

FORMAÇÃO EM ENGENHARIA: TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

Aprendizagem Ativa,
Covid-19, Novas DCN's,
Educação Empreendedora.



Organizadoras:

Adriana Maria Tonini
Tânia Regina Dias Silva Pereira

Autores Coordenadores:

Ana Lúcia B. Barreto Miranda
Elzo Alves Aranha
Gabriel Loureiro de Lima
Gilmar Barreto
John Bernhard Kleba
Jorge Cândido
José Belo Torres
Marília Rios de Paula
Regis Pasíni
Sandra Rufino

Este livro foi organizado a partir das Sessões Dirigidas realizadas no XLIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE 2021 e IV Simpósio Internacional de Educação em Engenharia – SIEE 2021 – On-line, 28 a 30 de setembro de 2021.

O COBENGE e SIEE são eventos anuais promovido pela Associação Brasileira de Educação em Engenharia – ABENGE.

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

Diretoria da ABENGE

Vanderli Fava de Oliveira	Presidente
Luiz Paulo Mendonça Brandão	Vice-presidente
Silvia Costa Dutra	Diretora Acadêmica
Vagner Cavenaghi	Diretor Administrativo e Financeiro
Carlos Almir M. de Holanda	Diretor de Comunicação

Comissão Organizadora do COBENGE 2021

Vanderli Fava de Oliveira (ABENGE)
Alessandro Fernandes Moreira (UFMG)
Vagner Cavenaghi (ABENGE)
Andreia Bicalho Henriques (UFMG)
Silvia Costa Dutra – ABENGE

Conselho Editorial da ABENGE (2019-2022)

Armando José Pinheiro Marques Pires (Instituto Politécnico de Setúbal)
Alessandro Fernandes Moreira (UFMG)
Benedito Guimarães Aguiar Neto (UFCG)
José Roberto Cardoso (USP)
Carlos Almir Holanda (UFC)
Cláudia Morgado (UFRJ)
Cleuda Custodio Freire (UFAL)
Dianne Magalhães Viana (UnB)
Edson Pedro Ferlin (Centro Universitário Uninter)
Fabio do Prado (FEI)
Gustavo Alves (IPPISEP/Portugal)
Humberto Abdalla Júnior (UNB)
João Bosco Laudares (PUC-MG / CEFET-MG)
José Aquiles Baesso Grimoni (USP)
José Alberto dos Reis Parise (PUC-Rio)
João Sergio Cordeiro (UFSCar)
Valquíria Villas Boas Gomes Missell (UCS)
Liane Ludwig Loder (UFRGS)
Luiz Carlos Scavarda do Carmo (PUC-Rio)
Luciano Andreatta da Costa (UERGS)
Lueny Morell (HP/EUA)
Mário Neto Borges (UFSJ)
Luis Maurício Martins de Resende (UTFPR)
Neusa Maria Franco de Oliveira (ITA)
Nival Nunes de Almeida (EGN/UERJ)
Paloma Maria Silva Rocha Rizol (UNESP)
Roseli de Deus Lopes – USP Walter Antonio Bazzo (UFSC)
Wayne Brod Beskow (CNPq)
Zacarias M. Chamberlain Pravia (UPF)

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

Ficha Técnica:

Coordenação Geral:

Adriana Maria Tonini e Tânia Regina Dias Silva Pereira

Capa e diagramação: Ducom Design

Ficha Catalográfica preparada pela ABENGE

FORMAÇÃO EM ENGENHARIA: TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE / Adriana Maria Tonini e Tânia Regina Dias Silva Pereira – Organizadoras – Brasília: ABENGE, 2021.

236p

C749 XLIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE 2021) e IV Simpósio Internacional de Educação em Engenharia (SIEE 2021) – On-line, 28 a 30 de setembro de 2021 – ABENGE.

ISBN: 978-65-87897-07-3



1 – Aprendizagem Ativa; 2 - Tecnologia; 3 - Novas DCN'S; 4 – Sustentabilidade; 5- Inovação.

I. Título

CDU: 658.5

SUMÁRIO

Apresentação.....	07
Capítulo 1.....	11
PROPOSTAS DE MELHORIAS PARA OS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA POR MEIO DE USO DE MÉTODOS DE INOVAÇÃO E DE CRIATIVIDADE	
José Belo Torres, Ana Lucia Brenner Barreto Miranda, Agnaldo Sindomar de Paula Junior, Antonio Luiz Ribeiro Sabariz, David Custódio de Sena, Marina de Brito Arruda Medeiros, Matheus Tonussi de Paula, Priscila Ferreira Barbosa de Sousa, Thalysen Vitorino de Oliveira, Washington Sales do Monte.	
Capítulo 2.....	55
EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA E APRENDIZAGEM ATIVA: EXPLORANDO CONEXÕES E INTERFACES EM ENGENHARIAS	
Elzo Alves Aranha, Jorge Cândido, Alexandre de Carvalho Castro, Carolina Maia dos Santos, Diego Rizzotto Rossetto, Georgina de Souza Assumpção, Iara Alves Martins de Souza, Janaina Antonino Pinto, Lílian Barros Pereira, Sônia Marise Salles Carvalho.	
Capítulo 3.....	92
O NOVO NORMAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS BÁSICAS E MATEMÁTICA NA ENGENHARIA: OS CAMINHOS ABERTOS – E PEDRAS NELES REVELADAS - PELAS EXPERIÊNCIAS VIVENCIADAS DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19	
Gabriel Loureiro de Lima, Marília Rios de Paula, Barbara Lutaif Bianchini, Caio Marcello Felbinger Azevedo Cossú, Elias Antunes dos Santos, Eloiza Gomes, Erick Santana Amancio, Gilnei Mendes, Gisele Américo, Ieda Maria Giongo, Laurete Zanol Sauer, Márcia Jussara Hepp Rehfeldt, Marinez Cargnin-Stieler, Marli Teresinha Quartieri, Sérgio Camargo, Sônia Elisa Marchi Gonzatti.	
Capítulo 4.....	147
HISTÓRIA E FILOSOFIA PARA ENGENHARIAS NA PERSPECTIVA DAS NOVAS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS EM ENGENHARIA	
Gilmar Barreto, mRegis Pasini, Cáceres Azambuja, Débora Carvalho, Drielli Peyerl, Edson Pedro Ferlin, Eleonora Fripp Lazzari, João Francisco Justo Filho, Jose Aquiles Baesso Grimoni, José Roberto Cardoso, Marcos Augusto Hochuli Shmeil, Marcos Jolbert, Raíssa Raimundo da Silva, Sônia Marise Salles carvalho, Tânia Cristina Cruz.	

NOVAS DCNS DE ENGENHARIA, EXTENSÃO CURRICULAR E ENGENHARIAS ENGAJADAS: INOVAÇÕES E DESAFIOS DA EDUCAÇÃO

John Bernhard Kleba, Sandra Rufino, André Vinicius Leal Sobral, Célia Mendes Carvalho Lopes, Dianne Magalhães Viana, Esleide Lopes Casella, Heloisa Helena Albuquerque Borges Quaresma Gonçalves, Henrique Luiz Cukierman, Josiane do S. A. S. O. Campos, Magda Aparecida Salgueiro Duro, Maria Vitória Duarte Ferrari, Raquel Naves Blumenschein, Ricardo Concilio.

APRESENTAÇÃO DO LIVRO

Este é o décimo terceiro livro organizado a partir dos resultados dos trabalhos apresentados e discutidos em Sessões Dirigidas (SD's) do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE e do Simpósio Internacional de Educação em Engenharia – SIEE. Isto significa a consolidação dessa modalidade de apresentação e discussão de trabalhos em congressos científicos. Os capítulos deste volume foram construídos nas SD's realizadas durante o COBENGE 2021 e o SIEE 2021, ocorrido de forma *Online*, de 28 a 30 de setembro de 2021.

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

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

No seu conjunto, os capítulos deste livro, que se alinhavam pela temática relativa à “FORMAÇÃO EM ENGENHARIA: TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE”, Aprendizagem Ativa, Covid-19, Novas DCN's, Educação Empreendedora, constituem-se em um importante material produzido por autores de diferentes instituições, que foram significativamente enriquecidos pelas discussões com grupos afins em cada Sessão. Com isso, este livro representa não só a visão de seus autores, mas também os resultados dos debates das ideias e das conclusões que esses autores submeteram à discussão nas suas respectivas SD's.

O processo de construção dos capítulos deste livro, a partir das sugestões iniciais dos renomados pesquisadores que são os seus autores, passando pela discussão em eventos da envergadura do COBENGE e do SIEE, faz com que as ideias, as reflexões e as proposições constantes dessa obra sejam significativamente consistentes e sedimentadas. Além disso, a temática geral do livro, aliada à diversidade de abordagens implementadas pelos diferentes autores, faz desta, uma importante obra, colocada à disposição de professores, de estudantes, de profissionais e dos demais interessados.

AS ORGANIZADORAS

CAPÍTULO 1

PROPOSTAS DE MELHORIAS PARA OS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA POR MEIO DE USO DE MÉTODOS DE INOVAÇÃO E DE CRIATIVIDADE

Coordenador José Belo Torres
Universidade Federal do Ceará

Coordenadora Ana Lucia Brenner Barreto Miranda
Universidade Federal Rural do Semi-árido

Washington Sales do Monte
Faculdade Católica do RN

David Custódio de Sena
Universidade Federal Rural do Semi-árido

Priscila Ferreira Barbosa de Sousa
Universidade Federal De Uberlândia

Agnaldo Sindomar de Paula Junior
Antonio Luiz Ribeiro Sabariz
Marina de Brito Arruda Medeiros
Matheus Tonussi de Paula
Thalyson Vitorino de Oliveira
Universidade Federal de São João del-Rei

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	INOVAÇÃO E CRIATIVIDADE	13
3	METODOLOGIAS ATIVAS	14
4	DESIGN THINKING.....	17
5	CRENÇA DOS PROFESSORES.....	24
6	DESENVOLVIMENTO DOS CASOS.....	25
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
	REFERÊNCIAS.....	46

CAPÍTULO 1

PROPOSTAS DE MELHORIAS PARA OS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA POR MEIO DE USO DE MÉTODOS DE INOVAÇÃO E DE CRIATIVIDADE

1 INTRODUÇÃO

O processo de ensino-aprendizagem vem passando por mudanças importantes em todos os níveis de formação. É no ensino superior que essas mudanças estão tornando o ensino teórico em oportunidades práticas significativas por meio de métodos e metodologias inovadoras, a partir da mudança de crença do professor.

