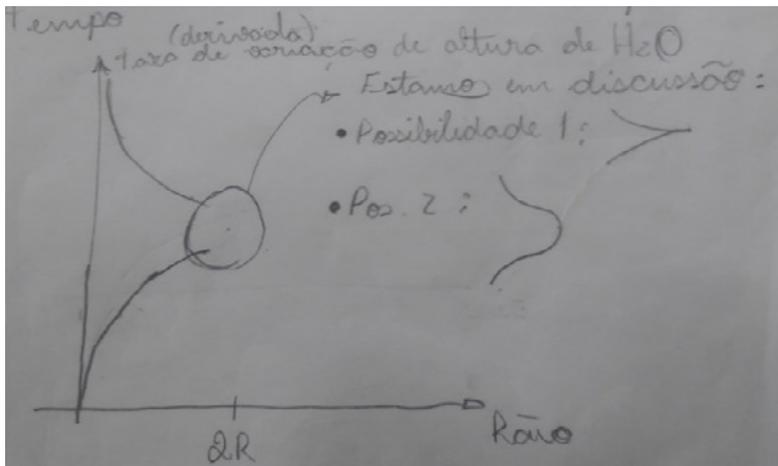
D1: *Então, o raio. Ele vai aumentar constantemente, mas a velocidade...*

Professor: *O tempo todo o raio cresce?*

D1: *É, então, até metade aqui. O raio só vai até um ponto, ele tem um limite.*

D2: *Ele cresce depois volta a diminuir. Eu acho que seria assim, na primeira ele vai crescendo, depois quando chega mais pro diâmetro ele fica menor e depois ele diminui, não? Quando ele chega mais perto do diâmetro, ele continua aumentando, mas é menor a taxa de variação, daí depois na hora de subir, ele não volta, ele só cresce de novo.*

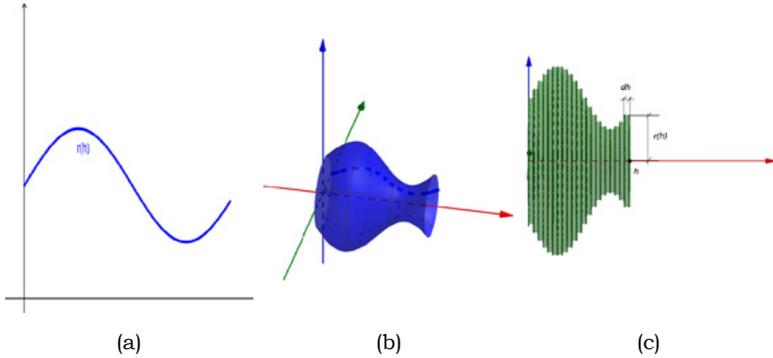
Figura 5 – Gráfico que relaciona o tempo e o raio da garrafa



Fonte: acervo dos autores

Uma maneira geral de discutir, algebricamente, o problema do vaso é enxergar o raio r como uma função da altura h . Tomando o contorno lateral de um vaso qualquer (Figura 3), tem-se a função $r(h)$, em que o raio de uma secção qualquer é a ordenada, que depende da altura, na abscissa, como mostrado na Figura 6a. Ao se rotacionar essa curva, tomando o eixo x como eixo de rotação, obtém-se um sólido de revolução que equivale à forma geométrica do vaso expresso pela função $r(h)$, como mostrado na Figura 6b. Para calcular o volume do sólido formado, tomam-se os elementos diferenciais cilíndricos, como é mostrado na Figura 6c.

Figura 6 – (a) Curva $r \times h$. (b) Sólido de revolução gerado a partir da rotação da função. (c) Representação dos elementos diferenciais



Fonte: elaborada pelos autores

O volume do elemento diferencial é dado por:

$$dv = \pi[r(h)]^2dh \tag{1}$$

ou seja, tendo-se a equação do raio em função da altura e integrando os dois lados da igualdade, pode-se encontrar uma função $v(h)$, que é o objetivo da tarefa. Considerando a vazão Q como:

$$Q = \frac{dv}{dt} \tag{2}$$

Dessa forma,

$$dv = Qdt \tag{3}$$

Substituindo (3) em (1), obtém-se:

$$dt = \frac{\pi}{Q} [r(h)]^2 dh \quad (4)$$

Integrando os dois lados, para uma escolha particular de $r(h)$, encontra-se uma função $t(h)$ com o mesmo formato da função $v(h)$. Cabe salientar que o fator de correção que aparece na Equação (4), $1/Q$, deve-se à proporcionalidade existente entre o tempo e o volume, porque, se a vazão é diferente de 1, o volume de água varia mais que o tempo.

A abordagem algébrica apresentada conclui, assim, um ciclo de discussão a respeito do conceito de função: primeiramente, com os estudantes refletindo sobre as grandezas envolvidas na situação e sobre a dependência entre elas; em seguida, com a discussão das possíveis representações gráficas; e, por fim, com a busca de generalizações e abordagens algébricas para algumas das situações, dando sentido numérico a elas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O “comportamento matemático” do estudante, em grande parte, é influenciado pelo ambiente de ensino e de aprendizagem no qual está inserido (o tipo de aula da qual participa, o encaminhamento dado por seus professores, os livros didáticos que utiliza, os exames aos quais é submetido), que leva ao desenvolvimento de

esquemas de raciocínio que podem ser explorados (como aqui o foram) e desenvolvidos a fim de não tornarem as reflexões a respeito de funções puramente algébricas.

Nos exemplos de tarefas que aqui foram apresentados, os estudantes mostraram desenvolver as habilidades do raciocínio covariacional colocadas por Frank (2017) sobre a variação contínua de quantidades. Foram estimulados a coordenar duas quantidades que variam juntas, reconhecendo como as quantidades se relacionam, a direção de (de)crescimento, a existência de taxas de variação e eventuais mudanças nessas taxas, diferentes representações de uma mesma função, bem como puderam aplicar ferramentas algébricas do CDI a partir de uma situação explorada intuitivamente *a priori* e foram instigados a defender seu processo de raciocínio, como base para generalizações.

A abordagem mencionada anteriormente possibilita a compreensão de conceitos como domínio e imagem; direção de crescimento; taxa de crescimento/ decrescimento; concavidade; mudança de concavidade; e sólidos de revolução. Não era esperado que os estudantes viessem a definir função covariacionalmente, mas que as nuances de raciocínio covariacional aqui exploradas contribuíssem para uma compreensão mais robusta da relação de interdependência que existe entre duas variáveis e de como mudanças nessa relação podem ser observadas no mundo real, na representação e na expressão algébrica, que representa o que historicamente é convencionalizado como função.

Como discutido em Trevisan e Mendes (2017), reconhece-se a dificuldade em realizar uma avaliação quantitativa dos impactos dessa forma de trabalho em termos do desempenho dos estudantes na disciplina e de eventuais impactos em índices de aprovação. Os autores destacam alguns aspectos que emergem dessa prática: estudantes mais ativos, interessados, com iniciativa para resolver as tarefas propostas em aula, se comparados a estudantes de turmas submetidas a uma prática “usual” de aula de CDI; e, ainda, estudantes permanecendo nas aulas da disciplina por mais tempo, quando, em uma abordagem tradicional, usualmente há altos índices de desistência após a primeira prova – essa maior permanência acontece mesmo com os estudantes que acabam reprovando. Além disso, os dados aqui apresentados evidenciam que esse tipo de dinâmica de aula coaduna competências básicas dispostas pelas novas Diretrizes Curriculares Nacionais com as disciplinas do ciclo básico de um curso de Engenharia, explorando o mesmo conteúdo a partir de abordagens que incluem o raciocínio matemático em discussões de situações reais e entendendo a engenharia da matemática, ou seja, o processo de propor, construir, validar e generalizar. Nota-se que as aprendizagens oriundas desse tipo de metodologia dificilmente são encontradas em ambientes tradicionais de ensino. A análise exposta neste texto tem por pano de fundo um ambiente em que constantemente os estudantes são instigados a raciocinar matematicamente, enxergar padrões e construir generalizações, sendo esse um

aspecto importante a fim de se obter uma matemática para engenharia e não somente uma coleção de teoremas e corolários.

REFERÊNCIAS

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.

BRODIE, K. **Teaching mathematical reasoning in secondary school classrooms**. New York: Springer, 2010.

CARLSON, M. P. A cross-sectional investigation of the development of the function concept. *In*: SCHOENFELD, A. H.; KAPUT, J. J.; DUBINSKY, E. (ed.). **Research in Collegiate Mathematics Education III**. Providence: American Mathematical Society, 1998. p. 114-162.

CARLSON, M. *et al.* Applying covariational reasoning while modeling dynamic events: a framework and a study. **Journal for Research in Mathematics Education**, v. 33, n. 5, p. 352-378, 2002. DOI: <http://doi.org/10.2307/4149958>. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/4149958>. Acesso em: maio 2021.

CNE – CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação

em Engenharia. Brasília, DF: MEC, 2019. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: maio 2021.

CONNALLY, E. A. *et al.* **Funções para modelar variações**: uma preparação para o cálculo. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

COUTO, A. F.; FONSECA, M. O. S.; TREVISAN, A. L. Aulas de Cálculo Diferencial e Integral organizadas a partir de episódios de resolução de tarefas: um convite à insubordinação criativa. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)**, v. 8, n. 4, p. 50-61, 2017. DOI: <http://doi.org/10.26843/rencima.v8i4.1493>. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1493>. Acesso em: maio 2021.

FRANK, K. M. **Examining the development of students' covariational reasoning in the context of graphing**. 2017. Doctoral Dissertation (Doctor of Philosophy) – Arizona State University, Tempe, 2017. Disponível em: https://repository.asu.edu/attachments/191116/content/Frank_asu_0010E_17236.pdf. Acesso em: maio 2021.

GOLDENBERG, P.; LEWIS, P.; O'KEEFE, J. Dynamic representation and the development of a process

understanding of function. *In*: DUBINSKY, E.; GUERSHON, H. (ed.). **The concept of function: aspects of epistemology and pedagogy.** [Washington, DC]: Mathematical Association of America, 1992. MAA notes, v. 25, p. 235-260.

GONÇALVES, W. J. **Raciocínio covariacional em aulas de Cálculo Diferencial e Integral:** possibilidades de desenvolvimento a partir do uso de tarefas. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3537>. Acesso em: maio 2021.

NAE – NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING. **Educating the Engineer of 2020:** vision of Engineering in the new century. Washington, DC: The National Academies, 2005.

OEHRMAN, M. C.; CARLSON, M. P.; THOMPSON, P. W. Foundational reasoning abilities that promote coherence in students' understandings of function. *In*: CARLSON, M. P.; RASMUSSEN, C. (ed.). **Making the connection:** research and practice in undergraduate Mathematics. Washington, DC: Mathematical Association of America, 2008. p. 27-42.

ORFALI, F. **A conciliação das ideias do Cálculo com o currículo da educação básica:** o raciocínio covariacional. 2017. Tese (Doutorado em Educação) –

Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-05112018-161520/pt-br.php>. Acesso em: maio 2021.

PALHA, S.; DEKKER, R.; GRAVEMEIJER, K. The effect of shift-problem lessons in the Mathematics classroom. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 13, p. 1589-1623, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1007/s10763-014-9543-z>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10763-014-9543-z>. Acesso em: maio 2021.

PALHA, S. *et al.* Developing shift problems to foster geometrical proof and understanding. **The Journal of Mathematical Behavior**, v. 32, n. 2, p. 142-159, 2013. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jmathb.2012.12.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0732312312000594>. Acesso em: maio 2021.

PALIS, G. R. Atividades que podem propiciar o desenvolvimento do raciocínio funcional no alunado do Ensino Médio e Universitário inicial. **Professor de Matemática Online**, v. 1, n. 1, p. 1-11, 2013. Disponível em: <http://pmo.sbm.org.br/wp-content/uploads/sites/16/2016/02/sbm-pmo-v001-n001-palis.pdf>. Acesso em: maio 2021.

PONTE, J. P. Discussões coletivas no ensino aprendizagem em Matemática. *In*: GTI (ed.). **A prática dos professores**: planificação e discussão coletiva na sala de aula. Lisboa: APM, 2017. p. 33-56.

PONTE, J. P. Gestão curricular em Matemática. *In*: GTI (ed.). **O professor e o desenvolvimento curricular**. Lisboa: APM, 2005. p. 11-34.

PONTE, J. P. O conceito de função no currículo de Matemática. **Revista Educação e Matemática**, n. 15, p. 3-9, 1990. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/4473>. Acesso em: maio 2021.

PONTE, J. P. Tarefas no ensino e na aprendizagem da Matemática. *In*: PONTE, J. P. (ed.). **Práticas profissionais dos professores de Matemática**. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, 2014. cap. 2, p. 13-27.

PONTE, J. P. *et al.* Investigação baseada em design para compreender e melhorar as práticas educativas. **Quadrante**, v. 25, n. 2, p. 77-98, 2016. DOI: <http://doi.org/10.48489/quadrante.22934>. Disponível em: <https://quadrante.apm.pt/article/view/22934>. Acesso em: maio 2021.

PONTE, J. P.; MATA-PEREIRA, J.; HENRIQUES, A. O raciocínio matemático nos alunos do Ensino Básico e do Ensino Superior. **Práxis Educativa**, v. 7, n. 2,

p. 355-377, 2012. DOI: <http://doi.org/10.5212/PraxEduc.v.7i2.0003>. Disponível em: <https://revistas2.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/4698>. Acesso em: maio 2021.

POWELL, A. B.; FRANCISCO, J. M.; MAHER, C. A. Uma abordagem à análise de dados de vídeo para investigar o desenvolvimento das idéias matemáticas e do raciocínio de estudantes. **Bolema – Boletim de Educação Matemática**, v. 17, n. 21, p. 81-140, 2004. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/10538>. Acesso em: maio 2021.

RASMUSSEN, C.; MARRONGELLE, K.; BORBA, M. C. Research on Calculus: what do we know and where do we need to go? **ZDM Mathematics Education**, v. 46, p. 507-515, 2014. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11858-014-0615-x>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11858-014-0615-x>. Acesso em: maio 2021.

RODRIGUES, C.; MENEZES, L.; PONTE, J. P. Práticas de discussão em sala de aula de Matemática: os casos de dois professores. **Bolema – Boletim de Educação Matemática**, v. 32, n. 61, p. 398-418, 2018. DOI: <http://doi.org/10.1590/1980-4415v32n61a05>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/vKJjLJycccFdLGb9nsx4gdP/?lang=pt>. Acesso em: maio 2021.

STEIN, M. K.; SMITH, M. S. Tarefas matemáticas como quadro para a reflexão: da investigação à prática. **Educação e Matemática**, n. 105, p. 22-28, 2009. Disponível em: <http://p3m.ie.ul.pt/files/files/download/fileid/119>. Acesso em: maio 2021.

THOMPSON, P. W. Students, functions, and the undergraduate Mathematics curriculum. *In*: DUBINSKY, E.; SCHOENFELD, A. H.; KAPUT, J. J. (ed.). **Research in Collegiate Mathematics Education I**. Providence: American Mathematical Society, 1994. p. 21-44.

THOMPSON, P. W.; CARLSON, M. P. Variation, covariation, and functions: foundational ways of thinking mathematically. *In*: CAI, J. (ed.). **Compendium for Research in Mathematics Education**. Reston: National Council of Teachers of Mathematics, 2017. cap. 16, p. 421-456.

TREVISAN, A. L.; BURIASCO, R. L. C. Educação Matemática realística: uma abordagem para o ensino e a avaliação em Matemática. **Revemat – Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 10, n. 2, p. 167-184, 2015. DOI: <http://doi.org/10.5007/1981-1322.2015v10n2p167>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2015v10n2p167>. Acesso em: maio 2021.

TREVISAN, A. L.; MENDES, M. T. Ambientes de ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral

organizados a partir de episódios de resolução de tarefas: uma proposta. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 11, n. 1, p. 209-227, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v11n1.5702>. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/5702>. Acesso em: maio 2021.

TREVISAN, A. L.; MENDES, M. T. Integral antes de derivada? Derivada antes de integral? Limite, no final? Uma proposta para organizar um curso de Cálculo. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 19, n. 3, p. 353-373, 2017. DOI: <http://doi.org/10.23925/1983-3156.2017v19i3p353-373>. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/33318>. Acesso em: maio 2021.