Nas abordagens pedagógicas como o construtivismo e o sócio construtivismo, está a fundamentação teórica para a maioria da ampla área de estudo sobre ensino e aprendizagem. Segundo Reis (2013), o construtivismo é uma abordagem pedagógica que se baseia numa ação tutorial do professor que, ao invés de ensinar, induz o aluno a aprender a aprender através da busca orientada do conhecimento que o aluno necessita.

Porém, segundo Behrens (2007), as instituições educacionais procuram ofertar cursos e palestras estanques para formação de docentes e que estes momentos isolados não resolvem esta problemática e afirma, ainda, os cursos de mestrado e doutorado em educação, em função das vagas limitadas, acolhem poucos docentes que procuram uma qualificação pedagógica para exercer o ensino. Diante desse contexto complexo, observa-se a inovação e a criatividade como fatores de melhorias nos cursos de engenharia. Segundo Crossan e Apadyn (2010), a inovação pode ser definida como um processo e um resultado e, ainda, que o processo irá sempre preceder a inovação como um resultado.

Segundo Richartz (2015), as metodologias ativas têm como princípio teórico a autonomia na qual o aluno constrói seu conhecimento em vez de recebê-lo de forma passiva do professor. Em Gentile (2020), Perrenoud (1999) afirma, antes de ter competências técnicas, o professor deveria ser capaz de identificar e de valorizar suas próprias competências dentro de sua profissão para ajudar os alunos a desenvolver competências. A taxonomia de bloom revisada Pinto (2015) é constituída de uma matriz na qual as colunas representam um conjunto de processos cognitivos e as linhas representam um conjunto de conhecimentos. As

células, intersecção entre linhas e colunas, constituem os objetivos de aprendizagem ou competências que devem ser alcançados sobre determinados conteúdos.

Em relação à inovação e a criatividade, pode-se citar alguns métodos ou as áreas de estudo como a Gestão do Conhecimento - GC, o Design Thinking - DT e o método de psicanálise de Jung. Nonaka e Takeuchi (2008) propuseram um modelo clássico de transformação de conhecimentos tácitos e explícitos chamado de SECI - Socialização, Externalização, Combinação e Internalização. Nonaka e Takeuchi (2008) propuseram, também, um modelo de cinco fases do processo de criação do conhecimento - compartilhamento do conhecimento tácito, criação de conceitos, justificativa de conceitos, construção de um arquétipo e difusão Interativa do conhecimento em que usa as transformações de conhecimento do modelo SECI para suas fases.

Torres et al. (2017), Torres et al. (2018) e Torres e Varvakis (2020) apresentaram trabalhos de aplicação de GC no ensino e aprendizagem. Küller e Rodrigo (2013) propuseram uma metodologia baseada em competência fundamentada no método de criatividade e de inovação da psicanálise Jungiana - Focalização, Amplificação, Análise do conteúdo da ampliação e a síntese. Segundo Martins Filho, Gerges e Fialho (2015), o DT é uma metodologia amplamente difundida nos últimos anos e pode ser considerada uma ferramenta para o desenvolvimento de criatividade e inovação baseada em quatro etapas: imersão, análise e síntese, ideação e prototipação/implementação. Vilson (2015) propôs o DT como mediador dos processos de ensino e aprendizagem por meio de uma visão cognitivista sobre a aprendizagem.

Os professores de engenharia, entretanto, necessitam, primeiramente, ter a crença nos “novos” paradigmas em que o aluno é o protagonista do ensino-aprendizagem e depois, consciente e motivado, buscar adquirir essa formação pedagógica. Entende-se que as decisões nas salas de aulas e as atividades são guiadas pela crença dos professores (KAYMAKAMOGLU, 2018; GOOD e LAVIGNE, 2017; KIM et al 2013).

Em função das questões levantadas acima e visto que a maioria das propostas de formação pedagógica de docentes passam por uma graduação, mestrado e doutorado na área pedagógica e, normalmente, não existem concursos de professores para os cursos de engenharia para essa formação, este trabalho tem como objetivo geral apresentar o uso de um método de inovação e de criatividade para melhorias nos cursos de graduação de engenharias. O propósito da pesquisa é comprovar a eficiência das metodologias ativas quando ambientadas no ensino remoto, colocando-as como personagens centrais no aprendizado

e na formação do profissional que o mercado deseja, com alto conhecimento técnico e habilidades sociais.

Para isso, serão apresentados três estudos de casos: os projetos em andamento realizados pelo grupo PET na Universidade de São João del-Rei; o ensino remoto desenvolvido em um ambiente virtual de aprendizagem projetado no Moodle na Universidade Federal de Uberlândia; e o relato de experiência da utilização de metodologia ativa numa disciplina de Engenharia na Universidade Federal Rural do Semiárido. Os estudos de casos apresentados utilizaram o DT nas suas implementações.

2 INOVAÇÃO E CRIATIVIDADE

De acordo com a Resolução Nº 2, do CNE, de 24 de abril de 2019, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, o graduado em engenharia deve, entre outras competências, ser crítico, reflexivo e criativo. Outro item da resolução prevê que um engenheiro deve considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, ambientais, culturais e de segurança e de saúde no trabalho.

Segundo Schinald *et al.* (2004), no que tange a natureza de cada indivíduo, considera-se a suposição de que aqueles que escolhem a Engenharia sejam curiosos, que possuam um tipo de criatividade voltada para atividades tecnológicas que envolvem diferentes complexidades e que por impulso natural identifiquem as causas dos problemas e encaminhem suas respectivas soluções.

O conceito de inovação é muito amplo e divide opiniões ao redor do mundo. Para Baldwin (2003) “inovação é a exploração com sucesso de novas ideias”, ou seja, é a capacidade de criar ou melhorar algo, a partir de uma oportunidade ou uma necessidade. Torres et al. (2018), afirma que o conhecimento é o elemento seminal da inovação.

A gestão da criatividade para o desenvolvimento da inovação é um conceito que vem sendo estudado e desenvolvido há algum tempo. Segundo Gurgel (2006), o modelo de negócios das empresas deve buscar o melhor aproveitamento do potencial criativo dos colaboradores para o desenvolvimento da inovação tecnológica.

Bilich (2004) alerta que, cada vez mais, somente sobra aos homens às atividades de pensamento criativo, pois não só o trabalho físico está sendo encampado pelas máquinas, como também, o trabalho mental rotineiro está sendo delegado aos *softwares* e computadores.

Adicionalmente, Gravatá et al. (2013), aborda que as inovações em educação não são simples e ágeis, mas necessitam de tempo e maturidade. Os modelos tradicionais envolvem avaliações e

fragmentação das unidades curriculares e às mudanças para uma nova estrutura curricular em unidades integradas, irão acontecer de forma consistente quando os agentes de mudanças tiverem as crenças nas "novas" abordagens de ensino-aprendizagem.

Além disso, as universidades brasileiras adotaram o modelo francês-napoleônico, voltado à formação profissional. Entretanto, as revoluções tecnológicas e as mudanças na sociedade criaram um ambiente de rápida disseminação de informações. Assim, é necessário mudanças na organização da instituição com diálogo e parcerias (MASSETTO, 2004).

Mota (2013) contempla que na educação com base na tecnologia o centro da aprendizagem são os alunos, em que eles têm a capacidade de adaptar o ensino às suas necessidades de compreensão e limitações do meio. Ou seja, o foco na individualidade traz a nova possibilidade de um método educacional.

Masetto (2004) cita os pontos chaves da inovação na Educação Superior, sendo alguns deles: o projeto pedagógico, em que deve ser criado caso inexistente e adaptado em sua existência para a sociedade atual; a flexibilidade curricular para atender novas exigências; a modificação das aulas expositivas por metodologias que estimulem o aluno e sua participação; o uso de novas tecnologias fora do espaço usual das aulas.

3 METODOLOGIAS ATIVAS

Um relatório publicado pelos autores Miller, Shapiro, Hilding-Hamann (2008) apresenta que os espaços de educação vêm mudando ao logo do tempo, e como consequência os processos de aprendizagem também. Essas mudanças conforme os autores estão presentes na infraestrutura das escolas fazendo com que os espaços de aprendizagem também mudem. O relatório apresenta, ainda, um modelo de sala de aula convencional do quadro negro e o professor representando a aprendizagem por excelência da era industrial. Para os autores, a tendência é o surgimento de uma sociedade mais tecnológica, mais colaborativa, inovadora e democratizada.

Outro cenário também importante é o desenvolvimento das Tecnologias da Informação e Comunicação - TIC's, quem vêm influenciando todas as áreas do conhecimento. Sua convergência com a educação faz emergir novos saberes e novas habilidades para qualquer área da atividade humana, facilitando, assim, a adaptação e estruturação dos processos educacionais. As TIC's são utilizadas como recursos para a aprendizagem ampliando o processo de ensino para os educadores e alunos (FREIBERGER, BERBEL, 2010; MARTINS, 2017).

As tecnologias vêm tornando possível o surgimento de novos ambientes de aprendizagem tanto no formato *off-line* (ensino presencial) como no *on-line* chamados de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), tornando o ensino em determinado contexto, mais dinâmico, engajador e colaborativo (LINHALIS, et al. 2020). O acesso à informação também se torna mais democrático tanto para alunos, quanto para os docentes. A popularização das tecnologias interativas que podem ser caracterizadas pelas plataformas, serviços de *streaming*, mídias sociais e *games* com conteúdo multimídia competem pela atenção e envolvimento dos alunos dentro e fora da sala de aula. Lévy (2004, p. 175) enfatiza que a humanidade está vivendo a “economia da atenção” processo que teve início por volta das décadas de 30 e 40. Dentro dessa realidade já posta de uma educação mais tecnológica e inovadora, os docentes são impulsionados a buscarem novas formas de ensino e novas metodologias para chamar a atenção dos alunos e engajá-los no processo de ensino-aprendizagem.

Nesse mesmo direcionamento a expressão Metodologias Ativas de Aprendizagem vem ganhando destaque nos últimos anos. Ela é caracterizada por métodos de ensino ativo cuja proposta é direcionar o deslocamento do aluno para o centro do processo de ensino-aprendizagem. Essa busca pelo deslocamento da centralidade do processo ensino-aprendizagem do professor para as necessidades de aprendizagem dos estudantes teve início no final do século XVIII e foi retomada nas últimas décadas do século XX (LOVATO, et. al., 2018; LARA, et al., 2019).

As metodologias ativas de aprendizagem possibilitam a interação entre os sujeitos do processo de ensino-aprendizagem (docente e estudante), apresentando uma reflexão quanto ao método tradicional de ensino que prioriza a transmissão de informações sendo o docente o sujeito mais importante (FREIRE, 2015). No desenvolvimento das metodologias ativas o aluno é o centro e o conhecimento torna-se mais colaborativo (DIESEL, BALDEZ, MARTINS, 2017).