Capítulo 10

UM PROTÓTIPO DIDÁTICO PARA A APRENDIZAGEM EM ALGORITMOS E LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO

Mário Mestria – Ifes

Juliana Davel Batista – Ifes

1 INTRODUÇÃO

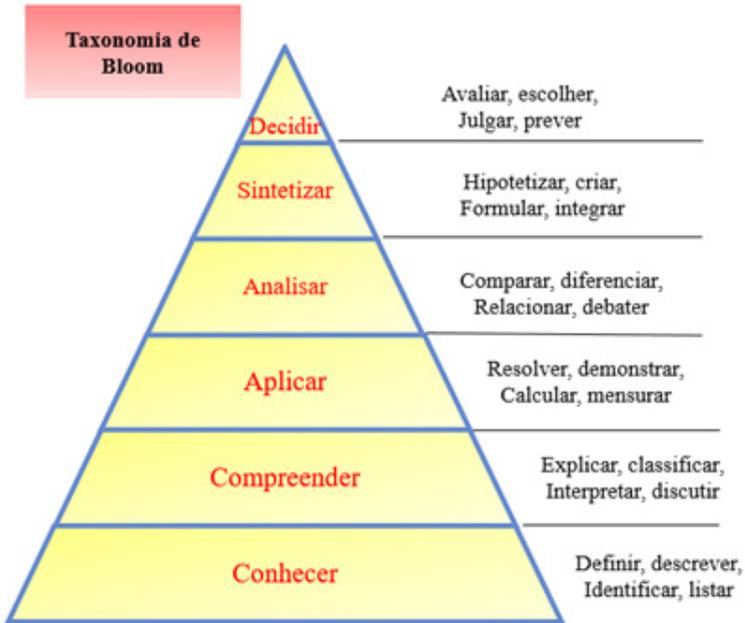
O pensador e educador Piaget (1967), da corrente pedagógica conhecida como construtivismo, mostra que a forma de ensino é impactada de acordo com o ambiente do estudante e a sua percepção do mundo em seu redor. Em Iskrenovic-Momcilovic (2018), afirma-se que o conhecimento prévio na aprendizagem é uma ação positiva e aprender, em primeiro lugar, começa com o ambiente familiar e se estende para o desconhecido. A

autora aponta, ainda, que promover o conhecimento prévio com novos conteúdos de ensino pode fornecer um conhecimento significativo e duradouro. Um fator crucial ao ensino é a promoção da motivação aos discentes. Algumas disciplinas não são atrativas aos estudantes, isto porque não foram estimuladas em seu ambiente (o mundo ao seu redor) ou esses nunca tiveram contato com alguns conteúdos ou competências a serem trabalhadas.

Costley e West (2012), no contexto de aprendizado do ensino intertextual, demonstram a perspectiva de que: i) a conexão do conhecimento prévio torna-se uma parte entrelaçada da interação textual nova e emergente entre o conhecimento antigo e o novo; ii) para que o aluno recupere o conhecimento ou, no mínimo, remova-o da posição adormecida, encontrar a motivação correta para o aluno pode depender da exposição intertextual.

Cabe ressaltar que o conhecimento é um dos seis níveis cognitivos dentro da Taxonomia de Domínios Cognitivos de Bloom (BLOOM *et al.*, 1956). Sua lista de processos cognitivos é organizada do mais simples, que é ter a informação, ao mais complexo, que implica julgamento sobre o valor e a importância de uma ideia. Em 1999, um aluno de Bloom (Lorin Anderson) publicou, com colaboradores, uma versão atualizada da Taxonomia de Bloom (CAMILO; SCAGLIONI, 2017). A Figura 1 ilustra uma adaptação da taxonomia de Bloom.

Figura 1 – Taxonomia de Bloom



Fonte: adaptado de Bloom *et al.* (1956) e Camillo e Scaglioni (2017)

O conhecimento, no Modelo Instrucional 5E (Quadro 1), pode ser encontrado dentro das fases denominadas de engajamento (*engagement*) e exploração (*exploration*) (BYBEE *et al.*, 2006). O Modelo Instrucional 5E baseia-se na ideia de que a aprendizagem não é linear, mas sucessiva, e o novo conhecimento se conecta ao conhecimento existente para criar um novo conceito.

Quadro 1 – Sumário do Modelo Instrucional 5E

| Fases | Sumário |
|--------------|--|
| Engajamento | O professor ou uma tarefa curricular acessam o conhecimento prévio dos alunos e os ajudam a se engajar em um novo conceito, através do uso de atividades curtas, que promovem a curiosidade e estimulam esse conhecimento. A atividade deve fazer conexões entre experiências de aprendizado passadas e presentes, expor concepções prévias e organizar o pensamento dos alunos em relação aos resultados de aprendizado das atividades atuais. |
| Exploração | As experiências de exploração fornecem aos alunos uma base comum de atividades, na qual os conceitos atuais (isto é, equivocados), processos e habilidades são identificados, e a mudança conceitual é facilitada. Os alunos podem completar as atividades de laboratório que os ajudam a usar o conhecimento prévio para gerar novas ideias, explorar questões e possibilidades, e projetar e conduzir uma investigação preliminar. |
| Explicação | A fase de explicação concentra a atenção dos alunos em um aspecto específico de suas experiências de engajamento e exploração e oferecem oportunidades para demonstrar sua compreensão conceitual, habilidades de processo ou comportamentos. Esta fase também oferece oportunidades para os professores introduzirem diretamente um conceito, processo ou habilidade. Os alunos explicam sua compreensão do conceito. Uma explicação do professor ou do currículo pode guiá-los em direção a um entendimento mais profundo, que é uma parte crítica desta fase. |
| Elaboração | Os professores desafiam e ampliam a compreensão e as habilidades conceituais dos alunos. Através de novas experiências, os alunos desenvolvem uma compreensão mais profunda e abrangente, mais informação e habilidades adequadas. Os alunos aplicam sua compreensão do conceito realizando atividades adicionais. |
| Avaliação | A fase de avaliação incentiva os alunos a avaliar sua compreensão e habilidades e oferece oportunidades para que os professores avaliem o progresso destes para alcançar os objetivos educacionais. |

Fonte: adaptado de Bybee *et al.* (2006)

Stiggins e Chappuis (2012) demonstram que a aprendizagem e as avaliações estão conectadas, e o

nível de conhecimento adquirido pelos alunos é medido por meio de avaliações formais e informais, incluindo perguntas escritas e orais, projetos, portfólios, protótipos, entre outros. Em Kudryashova *et al.* (2016), descreve-se que a principal tarefa de um professor moderno é criar um ambiente educacional onde os alunos possam obter conhecimento de primeira mão, com o apoio e a orientação apropriados, em cada nível cognitivo.

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) dos cursos de graduação em Engenharia, aprovadas em 23 de janeiro de 2019 e em fase de revisão técnica, mostram que as atividades no curso podem ser organizadas e estimuladas por práticas laboratoriais, projetos, pesquisa, entre outras, e a forma avaliativa deve promover o aprendizado e estimular a produção intelectual dos estudantes, de forma individual ou em equipe (BRASIL, 2019).

Assim, dados os diversos fatores que influenciam o aprendizado – as deficiências em ensinar, as novas estratégias de ensino, as formas de ativar o conhecimento prévio e os estímulos motivadores aos estudantes –, novas ações instrucionais podem ser concretizadas pelos professores.

Ao longo da literatura, Figueiredo, Oliveira e Silva (2018), Keles *et al.* (2017), Schreiner *et al.* (2018), Silva, Fritzen e Daleffe (2018) e Yassine *et al.* (2017) demonstram a importância do conhecimento prévio e da motivação dos estudantes como fator facilitador do aprendizado e que diversas formas avaliativas podem ser utilizadas para verificar o conhecimento dos estudantes. Porém,

nem sempre os estudantes possuem os conhecimentos prévios de uma determinada disciplina ou das competências que irão adquirir ao longo de um curso.

Segundo Del Esposte e Sales (2011), Gomes, Henriques e Mendes (2008), Izidoro *et al.* (2018), Lima Junior, Vieira e Vieira (2015) e Yassine *et al.* (2017), há dificuldades de alguns estudantes em aprender as disciplinas de Algoritmos e de Linguagem de Programação, seja por falta de conhecimento prévio, seja por falta de motivação. Dessa forma, este capítulo apresenta o desenvolvimento de um protótipo didático de automação residencial com o objetivo de aprimorar a aprendizagem nas disciplinas supracitadas.

Neste capítulo, é mostrado que, por meio de um protótipo educacional, pode-se: i) motivar o aprendizado e despertar maior interesse dos estudantes nas disciplinas de Algoritmos e Estruturas de Dados e Linguagem de Programação; ii) estimular e avaliar os estudantes por meio de um projeto nos moldes do protótipo apresentado; iii) usar a interdisciplinaridade; iv) auxiliar os profissionais engenheiros no projeto de automação residencial com retroalimentação no processo de construção; v) permitir a comunicação em projetos e apresentá-los a profissionais tais como administradores, projetistas e arquitetos para futuras ações a serem refinadas.

O restante deste capítulo é assim estruturado: na seção 2, descreve uma revisão da literatura sobre recursos didáticos e metodologias de estratégias de ensino; na seção 3, é apresentada a metodologia, o

desenvolvimento do protótipo e as soluções de hardware e software envolvidos; na seção 4 são apresentados os resultados e as discussões e por fim, na última seção, as considerações finais são apresentadas.

2 TRABALHOS CORRELATOS

Nesta seção, os recursos didáticos e as metodologias de estratégias de ensino abordadas na literatura são descritos.

Em Aguilar e Gonçalves (2015), a metodologia aprendizagem baseada em projetos (*Project Based Learning* – PBL) foi utilizada em uma disciplina de graduação, o que tornou possível o desenvolvimento de habilidades e competências como, por exemplo, resolver problemas e aplicar o conhecimento criando soluções criativas. As autoras pontuam que: i) a metodologia com PBL foi motivadora para iniciar as discussões sobre os conteúdos da disciplina e os alunos aprenderem com os pares; ii) a metodologia ativa de aprendizagem é uma ferramenta apropriada para a formação de profissionais qualificados.

No trabalho de Santos *et al.* (2016), os resultados na aprendizagem baseada em equipes são apresentados, os quais foram eficientes em vários aspectos, como o desempenho dos alunos e a boa receptividade por parte desses à dinâmica do conteúdo abordado em sala de aula. Esses autores ainda destacam o fato de as metodologias ativas, que envolvem o estudante no processo de construção do conhecimento, serem muito importantes

para aprimorar as tradicionais, visando sempre formar profissionais de excelência. Eles relatam, além disso, que a maneira de os alunos absorverem os conteúdos influenciará de forma direta suas vidas profissionais.

Em Uen e Bottino (2019), foi demonstrado que a metodologia de aprendizagem baseada em equipes influencia, positivamente, o aprendizado do aluno. Nesse sentido, esse tipo de aprendizagem fornece meios para a aquisição de conhecimentos, de forma autônoma, interagindo com a equipe. Os mesmos autores destacam que essa metodologia possui grande potencial de aplicação nos cursos de graduação.

Bilsborough (2013) relata que as vantagens e desvantagens do aprendizado baseado em projetos são semelhantes às do aprendizado baseado em equipe, mas a atração óbvia da aprendizagem baseada em projetos é o elemento motivador, especialmente para os alunos mais jovens. Segundo Bilsborough (2013), os projetos trazem vida real para a sala de aula; em vez de aprender “como as plantas crescem” (e toda a linguagem que as acompanham), os alunos podem presenciar “o crescimento da planta e ver por si mesmo”, além de trazer fatos à vida e o envolvimento no projeto, permitindo que a “própria vida” faça parte da sala de aula e ofereça centenas de oportunidades no aprendizado.

Além do elemento divertido, Bilsborough (2013) menciona que o envolvimento no projeto vivencia situações comunicativas da vida real como analisar, decidir, editar, rejeitar, organizar e delegar. Devem ser observados que algumas dessas situações comunicativas

estão presentes na Taxonomia de Bloom e no Modelo Instrucional 5E.

Quintela e Ribas (2016) destacam o fato de que, em suas experiências pessoais como discentes do ensino superior, os melhores professores que tiveram foram os que possuíam a capacidade de manter os alunos motivados durante toda a aula. As autoras mencionam que: i) a base teórica é essencial para que o docente possa compreender as diferentes formas de aprendizado que existem e adaptar-se para melhor atender às necessidades dos alunos na sala de aula; ii) determinados recursos didáticos podem auxiliar no processo de ensino-aprendizagem no ensino superior, reduzindo reprovações.

Yassine *et al.* (2017) argumentaram que os jogos sérios tornam os indicadores de aprendizagem mais atraentes do que o método convencional de ensino e aprendizagem e, por isso, desenvolveram um protótipo para ensinar ponteiros, um conceito difícil de se aprender em linguagens de programação. Keles *et al.* (2017) apresentaram o desenvolvimento de um recurso didático experimental, dinâmico, de fácil uso e baixo custo direcionado às disciplinas de modelagem e controle de sistemas dinâmicos, sendo utilizado para compreender diversos conceitos relacionados ao controle e à automação.

Schreiner *et al.* (2018) apresentaram um *kit* de robótica de baixo custo com o objetivo de incentivar a Educação inovadora e a imersão das novas tecnologias como aporte no âmbito escolar. Esse trabalho contribuiu

para possibilitar a alfabetização digital de estudantes e professores e promover um ambiente avançado para o processo de ensino-aprendizagem. Em Muniz e Almeida (2018), um protótipo de painel elétrico para ensino-aprendizagem de inspeção termográfica foi apresentado, e a avaliação desse painel, realizada pelos alunos, indicou que este é um bom recurso didático para ensino-aprendizagem da termografia em ambiente educacional.

Um protótipo didático-pedagógico foi desenvolvido por Silva, Fritzen e Daleffe (2018), o qual incentivou os alunos ao ensino, proporcionando um maior conhecimento sobre a movimentação de grãos e sobre a simplicidade da sua montagem e manutenção.

Em Figueiredo, Oliveira e Silva (2018), pesquisas em metodologias ativas no ensino de Engenharia foram desenvolvidas, por meio da criação de um robô pautado na promoção de estudos inter e multidisciplinares. Em Izidoro *et al.* (2018), a relevância do uso de placas de desenvolvimento relacionadas às linguagens de programação no aprimoramento do processo ensino-aprendizagem foi demonstrada por meio da validação do grau de aprendizagem e da formação multidisciplinar dos alunos, a partir da aplicação de questionários a diversos discentes do curso de Engenharia Mecatrônica da Faculdade SATC, localizada em Criciúma, estado de Santa Catarina.

Como observado nos trabalhos descritos previamente, muitas vezes, os projetos envolvem habilidades e competências multidisciplinares, promovendo um nível mais alto de pensamento do que, por exemplo,

apenas aprender sintaxes e estruturas de dados em uma linguagem de programação.

Além disso, como relatados na literatura, diversos recursos didáticos e estratégias de ensino foram desenvolvidos para aprimorar a Educação. Esses recursos possibilitam maior interação entre os estudantes e os professores, incentivando a criatividade e o conhecimento, motivando os discentes no aprendizado e aplicando a interdisciplinaridade. Dessa forma, esses trabalhos permitem estimular o desenvolvimento de um protótipo didático para aprimorar a aprendizagem nas disciplinas de Algoritmos e de Linguagem de Programação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia para o desenvolvimento deste trabalho foi realizada em quatro etapas principais. Inicialmente, os autores executaram diversas experiências em laboratórios e uma extensa pesquisa bibliográfica, com a realização de uma análise das principais contribuições teóricas sobre o sistema de automação residencial.

Na segunda etapa, foram desenvolvidos algoritmos para o sistema – descrição narrativa, pseudocódigos e fluxogramas. Na terceira etapa, um aplicativo foi criado, visando coletar eventos ocorridos no protótipo. Na quarta etapa, o protótipo foi utilizado para motivar o aprendizado em algoritmos e na linguagem de programação.

Assim, o trabalho ilustrado neste capítulo é caracterizado como um estudo experimental dentro de

uma pesquisa explicativa, que identificou fatores como conhecimentos prévios, motivação, comunicação em projetos, entre outras habilidades. Os fatores supracitados contribuíram para o desenvolvimento do trabalho na ótica de aprimorar a aprendizagem nas disciplinas, despertando amplos interesses dos alunos. O estímulo, por parte deles, durante o desenvolvimento do protótipo apresentado, foi visível, indicando que este tipo de projeto pode auxiliar os futuros profissionais engenheiros em sua formação durante um curso de Engenharia.