Para Morán (2015), as metodologias ativas priorizam um maior envolvimento do aluno, dessa forma as metodologias precisam acompanhar os objetivos pretendidos. O autor considera as metodologias ativas pontos de partidas para avanços de reflexão complexa dos alunos, tornando o aprendizado mais próximo da realidade, visto que, “o aprendizado se dá a partir de problemas e situações reais” tornando assim o professor como *design* do processo e das atividades, seja de forma individual ou coletiva.

Os métodos ativos, como também são chamados às metodologias ativas, são processos em que os estudantes têm participação ativa na construção de seu conhecimento, dessa forma o professor passa atuar

como um facilitador do processo de aprendizagem. A “[...] participação, engajamento, autonomia e reflexão fazem parte do vocabulário recorrente na definição de metodologias ativas [...]” (VENTURINI, SILVA, 2018, p. 61).

Existem diversos métodos que podem ser utilizados e implementados pelos professores no desenho do seu processo de ensino-aprendizagem, como exemplo: Gamificação, Aprendizado Baseado em Projetos – PjBL e Aprendizado Baseado em Problemas - PBL, Problematização, Estudo de Caso, Recurso Tecnológico: *Hot Potatoes* e *Kahoot*, dentre outros. A utilização desses métodos se caracteriza como desafios para professores por levarem mais tempo do que a preparação de modelo tradicional de aula (VENTURINI, SILVA, 2018; DOS SANTOS BARDINI, SPALDING, 2017).

As metodologias ativas estão presentes em todos os níveis da educação, básica, fundamental, média e superior (MORAN, 2015). Porém, alguns desafios estão mais presentes em uma área do que outras, como é o caso da área tecnológica, como no contexto do ensino de Engenharia. Esses desafios se fazem presentes devido a uma série de variáveis como, economia, desenvolvimento de tecnologias práticas docentes, necessidade de atuação dos futuros profissionais (FERREIRA, et al., 2018). O ensino da engenharia oferece muitas oportunidades de aplicar metodologias ativas conforme Barbosa e Moura (2014) “[...] aulas de laboratório, oficinas, tarefas em grupo, trabalhos em equipe dentro e fora do ambiente escolar, visitas técnicas e desenvolvimento de projetos [...]” (BARBOSA E MOURA, 2014, p. 111).

Assim, centrar o aprendizado no estudante é uma adaptação automática. Vieira e Neto (2016) constatam que em sua grande maioria os professores do ensino superior não têm formação em educação e desconhecem métodos ou técnicas de ensino e formação do indivíduo. A maioria dos docentes inicia sua carreira apenas com os conhecimentos tácitos que desenvolveram em sua trajetória. De fato, se aprende fazendo, alguns docentes de acordo com percepções individuais têm inovado e promovido uma aprendizagem ativa e efetiva. Valero, *et al.* (2019) relatam que o uso de sala invertida na disciplina Fenômenos de Transporte do curso de engenharia química promoveu aprendizado, motivação e entendimento. Sousa e Nigro (2018) mostram que através de metodologias ativas os estudantes aprendem mais, se sentem mais à vontade e conseguem melhores resultados.

A universidade deve ser capaz de fornecer ao mercado um profissional completo, com habilidades técnicas e sociais. Sabe-se que existe uma lacuna entre o perfil dos egressos das universidades e o perfil do profissional que o mercado busca, (MOORE & MORTON, 2017). Freeman *et al.* (2014) observam que o uso de metodologias ativas em

cursos de ciências, tecnologia, engenharias e matemática, além de reduzir os índices de reprovação desenvolvem habilidades sociais e de relacionamento nos discentes. Murillo-Zamorano *et al.* (2019), comprovam que a metodologia da sala invertida é eficaz em termos de aquisição de conhecimento e habilidades essenciais, tais como liderança, comunicação e relacionamento, uma vez que, possibilita o uso em conjunto de outras metodologias ativas.

4 DESIGN THINKING

De acordo com Lima e Carvalho (2013), a criatividade é gerada no Design Thinking – DT em função da competência das pessoas envolvidas nos projetos de soluções de problemas, ou seja, pelos conhecimentos, habilidades e motivação ou atitudes.

O DT apresenta na literatura dois tipos de abordagem, a primeira para qualquer setor de negócios e a segunda voltada para educação. O DT voltado para a educação é uma abordagem para a solução de problemas pelos alunos como propõe as metodologias ativas como PBL, PBjL e aulas invertidas. Para os professores, embora sejam educadores, sugerem utilizar a primeira abordagem, pois, as teorias pedagógicas envolvidas são bem definidas e fundamentadas podendo, assim, utilizar esses conhecimentos já consolidados. Os professores, portanto, devem conhecer a área pedagógica específica para planejar e acompanhar os problemas a serem trabalhados pelos alunos na sua solução. Portanto, o DT deve ser utilizado por alunos e professores em perspectivas diferentes, uma na perspectiva educacional e outra na perspectiva de negócios. Portanto, esta seção busca, a partir da literatura, apresentar o DT como uma abordagem voltada à inovação criatividade e como essa abordagem vem sendo trabalhada na área da educação e em outras áreas de negócios.

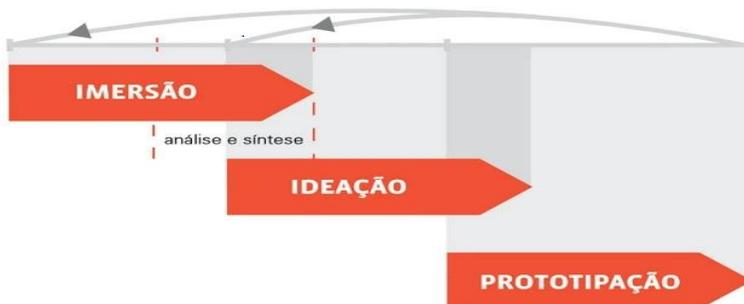
De forma geral, de acordo com Silva et al. (2012), o DT se refere a forma pela qual o Designer pensa, utilizando o pensamento abduutivo, raciocínio pouco convencional, onde a solução se encaixa no problema, desafia os padrões e transforma em oportunidades para a inovação. Lima e Carvalho (2013), concluíram que o DT pode ser utilizado por designers, pesquisadores, gerentes, colaboradores ou qualquer pessoa, contudo, em uma importante associação ao mundo corporativo. Segundo Brown (2018, apud, Jesus, 2019), o DT pode ser utilizado por pessoas que talvez nunca tenham pensado como designers para poderem solucionar uma vasta variedade de problemas. Segundo Stuber (2016), o DT é um método para gerar inovação e diferencia-se por lidar bem com problemas complexos, que não são bem definidos e, em geral, envolvem pessoas; primeiro, ele define cada problema com empatia por quem o sofre e só

então oferece soluções. O DT tem como fator positivo o trabalho em equipe.

De acordo com Alpa (2021), o raciocínio abduutivo atua entre os extremos dos raciocínios dedutivo e indutivo e trata da utilização de características de ambos, para concluir a melhor explicação de algo. Segundo ele, o raciocínio abduutivo é ampliativo, ele busca a validade assim como a indução e busca a melhor explicação possível assim como a dedução busca a verdade e diz que o interessante é que a abdução é o único raciocínio que produz a criatividade e a inovação, por ser a única lógica que introduz uma nova ideia. Portanto, a abdução trata-se da relação de causalidade entre os dados, sugerindo hipóteses de possíveis verdades. Essas considerações podem ser comparadas a definição dada a Platão sobre o conhecimento como uma crença verdadeira justificada.

Para Oliveira (2014), as características Empatia, Colaboração e Experimentação das ideias formam o tripé do DT e define a Empatia como a tentativa de ver o mundo através dos outros, compreender o mundo através das experiências alheias e sentir o mundo por suas emoções. Para Silva et al. (2012), o DT prioriza o trabalho colaborativo entre equipes multidisciplinares, que trazem olhares diversificados e oferecem interpretações variadas sobre a questão e, assim, soluções inovadoras. A experimentação está relacionada com a prototipação e de acordo com Oliveira (2014), os protótipos iniciais decidem se uma ideia tem ou não valor funcional. O DT obriga as equipes a estarem constantemente tentando visualizar e testar. Segundo Jesus (2019), o DT na educação também está ancorado nos pilares, empatia, colaboração, inovação e prototipação centrada no ser humano.

Figura 1 – Etapa do Design Thinking



Fonte: Silva et al. (2012)

De acordo com Silva et al. (2012), na abordagem voltada para as áreas de negócios em geral, apesar das etapas de DT, figura 1, serem

apresentadas linearmente, possuem uma natureza bastante versátil e não linear, ou seja, podem ser moldadas e configuradas de modo que se adequem à natureza do projeto e do problema em questão e dividiu em quatro etapas: Imersão, Análise e Síntese, Ideação e Prototipação.

Juliani et al. (2016) apresentou as etapas do DT com base em uma aplicação realizada na Biblioteca Universitária da UDESC e na revisão de literatura. Na Imersão, a equipe do projeto definiu o problema geral sob o ponto de vista da empresa e do usuário final, levantou os problemas específicos e as informações e realizou a pesquisa para o desenvolvimento da solução. Para isso, a equipe realizou entrevistas em locais públicos e formou um grupo focal para discutir problemas e soluções acerca dos produtos e serviços da BU/UDESC. A equipe, também, realizou uma Pesquisa Desk, com o intuito de se obter referências do tema estudado e apoiar e estruturar o andamento da pesquisa. Segundo eles, A pesquisa desk foi pautada inicialmente na identificação de algum trabalho relacionado ao tema que já tivesse sido realizado na BU/UDESC. Em seguida, foi feita uma busca de outros cases da aplicação do DT em bibliotecas e empresas para que fosse possível se ter uma noção dos procedimentos adotados e, ao mesmo tempo uma visualização dos resultados alcançados. E por último, a pesquisa pautou-se na procura de bibliotecas inovadoras no Brasil e exterior para identificar serviços que poderiam ser adaptados e implantados à realidade da UDESC. A Imersão, então, iniciou com um estudo preliminar com o objetivo de entender o problema por meio de uma pesquisa exploratória para definir, assim, o escopo do projeto. Em seguida, a etapa de Imersão elaborou um plano de pesquisa mais aprofundados sobre os assuntos a serem trabalhados.