3.1 *Material*

No trabalho são utilizadas: placas de prototipagem eletrônica Arduino; um ambiente para a programação da Linguagem C/C++ (*open-source* Arduino Software); o software *MIT App Inventor*¹ para gerar as interfaces homem-máquina; e componentes como LEDs de alto brilho, sensores de temperatura, *Smartphone* Android, *shield* RFID (*Radio-Frequency IDentification*), Módulo *Bluetooth* HC-05, Maquete MDF (*Medium Density Fiberboard*), sensor de distância ultrassônico HC-SR04, entre outros.

¹ MIT App Inventor. Disponível em: <https://appinventor.mit.edu/>

3.2 Projeto de hardware

A configuração da arquitetura da automação residencial está relacionada com o formato da comunicação de seus elementos básicos, segundo Accardi e Dodonov (2012), como se pode observar na Figura 2. Os dispositivos em geral respondem ao dispositivo central (controlador) – neste trabalho o Arduino –, desempenhando a função de receber e tratar as informações coletadas pelo transmissor. Esses dispositivos recebem os eventos dos sensores e enviam os comandos aos atuadores, sendo controlados pela interface no aplicativo do *smartphone*. Por fim, executam o comando no protótipo.

O protótipo é composto por sensores/atuadores que fazem parte do sistema de iluminação nas instalações, com a utilização de LEDs controlados pelo aplicativo por meio de botões ou por comando de voz; um *cooler* para o sistema de ventilação; um *buzzer* como parte do sistema de segurança; e um servo motor para abertura/fechamento de uma garagem. Na porta principal, o sistema utilizou um cartão RFID, com o objetivo de facilitar a entrada do usuário.

Figura 2 – Diagrama do sistema de automatização

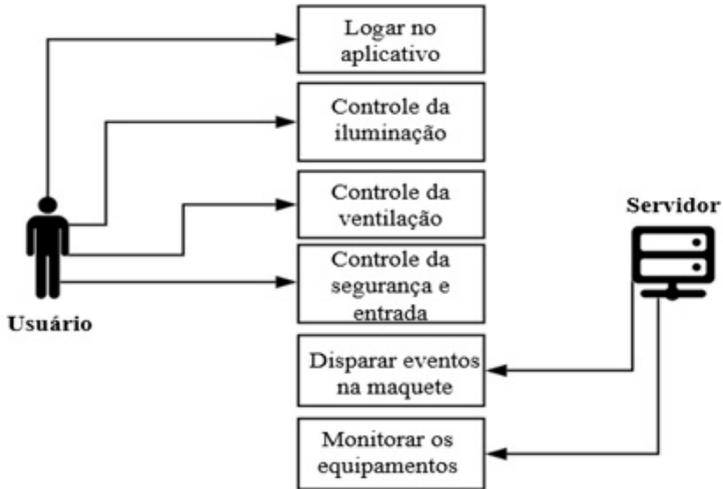


Fonte: elaborada pelos autores

3.3 Projeto de software

Para o levantamento dos requisitos funcionais do sistema projetado, o diagrama de casos de uso foi elaborado, indicado na Figura 3. Esse diagrama representa uma unidade discreta da interação entre um ator (humano, dispositivo ou software) e o sistema. A programação na placa do Arduino é por meio da sua IDE (*Integrated Development Environment* – Ambiente de Desenvolvimento Integrado) (MCROBERTS, 2011). O ambiente utiliza um software livre (regido num projeto *copyleft*), no qual pode escrever o código numa linguagem baseada em Linguagem de Programação C/C++.

Figura 3 – Diagrama de casos de uso no sistema

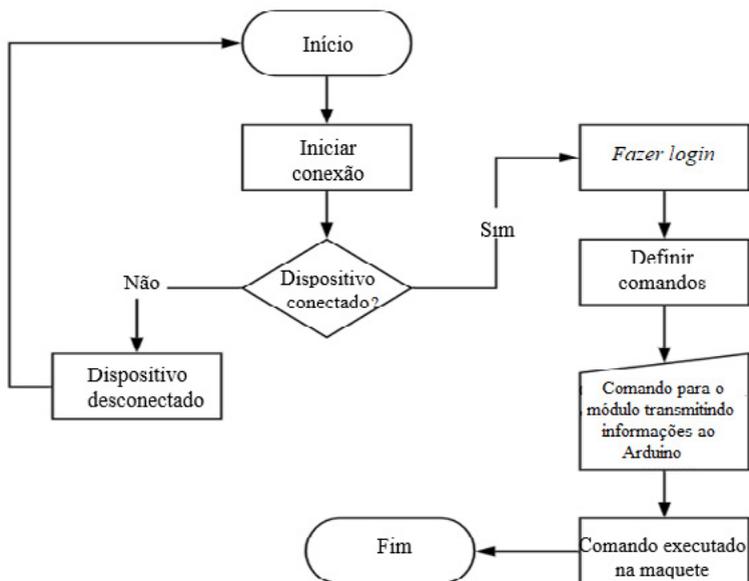


Fonte: elaborada pelos autores

Ainda no projeto de software, um fluxograma foi montado (Figura 4) para obter uma representação da sequência operacional do desenvolvimento do processo de automatização.

Para detectar, monitorar e medir os estímulos/ eventos, foram utilizados sensores que encaminham as informações aos controladores, e estes, por sua vez, enviam comandos aos atuadores (ACCARDI; DODONOV, 2012).

Figura 4 – Fluxograma do projeto de software



Fonte: elaborada pelos autores

3.4 Metodologia da utilização do protótipo

Três focos foram projetados para o desenvolvimento deste trabalho.

Primeiro foco do trabalho: no laboratório, o protótipo permitiu a motivação do aprendizado, gerando conhecimentos aos estudantes na disciplina, uma vez que, para construí-lo, foram utilizados fluxogramas,

pseudocódigos, códigos nas linguagens C/C++, diagrama de casos de uso, entre outras atividades.

Ainda no laboratório, conceitos de lógicas foram inseridos, com uso de expressões aritméticas e booleanas, mostrando o fluxograma. Logo em seguida, foi realizado um paralelo com comandos de decisão, por meio dos símbolos no diagrama de blocos, que representam tomadas de decisão dentro desse fluxograma. Pseudocódigos também foram mostrados, os quais representam tomadas de decisões.

Posteriormente, os estudantes puderam utilizar a rede de computadores para procurar blocos, símbolos e fluxogramas que representassem outros problemas com tomadas de decisões. Aqueles que não assimilaram o conhecimento de comandos de decisão fazem tarefas (buscar modelos de fluxograma que representam comandos de decisão) em casa, de forma individual ou em grupo.

Quanto aos comandos de repetição, de atribuição e de entrada/saída, a metodologia foi igual à utilizada para os comandos de decisão. Tipos de dados primitivos como inteiro, real, booleano (verdadeiro/falso), estruturas homogêneas (vetores e matrizes) e heterogêneas (tipos definidos pelo usuário baseados nos tipos de dados primitivos) são fáceis de assimilar, porque os estudantes os vivenciam e já entenderam as estruturas em outras disciplinas como geometria analítica, álgebra linear e física.

Segundo foco do trabalho: os estudantes foram avaliados via um projeto final nas últimas semanas

do semestre. Esse projeto final abordou os conceitos tratados na disciplina, nos moldes do protótipo desenvolvido, e incorporou outros conceitos como eletrônica, sistemas embarcados e circuitos elétricos.

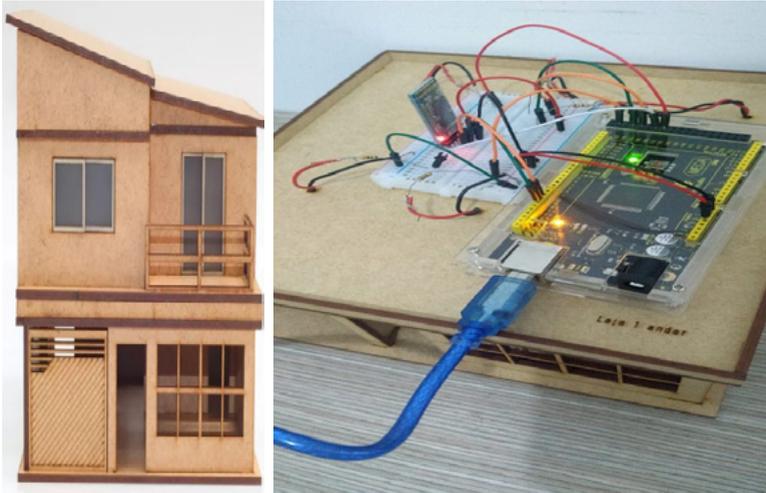
Terceiro foco do trabalho: o protótipo permitiu mostrar a comunicação em projetos, a verificação de custos de energia elétrica, a visualização da automação inteligente e a introdução de novas tecnologias. Esse protótipo, em campo, pode auxiliar os profissionais engenheiros no projeto de automação residencial com retroalimentação no processo de construção, além de prever custos e futuras ações a serem refinadas.

3.5 Desenvolvimento do protótipo

Para elaborar o protótipo educacional, focado na casa inteligente, o Arduino foi escolhido como microcontrolador. O material utilizado na maquete é de placa de fibra de média densidade (Figura 5), a qual representa uma residência, possibilitando interpretar, de forma realista, o objeto em estudo e integrar os sistemas automatizados: de iluminação, de segurança, de ventilação e de acesso à residência.

No desenvolvimento do projeto, o módulo *Bluetooth RS232 HC-05* foi utilizado como transmissor, oferecendo uma forma fácil e barata de comunicação *wireless* entre o Arduino e o aplicativo do *smartphone*. As informações recebidas pelo módulo são repassadas ao Arduino por meio de comunicação serial.

Figura 5 – Protótipo para elaboração do projeto com as placas de desenvolvimento



Fonte: elaborada pelos autores

Interfaces para comunicar com os sistemas automatizados foram utilizadas, além do desenvolvimento de aplicativo para o sistema operacional Android por meio do *MIT App Inventor*, uma aplicação de código aberto, criada pela Google, que auxilia o usuário na interação com os sistemas de automação.

Para a automatização do sistema de iluminação, além da instalação de LEDs de alto brilho nos cômodos das casas, o controle da iluminação por meio do aplicativo foi desenvolvido utilizando botões (teclas) ou comando de voz. O aplicativo mostra também o seu *status* atual – se está ligado ou desligado –, com o objetivo de reduzir o custo e o gasto desnecessário de energia. O sistema

de ventilação tem como premissas básicas: i) promover a circulação do ar; ii) manter o conforto em ambientes; iii) manter a concentração de oxigênio, tornando os ambientes confortáveis. Para verificar a eficiência energética, foi utilizado um *cooler* de 5 V. Por meio do aplicativo, é permitido ajustar a velocidade do *cooler*, e, ainda, o aplicativo usa interface para mostrar *status* de funcionamento.

Um sensor de proximidade ultrassônico foi utilizado para o sistema de segurança, no qual foi estipulado o valor de uma distância segura. Na lógica implementada no projeto, quando essa distância diminui a um determinado valor pré-programado, um sistema aciona um alerta ao morador. Um *buzzer* foi utilizado para um alerta sonoro, representando um sistema de alarme, podendo ser ativado/desativado. Para o acesso à casa por meio da garagem, um servo motor foi usado para mover o portão, podendo ser controlado por meio do *smartphone*, com as funções de abrir/fechar, e por comando de voz. Para o acesso pela porta principal, um cartão RFID foi utilizado, trazendo facilidade ao usuário. As interfaces desenvolvidas do aplicativo, executado em um *smartphone*, estão indicadas na subseção 4.3.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, os resultados e discussões do trabalho desenvolvido são descritos e comentados sob o ponto de vista de Engenharia e de Educação.

4.1 Valores dos materiais do protótipo

Tendo como um dos objetivos desenvolver um projeto de automatização residencial utilizando um protótipo com baixo custo baseado na plataforma livre Arduino, itens foram pesquisados/comprados para atender a um melhor custo-benefício de tal representação.

Além de ser usado para motivar os alunos no aprendizado nas disciplinas Algoritmos e Linguagem de Programação, permitindo maior conhecimento e desenvolvimento do projeto final nas últimas semanas do semestre, esse protótipo tem a vantagem de verificar custos de energia elétrica, visualização da automação e introdução de novas tecnologias, mesmo antes da concepção de um sistema real. Assim, o protótipo pode auxiliar, em um futuro próximo, a obtenção de um produto com melhores condições econômicas, tornando a automatização acessível e com visibilidade no mercado.

A Tabela 1 indica os valores dos custos dos materiais adquiridos para construção do protótipo do projeto desenvolvido neste capítulo.

Frente aos custos de um projeto de automação real construído em uma residência, os valores utilizados para construção do protótipo permitem validar a concepção final e auxiliar na educação sem precisar construir um sistema real. Destaca-se que o protótipo proporciona benefícios na comunicação dos projetos, na estimação de consumo de energia elétrica, no auxílio aos engenheiros no processo de construção e na previsão de custos.

Tabela 1 – Valores dos materiais

| Material | Quantidade | Valor unitário (R\$) | Valor total (R\$) |
|--|-------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Arduino Mega 2560 | 1 | 80,00 | 80,00 |
| Arduino UNO R3 | 1 | 60,00 | 60,00 |
| Módulo <i>Bluetooth</i> HC-05 | 1 | 55,00 | 55,00 |
| Micro Servo 9g SG90 <i>TowerPro</i> | 2 | 7,9 | 15,80 |
| LEDs de alto brilho | 12 | 0,35 | 4,20 |
| Resistores | 25 | 0,28 | 7,00 |
| Jumpers macho e fêmea | 35 | 0,15 | 5,25 |
| <i>Display</i> LCD 16 segmentos | 1 | 17,00 | 17,00 |
| Sensor de distância ultrassônico HC-SR04 | 1 | 12,90 | 12,90 |
| Transistor NPN TIP 121 | 1 | 0,50 | 0,50 |
| <i>Buzzer</i> ativo 5 V | 1 | 1,50 | 1,50 |
| Sensor de Luminosidade LDR | 1 | 0,40 | 0,40 |
| Kit <i>Shield</i> RFID - RC522 | 1 | 29,90 | 29,90 |
| <i>Cooler</i> 5V | 1 | 15,00 | 15,00 |
| <i>Protoboard</i> | 2 | 9,90 | 19,80 |
| Maquete MDF | 1 | 140,00 | 140,00 |
| Valor total | | | 464,25 |

Fonte: elaborada pelos autores

4.2 Testes com a utilização do protótipo

Nesta subseção, apresentam-se resultados envolvendo o segundo foco deste trabalho. Estes resultados foram alcançados em 2018, em sala de aula, nas disciplinas Algoritmos e Estruturas de Dados (AED),

ofertada no segundo semestre do curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (Ifes), e Linguagem de Programação (LP), alocada no terceiro semestre do mesmo curso. No Quadro 2, são elencados os grupos, o nome do projeto nos moldes do protótipo desenvolvido, estimulando a interdisciplinaridade, e as disciplinas em que foram produzidos no ano de 2018.

Assim, com o desenvolvimento do protótipo no primeiro foco (ver subseção 3.4), o processo de aprendizagem foi iniciado, considerando a Taxonomia de Domínios Cognitivos de Bloom, do nível mais simples até os níveis mais complexos. Os discentes começam com o aprendizado e o desenvolvimento de pequenos algoritmos, observando os comandos e sintaxes utilizados dentro do conjunto de ações que o protótipo oferece. O segundo foco do trabalho é alcançado por meio do projeto final, nas últimas semanas do semestre, conforme mostra o Quadro 2. Esse processo de aprendizagem também vai ao encontro do Modelo Instrucional 5E. Cabe ressaltar que, nesse modelo, a ideia da aprendizagem é ser não linear, porém sucessiva, permitindo que novos conhecimentos se conectem ao conhecimento prévio existente com intuito de criar um novo conceito.

Quadro 2 – Projeto nos moldes do protótipo desenvolvido no ano de 2018

| Grupos | Nome do projeto desenvolvido | Disciplina |
|---------------|--|-------------------|
| Grupo 1 | Placa de desenvolvimento Arduino: medidor de RPM | LP |
| Grupo 2 | Automação residencial utilizando módulo <i>Bluetooth</i> e Arduino | LP |
| Grupo 3 | Painel virtual de monitoramento de motor CC | LP |
| Grupo 4 | Projeto Arduino (Robluetooth) | LP |
| Grupo 5 | Protótipo de estufa inteligente | LP |
| Grupo 6 | Trena métrica móvel | LP |
| Grupo 7 | Alimentador canino | LP |
| Grupo 8 | Comando de fechadura eletrônica com utilização de Arduino e aplicativo de celular com comunicação via <i>Bluetooth</i> | LP |
| Grupo 9 | Automatização e controle de estufa | LP |
| Grupo 1 | Controle de equipamentos elétricos por palmas com Arduino | AED |
| Grupo 2 | Controle de nível em um reservatório | AED |
| Grupo 3 | Dimmer automatizado | AED |
| Grupo 4 | Aplicação da plataforma Arduino através do monitoramento da temperatura e luminosidade no ambiente | AED |
| Grupo 5 | Controle de motor DC | AED |
| Grupo 6 | Controlador de nível de água dentro de um reservatório | AED |
| Grupo 7 | Braço robótico | AED |
| Grupo 8 | Casa natalina controlada por monitor serial | AED |
| Grupo 9 | Automatização de portão eletrônico | AED |
| Grupo 10 | Placa de Arduino para uso de cálculo de distâncias | AED |
| Grupo 11 | Testador de pilha | AED |

Fonte: elaborado pelos autores

Como terceiro foco do trabalho, o protótipo permitiu verificar as funcionalidades dos projetos reais a serem implantados, também efetuando uma maior comunicação entre os membros envolvidos no projeto. Dessa forma, acreditando na formação dada aos membros de equipe durante a construção do protótipo, profissionais engenheiros podem ter um maior acompanhamento na construção da automação residencial e apresentar o sistema às partes interessadas, a fim de refinar futuras ações.

O processo de automação nos sistemas produtivos e nos ambientes residenciais busca reduzir custos em energia elétrica. Em Scarsi *et al.* (2017), os autores descrevem que os sistemas de automação inteligentes se tornam grandes aliados na busca por eficiência energética, uma vez que são utilizados, por exemplo, para controle de iluminação e ar-condicionado, que representam grande parte do consumo energético de um edifício. Assim, o resultado da construção do protótipo corrobora a literatura em uma investigação por eficiência energética.

4.3 Interfaces utilizadas para acessar/controlar o protótipo

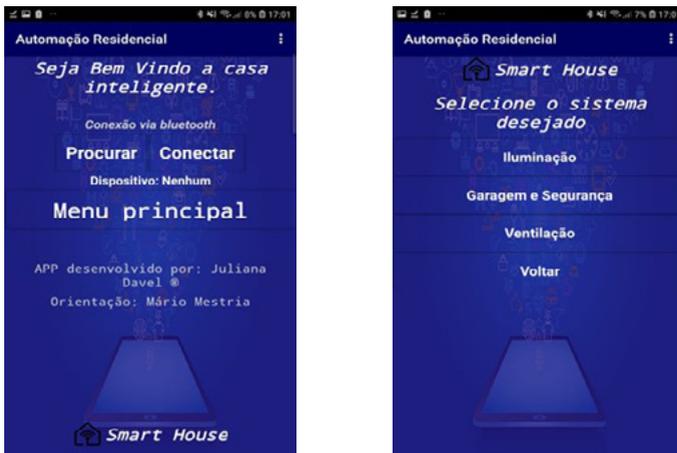
Um aplicativo baseado na plataforma *smartphone* foi desenvolvido para o controle dos recursos na residência. Este aplicativo é parte do processo de automação residencial e auxilia na construção do projeto final dos

grupos (conforme relato na subseção 3.4), mostrando a importância das sintaxes/semânticas das linguagens de programação. O aplicativo desenvolvido por meio do *MIT App Inventor* possui cinco interfaces, de fácil e rápida comunicação com o usuário.

Além de executar o comando definido, o aplicativo desenvolvido envia a comunicação para o Arduino e possibilita a leitura de sensores e do controle de cargas elétricas responsáveis pelo acionamento dos dispositivos de iluminação, ventilação e servo motor.

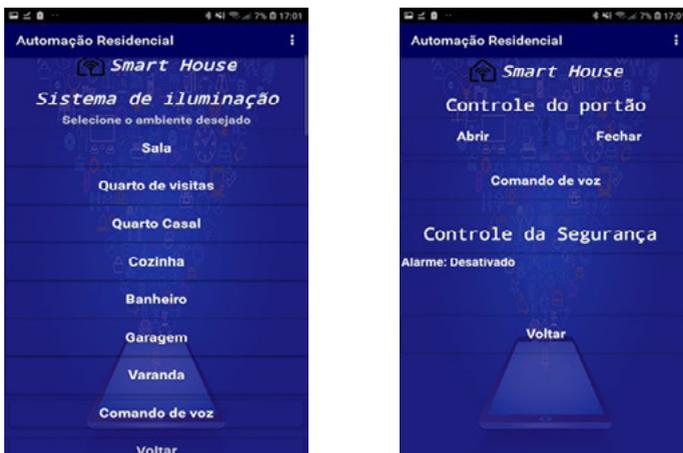
As Figuras 6 e 7 ilustram as telas do aplicativo a ser executado no *smartphone*. A tela da Figura 6 representa, à esquerda, a interface principal e, à direita, a interface envolvendo os sistemas de iluminação, ventilação, de garagem e segurança no protótipo do projeto de automatização residencial. A Figura 7 mostra, à direita, a interface do sistema de iluminação e, à esquerda, o controle do portão e o controle de segurança. A Figura 8 representa a interface do sistema de ventilação.

Figura 6 – Tela inicial e menu principal dos sistemas



Fonte: elaborada pelos autores

Figura 7 – Tela dos sistemas de iluminação, controle do portão e de segurança



Fonte: elaborada pelos autores

Figura 8 – Tela do sistema de ventilação



Fonte: elaborada pelos autores

Durante o desenvolvimento do projeto, as seguintes oportunidades de melhorias e de trabalhos futuros foram identificadas, isto é, de adição de novas funcionalidades: i) a disponibilização de imagens de câmeras na Internet; ii) serviços de SMS (*Short Message Service*); iii) implementação de possíveis fontes de energia renováveis, como a energia solar; v) controle do sistema de irrigação do jardim; vi) formatação do projeto para um produto comercial.

Dentro do primeiro foco, os alunos são levados a pensar e a enfrentar desafios, alcançando habilidades e competências por meio de ações reais (atividades), sendo apresentada, pelo professor, apenas parte do conhecimento. Assim, em vez de o professor explorar todos os comandos, sintaxe, blocos, símbolos e

fluxogramas das atividades, os discentes foram convidados a participar das ações reais, alcançando tais habilidades e competências a seres trabalhadas. Para isso, pequenos algoritmos foram desenvolvidos utilizando os comandos e as sintaxes da linguagem de programação.

Nada impede que aqueles discentes que não assimilaram os novos conhecimentos com as ações reais propostas desenvolvam as atividades de forma individual em sua residência ou de forma compartilhada em grupos. Tais atividades representam ações das linguagens de programação, e essas podem ser a utilização de comandos, a verificação de sintaxes, a aplicação de blocos, o uso de símbolos e o desenvolvimento de fluxogramas.

O segundo foco do trabalho representa a confecção do projeto final de cada grupo, abordando os conceitos das disciplinas Algoritmos e Estruturas de Dados ou Linguagem de Programação, dependendo do semestre de realização da disciplina. Neste segundo foco, uma abordagem sistemática de ensino-aprendizagem foi apresentada nos moldes do protótipo desenvolvido. A abordagem envolve a aquisição das habilidades e competências por meio das atividades planejadas e investigativas, com o uso e a validação de funções mais complexas em um protótipo se aproximando de condições de um provável produto real.

Esses dois focos delineados anteriormente remetem à aprendizagem baseada em projetos, que é motivadora para os alunos por aprenderem de forma participativa, sem um padrão preestabelecido, partindo de problemas/

situações no mundo real. Ressalta-se que o processo de aprendizagem se inicia do nível cognitivo mais inferior até o mais complexo, o que vai ao encontro dos conceitos da Taxonomia de Domínios de Bloom e do Modelo Instrucional 5E.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, duas principais contribuições foram apresentadas por meio da construção de um protótipo para a aprendizagem: i) motivar o aprendiz e despertar maior interesse dos estudantes nas disciplinas; ii) permitir a comunicação em projetos, auxiliando os profissionais engenheiros na automação residencial com retroalimentação no processo de construção e previsão de custos.

Uma questão fundamental de alguns estudantes são as dificuldades em aprender as disciplinas AED e LP, por falta de conhecimento prévio e de motivação. O protótipo simula um ambiente dos estudantes e os conecta com suas percepções ao redor de seu mundo. Destaca-se, ainda, que foi estimulada a produção intelectual de forma individual e em equipe, com a produção de um projeto final, inspirado nos moldes do protótipo. Dessa forma, as habilidades obtidas pelos alunos se pautaram em uma aprendizagem motivadora baseada em projetos.

O protótipo permite adquirir conhecimentos prévios e serve de motivação aos discentes, com auxílio do processo de aprendizagem do nível mais simples

(desenvolvimentos de pequenos algoritmos/programas), dentro da Taxonomia de Domínios Cognitivos de Bloom, até alcançar níveis mais complexos (desenvolvimento do projeto final pelos grupos). Assim, os novos conhecimentos se conectaram ao conhecimento anterior, por meio de fases sucessivas, promovendo novos conceitos. Isso gera uma aprendizagem nos moldes do Modelo Instrucional 5E, como um processo não linear.

Ressalta-se, além disso, na comunicação em projetos, que esse protótipo didático proposto para automação residencial, com baixo custo, auxilia um sistema de controle inteligente de uma casa/apartamento. Dessa forma, os profissionais engenheiros podem ter um maior acompanhamento na construção da automação residencial, observar tecnologias disponíveis e apresentar o sistema às partes interessadas (administradores, projetistas e arquitetos), a fim de refinar futuras ações.

A adoção de software livre alcançou uma redução significativa no custo final do protótipo (no valor de R\$ 464,25), tornando o projeto viável na forma econômica. Foi desenvolvido, ainda, um aplicativo baseado na plataforma *smartphone* para o controle de variáveis no protótipo dos sistemas automatizados da casa.

Uma contribuição também importante no projeto consistiu em desmistificar a complexidade de concepção do hardware de controle. A partir do projeto elaborado, utilizando conceitos de sistemas embarcados e eletrônicas digitais, um equipamento foi construído para controlar diversos tipos de dispositivos, com o acionamento de cargas elétricas e a aquisição de dados por meio de

sensores. Como pesquisa futura, propõe-se adicionar módulos no sistema de automação residencial e promover a avaliação de desempenho do protótipo por diversos discentes interessados, usando, para isso, questionários que avaliem esse novo processo de aprendizado.

REFERÊNCIAS

ACCARDI, A.; DODONOV, E. Automação residencial: elementos básicos, arquiteturas, setores, aplicações e protocolos. **Tecnologias, Infraestrutura e Software**, v. 1, n. 2, p. 156-166, 2012. Disponível em: <http://revistatis.dc.ufscar.br/index.php/revista/article/view/27>. Acesso em: maio 2021.

AGUILAR, M. T. P.; GONÇALVES, D. K. C. Metodologias ativas aplicadas na disciplina de Saneamento Ambiental no curso Engenharia Civil. *In*: CONGRESSO DE INOVAÇÃO E METODOLOGIAS DE ENSINO, 1., 2011, Belo Horizonte. **Anais** [...]. Belo Horizonte: UFMG, 2015. Disponível em: <https://bit.ly/3y8cFpJ>. Acesso em: maio 2021.

BILSBOROUGH, K. **TBL and PBL**: two learner-centred approaches. London: British Council, 2013. Disponível em: <https://www.teachingenglish.org.uk/article/tbl-pbl-two-learner-centred-approaches>. Acesso em: maio 2020.

BLOOM, B. S. *et al.* **Taxonomy of educational objectives**: the classification of educational goals. Handbook I: cognitive domain. New York: Longmans, Green, 1956.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Resolução Nº 2, de 24 de abril de 2019**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, DF: MEC, 2019. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: jan. 2020.

BYBEE, R. W. *et al.* **The BSCS 5E instructional model**: origins, effectiveness, and applications. Report. Colorado Springs: BSCS, 2006. Disponível em: https://media.bsccs.org/bccsmw/5es/bccs_5e_full_report.pdf. Acesso em: fev. 2019.

CAMILLO, C. M.; SCAGLIONI, L. M. Sala de aula invertida: uma proposta para o ensino híbrido. *In*: SEMINÁRIO DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA. A EAD NA REGIÃO CENTRO-OESTE: INTERNACIONALIZAÇÃO, LIMITES E POTENCIALIDADES, 1., 2017, Goiânia. **Anais** [...]. Goiânia: UFG, 2017. p. 261-272.

COSTLEY, K. C.; WEST, H. G. Teaching practice: a perspective on inter-text and prior knowledge. **SRATE**

Journal, v. 21, n. 2, p. 21-25, 2012. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ990632>. Acesso em: maio 2021.

DEL ESPOSTE, A. M.; SALES, A. B. Desenvolvimento de um manual de exercícios resolvidos para ensino de Programação em C baseado no design centrado no usuário. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE), 39., 2011, Blumenau. **Anais** [...]. Blumenau: ABENGE, 2011.

FIGUEIREDO, B. L. S.; OLIVEIRA, I. M. L.; SILVA, A. R. M. Robótica educacional como estratégia de Aprendizagem Baseada em Problemas - PBL visando aprendizagem significativa. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE), 46.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 1., 2018, Salvador. **Anais** [...]. Salvador: ABENGE, 2018.

GOMES, A.; HENRIQUES, J.; MENDES, A. J. Uma proposta para ajudar alunos com dificuldades na aprendizagem inicial de programação de computadores. **Educação, Formação & Tecnologias**, v. 1, n. 1, p. 93-103, 2008. Disponível em: <https://www.eft.educom.pt/index.php/eft/article/view/23>. Acesso em: maio 2021.

ISKRENOVIC-MOMCILOVIC, O. Learning a programming language. **The International Journal of Electrical Engineering & Education**, v. 55, n. 4, p. 324-333, 2018. DOI: <http://doi.org/10.1177/0020720918773975>.

Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0020720918773975>. Acesso em: maio 2021.

IZIDORO, C. L. *et al.* Aplicação da plataforma Arduino como ferramenta de ensino de algoritmos. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE)*, 46.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 1., 2018, Salvador. **Anais** [...]. Salvador: ABENGE, 2018.

KELES, N. A. *et al.* Módulos didáticos para o ensino de análise e controle de sistemas dinâmicos. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AUTOMAÇÃO INTELIGENTE (SBAI)*, 13., 2017, Porto Alegre. **Anais** [...]. Porto Alegre: UFRGS, 2017. p. 1893-1898.

KUDRYASHOVA, A. *et al.* Teacher's roles to facilitate active learning. **Mediterranean Journal of Social Sciences**, v. 7, n. 1, p. 460-466, 2016. DOI: <http://doi.org/10.5901/mjss.2016.v7n1p460>. Disponível em: <https://www.richtmann.org/journal/index.php/mjss/article/view/8696>. Acesso em: maio 2021.

LIMA JUNIOR, J. A.T; VIEIRA, C. E. C; VIEIRA, P. P. Dificuldades no processo de aprendizagem de Algoritmos: uma análise dos resultados na disciplina de AL1 do curso de Sistemas de Informação da FAETERJ - campus Paracambi. **Cadernos UniFOA**, v. 10, n. 27, p. 5-15, 2015. DOI: <https://doi.org/10.47385/cadunifoa.v10i27.293>. Disponível em: <http://revistas.unifoa.edu>.

br/index.php/cadernos/article/view/293. Acesso em: maio 2021.

MCROBERTS, M. **Arduino básico**. São Paulo: Novatec, 2011.

MUNIZ, P. R.; ALMEIDA, P. R. A. Painel didático para ensino-aprendizagem de inspeção termográfica aplicada à manutenção elétrica. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE)*, 46.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 1., 2018, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: ABENGE, 2018.

PIAGET, J. **On the development of memory and identity**. Barre: Clark University Press with Barre Publishers, 1967.

QUINTELA, B. M.; RIBAS, A. M. Ensinar e aprender Algoritmos e Programação no Ensino Superior: desafios e melhores práticas. *In: CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UCDB*, 3., 2016, Campo Grande. **Anais [...]**. Campo Grande: UCDB, 2016. p. 199-212.