Na análise e síntese, foi realizada uma síntese das entrevistas e dos resultados obtidos por meio do grupo focal e os insights foram organizados de maneira a obterem-se padrões e a criar desafios que auxiliassem na compreensão do problema. Os Insights são reflexões embasadas sobre as pesquisas realizadas ou segundo Dicio (2021), compreensão ou solução de um problema pela súbita captação mental dos elementos e relações adequados. Enfim, esta etapa buscou compreender melhor o problema e organizar e entender as informações sobre o problema a ser solucionado.

Uma forma de organizar a pesquisa realizada é por meio dos mapas conceituais. A representação essencialmente gráfica do mapa conceitual possibilita a visualização das informações de maneira mais rápida e holística, facilitando a compreensão de informações complexas nos seus diferentes níveis. Por isso, pode ser utilizado também para comunicar a síntese da pesquisa, possibilitando que terceiros contribuam com

desdobramentos. Além disso, o mapa conceitual pode ser usado como base para geração de ideias.

Após analisar a síntese dos dados levantados referente às dificuldades, produtos, serviços e informação, foram extraídas/modeladas/validadas algumas ideias inovadoras baseadas nas necessidades da comunidade interna e externa da UDESC. Realizou-se a validação dessas ideias com os bibliotecários responsáveis da BU/UDESC, levando-se em conta a viabilidade e interesse da direção da biblioteca em realizar tais ações. Ao final do processo, em comum acordo com os participantes da pesquisa e as partes interessadas, representantes da biblioteca, foram selecionadas quatro ideias principais para atender às necessidades da comunidade. Segundo HUMANTECH, Gestão do Conhecimento (2012), a Ideação tem como objetivo gerar ideias inovadoras e soluções que estejam alinhadas ao contexto do problema.

A Ideação se inicia com o Brainstorming focando nas questões relevantes levantadas nas etapas de Imersão e análise, sem se preocupar, a princípio, se aquela ideia será aproveitada, já que as ideias podem ser aprimoradas.

Em relação à prototipação, foi desenvolvida a ideia de um espaço com serviços e produtos ofertados aos usuários com deficiência e atendesse a uma das recomendações surgidas na coleta de dados, a qual diz respeito à implantação de uma seção de acessibilidade com equipamentos e pessoal especializado. No planejamento dessa ideia na fase de prototipação, consideraram-se as necessidades e possibilidades da BU/UDESC. A prototipação tem como função auxiliar a validação das ideias geradas e, apesar de ser apresentada como uma das últimas fases do processo de DT, pode ocorrer ao longo do projeto em paralelo com a Imersão e a Ideação. Destacou-se como case de sucesso o Ambiente de Acessibilidade Informacional (AAI) implantado pela Biblioteca Universitária da Universidade Federal de Santa Catarina (BU/UFSC) para diferentes produtos e serviços para auxiliar o estudante com deficiência durante sua vida acadêmica.

A área de educação, porém, criou uma abordagem de DT voltada para educação com os mesmos princípios da abordagem de negócios em geral. Para o INSTITUTO EDUCADIGITAL – IED (2014), os professores da Ormondale Elementary School, na Califórnia, Estados Unidos, ao questionarem se estavam preparando bem seus alunos para o futuro, decidiram que era hora de criar colaborativamente uma abordagem de ensino e de aprendizagem que fosse mais atualizada e relevante para o século 21 e coletivamente, utilizando o DT chegaram ao que chamam de “aprendizagem investigativa”, que trata os alunos não como receptores de informação, mas como produtores de conhecimento.

Portanto, o *DT* é uma metodologia usada em busca de solução de problemas usada em sala de aula tendo como protagonista o aluno como nas metodologias ativas. Na perspectiva da educação, para o INSTITUTO EDUCADIGITAL - IED (2014), o DT é uma abordagem profundamente humana e depende da habilidade de ser intuitivo, de interpretar o que se observa e de desenvolver ideias emocionalmente significativas.

Segundo Jesus (2019), existe uma lacuna no conhecimento de DT aplicado nos cursos de graduação na área da saúde. Entretanto, Mesquita (2017) apresenta uma resenha sobre um livro sobre DT em que faz referência a trabalhos de vários pesquisadores, além de trazer cases e entrevistas que exemplificam e facilitam o entendimento sobre como o DT pode ser aplicado nos cenários da educação presencial, à distância e corporativa. Segundo Mesquita (2017), muitas universidades utilizam a aprendizagem baseada em problemas e projetos (ABPP), na qual, aluno aprende e coloca em prática os conhecimentos adquiridos que pode resultar, por exemplo, na criação de um startup, aplicativo para celular, entre outras possibilidades. Torres (2021) apresenta um framework aplicado ao ensino de engenharia utilizando a Gestão do Conhecimento, voltado para a criatividade.

O DT para educação ocorre em cinco etapas: Descoberta, Interpretação, Ideação, Experimentação e Evolução, Figura 2. Embora com nomes diferentes, basicamente, o DT para educação não difere muito do DT para os negócios em geral em que a descoberta representa a imersão, a interpretação representa a análise e síntese a experimentação tem o significado da prototipação e a evolução é uma fase de acompanhamento do desenvolvimento dos alunos, a avaliação formativa. A descrição para cada etapa será explanada abaixo conforme INSTITUTO EDUDIGITAL – IED (2014).

Figura 2 – Etapas do DT para Educação



Fonte: Instituto Educadigital – IED (2021)

Nas Descobertas, constroem-se uma base sólida para as ideias, criam problemas para soluções significativas por estudantes e colegas com um profundo entendimento de suas necessidades. A Descoberta significa estar aberto a novas oportunidades, inspirar-se e criar novas ideias. Com a preparação correta, essa fase pode ser um abrir de olhos e vai proporcionar um bom entendimento do desafio. A Reflexão é importante para criar um entendimento comum no grupo do motivo de uma proposta. Além disso, a equipe compartilha os conhecimentos, conhece o público a ser trabalhado e refina o plano de trabalho. No preparo para a pesquisa, é fundamental, elaborar um roteiro de perguntas e elaborar um plano de trabalho de campo. Nesta fase, há a necessidade de os estudantes saírem de suas zonas de conforto para compreenderem o mundo para quem deseja a solução.

A Interpretação de histórias pode-se tornar insights valiosos. Por exemplo, observações, visitas de campo ou até uma simples conversa podem ser ótimas inspirações para transformá-las em atividades. A Reflexão sobre o que foi realizado é importante, como também, usar um tempo para documentar o que aprendeu. É importante, também, a contação de histórias e a seleção e a condensação de pensamentos, até que tenha encontrado um ponto de vista convincente e uma direção clara para o próximo passo, a ideação. Compartilhe as histórias e pensamentos, isso criará um conhecimento coletivo que o grupo pode utilizar para imaginar oportunidades e ter ideias. Assim como a etapa da Descoberta, esta etapa pode ser utilizada isoladamente para apoiar a qualquer projeto ou metodologia de aprendizagem em sala de aula com os alunos, pois envolve uma busca ampla pela absorção, compreensão e aplicação prática de um assunto ou tema estudado.

A Ideação é a geração de várias ideias. O brainstorming é uma de suas ferramentas. As ideias mais ousadas, normalmente, são as que desencadeiam pensamentos visionários, portanto, a ideação tem um elo com as etapas anteriores, principalmente, relacionada com a aquisição de conhecimentos realizada na pesquisa.

A experimentação por meio de protótipos é a constatação de suas ideias. Construir protótipos significa tornar as ideias tangíveis, aprender enquanto as constrói e dividi-las com outras pessoas. Mesmo com protótipos iniciais e rústicos você consegue uma resposta direta e aprende como melhorar e refinar uma ideia. Obter feedbacks, identificando fonte, selecionando participantes, construindo um roteiro de perguntas, facilitando as conversas, documentando o aprendizado, integrando e identificando as necessidades. Um protótipo pode ser o desenvolvimento de um Objeto de Aprendizagem, por exemplo. A ação-

reflexão-ação por meio de desenvolvimento de protótipos é uma fonte inspiradora de aquisição de conhecimento.

Por fim, a etapa da Evolução se caracteriza por acompanhar o aprendizado, definindo o sucesso e documentando o progresso. Há o planejamento dos próximos passos, o envolvimento de outras pessoas e pode haver, até a construção de uma comunidade. Em todas estas etapas, o professor é um agente fundamental enquanto facilitador da aprendizagem e é necessário o planejamento prévio para o sucesso das ações.

Assim, na área da educação, o pensamento do design estimula a resolução de problemas, a inovação e a adoção de estratégias de ensino-aprendizagem centradas no aluno. Portanto, ações de professores e alunos no ensino-aprendizagem. Para Jesus (2019), em todas as etapas, o professor é um agente fundamental enquanto facilitador da aprendizagem e é necessário o planejamento prévio para o sucesso das ações. Na área da educação, o pensamento do design estimula a resolução de problemas, a inovação e a adoção de estratégias de ensino-aprendizagem centradas e realizadas pelo aluno.

Assim, em relação à perspectiva dos alunos, León e Tena (2016) consideram o DT uma metodologia na qual os alunos por meio de seus próprios interesses ou necessidades busca encontrar a solução mais original para um problema real colocado pelo professor, e para o qual ele terá que analisar a situação, estabelecer hipóteses e prever os possíveis impactos da ação. De acordo com León e Tena (2016), ainda, o DT é um sistema educativo e apresenta algumas vantagens como o aumento do rendimento escolar, pois hipóteses podem ser refutáveis em função de outras melhores; promove o trabalho em equipe, possibilitando o desenvolvimento de habilidades, tolerância e respeito; fomenta a criatividade, pois as suas etapas possibilitam os estudantes a buscarem respostas colocando em dúvida o que lhes são apresentados e não desperdiçarem as ideias; incrementa a motivação, já que apresenta como pilares a capacidade de ação e tomada de decisão dos estudantes.

Em relação à aplicação do DT na perspectiva dos professores, deve ser utilizada para o planejamento e execução de um conteúdo, disciplina ou mesmo um curso. A imersão serve para identificar algumas características como a aquisição de conhecimentos na área pedagógica por meio das necessidades de pesquisa sobre o objeto de estudo e utilizá-lo no planejamento e acompanhamento de uma disciplina; a inovação e criatividade em função de seus processos de ideação nas propostas de estratégias, atividades e conteúdos do ensino e aprendizagem de uma disciplina; e promover novos conhecimentos tecnológicos por meio da prototipação/experimentação por meio dos desenvolvimentos de protótipos para avaliar por meio de critérios as

competências adquiridas pelos alunos. Além disso, como orientador de uma metodologia de ensino e aprendizagem investigativa.