SANTOS, V. M. M. *et al.* **Team-Based Learning: uso no Ensino da Engenharia Civil**. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE)*, 44., 2016, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABENGE, 2016.

SCARSI, V. H. E. *et al.* Automação no processo de economia de energia e certificação LEED de um edifício de faculdade - estudo de caso. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AUTOMAÇÃO INTELIGENTE (SBAI)*, 13., 2017, Porto Alegre. **Anais** [...]. Porto Alegre: UFRGS, 2017. p. 845-849.

SCHREINER, V. H. *et al.* Desenvolvimento de um kit de robótica de baixo custo para aplicação em escolas públicas. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE)*, 46.; *SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 1., 2018, Salvador. **Anais** [...]. Salvador: ABENGE, 2018.

SILVA, J. V.; FRITZEN, D.; DALEFFE, A. Construção de um protótipo de elevador de canecas por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE)*, 46.; *SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 1., 2018, Salvador. **Anais** [...]. 2018.

STIGGINS, R. J.; CHAPPUIS, J. **An introduction to student-involved assessment for learning**. 6. ed. Boston: Pearson, 2012.

UEN, L. S.; BOTTINO, C. F. S. Aprendizagem baseada em equipes. *In: Educação ambiental, sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: contribuições para o ensino de graduação*. *In: FARIAS FILHO, J. R.; ASHLEY,*

P. A.; CORRÊA, M. M. (org.). 1. ed. Niterói: Ed. UFF, 2019. cap. 26.

YASSINE, A. *et al.* A serious game for learning C programming language concepts using solo taxonomy. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)**, v. 12, n. 3, p. 110-127, 2017. Disponível em: <https://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/6476>. Acesso em: mai. 2021.

PRÁTICAS PEDAGÓGICAS INOVADORAS EM ENGENHARIA DE SOFTWARE: Relatos de Experiências

Heremita Brasileiro Lira – IFPB

Alana Marques de Moraes – IFPB

Nadja da Nobrega Rodrigues – IFPB

Francisco Petrônio Alencar de Medeiros – IFPB

Juliana Dantas Ribeiro Viana de Medeiros – IFPB

1 INTRODUÇÃO

Os processos de aprendizagem são múltiplos, contínuos, híbridos, formais e informais, organizados e abertos, intencionais e não intencionais (CHRISTENSEN; HORN; STAKER, 2013). Nesse sentido, o ensino regular é um espaço importante, pelo peso institucional, pelos

anos de certificação e investimentos envolvidos, mas convive com inúmeros outros espaços e formas de aprender mais abertos, motivadores e adaptados às necessidades de cada um (BACICH; MORAN, 2018).

O Grupo de Pesquisa, Inovação e Extensão em Engenharia de Software do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (GPES-IFPB) tem como intuito principal estimular a formação de pesquisadores (docentes, discentes, técnicos administrativos e colaboradores externos) e a integração do ensino às atividades de pesquisa, inovação e extensão em projetos interdisciplinares aplicados, com a introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo, possibilitando gerar novos produtos, processos ou serviços na área de Engenharia de Software (ES), consolidando as linhas e grupos de pesquisa no IFPB. Alguns dos resultados dos projetos no GPES-IFPB foram publicados e podem ser observados nos trabalhos de Morais *et al.* (2017), Almeida *et al.* (2018) e Almeida *et al.* (2019), que apresentam as pesquisas para o desenvolvimento de uma plataforma que irá disponibilizar, na *Web*, as boas práticas em ES.

O GPES-IFPB conta atualmente com 25 membros, sendo: 6 doutores, 1 mestre colaborador externo, 9 discentes regulares de mestrado, 2 discentes mestrandos especiais e 11 discentes de graduação. Os docentes envolvidos ministram disciplinas relacionadas à Engenharia de Software, tais como: Processos de Software; Gerência de Projeto de Software; Interface Homem-Máquina; Engenharia de Requisitos; Análise e

Projeto de Sistemas; Padrões de Projeto; e Inovação e Empreendedorismo, entre outras.

No tocante ao ensino de disciplinas e temáticas relacionadas à ES, o processo de ensino-aprendizagem pode ser desenvolvido de muitas maneiras e se basear em diversas técnicas e procedimentos didáticos (SILVA; BARBOSA; SILVA, 2018). A pesquisa de natureza aplicada promove a cultura da inovação nos projetos e traz potenciais desdobramentos pedagógicos que são relevantes em termos da formação dos discentes, em particular, nas dimensões dos saberes técnico-científicos, culturais e de atuação profissional na área de gestão de projetos. Como resultado, este tipo de pesquisa gera um significativo ganho pedagógico e também na formação de competências pessoais e profissionais, incrementando as capacidades de comunicação oral e escrita do discente e desenvolvendo seu pensamento crítico-reflexivo e sua autonomia intelectual (BRITO, 2018).

Diante da infinidade de possibilidades didáticas para o ensino da ES, os pesquisadores do GPES-IFPB elaboram e executam uma série de estratégias pedagógicas de ensino, incorporando e integrando diferentes níveis educacionais (ensino técnico, superior, mestrado) em todos os eixos da educação (ensino, pesquisa, inovação, extensão) no IFPB, incluindo a gestão. O presente capítulo tem o intuito de apresentar a investigação e os relatos das experiências inovadoras do grupo por meio da aplicação de metodologias ativas no contexto apresentado, tanto em nível de graduação quanto de mestrado.

Os resultados obtidos demonstraram que as metodologias ativas podem colaborar no ensino de temáticas relacionadas à ES. Além disso, foi observado que a aprendizagem ativa aumentou a flexibilidade cognitiva dos envolvidos, ou seja, a capacidade de alternar e realizar diferentes tarefas ou objetivos e de se adaptar a situações inesperadas, superando modelos mentais rígidos e automatismos pouco eficientes da área, de acordo com os relatos dos docentes envolvidos.

Para expor as práticas pedagógicas abordadas pelo grupo, este capítulo está organizado da seguinte forma: inicialmente, os fundamentos da Engenharia de Software e das metodologias ativas são apresentados; em seguida, na seção metodologia, as etapas percorridas no desenvolvimento deste trabalho são discutidas. As seções seguintes relatam as práticas pedagógicas inovadoras dos docentes do GPES-IFPB em diferentes perspectivas de ensino. Por fim, na seção de considerações finais, as principais contribuições e as sugestões de trabalhos futuros são apontadas.

2 ENGENHARIA DE SOFTWARE NA EDUCAÇÃO

De acordo com Pressman e Maxim (2016), a ES abrange um processo, um conjunto de métodos (práticas) e um grupo de ferramentas que possibilitam aos profissionais da Computação desenvolverem software de qualidade. Para Sommerville (2011), a ES permite o desenvolvimento de sistemas complexos, respeitando

o custo e o prazo do projeto com alta qualidade. Nesse sentido, a ES impõe disciplina a um trabalho que pode se tornar caótico, mas também permite que as pessoas produzam software adaptado à sua abordagem, da maneira mais conveniente às suas necessidades.

Geralmente, as disciplinas relacionadas à área estão presentes na grande maioria dos cursos de Computação do Brasil e do exterior. Em relação às disciplinas e aos cursos relacionados à ES, há uma predominância de práticas pedagógicas baseadas na metodologia de ensino tradicional, muitas vezes com aulas expositivas (WANGENHEIM; WANGENHEIM, 2012). Um aspecto negativo desse cenário é que a metodologia de ensino tradicional é excessivamente centrada no docente e, muitas vezes, quando comparada com outras metodologias, resulta em oportunidades menores para a aplicação prática dos conceitos por parte dos discentes (CHEN *et al.*, 2008).

Uma forma de melhorar o contexto apresentado é por meio do uso de métodos de ensino alternativos, tais como: estudos de caso, atividades realizadas em projetos e problemas reais do mercado, jogos (desafios, tabuleiro, computador etc.), simuladores, *quizes*, entre outros (KOSA *et al.*, 2016). O uso de novas metodologias de ensino tem despertado grande interesse no ambiente educacional, por fornecer a flexibilidade, melhorar a integração e incentivar práticas de aprendizagem a partir de uma perspectiva pedagógica inovadora (MEIRELES; BONIFÁCIO, 2015).

Contextos da aplicação de metodologias de aprendizagem ativa em disciplinas de ES ainda são a minoria nas salas de aula no Brasil e no mundo (LIMA *et al.*, 2019). Uma série de fatores podem ser destacados como motivadores de tal cenário: a falta de estrutura de trabalho, o desconhecimento do docente sobre metodologias ativas de ensino, a existência de poucas ferramentas gratuitas de apoio ao docente, a resistência das instituições de ensino, entre outros. Nesse sentido, o estudo detalhado neste capítulo ganha relevância por trazer um olhar prático sobre um contexto de ensino e pesquisa real, apresentando uma série de desafios e público-alvo bem distintos, além de atender à recomendação dos currículos de referência em Computação para uma maior aproximação e preparação para o mundo do trabalho.

3 METODOLOGIAS DE APRENDIZAGEM ATIVA

Os princípios da aprendizagem ativa se alinham às demandas do mercado de trabalho dinâmico, às idiossincrasias dos nativos digitais da geração Z e à necessidade de formação de cidadãos do mundo globalizado por meio das competências-chave (4Cs) do século XXI – o Pensamento Crítico, a Comunicação, a Colaboração e a Criatividade. O Pensamento Crítico e a resolução de problemas significam compartilhar pensamentos, questões, ideias e soluções; a Comunicação significa trabalhar em grupo para alcançar um objetivo,

desenvolvendo talentos, inteligências e expertise para o trabalho; a Colaboração age no sentido de enxergar os problemas sob uma nova perspectiva, associando aprendizagem por meio de diferentes disciplinas; enquanto a Criatividade sugere a experimentação de abordagens inovadoras no processo de aprendizagem, avaliando riscos e desenvolvendo a capacidade de inventar (HAO; BRANCH; JENSEN, 2016).

A aprendizagem ativa pode ser definida como um conjunto de métodos e estratégias de ensino que enxergam os discentes como protagonistas no processo de aprendizagem. Segundo Chandrasekaran *et al.* (2013), o método de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj) é uma das mais indicadas abordagens de aprendizagem ativa para se alcançar as competências do século XXI, devido à possibilidade na integração de diferentes cursos, à abrangência das habilidades desenvolvidas, à aplicação em problemas reais e ao desenvolvimento de processos de liderança.

A Aprendizagem Baseada em Projetos é um método de aprendizagem centrado no discente, com um vasto suporte metodológico, e alicerçado no aprender fazendo de John Dewey (1934). Embora essa abordagem conduza o curso ou parte dele por meio de um projeto, diferencia-se do simples uso de um projeto como parte da avaliação de uma disciplina, prática comum em cursos de Computação, Engenharia e Tecnologias. A ABPj pode ser incluída nas metodologias de aprendizagem ativa denominadas “guarda-chuvas”, que, por serem aplicadas a um contexto e tempo maiores, incluem

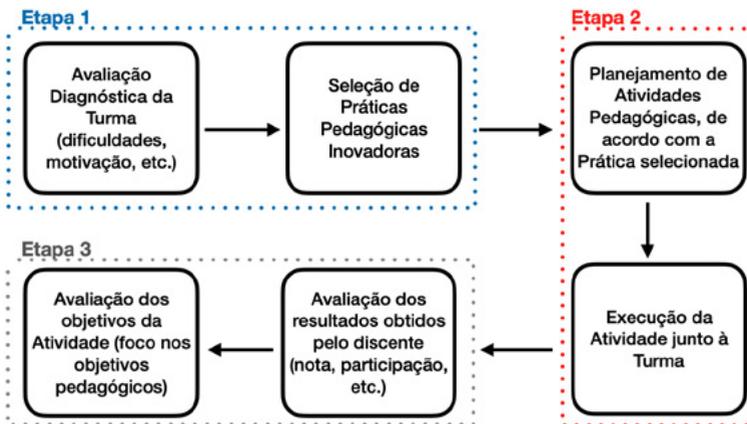
outras metodologias ativas como parte das estratégias de aprendizagem. Nos relatos de experiência descritos neste capítulo, algumas dessas metodologias ativas foram utilizadas, como sala de aula invertida, seminários, *canvas*, gamificação (SOUZA; MOREIRA; FIGUEIREDO, 2019), *brainstorming*, *brainwriting*, trabalho em equipe (*teamwork*), jogo de papéis (*role playing*), 5W2H, avaliação 360, avaliação em pares, autoavaliação, métodos ágeis com *Kanban* e *Scrum*, entre outras, inseridas em um projeto englobador.

Segundo Hao, Branch e Jensen (2016), a Aprendizagem Baseada em Projetos é uma das abordagens de aprendizagem mais eficazes no desenvolvimento de autorregulação de aprendizagem e engajamento de estudantes em torno de questões autênticas. Medeiros *et al.* (2017) sugerem a grande eficácia da aplicação da ABPj em cursos de tecnologia e Engenharia, sendo responsável, inclusive, pela reformulação completa de currículos de cursos em todo o mundo. Bilgin, Karakuyu e Ay (2015) realizaram uma revisão sistemática da literatura sobre os efeitos da Aprendizagem Baseada em Projetos em diferentes fenômenos de aprendizagem e concluíram que a ABPj contribui positivamente com o sucesso acadêmico de modo geral, com a aprendizagem significativa de estudantes da área de ciências, com a aprendizagem individualizada, com a melhora da motivação e engajamento dos estudantes, bem como com o processo de autorregulação da aprendizagem formal e informal.

4 METODOLOGIA

A presente seção tem o intuito de apresentar a metodologia percorrida em cada um dos relatos de ensino de Engenharia de Software descrito neste capítulo. A metodologia mencionada foi fundamentada em três etapas sequenciais, denominadas de Etapa 1, Etapa 2 e Etapa 3, como ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Metodologia de ensino sobre Engenharia de Software



Fonte: elaborada pelos autores

Na Etapa 1, uma pesquisa exploratória   realizada sobre quais metodologias ativas podem ser incluídas nas atividades de ensino e pesquisa executadas pelos pesquisadores do GPES-IFPB, a fim de melhorar a reten o de conhecimento do discente nas disciplinas ou durante as atividades de pesquisa. No tocante ao

ensino, inicialmente, é feita uma análise diagnóstica da turma para entender as dificuldades, a motivação na disciplina e os conhecimentos prévios dos discentes. Tal análise pode ser realizada em dois momentos: (i) por meio de uma análise prévia da turma; e (ii) por meio de uma conversa no primeiro dia de aula. Após a compreensão dos discentes, ocorre a seleção de algumas práticas pedagógicas que podem ser motivadoras para aquele grupo.

Em sequência, acontece a Etapa 2 do processo, em que as metodologias ativas são planejadas e executadas em disciplinas de ES. Nessa fase, o docente responsável deve entender melhor a prática pedagógica selecionada e compartilhar experiências com os colegas docentes do GPES-IFPB.

Por fim, na Etapa 3, o processo é finalizado por meio de uma avaliação global dos resultados sob diferentes perspectivas. A avaliação inicial foca na perspectiva do discente e analisa métricas convencionais, tais como nota, frequência, evasão, participação, entre outros. A avaliação seguinte muda a perspectiva para a ótica do docente e tem o intuito de analisar se os objetivos da atividade proposta e da prática selecionada foram alcançados naquela turma. Essa reflexão ao final do processo permite ao docente analisar os desafios, as novas abordagens para a prática, os aspectos positivos e as fragilidades no planejamento e execução da prática pedagógica com a turma.

Um desafio relevante no planejamento e replicação de boas práticas educacionais é lidar com um público-

alvo variado. Nesse sentido, as abordagens testadas e documentadas no presente capítulo foram construídas diante dessa diversidade, pois as turmas do IFPB contemplam cursos de perfis e níveis distintos: curso técnico integrado de Informática; curso superior de Tecnologia em Redes de Computadores; curso superior de Tecnologia em Sistemas para Internet; e mestrado profissional em Tecnologia da Informação. Esse aspecto precisa ser destacado como uma contribuição importante do trabalho, pois as práticas pedagógicas selecionadas e relatadas podem ser facilmente replicadas em outros contextos educacionais para o ensino de ES. Essas práticas estão relatadas na seguinte ordem: Processos de Desenvolvimento de Software; Engenharia de Requisitos; Programação com Abordagem Baseada em Projetos; e Gerência de Projetos de Software.

5 ENSINO DE PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

Um dos grandes desafios de trabalhar em sala de aula, em um curso na modalidade de Tecnologia, é tentar atender às expectativas dos atores envolvidos nesse cenário. As particularidades desse mundo envolvem uma atmosfera que, mesmo em ambiente acadêmico, traz em si a proposta de preparar discentes que tenham habilidades para ir além da teoria, sendo capazes de aplicá-la de forma crítica, no mundo profissional. Enfim, no mundo da ES, as propostas didático-pedagógicas

devem orientar a formação de discentes para que estes se sintam motivados a criar, adaptar, escolher e usar técnicas e instrumentos, em seu dia a dia profissional, fazendo a diferença no uso das tecnologias, nos processos de constante reconstrução do mundo.

O GPES-IFPB, por meio do ensino, da pesquisa e ainda de relações com empresas – realizadas, por exemplo, por parcerias diretas com a indústria ou fomentadas pelo Polo de Inovação do IFPB –, tem buscado alinhar expectativas entre a academia e a indústria de software. Esse cenário é implementado a partir da promoção de ações de utilização ou geração de produtos que se baseiam em conceitos fundamentais para projetos de software e que possam ser utilizados pelos discentes, de forma prática. Entre esses produtos, podem ser citados processos, métodos, *templates* ou software, sejam eles de terceiros e de uso livre ou produzidos pelos integrantes do grupo.

Colocando de outra forma, em um primeiro momento, o GPES-IFPB tem reusado ideias das disciplinas, como acontece em Desenvolvimento e Execução de Projetos de Software (DEPS), do sexto período, último semestre da estrutura curricular dos discentes do Curso de Tecnologia em Sistemas para Internet (TSI). Nessa disciplina, uma prática recorrente tem sido a formação de equipes (*teamwork*) para o desenvolvimento de processos ou metodologias de software, baseados em estruturas prescritivas ou ágeis, com integrantes alocados em papéis diferenciados (*role playing*), que podem ser gerentes, desenvolvedores, especificadores,

testadores, *DevOps* (papel que integra habilidades de desenvolvedores – *Dev* – e profissionais de infraestrutura – *Ops*), arquitetos, DBAs (*Database administrator* ou Administrador de Banco de Dados), entre outros.

Como os projetos são iterativos e incrementais, em cada repetição, os grupos realizam um rodízio entre os papéis definidos (os integrantes do grupo assumem um ou mais papéis diferentes em cada ciclo). Assim todos podem experimentar o desenvolvimento de habilidades distintas, oportunizando o contato com diversas áreas da ES. Esse contato torna-se importante tanto pelo fato de nem todos os discentes conseguirem estágio durante o curso como em virtude de alguns estágios serem realizados em vagas com perfis especializados (desenvolvedor *front-end*, testador, gerente de projetos, por exemplo). Então, a prática nos projetos através da experiência na disciplina proporciona o contato com diversas subáreas da Engenharia de Software.

No contexto geral da disciplina, o que se espera é que discentes e docentes tenham contato com propostas e modelos já existentes e, assim, baseados em características do cliente, do time, da natureza e das restrições do projeto, por exemplo, possam propor algo que seja totalmente novo ou uma adaptação de algo que já existe, considerando as reflexões críticas que oportunizem o aprendizado reflexivo (e não automático ou “robotizado”). Vale ressaltar que o protagonismo dos discentes é imprescindível para o desenvolvimento dos projetos; os alunos trazem o problema a ser trabalhado, em forma de estudo de caso, e são responsáveis

pela definição dos processos e metodologias a serem utilizados durante o ciclo e pela escolha das ferramentas e ambientes que apoiam as ações para a construção dos produtos ou processos de software.

Esse cenário tem como fins diretos o aprendizado da técnica, a geração de produtos acadêmicos (como projetos de pesquisa e inovação, trabalhos de conclusão de curso e artigos) ou para a indústria (os discentes são desafiados a trazer projetos do mundo real, de suas empresas ou demais ambientes profissionais) e, ainda, a consciência sobre o “pensar a aplicação da técnica”.

Em comparação com outras disciplinas do curso, como a de Análise e Desenvolvimento de Sistemas (APS), a disciplina de DEPS leva em conta a maturidade dos discentes para a construção crítica do pensamento sobre a ES. Além das disciplinas de programação, presentes ao longo de todo o curso, em APS (quarto período do curso de TSI), os discentes têm o primeiro contato com o ciclo técnico de produção de software (definição de negócio, requisitos e mais algumas etapas técnicas, como análise e projetos de sistemas, geração de alguns modelos de testes funcionais), com o foco sendo o aprendizado de técnicas e a aplicação dessas. Nessa disciplina, são realizados seminários, um *Brainstorming* para simulação de construção de um processo de desenvolvimento de software (baseado nas sugestões coletivas sobre práticas pesquisadas ou vivenciadas na indústria), e a prática em ES se dá por meio de um estudo de caso, definido pelos discentes, que se transforma em um projeto a ser executado em grupo (podendo ser real ou fictício).

Em Gerência de Projetos de Software (quinto período do curso de TSI), os discentes aprofundam a crítica sobre esse ciclo técnico e ainda agregam ao seu conhecimento o uso reflexivo de estratégias de gerência de projetos. Dessa forma, a disciplina de DEPS conta com discentes que já possuem experiência acumulada de outras disciplinas e de estágios (por se tratar do último semestre na estrutura curricular do curso), representando um momento importante para oportunizar discussões sobre a teoria e a prática em ES e talvez até para a inovação conceitual ou de trabalho técnico.

Nesse sentido, deve-se destacar que tanto nas disciplinas como no GPES-IFPB os discentes protagonizam a grande maioria das definições e decisões técnicas, tendo consultoria de docentes especialistas. O resultado desse protagonismo se dá no fato de que o grupo de pesquisadores (principalmente os discentes) tem sido responsável pela produção de instrumentos para seu consumo, como metodologias e processos de software, e *framework* de gerência de projetos, além de ser articulador da escolha e uso de ferramentas no dia a dia nos projetos. Os resultados têm se tornado públicos, com expectativa de boas discussões sobre eles, refinamento de suas ideias ou componentes técnicos e potencial reuso pela comunidade interna ou externa ao IFPB.

Como participante de um ecossistema de influência bilateral entre o ensino e a pesquisa, em um segundo momento, o GPES-IFPB tem influenciado algumas disciplinas de informática no IFPB: a) os discentes pesquisadores do GPES-IFPB têm entrado em sala de

aula para apresentar produtos gerados pelo grupo, promovendo, em alguns momentos, um relato sobre o processo de desenvolvimento de software do grupo ou de etapas específicas desse (como estratégias para definição e gerência de requisitos), em disciplinas como APS, encantando estudantes mais recentes do curso de TSI, que passaram a vislumbrar o potencial criativo de modelos para a ES; b) o GPES-IFPB tem influenciado a instauração de uma nova cultura em projetos de software, na qual as diversas etapas do ciclo técnico são valorizadas, em contraposição à ideia de que produzir software é “apenas” programar; c) o GPES-IFPB tem promovido capacitações dos seus integrantes – e da comunidade acadêmica em geral –, potencializando a difusão das boas práticas da ES, tanto no ciclo técnico quanto no ciclo de gestão de projetos, contribuindo para o desenvolvimento desse público-alvo, em todos os estágios dos cursos de informática do IFPB. Em outras palavras, essas práticas valorizam alguns aspectos no processo de ensino-aprendizagem, buscando evidenciar novas estratégias, como ilustrado no Quadro 1.

Um desafio à continuidade desse trabalho pode ser o acompanhamento de pesquisas sobre boas práticas na aplicação de metodologias ativas em processos educacionais, como forma de buscar novos aspectos e estratégias para retroalimentação das experiências em ensino-aprendizagem em processos de software e nos demais temas da ES.

Quadro 1 – Aspectos de aprendizagem e estratégias

| |
|--|
| <p>Metodologia: valorização da Aprendizagem Baseada em Projetos, com encontros presenciais (e também virtuais) voltados, principalmente, à prática da colaboração nas atividades de gestão e desenvolvimento de artefatos; os conceitos e referenciais teóricos são debatidos brevemente, sendo disponibilizados materiais para leitura em plataformas digitais, motivada a leitura e indicação de outros materiais de fontes relevantes sobre os temas e realizadas discussões sobre gestão ou técnicas sob demanda, a partir dos problemas enfrentados; a metodologia para execução da disciplina DEPS é proposta pelo docente no primeiro dia de aula, mas aberta para reconstrução ou ajustes, a partir dos olhares e das percepções dos discentes.</p> |
| <p>Relações entre atores (docente-discentes, discentes-discentes, discentes-comunidade externa): construção de relações horizontais, em termos de diálogos, decisões e percepções humanas ou técnicas, incentivo ao desenvolvimento de processos participativos (relação discentes-comunidade externa) na observação dos problemas e na construção das soluções para estes.</p> |
| <p>Desenvolvimento técnico: protagonismo dos discentes na escolha dos elementos para elaboração ou customização do Processo de Desenvolvimento de Software (PDS), incluindo tecnologias e plataformas diversas, na condução da gestão e desenvolvimento técnico, na escolha dos temas dos projetos, sendo dada prioridade para o desenvolvimento de soluções para problemas reais.</p> |
| <p>Impacto educacional e social: Potencial desenvolvimento de competências e habilidades do século XXI, por meio da proposição de atividades que promovam a flexibilidade, a criatividade e a capacidade de trabalhar em equipe e de liderar, além de valorizar a comunicação, a conexão e a interação com o mundo ao seu redor, contribuindo para a formação de profissionais críticos sobre a técnicas, mas também sobre a sua realidade, com o olhar apurado sobre os problemas no seu entorno e com capacidade de construir soluções para eles.</p> |

Fonte: elaborado pelos autores

6 ENSINO DE ENGENHARIA DE REQUISITOS

O requisito é uma descrição sobre o que deverá ser implementado no software, devendo conter definições sobre o funcionamento da aplicação e sobre as restrições

para sua operacionalização (SOMMERVILLE, 2011). Os requisitos são o ponto de partida para a definição de um sistema e, por isso, decisivos no sucesso do desenvolvimento de um software.

O *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE, 1984) define a Engenharia de Requisitos (ER) como o processo de aquisição, refinamento e verificação das necessidades do cliente para um sistema de software, objetivando-se ter uma especificação completa e correta dos requisitos deste. Segundo Thayer e Dorfman (1997), a ER fornece o mecanismo apropriado para entender aquilo que o cliente deseja, analisando as necessidades, avaliando a viabilidade, negociando soluções, especificando-as sem ambiguidade, e gerenciando mudanças.

Estudos apontam que a ER é um fator crítico para o sucesso dos projetos de software. De acordo com o *Standish Group* (WOJEWODA; HASTIE, 2015), o envolvimento do usuário no levantamento de requisitos e a clareza no entendimento dos objetivos do negócio estão entre os principais fatores que contribuem para o sucesso dos projetos de software. Apesar da importância da ER, essa prática é vista nas abordagens ágeis como burocrática, que torna o processo menos ágil.

Recente estudo realizado na literatura e na indústria aponta vários problemas relacionados à ER no desenvolvimento ágil de software (MEDEIROS *et al.*, 2018), como por exemplo, baixa disponibilidade do cliente, baixa qualidade das especificações de requisitos, gerenciamento inadequado e priorização de requisitos.

As práticas de ER em projetos ágeis vêm sendo aplicadas nas disciplinas de DEPS no curso superior de TSI e na disciplina de Engenharia de Software no mestrado em Tecnologia da Informação do IFPB. Além disso, três pesquisas qualitativas – estudos de caso – estão sendo realizadas pelos estudantes do mestrado para investigar a ER em projetos ágeis conduzidos em 10 empresas de software em João Pessoa. A participação dos discentes nos estudos de caso listados é uma oportunidade de vivenciar a pesquisa aplicada em empresas envolvendo a definição do *design* metodológico da pesquisa, das amostras e dos mecanismos para coleta, análise e síntese dos dados:

- O primeiro estudo de caso está sendo conduzido em três empresas e tem por objetivo avaliar as especificações de requisitos produzidas por cada uma delas, de acordo com um conjunto de fatores de qualidade;
- O segundo estudo de caso está sendo realizado em três empresas e tem por objetivo avaliar como as atividades de requisitos são conduzidas pelas equipes que nelas atuam;
- O terceiro estudo de caso está sendo realizado em quatro empresas e tem por objetivo introduzir e avaliar uma nova abordagem proposta para especificar requisitos em projetos ágeis.

A definição dos instrumentos para coleta de dados foi realizada de maneira colaborativa (*teamwork*) entre os discentes de cada estudo. Destaca-se o protagonismo

desses estudantes ao elaborar os instrumentos para coleta de dados considerando o perfil dos funcionários e o contexto da empresa onde eles atuam. Os questionários foram escritos usando a técnica *brainwriting* após diversas sessões de *brainstorming* entre o docente e os discentes de cada estudo. A análise e síntese dos dados também vem sendo realizada com a participação ativa dos discentes.

7 ENSINO DE PROGRAMAÇÃO COM APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

Larmer, Mergendoller e Boss (2015) listam sete elementos essenciais para se alcançar sucesso na Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj), são eles: (i) o projeto é uma unidade completa ou o maior veículo de ensino dentro de uma unidade e deve ser baseado em um problema desafiador; (ii) as tarefas são abertas e com prazos delimitados, promovendo a escolha e a voz dos discentes; (iii) o projeto é realizado de modo colaborativo, como um time, com etapas de revisão e crítica; (iv) o docente é um facilitador, utilizando parte das aulas nesse processo e promovendo espaços e momentos de reflexão dos discentes; (v) o projeto inclui um processo de investigação sustentável; (vi) o projeto é autêntico para o mundo real e para a vida do discente; (vii) o projeto deve ser um produto tangível e público.

Pretende-se, nesta seção, apresentar um relato de experiência da utilização da metodologia ativa ABPj na

disciplina de Programação Orientada a Objetos (POO), à qual foi adequada ao longo de oito semestres. A etapa de codificação de um software, que é ensinada nas disciplinas de Programação dos cursos técnicos, de graduação e de pós-graduação, é essencial nos processos de Engenharia de Software. Uma das motivações em utilizar ABPj nas disciplinas de Programação foi exatamente trazer problemas reais da indústria de software de modo a proporcionar aos discentes uma aprendizagem significativa.

A Aprendizagem Baseada em Projetos contempla as etapas de planejamento, execução e avaliação. O planejamento da disciplina considerou os sete elementos essenciais da ABPj segundo Larmer, Mergendoller e Boss (2015), bem como o processo de avaliação. O Quadro 2 ilustra o planejamento do projeto e das avaliações da disciplina POO no semestre 2019.2.