5 CRENÇA DOS PROFESSORES

Um dos motivos que levam os professores do ensino de engenharia a adotarem ou não metodologias ativas nas aulas podem estar relacionadas às suas crenças. Segundo Moliner Miravet e Alegre (2020), os fatores que afetam o exercer organizacional, cultural e metodológico nas funções escolares são as atitudes, crenças ou opiniões, e conhecimento ou treinamento. Sendo o fator crença como um fator importante na influência de vários assuntos escolares. Conforme Kaymakamoglu (2018), as decisões nas salas de aulas e as atividades são guiadas pelas crenças dos professores. Corroborando Good e Lavigne (2017) afirmaram que as crenças dos professores sobre os alunos influenciam suas decisões curriculares, instrucionais ou avaliativas.

Para Williams e Burden (1997) o professor-educador é aquele que sempre avalia suas crenças sobre a educação como um todo. Pois, as crenças dos professores interferem no desempenho dos alunos, ou seja, o fracasso dos alunos pode ser atribuído nas expectativas dos professores em relação aos alunos (KAYMAKAMOGLU, 2018).

As crenças do professor incluem teorias subjetivas sobre como os alunos aprendem e quais as estratégias instrucionais que funcionam eficazmente (JÄÄSKELÄ, HÄKKINEN, RASKU-PUTTONEN, 2017). Para Meighan R. e Meighan J. (1990) os professores que percebem os alunos como "resistentes" ou "receptáculos" ou "matéria-prima", ensinam de uma forma centrada no professor; já os que veem os alunos como "clientes" ou "parceiros" os "exploradores individuais" ou "democráticos exploradores", ensinam de uma forma centrada no aluno, uma vez que os alunos são considerados ativos em vez de passivos. Outros estudos, como o Meirink et al (2009), afirmaram que os professores que preferem métodos de ensino tradicionais são os que possuem a crença centrada no professor; já os que escolhem métodos de ativação incentivando os alunos a assumirem a responsabilidade na aprendizagem, possuem a crença centrada no aluno.

Os estudos de Kim et al. (2013) afirmaram que as crenças dos professores influenciaram suas práticas na interação com as tecnologias e corroboraram com outros estudos que o comportamento dos professores não mudam sem que haja mudança nas crenças. O estudo propôs uma mudança nas crenças dos professores para ajudar a ser mais eficaz nos objetivos que querem alcançar. Entender as crenças dos

professores sobre os fatores ligados a aprendizagem e ao ensino são importantes, pois determinam suas ações em sala de aula, ou seja, influenciam suas escolhas pedagógicas e metodológicas (KAYMAKAMOGLU, 2018).

6 DESENVOLVIMENTO DOS CASOS

Nesta seção, serão apresentados três estudos de casos, um utilizando o DT voltado para a educação e os outros dois utilizando o DT voltado para o seu modelo tradicional.

- **CASO 1:** Projetos em andamento realizados pelo grupo PET na Universidade de São João del-Rei.

Contextualização:

Um dos objetivos do Grupo PET – Materiais e Inovação Tecnológica é propor a melhoria do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de São João del-Rei - UFSJ por meio de atividades que estimulem os discentes a saírem da zona de conforto, resultante de sua natureza majoritariamente teórica. Diante da possibilidade do Ensino Remoto Emergencial (ERE), foi necessário buscar novas alternativas que visassem resolver questões como: distanciamento entre discentes e o mercado de trabalho, dificuldade de inovar nos trabalhos de conclusão de curso (TCC), baixo engajamento nas atividades acadêmicas do ERE e pouco estímulo à criatividade.

Diante destes impasses, foram estudadas formas de atender a comunidade acadêmica e realizar melhorias no curso mesmo que de forma remota. Tendo em vista reduzir o distanciamento entre os discentes e o mercado de trabalho foi criado o Quintas Tecnológicas, em busca de aumentar a capacidade de inovação nos TCC's foi firmado um convênio entre a UFSJ e a empresa Azul Linhas Aéreas, e para expandir o engajamento nas atividades acadêmicas tanto quanto estimular a criatividade foi realizada uma transformação da disciplina Seminário I - Introdução à Engenharia Mecânica para o meio remoto.

Intuitivamente, o Grupo PET – Materiais e Inovação Tecnológica utilizou em toda a elaboração dos projetos citados acima e também na execução dos mesmos a metodologia denominada *Design Thinking*.

Descoberta:

Com o advento da crise sanitária da COVID-19 em 2020, a sociedade foi submetida a restrições sanitárias e medidas de distanciamento social, que findaram no cancelamento das atividades presenciais. A ausência de preparo para o ensino à distância (EAD) se tornou um obstáculo para a educação, juntamente com o fato de muitos

alunos da UFSJ se encontrarem em situação de vulnerabilidade socioeconômica, dificultando o acesso às aulas a essa parcela do corpo discente (CPA, 2020).

Neste novo cenário de incerteza e insegurança generalizada, a saúde mental da comunidade acadêmica foi fortemente afetada. O distanciamento social entre professores e colegas de classe, aliados à privação de entretenimento coletivo, atividades físicas, lazer e quebra total da rotina dos alunos gerou condições como desmotivação, ansiedade e depressão (Pesquisa – PROAE).

Neste contexto, o Grupo PET – Materiais e Inovação Tecnológica se viu motivado a adequar seus projetos para o meio remoto. Foi elaborada uma estratégia de transformação digital, com o intuito de continuar suas atividades e despertar a criatividade e a inovação dos alunos de engenharia da UFSJ, atendendo aos princípios do grupo de promover e estimular a melhoria dos cursos de graduação. Para cumprir tal propósito, o Grupo PET da Engenharia Mecânica da UFSJ desenvolveu três projetos utilizando a metodologia de *Design Thinking*: **Seminário I, Quintas Tecnológicas e Convênio UFSJ x Azul Linhas Aéreas.**

Todas as ações do grupo diante destas circunstâncias se enquadram na primeira etapa do *Design Thinking* para Educação citada anteriormente, a etapa de Descoberta, onde as possibilidades do meio inspiraram oportunidades de novos projetos e diferentes formas de executar projetos antes já existentes.

Interpretação:

Após a concretização do grupo dentro do meio remoto por meio de alguns eventos já feitos, como a conversa em *live* com o reitor para esclarecimento de dúvidas e o crescimento da rede social do grupo, o próximo objetivo foi a adaptação do Seminário I para o novo cenário.

O **Seminário I** é a primeira unidade curricular cursada pelos recém ingressantes do curso de Engenharia Mecânica, lecionada pelo tutor do Grupo PET, com o apoio dos bolsistas. Nele, os aproximadamente 100 novos discentes do curso são acolhidos pelos membros do grupo, que lhes dão as boas-vindas a nova vida acadêmica.

Como o Seminário I já era algo concretizado no método presencial, a equipe se via com o desafio de alcançar as mesmas expectativas para o projeto adaptado ao meio digital. Tal ação sempre foi a porta de entrada para os ingressantes do curso de engenharia mecânica na UFSJ. Nele eram apresentados todos projetos e oficinas da universidade, assim como laboratórios de pesquisa, além de dicas e sugestões que eram passadas pelos integrantes do grupo a fim de tranquilizar os recém chegados ao curso. Após a consolidação dos propósitos que o projeto

visava alcançar, o próximo desafio era conseguir adaptar tudo o que era passado nesses encontros para o meio remoto.

A partir do sucesso da primeira edição digital do Seminário I, a equipe se viu apta para a realização de novos projetos totalmente remotos e com isso foram feitas novas parcerias que culminaram em ações como o convênio entre a UFSJ e a Azul Linhas Aéreas, e também em parceria com o grupo de pesquisa Gep Lasid, o Quintas Tecnológicas, projeto que continua acontecendo. O preparo para a realização desses novos projetos advém da constante melhoria do grupo com as primeiras ações no âmbito digital.

O **Quintas Tecnológicas** é outro projeto desenvolvido pelo Grupo PET, em parceria com o **GEP-Lasid (Grupo de Estudo e Pesquisa do Laboratório de Sistemas Dinâmicos)** e com o **CAMEC-UFSJ (Centro Acadêmico de Engenharia Mecânica da UFSJ)**. Este projeto, por sua vez, é destinado a todos os alunos de engenharia da universidade, independente do período que estiverem cursando. Trata-se de uma videoconferência quinzenal, idealizada com o objetivo de contribuir e inspirar a formação de alunos de engenharia por meio do contato com palestrantes experientes, que atuam em diferentes setores da indústria. A ideia é mostrar aos discentes uma visão que não é enxergada em sala de aula, bem como o amplo leque de oportunidades presentes no mercado de trabalho, introduzindo quais caminhos deve-se seguir e quais conhecimentos deve-se obter para trilhar uma carreira semelhante. Espera-se que, com o conhecimento tácito compartilhado pelo palestrante, a lacuna entre a teoria e a prática seja preenchida ou, pelo menos, que uma forma de preenchê-la torne-se clara aos espectadores.

Foi firmado o **Convênio UFSJ x Azul Linhas Aéreas**, que contou com o importante suporte do Grupo PET, que tem como um de seus objetivos oferecer e participar de ações, projetos e atividades que possam agregar qualidade e trazer visibilidade ao curso de Engenharia Mecânica da UFSJ.

Ideação:

Para a ideação do Seminário I - Introdução ao Curso de Engenharia Mecânica no EAD foi feito um brainstorming com os integrantes do grupo PET para que ideias surgissem de como as atividades presenciais seriam substituídas pelas atividades remotas. Dentre as sugestões estão utilização do Microsoft Teams como plataforma para realização dos encontros semanais com os alunos, um guia do estudante para os novos discentes com dicas sobre fluxograma de matérias, seleção de disciplinas, acesso às plataformas online da universidade, fotos e mapa do campus da universidade, entre outros assuntos; lives semanais com diferentes convidados (coordenador do curso, representantes do CA,

alunos de iniciação e de intercâmbio, ex alunos e profissionais do mercado de trabalho); vídeos de apresentação dos projetos de extensão, laboratórios e empresas juniores presentes na graduação em Engenharia Mecânica. Como método avaliativo, em substituição a uma redação escrita pelos alunos no modo presencial, foram sugeridas ideias como testes online de múltipla escolha e a realização de mapas mentais sobre os temas abordados durante a disciplina.

O Quintas Tecnológicas foi um evento primeiramente pensado para ser semanal e trazer a cada semana um profissional experiente do mercado de trabalho que pudesse trazer algum aprendizado e experiência a ser compartilhada com os discentes de engenharia. Durante a ideação do projeto foram analisadas quais plataformas seriam usadas, se seria disponibilizado certificado de participação e qual seria o horário e a duração do evento.