Quadro 2 – Planejamento do projeto e das avaliações da disciplina POO no semestre 2019.2

| DADOS GERAIS DO PROJETO | |
|--|--|
| Nome do Projeto: DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA ORIENTADO A OBJETOS – 2019.2 | Duração do projeto: 40h |
| Curso: Programação Orientada a Objetos Professor(s): Francisco Petrônio Alencar de Medeiros | Nível da turma: Ensino Superior |
| PLANEJAMENTO | |
| Conhecimentos necessários para desenvolver o projeto | Criação de classes e uso de objetos. Coleções de objetos. Tratamento de erros com exceções. Herança, Interface e Polimorfismo. Armazenamento de dados com <i>streams</i> ou XML. Visibilidade. Programação em rede com <i>sockets</i> e <i>threads</i> . Pelo menos uma linguagem de programação OO. Detalhes adicionais dessa linguagem de programação. |
| Habilidades de sucesso | <p>Pensamento crítico/Resolução de problemas: identificação de um problema real a ser desenvolvido, ajustável ao tempo disponível e aos requisitos estabelecidos.</p> <p>Autogerenciamento: especificar os requisitos com um cronograma. Sugestão de uso de uma ferramenta colaborativa de gerenciamento de projetos, por exemplo o <i>Trello</i>, com a metodologia <i>Kanban</i>.</p> <p>Colaboração: Desenvolvimento em duplas. Sugestão de maximizar o uso de ferramentas colaborativas para comunicação, desenvolvimento e distribuição.</p> <p>Criatividade e proatividade: Buscar conceitos e recursos de OO e Java para desenvolvimento do projeto além dos estudados em sala de aula.</p> |

Continua

Continuação

| | |
|------------------------------------|---|
| <p>Descrição do projeto</p> | <p>O projeto a ser desenvolvido deverá ser escolhido e especificado pelo time. Os seguintes pré-requisitos devem ser atendidos:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. ser desenvolvido usando linguagem orientada a objetos (JAVA); b. os requisitos do sistema devem ser especificados com processo iterativo e incremental; c. utilizar o processo de desenvolvimento <i>Kanban</i> e o software de gerenciamento <i>Trello</i>; d. todas as classes devem ser desenvolvidas e comentadas utilizando <i>JAVADOC</i>; e. ser composto por, no mínimo, quatro classes <i>POJO</i> e duas classes que representam coleções. Conter métodos <i>toString</i> e <i>equals</i> em todas as classes; f. o tratamento de erros em todo o projeto deve ser desenvolvido usando <i>Exceptions</i>. Atenção especial aos métodos de pesquisa e remoção das classes de coleção; g. implementar pelo menos uma interface ou classe abstrata (herança), com as respectivas classes que as implementem ou herdem; h. os objetos devem ser armazenados em <i>Streams</i> ou XML. A execução do sistema poderá ser fechada e aberta novamente – o estado anterior ao fechamento deve ser recuperado, pelo menos o que os desenvolvedores julgarem necessário; i. o sistema deve conter um menu com as opções nele disponíveis. Esse menu deve ser claro e de fácil utilização pelos usuários. j. todas as entradas de dados devem ser testadas para que não ocorram surpresas na execução. O time deve ficar à vontade para definir como será a leitura dos dados; k. ao finalizar a especificação do projeto, será definido, em uma das reuniões de <i>coaching</i> com o professor e/ou monitor, um conjunto de requisitos do sistema, que será desenvolvido utilizando programação concorrente e/ou programação em rede com sockets; l. <i>deployment</i> utilizando o repositório <i>GitHub</i>. Um arquivo <i>.jar</i> deve ser gerado; m. o sistema deve ser organizado em pacotes (<i>packages</i>); n. a utilização de pacotes de software e elementos não estudados na disciplina para a realização do projeto será bonificada; o. ser desenvolvido em times e de maneira colaborativa. |
|------------------------------------|---|

Continua

Continuação

| | |
|--------------------------------------|---|
| Passo a passo | <ol style="list-style-type: none"> 1. Especificação do sistema – postagem no <i>Facebook</i> - 23/11/2019 2. Configuração das tarefas no <i>Trello</i> - 23/11/2019 4. Publicização e <i>feedback</i> da ideia do projeto – no <i>facebook</i> e esperar o <i>feedback</i> - 23/11/2019 3. Implementação da primeira iteração, com documentação - 21/12/2019 4. <i>Pitch</i> do primeiro <i>milestone</i> - 21/12/2019 5. Implementação da segunda iteração, com documentação - 23/01/2020 6. Apresentação final - 26/01/2020 |
| Produtos | <p>Individual: tarefas implementadas por cada membro do time (código fonte, documentação, apresentação e jornal de aprendizagem). Participação nas sessões de coaching. Jornal de aprendizagem.</p> <p>Habilidades de sucesso a serem avaliadas: proatividade, capacidade de resolver problemas e aplicar os conhecimentos de OO, comprometimento e organização.</p> <p>Time: problema especificado, sistema implementado com documentação. <i>Deployment</i> realizado.</p> <p>Habilidades de sucesso a serem avaliadas: trabalho em equipe, capacidade de resolver problemas como um time, disponibilidade para colaborar e ajudar os colegas utilizando o <i>Facebook</i> da disciplina.</p> |
| Tornando os produtos públicos | Código fonte e documentação públicos no <i>GitHub</i> . Apresentação pública do projeto. A ideia será publicada no <i>Facebook</i> , via vídeo ou uma descrição breve. |
| Recursos necessários | <p>Facilidades, pessoas internas: <i>coaches</i>, colegas, compartilhamento de materiais.</p> <p>Equipamentos: computador, softwares e <i>datashow</i> para apresentações.</p> <p>Materiais: livros, listas de discussão na Internet, materiais diversos da Internet.</p> <p>Recursos da comunidade: experiência de colegas da turma e de turmas mais avançadas, professores do curso, livros da biblioteca.</p> |
| Métodos de reflexão | <p>Jornal de aprendizagem: deve conter uma postagem a cada quinze dias, totalizando quatro postagens ao final do projeto.</p> <p>Sessões de coaching: previamente acordadas e agendadas no cronograma de aulas da disciplina.</p> <p>Discussões com toda a turma (feedback): debates após <i>pitch</i> e apresentação final.</p> <p>Discussão da ideia de cada grupo no <i>Facebook</i>.</p> |

Continua

Continuação

| AVALIAÇÃO | | | |
|----------------------------------|---|--|--|
| Produtos finais | Objetivos de aprendizagem <i>conhecimento, entendimento e competências de sucesso necessárias aos estudantes para o desenvolvimento completo do produto</i> | Avaliação formativa (checkpoints) <i>avaliação para aprendizagem, acompanhamento do aprendizado</i> | Estratégias instrucionais para todos os estudantes <i>suportado pelo professor, outro stakeholder ou expert; inclui materiais, aulas, vídeos, scaffolds, sempre alinhado aos resultados de aprendizagem e às avaliações formativas</i> |
| Código fonte do sistema | Experiência na especificação e implementação de sistemas orientados a objetos. Desenvolver habilidades do século XXI como colaboração e comunicação. | Sessões de <i>coaching</i> , comunicação através da página oficial da disciplina no <i>Facebook</i> , <i>feedbacks</i> durante e após o <i>pitch</i> e a apresentação final. | Aulas, materiais da Internet, livros, exemplos. |
| Documentação do sistema | Experiência na documentação de sistemas. | Sessões de <i>coaching</i> , comunicação através da página oficial da disciplina no <i>Facebook</i> , <i>feedbacks</i> durante e após o <i>pitch</i> e a apresentação final. | Aulas, materiais da Internet, livros, exemplos. |
| <i>Pitch</i> (metade do projeto) | Desenvolver habilidades como apresentação em público, organização e sintetização de ideias. | <i>Feedback</i> individual e ao time. | |

Continua

Conclusão

| | | | |
|-------------------------------|---|---------------------------------------|--|
| Apresentação final | Desenvolver habilidades como apresentação em público, organização e sintetização de ideias. Habilidade em vender sua ideia e seu produto (sistema). | <i>Feedback</i> individual e ao time. | |
| Jornal de aprendizagem | Desenvolver habilidades de pensamento crítico. | <i>Feedback</i> individual. | |

Fonte: elaborado pelos autores

Para a avaliação, rubricas de avaliação somativas foram utilizadas, uma vez que as rubricas de avaliação formativa estão expostas no quadro de planejamento. As rubricas de avaliação somativas são apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Rubricas de avaliação somativas

| Critério | Abaixo da expectativa 1-4 | Próximo à expectativa 5-7 | Expectativa alcançada 8-10 |
|--|---|--|---|
| Código fonte (70% da nota) | Menos da metade do que foi especificado está desenvolvido | Entre 50% e 70% do código que foi especificado está concluído | Entre 80% e 100% do código que foi especificado está concluído |
| Especificação (10% da nota) | Especificação não cobre os requisitos definidos na descrição do projeto | Especificação cobre quase todos os requisitos. Descrição pobre e com poucos detalhes | Especificação cobre todos os requisitos, que estão claramente definidos e descritos |

Continua

Conclusão

| | | | |
|---|--|---|---|
| Documentação e distribuição (20% da nota) javadoc e .jar | Documentação incompleta ou sem os arquivos de distribuição | Documentação completa, mas com poucos detalhes. Distribuição incompleta | Documentação completa e bem detalhada |
| Pitches (formativo), apresentações parcial e final | Não conseguiu demonstrar o que foi desenvolvido | Apresentou entre 50 e 70% do que foi desenvolvido. Associação parcial às tecnologias utilizadas | Apresentação focada claramente no que foi desenvolvido e nas tecnologias utilizadas |
| Jornal de aprendizagem semanal | Criou menos de 30% dos posts esperados no jornal de aprendizagem | Criou entre 31% e 70% dos posts esperados no jornal de aprendizagem | Criou mais de 71% dos posts esperados no jornal de aprendizagem |

Fonte: elaborado pelos autores

A ABPj tem sido aplicada pelo docente responsável na disciplina de POO há quatro anos, ao mesmo tempo que este docente tem mais de dezoito anos de experiência com ensino de Programação, sendo quatorze com métodos tradicionais. Embora nenhum estudo empírico ou comparativo tenha sido realizado até o momento sobre a experiência com ABPj na disciplina, tem-se percebido um engajamento maior por parte dos discentes, uma maior quantidade de conteúdo programático experimentado por eles, um acolhimento dos interesses individuais e uma aprendizagem mais significativa e para o mercado do trabalho.

Considerando as aulas utilizadas para os discentes desenvolverem o projeto ou mesmo as sessões de *coaching*, algumas outras metodologias de aprendizagem ativa são usadas para aproveitar melhor o tempo das

aulas, como sala de aula invertida, em conteúdos mais avançados e usualmente já utilizados pela maioria dos discentes, e também a metodologia instrução em pares (*Peer Instruction*) (CROUCH; MAZUR, 2001), no conteúdo Polimorfismo, quando os discentes já têm estudado Herança e Interfaces. De uma forma geral, pode-se afirmar, com base nas experiências com ABPj, que em torno de 50% dos discentes alcançam um nível satisfatório de aprendizagem, comparável com métodos tradicionais de aprendizagem. Os outros 50% avançam, significativamente, no conteúdo programático, desenvolvendo habilidades de gerenciamento, liderança, *teamwork*, levantamento de requisitos e, principalmente, se engajam no desenvolvimento de um projeto real e autêntico, progredindo em conteúdos não cobertos pela disciplina.

8 ENSINO DE GERÊNCIA DE PROJETOS DE SOFTWARE

A disciplina de Gerência de Projetos de Software (GPS) faz parte dos eixos de formação, competências e conteúdos dos Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação, em especial nos cursos que abordam a ES, integrando a matriz curricular do curso de Tecnologia em Sistemas para Internet (TSI) do IFPB. A indústria de software tem investido esforços em pesquisas na área de ES na busca por produtividade e qualidade, e parte destes esforços passa pela definição de

frameworks de GPS como apoio ao processo de produção de software. Nesse cenário, é comum a utilização de metodologias ágeis (AGILE MANIFESTO, 2001), aplicáveis a qualquer tipo de projeto, pois não interferem no processo de produção. No contexto acadêmico, esta perspectiva não é diferente; mesmo com caráter educativo e investigativo, as práticas pedagógicas precisam apresentar soluções inovadoras, sejam elas em projetos acadêmicos ou em parcerias no mercado.

Pressman e Maxim (2016) definem gerência de projeto de software como uma atividade de apoio da ES, que se inicia antes de qualquer atividade técnica e prossegue ao longo da modelagem, construção e utilização do software. As pessoas devem ser organizadas em equipes, motivadas para realizar um trabalho de software de qualidade e coordenadas para comunicação efetiva. Os requisitos do produto devem ser comunicados do cliente ao desenvolvedor, e o processo deve ser adaptado às pessoas e aos produtos. Por fim, devem-se organizar todas as atividades de forma a capacitar a equipe para um trabalho bem-sucedido. As atividades de gerenciamento englobam medições e métricas, estimativas e agendamento, análise de riscos, acompanhamento e controle (SOMMERVILLE, 2011).

Nesse sentido, esta seção tem como objetivo relatar a experiência de como as metodologias ativas e ágeis são aplicadas de forma inovadora na prática pedagógica da disciplina de GPS. Em sua grande maioria, as atividades são planejadas em sala de aula, com temas motivadores para os discentes, que são organizados em círculos de

discussão ou por equipes, dependendo da atividade. Todo material produzido é disponibilizado no ambiente virtual Google Sala de Aula, integrado ao diário da disciplina no Sistema Unificado de Administração Pública (SUAP) do IFPB. Este relato está organizado em três etapas: planejamento inicial da disciplina; planejamento inicial dos projetos; e planejamento, execução, controle e encerramento das entregas dos projetos, que são realizadas de forma iterativa e incremental, incluindo as atividades de avaliação, detalhadas a seguir. Essa sequência reflete as etapas de planejamento, execução e avaliação de como as metodologias ativas são aplicadas na prática pedagógica.

A primeira etapa – planejamento inicial da disciplina – acontece com a turma na abertura do período, sendo realizada uma avaliação diagnóstica com as apresentações e a identificação das expectativas e motivações dos envolvidos, que são discutidas e analisadas considerando a ementa, o objetivo, a metodologia e os resultados esperados no plano de curso. Além disso, a primeira etapa tem como objetivo proporcionar uma visão geral do que será abordado na disciplina, possibilitando a contribuição dos discentes com ideias e sugestões contextualizadas às suas motivações e realidades. As apresentações e expectativas são anotadas pelos discentes no mural da disciplina no Google Sala de Aula, para posterior avaliação e adaptações no planejamento das atividades pedagógicas considerando o contexto da turma. Ao final desse primeiro encontro, um panorama

geral e os objetivos da utilização das metodologias ativas e ágeis na disciplina são apresentados.

Inicialmente, é utilizado o método ativo Sala de Aula Invertida (SAI) (BERGMANN; SAMS, 2016), que tem como ideia principal disponibilizar para os discentes, antes da aula presencial, materiais com conteúdos que serão trabalhados em sala de aula, com atividades práticas e discussão das dúvidas sobre o novo conteúdo disponibilizado. Nessa sala de aula invertida inicial, o objetivo é revisar o método ágil de gerenciamento de projetos *Scrum*, apresentado em disciplinas de períodos anteriores. Para viabilizar a prática da SAI, são entregues, com antecedência, no Google Drive da disciplina, materiais para a pesquisa, leitura e revisão sobre o *Scrum*. Além disso, são atribuídas, no mural, atividades individuais de pesquisas e vídeos na Internet, com prazos para serem realizadas antes do próximo encontro.

Ainda nessa primeira etapa, em um segundo encontro, utilizando o método ativo SAI, as dúvidas e curiosidades dos discentes sobre o *Scrum* são discutidas, para que estes se sintam confortáveis para iniciar as atividades práticas (*active learning*) de gerenciamento ágil de projetos de desenvolvimento de software, com os conhecimentos apreendidos em disciplinas anteriores, utilizando o *Scrum*. Nesse momento, o método ativo de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj) é apresentado; ele vai guiar toda prática pedagógica na disciplina, considerando o contexto das expectativas e discussões colocadas em sala de aula e no mural, esclarecendo os prazos das principais entregas e os

critérios de avaliação. Antes de iniciar o projeto, para contextualizar os conceitos e princípios da gerência ágil de projetos de software, os discentes realizam atividades de pesquisa, em sala de aula e/ou remotamente, com o acompanhamento do docente/monitor, sobre temas relacionados, tais como: casos de sucesso, entrevistas com gerentes de projetos de software e seminários sobre ferramentas de gerenciamento de projeto. Todos os artefatos produzidos nessas atividades são apresentados, discutidos e avaliados em sala de aula pelos envolvidos, utilizando a técnica de avaliação 360 graus para obter seus *feedbacks*, e disponibilizados no Google Drive da disciplina. Os principais resultados dessas atividades fazem parte de uma primeira avaliação.

Na segunda etapa – planejamento inicial dos projeto –, é iniciado, na prática, o gerenciamento ágil de um projeto de software, considerando as motivações, os objetivos e as metodologias ABPj e *Scrum*. O primeiro passo é a definição da visão geral do projeto a ser gerenciado na disciplina. Como resultado final desse passo, os discentes apresentam e defendem suas ideias de projetos de desenvolvimento de software, oriundas de demandas reais pessoais e/ou de empresas, com temas e problemas que os motivam e desafiam. Para isso, os discentes utilizam o *Project Model Canvas* – PMC (REIS, 2014), preferivelmente, em uma ferramenta *online* e colaborativa. Em sala de aula, cada discente faz um *pitch* do seu *canvas*, inicialmente sem intervenções, e, ao término, todas as ideias são discutidas e avaliadas para, finalmente, definir os projetos para o período,

formando equipes de quatro a cinco discentes. Com base no *canvas* aprovado por cada equipe, o próximo passo é a definição da lista inicial dos requisitos do projeto (*Product Backlog* no *Scrum*), priorizados pelo discente que teve a ideia inicial deste, denominado de dono do produto (*Product Owner* no *Scrum*). A partir desse ponto, os prazos das principais entregas são renegociados, e as equipes definem as ferramentas de gerência do projeto, as tecnologias, os papéis e responsabilidades, os objetivos e os requisitos para a primeira entrega.

A terceira etapa – planejamento, execução, controle e encerramento das entregas dos projetos – acontece de forma iterativa e incremental, incluindo a avaliação das atividades e dos artefatos desenvolvidos, de acordo com as entregas e os prazos acordados nas etapas de planejamento da disciplina e dos projetos. Nessa etapa, a cada iteração (*sprint* no *Scrum*), são inseridos novos conteúdos da ementa da disciplina, de acordo com as atividades necessárias às entregas planejadas. A ementa de GPS inclui novos conteúdos de gerenciamento de projetos de software utilizando o PMBOK (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017), que serão integrados aos conhecimentos do *Scrum*. Todos os artefatos produzidos durante e ao final de cada iteração são entregues, apresentados e avaliados em sala de aula ou em eventos na instituição, com os envolvidos e convidados externos. As entregas são disponibilizadas nas ferramentas de gerenciamento dos projetos, compartilhados remotamente com todos os envolvidos. Normalmente, é possível implementar

quatro ou cinco iterações por período, em que os gerentes são rodiziados a cada iteração. É nessa etapa também que normalmente são utilizados os métodos ativos de gamificação, jogo dos papéis, JITT (*Just-in-Time Teaching*) (NOVAK *et al.*, 1999), instrução em pares, sala de aula invertida, *brainstorming*, *brainwriting*, entre outros, dependendo do contexto.

O planejamento de cada iteração é realizado com base na lista de requisitos priorizados pelo aluno que desempenha o papel de dono do produto. A partir dessa lista, as atividades e o cronograma necessários são planejados para a entrega da iteração, juntamente com o gerente da iteração, que assume papel do *Scrum Master*, e o time de desenvolvimento, distribuindo as atividades entre os envolvidos, de acordo com os papéis e responsabilidades. A rotatividade do gerente em cada iteração é a estratégia utilizada para que todos assumam a responsabilidade e desenvolvam as habilidades necessárias ao gerenciamento ágil de projetos de software. Os novos conhecimentos das áreas de gerenciamento de projetos, baseadas no PMBOK, são integrados ao conhecimento do *Scrum*, sendo contextualizados e distribuídos de forma equilibrada em cada iteração, na ordem em que são apresentadas no PMBOK, ou de acordo com as demandas das equipes. Os principais métodos ativos utilizados nessa etapa são SAI, *brainstorming*, *brainwriting*, *canvas* e 5W2H.

A execução das atividades de cada iteração é realizada em sala de aula ou no formato *home office*, com a orientação e acompanhamento presencial ou

remoto, prioritariamente pelo docente e pelo monitor da disciplina, mas não exclusivamente, estimulando a consulta às demais equipes e a docentes das disciplinas do curso. Paralelamente, é feito o monitoramento das atividades, prioritariamente nas reuniões diárias – no mínimo uma por semana, realizada presencialmente, no horário da aula. As demais reuniões diárias acontecem remotamente, via *whastapp*, *hangout* ou qualquer outra ferramenta escolhida pela equipe, para a avaliação do andamento das atividades, dos impedimentos e dos próximos passos. Todas as reuniões de controle são acompanhadas nos ambientes de gerenciamento e versionamento dos artefatos dos projetos. No encerramento de cada iteração, as entregas e as avaliações (*sprint review*) são realizadas, com a apresentação do incremento mínimo viável do produto (MVP), e os testes de aceitação pelo dono do produto, interno e externo ao projeto, são feitos, sendo, esse último, normalmente representado pelo docente, pelo monitor ou pelo convidado. Ao final da entrega, a reunião de retrospectiva (*sprint retrospective*) é realizada, quando são anotadas as lições aprendidas e ações de melhorias para próxima iteração, aprimorando continuamente o produto e o processo de gerenciamento.

O relato dessa prática pedagógica na disciplina de GPS do curso de TSI reflete como é orientada a condução das atividades em cada período, utilizando metodologias ativas com base nos princípios da aprendizagem ativa (LARMER; MERGENDOLLER; BOSS, 2015). Uma das principais contribuições do uso das metodologias

ativas é que o aprendizado é bem mais significativo para os discentes, uma vez que eles mesmos definem, priorizam e gerenciam os problemas e projetos a serem desenvolvidos na disciplina, promovendo não só o aprendizado cognitivo, como também o emocional, social e cultural, a partir da interação com seus pares, com as demais equipes da disciplina e com empresas externas nacionais e internacionais. Tais práticas resultam, geralmente, em trabalhos de conclusão de curso e podem impactar positivamente o aprendizado, pois estimulam o protagonismo do discente, bem como sua autonomia, autoconfiança, pensamento crítico, motivação, retenção de conhecimento, resolução de problemas, entre outras habilidades necessárias ao profissional em formação e no mercado.

Já quanto aos desafios, um dos principais está relacionado à infraestrutura dos laboratórios de informática, que, além de terem um tamanho reduzido, não são adequados para a prática pedagógica orientada por projetos, pois possuem um *layout* fixo, tradicional em “U” ou com bancadas enfileiradas, dificultando os agrupamentos em círculos ou trabalhos em equipe. Outro desafio comum refere-se aos conflitos interpessoais, alguns provocados por dificuldades na interação, tanto presencial quanto virtual, dificultando a colaboração. Nesses casos, inicialmente, as discussões entre os pares são estimuladas; se necessário, com a mediação do docente e/ou do monitor. Por fim, em último caso, a mudança de membros entre as equipes é realizada, possibilitando a continuidade dos trabalhos.

Para a melhoria contínua da prática pedagógica, faz-se necessária a formação continuada em métodos e técnicas inovadoras e a busca por recursos para uma infraestrutura adequada, com a implantação de um laboratório/escritório de gerenciamento de projetos de TIC, com recursos que facilitem o trabalho colaborativo, presencial e remoto, e que possa ser compartilhado com as demais áreas do IFPB, como um espaço inovador de *coworking* ou *maker*.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da infinidade de possibilidades de aplicação de práticas pedagógicas para o ensino da Engenharia de Software, a principal contribuição deste capítulo é catalogar uma série de relatos reais de práticas pedagógicas inovadoras executadas pelos pesquisadores do GPES-IFPB. As discussões detalharam a elaboração e a execução de uma série de estratégias ativas de ensino e aprendizagem, incorporando diferentes níveis educacionais (ensino técnico, superior, mestrado) em todos os eixos da educação (ensino, pesquisa, inovação, extensão) no IFPB, inclusive na gestão.

Os resultados obtidos demonstraram que as metodologias ativas podem colaborar, relevantemente, no ensino de temáticas relacionadas à ES. Além disso, foi observado que as práticas pedagógicas relatadas aumentaram a flexibilidade cognitiva dos envolvidos, ou seja, a capacidade de alternar e realizar diferentes tarefas

ou objetivos e de se adaptar a situações inesperadas, superando modelos mentais rígidos e automatismos pouco eficientes da área. As práticas pedagógicas trouxeram, como principal vantagem, o processo de transformação do aprendizado em uma experiência significativa para os discentes, proporcionando um maior engajamento comparado ao das metodologias tradicionais. Além disso, ao vivenciar o aprendizado como um desafio ou tarefa, o discente se tornou protagonista do processo de ensino-aprendizagem e desenvolveu maior autonomia para explorar novos conhecimentos e o trabalho em equipe.

Os grandes desafios relacionados às práticas pedagógicas inovadoras no contexto da ES ainda estão ligados às questões culturais e de resistência às mudanças, em todas as esferas da Educação. Outro aspecto importante que impacta negativamente nessas questões são as limitações no apoio estratégico e financeiro. Dessa forma, é necessário persistir na aplicação e na avaliação dos resultados, com o intuito de fornecer subsídios a gestores, docentes e discentes – futuros gestores e docentes –, para que estes procurem inovar constantemente em sua prática pedagógica.

Como trabalhos futuros, os docentes do GPES-IFPB pretendem explorar e aplicar algumas das práticas pedagógicas mencionadas no contexto do ensino remoto emergencial, ocasionado pela covid-19, nas disciplinas dos cursos do IFPB, e avaliar seus resultados.

REFERÊNCIAS

AGILE MANIFESTO. **Manifesto for Agile Software Development**. [S.l.]: Agile Alliance, 2001. Disponível em: <https://agilemanifesto.org/>. Acesso em: nov. 2019.

ALMEIDA, J. A. *et al.* Guia interativo de boas práticas em Engenharia de Software. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, n. 44, p. 23-30, 2019. DOI: <http://doi.org/10.18265/1517-03062015v1n44p23-30>. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1818>. Acesso em: jun. 2021.

ALMEIDA, S. L. F. *et al.* Aplicação e análise de processo de desenvolvimento de software: um estudo de caso no GPES-IFPB. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, n. 43, p. 152-165, 2018. DOI: <http://doi.org/10.18265/1517-03062015v1n43p152-165>. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1798>. Acesso em: jun. 2021.

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

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida**: uma metodologia ativa de aprendizagem. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

BILGIN, I.; KARAKUYU, Y.; AY, Y. The effects of project based learning on undergraduate students' achievement and self-efficacy beliefs towards science teaching. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, v. 11, n. 3, p. 469-477, 2015. DOI: <http://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1015a>. Disponível em: <https://www.ejmste.com/article/the-effects-of-project-based-learning-on-undergraduate-students-achievement-and-self-efficacy-4397>. Acesso em: jun. 2021.

BRITO, A. P. D. **A pesquisa aplicada e a inovação tecnológica na educação profissional**: desdobramentos no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Desenvolvimento da Educação Profissional) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.pos.cps.sp.gov.br/dissertacao/a-pesquisa-aplicada-e-a-inovacao-tecnologica-na-educacao-profissional-desdobramentos-no-instituto-federal-de-educacao-ciencia-e-tecnologia>. Acesso em: jun. 2021.

CHANDRASEKARAN, S. *et al.* Project-oriented design-based learning: aligning students' views with industry needs. **International Journal of Engineering Education**, v. 29, n. 5, p. 1109-1118, 2013. Disponível em: <https://dro.deakin.edu.au/view/DU:30056843>. Acesso em: jun. 2021.

CHEN, W.-F. *et al.* Work in progress: a game-based learning system for Software Engineering Education. *In: ANNUAL FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE*, 38., 2008, Saratoga Springs. **Proceedings** [...]. Saratoga Springs: IEEE, 2008. DOI: 10.1109/FIE.2008.4720349. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4720349>. Acesso em: jun. 2021.

CHRISTENSEN, C. M.; HORN, M. B.; STAKER, H. **Ensino híbrido**: uma inovação disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos. [S.l.]: Clayton Christensen Institute, 2013. Disponível em: https://porvir.org/wp-content/uploads/2014/08/PT_Is-K-12-blended-learning-disruptive-Final.pdf. Acesso em: jun. 2021.

CROUCH C. H.; MAZUR, E. Peer Instruction: ten years of experience and results. **American Journal of Physics**, v. 69, n. 9, p. 970-977. 2001. DOI: <http://doi.org/10.1119/1.1374249>. Disponível em: <https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.1374249>. Acesso em: jun. 2021.

DEWEY, J. **Art as experience**. New York: Capricorn, 1934.

HAO, Q.; BRANCH, R. M.; JENSEN, L. The effect of precommitment on student achievement within a Technology-rich Project-based Learning Environment. **TechTrends**, v. 60, p. 442-448, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11528-016-0093-9>. Disponível em: <https://link.springer.com/>

article/10.1007%2Fs11528-016-0093-9. Acesso em: jun. 2021.

IEEE – INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **830-1984. IEEE guide to software requirements specification**. New York: IEEE, 1984.

KOSA, M. et al. *Software Engineering Education and games: a systematic literature review*. **Journal of Universal Computer Science**, v. 22, n. 12, p. 1558-1574, 2016. Disponível em: <http://doras.dcu.ie/21648/>. Acesso em: jun. 2021.

LARMER, J.; MERGENDOLLER, J.; BOSS, S. **Setting the standard for Project Based Learning: a proven approach to rigorous classroom instruction**. Alexandria: ASCD, 2015.

LIMA, J. V. V. *et al.* As Metodologias Ativas e o Ensino em Engenharia de Software: uma revisão sistemática da literatura. *In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 25.*, 2019, Brasília. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 1014-1023. DOI: doi.org/10.5753/cbie.wie.2019.1014. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/13251>. Acesso em: jun. 2021.

MEDEIROS, F. P. A. *et al.* A blended learning experience applying Project-Based Learning in an interdisciplinary classroom. *In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE*

OF EDUCATION, RESEARCH AND INNOVATION, 10., 2017, Seville. **Proceedings** [...]. Valencia: IATED Academy, 2017. p. 8665-8672. DOI: 10.21125/iceri.2017.2364. Disponível em: <https://library.iated.org/view/MEDEIROS2017ABL>. Acesso em: jun. 2021.

MEDEIROS, J. *et al.* Quality of software requirements specification in agile projects: a cross-case analysis of six companies. **Journal of System and Software**, v. 142, p. 171-194, 2018. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jss.2018.04.064>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121218300888>. Acesso em: jun. 2021.

MEIRELES, M. C.; BONIFÁCIO, B. Uso de métodos ágeis e Aprendizagem Baseada em Problema no Ensino de Engenharia de Software: um relato de experiência. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO*, 26., 2015. Maceió. **Anais** [...]. 2015. p. 180-189. DOI: <http://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2015.180>. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/5148>. Acesso em: jun. 2021.

MORAIS, A. D. S. *et al.* Proposta de *framework* de Gerenciamento Ágil de Projetos do Grupo de Pesquisa em Engenharia de Software do IFPB. *In: ENCONTRO NACIONAL DE COMPUTAÇÃO DOS INSTITUTOS FEDERAIS*, 4., 2017, São Paulo. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2017. p. 5-8. DOI: <https://doi.org/10.5753/encompif.2017.9927>.

Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/encompif/article/view/9927>. Acesso em: jun. 2021.

NOVAK, G. M. *et al.* **Just-in-Time teaching**: blending active learning with web technology. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999.

PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. **Engenharia de software**. 8. ed. Porto Alegre: McGraw Hill, 2016.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. PMI. **Agile Practice Guide**. Newton Square: PMI, 2017.

REIS, T. **Guia Definitivo do Project Model Canvas**. São Paulo: Project Builder, 2014.

SILVA, G. B; BARBOSA, D. M.; SILVA, F A. An interdisciplinary approach to Software Engineering Teaching: an experience report. *In*: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO, 26., 2018, Natal. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5753/wei.2018.3497>. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wei/article/view/3497>. Acesso em: jun. 2021.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. 9. ed. São Paulo: Person, 2011.

SOUZA, M.; MOREIRA, R.; FIGUEIREDO, E. Playing the project: incorporating gamification into Project-based

approaches for Software Engineering Education. *In: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO*, 27., 2019, Belém. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 71-80. DOI: <https://doi.org/10.5753/wei.2019.6618>. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wei/article/view/6618>. Acesso em: jun. 2021.

THAYER, R. H., DORFMAN, M. **Software requirements engineering**. 2. ed. Los Alamitos: Wiley-IEEE Computer Society, 1997.

WANGENHEIM, C. A. G.; WANGENHEIM, A. **Ensinando Computação com jogos**. Florianópolis: Bookess, 2012.

WOJEWODA, S.; HASTIE, S. **Standish Group 2015 Chaos Report** - Q&A with Jennifer Lynch. 2015. Disponível em: <http://www.infoq.com/articles/standish-chaos-2015>. Acesso em: jun. 2021.

O livro Educação em Engenharia: panorama, DCN, EaD, extensão, evasão e práticas pedagógicas, que conta com a colaboração de diversos pesquisadores/professores da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT) e de instituições parceiras, apresenta contribuições para a implantação das novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) das Engenharias, estabelecidas em 2019, com os distintos relatos de experiências realizadas em diversas instituições de diferentes regiões do país, indicando uma nova formação para os seus futuros profissionais.

A ideia é que este livro possa inspirar desdobramentos para a evolução do ensino superior nas Engenharias, atendendo às demandas do século XXI; que a formação de engenheiros(as), baseada nas premissas estabelecidas pelas novas DCNs, possa contribuir para o aprimoramento do nosso país como nação desenvolvida.