O convênio entre a Azul Linhas Aéreas foi firmado através de reuniões online entre o professor Antonio Sabariz, tutor do grupo PET e funcionários da companhia aérea. Foi-se discutido como seria a execução deste projeto e qual seria a participação do Grupo PET para dar todo o suporte necessário e fazer a ponte entre a universidade e a empresa.

Experimentação:

O Seminário I deve ser colocado em prática na primeira semana de aula. Logo na primeira semana do semestre letivo, os alunos são convocados para o encontro remoto por meio de uma mensagem disparada no AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem) da instituição — chamado de Portal Didático — que tem como base a plataforma Moodle, um software de código aberto. No encontro, o responsável pelo evento apresenta-se aos alunos e esclarece como será a disciplina. Também é convidado o coordenador do curso para ter uma palavra com os calouros. Como método avaliativo não convencional, é proposto aos alunos do Seminário I que elaborem um mapa mental que sintetize o conteúdo apresentado. Isso estimula a criatividade e a reflexão em relação a como eles seguirão suas carreiras, tornando-os protagonistas da própria história profissional, ao invés de um personagem passivo na carreira e à mercê do acaso.

O Quintas Tecnológicas, por sua vez, se dá por meio de encontros remotos onde, a cada edição, um profissional de um ramo específico é convidado a dar uma palestra sobre um determinado assunto. Para garantir um público apreciável, são disparadas mensagens no AVA para os estudantes, e também é contatado coordenadorias de outros cursos para que estes divulguem o evento aos alunos dos seus respectivos cursos.

O Grupo PET participou da elaboração e divulgação de um edital que proporcionou aos discentes dos cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia de Produção da UFSJ o desenvolvimento de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) sobre projetos e pesquisas específicas demandadas pela Azul, com orientação mútua da empresa e dos docentes da universidade. Isso possibilita os alunos dos cursos de engenharia a terem um contato direto com uma companhia que trabalha e estimula constantemente a inovação.

A Azul também se fez presente em uma Aula Inaugural, organizada pelo Grupo PET, para o curso de Engenharia Mecânica. A aula contou com a presença do Gerente de Engenharia de Operação da empresa e teve como tema: “UFSJ e Azul: asas para o futuro” e a mesma foi transmitida abertamente ao público pelo canal TV UFSJ.

Além disso, o Grupo PET organizou a primeira edição do evento PETx, ao final do segundo período remoto emergencial, cujo objetivo é ser um espaço onde vários profissionais convidados realizam palestras sobre o aprimoramento de *Soft skills*. Uma das palestras do evento contou com dois representantes da área de Recursos Humanos da Azul, que trataram do tema “Criatividade”, e como os alunos da engenharia podem desenvolvê-la.

Evolução:

Em constante evolução e aprimoramento, o Seminário I é uma disciplina que utiliza o DT constantemente. Primeiramente, após um período de testes, houve a mudança de plataforma em que as aulas eram ministradas: do Microsoft Teams para o Google Meet, isto possibilitou o uso de novas ferramentas dos serviços Google que foram ampliadas com a assinatura da UFSJ por essa estrutura, como a gravação das aulas para que fiquem disponíveis a qualquer momento aos discentes. Em sequência, visando utilizar as vantagens do meio digital e o futuro das aulas presenciais, um modelo híbrido pode ser desenvolvido, mesclando os pontos ideais de cada um.

Ademais, o Quintas Tecnológicas apresenta adaptabilidade perante aos participantes, realizando mudanças e implementações semestrais, como pesquisas de opinião, coleta de dados, novos contatos e mudança no horário de execução. Porvindouro, há a possibilidade do uso de novas ferramentas do Sympla e Zoom para deixar as chamadas mais dinâmicas e a formação oficial de um grupo de suporte para rápida solução de problemas dos participantes, caso existam.

Com a finalidade de buscar analisar o impacto do convênio realizado entre a UFSJ e a Azul Linhas Aéreas, foram selecionados relatos de duas alunas que estão participando de projetos de TCC em desenvolvimento, além do relato de um professor orientador.

Acredito que é uma oportunidade única de conhecer temas que envolvem muito mais que Engenharia Mecânica. Atualmente, meu projeto envolve muitos métodos de análise de dados, vistos em Engenharia de Produção, onde os desafios são diversos, mas tenho certeza que terá ótimos resultados. Durante a graduação, participei da Equipe Trem Kí Voa – Regular, então esta parceria me interessou muito, principalmente pois estamos entrando em contato com uma das maiores empresas de aviação do Mundo. Além de me desenvolver academicamente, realizando pesquisas e análises de dados, estou me desenvolvendo também profissionalmente, entrando em contato com fabricantes dos Biocombustíveis, conversando com os colaboradores da Azul, realizando planejamentos. Tenho certeza que todos que estão envolvidos nesta parceria estão aproveitando ao máximo as experiências trocadas e adquiridas (Débora Seguchi, graduanda em Engenharia Mecânica pela UFSJ).

Essa experiência de resolver um problema de uma empresa gigante como a Azul certamente vai trazer aprendizados que ficarão para minha vida profissional inteira. Entrar em contato com o mundo corporativo, aprender com profissionais do mercado, além de todo o networking que se ganha, tem sido inestimável para mim. Meu projeto envolve a análise da viabilidade de internalização de um serviço que hoje é feito de forma terceirizada. Com isso, meus colegas de equipe e eu tivemos que coletar dados de como o serviço é feito hoje para melhor entender o processo e buscar otimizá-lo. Depois, uma análise de custos diretos e indiretos será feita. Apenas com esse projeto, tivemos acesso a inúmeras ferramentas, além de praticar algo que é fundamental na vida de uma engenheira: raciocínio lógico para resolver problemas. Tem sido maravilhoso (Mariana de Miranda, graduanda em Engenharia Mecânica pela UFSJ).

A parceria entre a empresa Azul Linhas Aéreas e a Universidade Federal de São João del-Rei com os cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia de Produção para a elaboração de Trabalhos de Conclusão de Curso, se mostrou um projeto interessante para ambos os lados pois houve, pela percepção do presente professor, um intercâmbio de conhecimentos. No que se refere à universidade, foi

percebido que os alunos compreenderam que para a proposta de soluções à problemas que fogem à exatidão daqueles ensinados em sala de aula, envolve-se a análise de um número maior de variáveis e que muitas vezes os valores não são de acesso imediato e a associação de várias ferramentas se faz necessário para a construção da proposta de uma solução viável ótima. Pelo lado da companhia, foi percebido o valor do conhecimento tácito dos colaboradores da empresa que trabalham com problemas iguais ou parecidos com os selecionados, sendo este um valor indispensável para o processo de construção da possível solução e análise do poder de seu impacto e consequências, demonstrando aos alunos o valor da experiência. Para o presente professor, este foi um processo que poderia ser adotado com maior frequência tanto pelas empresas quanto pelas instituições de ensino superior em engenharia (Prof. Dr. Wilson Trigueiro).

Suplementarmente, o Convênio com a Azul é um projeto que está atualmente na fase de Experimentação, de acordo com a metodologia do Design Thinking, e apresentará seus resultados com a realização das defesas dos Trabalhos de Conclusão de Curso. O Grupo PET pretende expor os resultados alcançados em um artigo a ser publicado futuramente no Cobenge.

CASO 2: Ensino remoto desenvolvido em um ambiente virtual de aprendizagem projetado no Moodle na Universidade Federal de Uberlândia.

Contextualização:

A disciplina Transferência de Calor I está na matriz curricular dos cursos de engenharia da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Metodologias ativas têm sido usadas nesta disciplina desde 2017. A disciplina foi ministrada de forma remota nos 3 últimos períodos e dados de satisfação e compreensão dos discentes foram coletados.

As evoluções propostas aconteceram naturalmente a partir de um sentimento de mudança de perspectiva intuitivo da docente. Entretanto, identifica-se as nuances do Design Thinking (DT) no processo criativo e evolutivo da disciplina.

O DT pode ser aplicado em qualquer área de estudo e envolve as seguintes etapas: Imersão, Análise e Síntese, Ideação e Prototipação.

Imersão:

Componente da área térmica a disciplina de Transferência de Calor I é uma disciplina de alta complexidade teórica, a qual tem um índice de rejeição prévia dos estudantes. Os índices de reprovação e falta de interesse motivaram a mudança de atitude e implantação de metodologias alternativas de ensino. A apatia dos estudantes e a falta de participação foram os elementos que impulsionaram essa mudança. No segundo semestre de 2016 um questionário orientado foi aplicado e se pôde confirmar o desânimo dos discentes frente às aulas expositivas, 75% dos estudantes afirmaram que as aulas expositivas eram cansativas e confirmaram que seria interessante intensificar a prática. Aqui identifica-se a primeira etapa do DT, a Imersão. A imersão pode ser traduzida pelo forte sentimento de necessidade de mudança. A convivência em sala de aula, a observação diária de turmas apáticas, desmotivadas, desinteressadas e ainda a falta de maturidade e habilidades sociais dos egressos do curso fez com que intuitivamente novas formas de ensino fossem exploradas.

Análise e Síntese:

A partir da imersão no problema o processo de análise e síntese se inicia e, basicamente, consiste em entender e buscar soluções para a ou as questões elencadas, ou seja, neste caso, buscar respostas no comportamento dos discentes entendendo o contexto atual da geração que povoa as universidades.

A maioria dos cursos de Engenharia foca numa formação densa em conhecimentos técnicos e não trabalha durante o curso o desenvolvimento de habilidades sociais primordiais para a solução de problemas, assim, ao final do curso de graduação os egressos têm uma formação técnica sólida, entretanto, não sabem como utilizá-la quando precisam e da forma como é necessária. O modelo clássico de ensino não é satisfatório para a atual geração que já nasceu globalizada e ansiosa pelo próximo passo tecnológico. A metodologia clássica de ensino consiste em aulas expositivas onde o professor possui o papel principal no processo e o aluno o secundário, ou seja, o professor tem o papel de detentor do conhecimento e deve repassá-lo, o aluno assume papel de ouvinte, recebendo a informação passivamente, neste contexto o discente não é crítico, não é instigado ao questionamento, ele simplesmente deve absorver as informações.

Ideação:

Com base no exposto, inicia-se a ideação que é terceira etapa do DT. No caso da disciplina Transferência de calor 1 metodologias ativas, testes seriados, atividades em duplas e uso de jogos fizeram parte do processo de ideação.

Nas metodologias ativas de aprendizagem o discente deve assumir o papel ativo na construção do próprio conhecimento. O docente serve de mediador durante esse processo instigando ao questionamento, à crítica, à curiosidade e a busca. Observa-se uma tendência à inovação do ensino, até mesmo para combater a apatia, desinteresse e falta de motivação dos estudantes em geral. Na fase de ideação várias atividades e ações podem ser propostas, e estas dependem do problema, do ambiente e dos resultados almejados. Após a ideação passa-se a fase de prototipação, quarta etapa do DT, que é a execução do modelo de ideias.

Prototipação:

A prototipação consiste em pôr em prática o que foi idealizado, ou seja, criar um protótipo. Como dito a disciplina Transferência de Calor 1 iniciou o processo de mudança em 2017. Desde então protótipos tem sido testado e aspectos positivos foram observados. Apesar da resistência inicial, os discentes se adaptaram ao uso da sala invertida. Na sala invertida os alunos estudam o conteúdo teórico previamente de forma autodidata e o horário de aula presencial é dedicado a intensificação da prática. As atividades semanais são avaliativas e variadas tais como, estudos de casos práticos, jogos de conhecimento ou mesmo testes teóricos escritos. As atividades seriadas motivam os discentes a revisar a matéria diariamente, o que é uma boa prática de estudo. Os testes teóricos foram idealizados para serem realizados em duplas, essa prática não apresentou o resultado esperado de trabalho em equipe visto que, na maioria, apenas um dos integrantes das duplas se dedicava aos estudos. Foi necessário rever o protótipo, ou seja, voltar a etapa de ideação para que o modelo final fosse desenvolvido, experimentado e avaliado, Sousa e Nigro (2018).

No ambiente presencial a disciplina era conduzida no modelo sala invertida com avaliação seriada, uso de gamificação e encontros focados em discussão. No ambiente remoto a conduta se manteve e foi intensificada. A migração da disciplina Transferência de Calor I do ambiente presencial para o virtual aconteceu de forma natural o que foi favorecido pela maneira como a disciplina já era ministrada. Além disso um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) foi criado com o intuito de trazer o estudante para esse novo cenário de ensino. Abaixo são descritos os seis pontos importantes da execução e implantação do modelo de ensino proposto para a disciplina Transferência de calor I no modo remoto:

1. Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA)

Existe uma diferença conceitual entre o ensino remoto e a educação a distância. O ensino remoto é orientado pelos princípios da educação

presencial sendo executado em ambiente virtual auxiliado pelas tecnologias digitais. Já a educação à distância (EAD) tem um projeto pedagógico de ensino via plataforma digitais, é uma metodologia consolidada com estrutura didático - pedagógica estabelecida (ROCHA, 2021). Entretanto, alguns preceitos do EAD podem e devem ser aplicados ao ensino remoto de forma a organizar e estabelecer uma relação ensino/aprendizagem positiva. Na disciplina Transferência de Calor I adotou-se a ideia de criar um ambiente virtual de aprendizagem (AVA). O AVA foi pensado e projetado visando uma transição natural do discente para o ambiente virtual.

Como a disciplina já fazia uso do Moodle e por identificar a possibilidade de criar um ambiente de aprendizagem claro, dinâmico e organizado, sendo possível concentrar todas as atividades num mesmo espaço virtual, optou-se por desenvolver a disciplina integralmente nessa plataforma. O Moodle é uma LMS (Learning Management System) e tem como função transportar o ambiente educacional para o espaço virtual.

Figura 3. AVA Transferência de calor 1 (a) página principal (b) Tópico



Fonte: Elaborada pela autora Priscila F. B. Sousa

O AVA da disciplina, apresentado na Figura 3 (a), mostra que a disciplina foi dividida em tópicos. Na raiz principal do curso o discente se depara com dois links um de “boas-vindas” e outro de “tour pelo espaço virtual”. Os vídeos disponíveis nos links promovem um encontro do discente com o atual cenário, trazendo informações importantes e promovendo o reconhecimento do novo ambiente de aula e do docente.

O botão para acesso a sala de aula é observado na Fig. 1(a), a ferramenta “BigBlueButtonBN” é uma sala de transmissão em tempo real

que pode ser gravada ou não, fornece a estrutura de chat, tela branca para multiusuários, lista de presença e é programável para abrir e fechar em horários pré-definidos. Cada tópico tem organização parecida, com vídeo aula, fórum de dúvidas, pasta de material didático, atividades interativas de revisão e atividades avaliativas, Figura 3 (b).

2. Atividade de Integração

As aulas síncronas ou “streamings”, que é a definição em inglês para transmissões em tempo real, dependem de fatores como a velocidade e a qualidade da internet. Esses aspectos devem ser considerados, pois, dependendo das configurações da rede é impossível transmitir imagem e voz com qualidade. Assim, no primeiro encontro síncrono os discentes são encorajados a abrirem as câmeras e microfones para a aula de apresentação, o que não é possível ser feito em todas as aulas.

Essa atividade de integração e reconhecimento é de suma importância para humanizar o ambiente e trazer os indivíduos para a sala de aula, promovendo encontro e integração da turma. Durante o semestre letivo são realizadas atividades em grupo, discussões e por isso é importante esse momento de reconhecimento dos seus pares.

Outra atividade de integração são os fóruns. Em cada tópico os discentes encontram um fórum aberto para dúvidas e curiosidades. Cada estudante pode criar um tópico a ser discutido e todos podem interagir, respondendo, complementando ou mesmo questionando. Essa atividade integra os estudantes acerca do que eles absorvem na prática do autodidatismo, além disso, temas abordados nos fóruns podem ser levados às discussões síncronas o que torna enriquecedor o processo de aprendizagem.

3. Sala de aula invertida

Os fundamentos e bases teóricas da disciplina Transferência de Calor I devem ser aplicados pelos discentes na solução de problemas práticos de engenharia. Usando a metodologia de sala invertida o conteúdo teórico é trabalhado em casa e na aula presencial, dúvidas, discussões e soluções de problemas podem ser intensificadas.

Com as aulas remotas os alunos perderam o acesso às bibliotecas. No regime presencial os estudos prévios à aula eram pautados no livro texto, visto que todos tinham acesso amplo. Para intensificar a teoria vídeo aulas foram disponibilizadas no Moodle. As vídeo aulas abordam toda a teoria da disciplina. São vídeo aulas curtas de até 40 minutos, trazendo a teoria e exercícios de aplicação.

As vídeo aulas estão hospedadas na plataforma youtube, mas podem ser acessadas diretamente no Moodle. Toda videoaula é acompanhada de transcrição, ou seja, todo o conteúdo do vídeo

encontra-se transcrito na página do Moodle, essa prática possibilita maior acessibilidade e opções à discentes que preferem ler o conteúdo teórico.

Os discentes da disciplina Transferência de Calor I relatam satisfação com as videoaulas criadas para a disciplina. Eles declaram que a possibilidade de ir e voltar no conteúdo, de poder acessar a qualquer momento, de acelerar o vídeo ou mesmo pausar na dúvida tem facilitado o aprendizado e promovido motivação.

4. Atividades Interativas

As atividades interativas são atividades que não valem nota e devem ser realizadas livremente, conduzidas pela motivação e curiosidade do discente. Elas ficam disponíveis durante todo o semestre e abordam aspectos importantes da disciplina. São bastante visuais envolvendo vídeos interativos, jogos de cartas, jogos de memória, caça palavras, quiz, etc. As atividades podem ser facilmente configuradas na plataforma Moodle através da ferramenta H5P. Existem muitas possibilidades de interação nessa ferramenta trazendo a aprendizagem baseada em jogos para o ambiente virtual, entretendo e ensinando simultaneamente.

5. Atividades Avaliativas

As atividades avaliativas são semanais e abordam o tema discutido na semana. Essas atividades devem ser realizadas no tempo da aula síncrona e também tem aspectos de gamificação, contando com questões de múltipla escolha, de arrasta e solta, verdadeiro ou falso e ainda questões discursivas de solução de problemas. Como as atividades são semanais é importante diversificá-las para que não seja cansativo. Na plataforma Moodle as atividades são configuradas através do recurso questionário. É possível configurar os questionários para embaralhar as questões e as respostas, e ainda, criar questões aleatórias, ou seja, o algoritmo sorteia a questão para cada aluno que realizará a atividade. Dessa forma cada estudante tem um questionário diferenciado.

Com base nas percepções da docente, o uso de atividades seriadas surgiu como forma de substituir as provas com conteúdo extenso e dinamizar o ambiente da aula presencial, Sousa e Nigro (2018). As etapas das atividades seriadas podem ser descritas pelos passos: estudo prévio do conteúdo; atividade individual síncrona com acompanhamento docente e revisão dos pontos de maior dificuldade da atividade.

Na dinâmica proposta os discentes revisitam a atividade avaliativa na aula seguinte à essa atividade. Dessa forma no momento da revisão eles já discutiram entre si as questões e os resultados. A revisão é feita geralmente através de um jogo, que traz pro foco questões as quais a turma, em geral, teve maior dificuldade. Os estudantes têm então a oportunidade de identificar o erro e aprender.

Nesta atividade é possível sanar dúvidas e consolidar conhecimentos técnicos, a atividade não tem peso na nota.

6. Atividade de empatia

A atividade de empatia é centrada na ideia do estudante se colocar no lugar do professor. A atividade é avaliativa e desenvolvida em duplas ou grupos. Ela proporciona o desenvolvimento de várias habilidades tais como, a oratória e desenvoltura em público, criatividade, trabalho em equipe, apresentação de projeto, desenvolvimento de ideias e estruturação de raciocínio, didática, exploração de tecnologias digitais e softwares, etc. Importante frisar que é escolhido um tema, ou alguns, de forma que os estudantes não substituam o professor durante todo o semestre, não é esse o foco, a atividade é pontual.

Assim, a atividade de inversão de papéis possibilita aprendizado e empatia. E o momento de aprender é mútuo, o docente se beneficia do aprendizado tanto ou mais que os discentes. A atividade é uma ótima oportunidade de identificar demandas e desejos dos estudantes, elencar pontos que podem ser agregados na forma de repassar o conhecimento, conhecer tecnologias e softwares diferentes e ainda se aproximar das expectativas dos discentes. Esse modelo de ensino tem sido aplicado com sucesso na disciplina Transferência de Calor 1.

Experimentação:

A prototipação aparece como a última etapa do DT, entretanto, como a função desta etapa é a verificação das ações propostas, ela pode ocorrer ao longo do projeto ou mesmo em paralelo com as outras etapas. Na sequência apresentam-se dados de avaliação do protótipo (modelo de ensino), ou seja, é necessário a experimentação. É através da experimentação que se identifica problemas e soluções no modelo criado.

A análise apresentada a seguir busca verificar a eficiência do processo de aprendizagem, através do acompanhamento do aprendizado, definindo sucessos e avaliando o progresso. Todo semestre os discentes avaliam o processo de aprendizagem e os resultados podem ser observados a seguir.

Existem 3 tipos de pesquisa de avaliação de ensino na plataforma Moodle:

- *ATTLS* (Atitudes para pensar e aprender survey)
- *Levantamento de incidentes críticos*
- *COLLES* (Construtivista on-line Pesquisa Ambiente de aprendizagem).

Neste estudo fez-se uso da Colles “experiência efetiva”, (CUNHA-ARAÚJO et al., 2012).

A pesquisa é composta por 24 questões e as respostas possíveis são: quase nunca (1); raramente (2); algumas vezes (3); frequentemente (4) e quase sempre (5).

A disciplina teve 74 alunos nos 3 semestres remotos e a pesquisa foi respondida por 45. As tabelas mostram os resultados obtidos.

Tabela 1. Contagem de estudantes por resposta para relevância

Perguntas	1	2	3	4	5
A minha aprendizagem é focalizada em assuntos que me interessam.	1	0	18	18	8
O que eu estou aprendendo é importante para a prática da minha profissão.	0	2	9	16	18
Eu aprendo como fazer para melhorar o meu desempenho profissional.	1	4	8	19	13
O que eu aprendo tem boas conexões com a minha atividade profissional.	2	1	16	15	11

Fonte: Elaborada pela autora Priscila F. B. Sousa

Tabela 2. Contagem de estudantes por resposta para reflexão crítica

Perguntas	1	2	3	4	5
Eu reflito sobre como eu aprendo	0	6	7	22	10
Faço reflexões críticas sobre as minhas próprias ideias	0	4	14	20	7
Faço reflexões críticas sobre as ideias dos outros participantes.	3	12	17	10	3
Faço reflexões críticas sobre os conteúdos do curso	1	4	14	14	12

Fonte: Elaborada pela autora Priscila F. B. Sousa

Tabela 3. Contagem de estudantes por resposta para interação

Perguntas	1	2	3	4	5
Eu explico as minhas ideias aos outros participantes	4	9	17	12	3
Peço aos outros estudantes explicações sobre suas ideias	5	5	16	13	6
Os outros participantes me pedem explicações sobre as minhas ideias.	4	10	17	11	3
Os outros participantes reagem às minhas ideias	5	5	22	10	3

Fonte: Elaborada pela autora Priscila F. B. Sousa

Tabela 4. Contagem de estudantes por resposta para apoio dos tutores

Perguntas	1	2	3	4	5
O tutor me estimula a refletir	5	1	4	16	19
O tutor me encoraja a participar	4	1	2	14	24
O tutor ajuda a melhorar a qualidade dos discursos.	5	1	6	13	20
O tutor ajuda a melhorar o processo de reflexão autocrítica.	7	0	6	12	20

Fonte: Elaborada pela autora Priscila F. B. Sousa

Tabela 5. Contagem de estudantes por resposta para apoio dos colegas

Perguntas	1	2	3	4	5
Os outros participantes me encorajam a participar.	5	8	13	13	6
Os outros participantes elogiam as minhas contribuições.	7	6	17	10	5
Os outros participantes estimam as minhas contribuições	7	7	14	13	4
Os outros participantes demonstram empatia quando me esforço para aprender.	2	6	14	12	11

Fonte: Elaborada pela autora Priscila F. B. Sousa

Tabela 6. Contagem de estudantes por resposta para compreensão

Perguntas	1	2	3	4	5
Eu compreendo bem as mensagens dos outros participantes.	1	1	10	24	9
Os outros participantes compreendem bem as minhas mensagens.	1	1	12	26	5
Eu compreendo bem as mensagens do tutor.	5	1	3	19	17
O tutor compreende bem as minhas mensagens	5	0	4	17	19

Fonte: Elaborada pela autora Priscila F. B. Sousa

Na Tabela 1 observa-se excelente relevância onde 75,5 % dos discentes relatam que com frequência ou quase sempre o que está sendo aprendido é importante para a profissão e ainda, 71,1% afirmam que com frequência ou quase sempre aprendem como melhorar o seu desempenho profissional. A Tabela 2 elenca pontos de análise sobre a reflexão crítica dos estudantes. Observa-se que 57,7% deles refletem criticamente com frequência ou quase sempre sobre os conteúdos do curso e que 71,1% refletem sobre seu próprio aprendizado frequentemente ou quase sempre, esse indicativo mostra que os discentes estão fazendo reflexões sobre como eles aprendem e absorvem os conteúdos.

No tema interatividade, Tabela 3, pontos positivos são observados visto que o ambiente on-line não promove encontros diretos entre os discentes. Mesmo neste cenário, 37,7 % dos discente se dispõe a explicar suas ideias ao grupo e 33,3% fazem isso com frequência ou quase sempre. Em geral, os resultados coletados de interatividade entre os pares apontam para a promoção de interação. Observa-se que 64,4% relatam que algumas vezes ou frequentemente buscam discutir as ideias de outros estudantes, 62,2% são questionados pelos outros estudantes sobre seus pensamentos e ainda 71,1% observam reações do grupo frente as suas ideias, alguma vez ou frequentemente. Esse resultado é refletido na Tabela 5 onde os estudantes relatam o apoio dos colegas. Nota-se que nos quesitos avaliados em torno de 58% dos discente relatam que, em alguns momentos ou com frequência, os outros

participantes os encorajam, os elogiam, estimam as contribuições dadas ou ainda demonstraram empatia.

Nas metodologias ativas o professor é um mediador do conhecimento e não mais o único interlocutor. Na Tabela 4, constata-se que 77,7% dos discentes afirmam que com frequência ou quase sempre são estimulados à reflexão, 84,4 % frequentemente ou quase sempre são encorajados a participar e que mais de 70% deles afirmam que com frequência ou quase sempre o tutor contribui na melhora da reflexão auto crítica e no enriquecimento dos discursos. Quanto à compreensão, Tabela 6, observa-se um cenário promissor onde a interlocução entre discentes e entre discentes e professor é positiva. Cerca de 80% dos discentes afirmam que, com frequência ou quase sempre, compreendem bem as mensagens do tutor e vice versa. E quanto à compreensão entre pares, em torno de 70% dos discentes afirmam que se compreendem frequentemente ou quase sempre.

O ambiente remoto possibilitou a exploração de novas tecnologias. Dentre os resultados obtidos nota-se que os estudantes conseguiram identificar a relevância da disciplina no contexto da vida profissional. A atuação positiva do tutor e a interação entre os estudantes foram aspectos relevantes no processo de ensino e aprendizagem. Outra conclusão importante é que adotando novas práticas de ensino no ambiente presencial usando as tecnologias facilitadoras das LMS's, será possível rever cargas horárias de componentes curriculares. Acredita-se que os ótimos resultados obtidos nos semestres remotos podem ser ainda melhores no ambiente presencial.

Assim, observa-se que o pensamento do design pode ser aplicado na educação, possibilitando a inovação do ensino e promovendo o uso de metodologias ativas. O que estimula a criatividade para o desenvolvimento de estratégias de ensino - aprendizagem centrada no estudante.

CASO 3: Relato de experiência da utilização de metodologias ativas numa disciplina de Engenharia na Universidade Federal Rural do Semiárido.

Contextualização:

Esse processo de *Design Thinking* aplicado ao processo de ensino-aprendizagem teve como objetivo promover o engajamento e motivação dos alunos, bem como, o desenvolvimento e utilização de metodologias ativas. Um dos motivos que levam os professores do ensino de engenharia a adotarem ou não metodologias ativas nas aulas podem estar relacionadas as suas crenças. Segundo Moliner Miravet e Alegre (2020), os fatores que afetam o exercer organizacional, cultural e

metodológico nas funções escolares são as atitudes, crenças ou opiniões, e conhecimento ou treinamento. Sendo o fator crença como um fator importante na influência de vários assuntos escolares. Conforme Kaymakamoglu (2018), as decisões nas salas de aulas e as atividades são guiadas pela crença dos professores.

Imersão:

O início da carreira didática do docente ocorreu com o ensino da disciplina objeto desse estudo, pois ele a assumiu após o encerramento de seu mestrado e entrada em uma universidade. Convém destacar que durante essa fase de pós-graduação no programa que ele obteve a referida titulação não havia a formação e nem a ocasião de experimentação em didática. É comum nessas condições de início de existência didática, o professor reproduza as ações que seus antigos mestres realizavam, enquanto cursava as suas disciplinas.

Assim, mesmo que o assunto central da disciplina possua características aplicáveis na resolução de problemas práticos, foi optado por se utilizar a estrutura clássica do ensino: aulas expositivas, trabalhos que exigem respostas a perguntas teóricas e avaliações com teor de idêntico teor. Aproximadamente 80% da carga horária dispendida na disciplina era de cunho teórico, restando 20% para um conteúdo mais prático e aplicável.

Nesse primeiro momento, muitos desafios são enfrentados pelos professores, principalmente quando vários questionamentos: como melhorar o processo de ensino-aprendizagem? Como motivar os alunos? Como engajar os alunos no processo de ensino, diante de disciplinas tão teóricas? Como aproveitar o potencial das tecnologias no processo da aula?

O objetivo geral é melhorar a experiência do ensino-aprendizagem do professor ao diminuir a carga horária voltada para a teoria e ao aumentar a autonomia dos discentes.

Análise e Síntese:

Com a necessidade de ministrar as aulas de forma remota, devido à pandemia da COVID-19, algumas mudanças foram necessárias para que os impactos negativos fossem diminuídos ao mínimo possível e aceitável.

No planejamento da disciplina optou-se pela diminuição de carga teórica, o aumento da realização de trabalhos em grupos, sorteados aleatoriamente e para resolver problemas reais preferencialmente em empresas, e o foco de uma das avaliações ser a resolução de um problema específico, feita em grupo também sorteado aleatoriamente e em sala de aula. Adicionalmente foram implementadas ações vistas no questionamento anterior.

Ideação:

Após a avaliação de algumas metodologias, a utilização de recursos multimídias foi escolhido. As principais avaliações foram substituídas por cinco atividades de gravação de vídeo em uma plataforma virtual, discorrendo sobre assuntos abordados durante o período letivo, a carga teórica da disciplina seria gravada e disponibilizada no decorrer do semestre letivo, transmitindo a autonomia ao aluno poder estudar no horário que fosse mais adequado. As atividades síncronas, já que a resolução da universidade estabelece que pelo menos 25% da carga horária seja nessa modalidade, foram preenchidas com atividades práticas no aprendizado dos sistemas computacionais utilizados na disciplina, e posteriormente ofertadas em uma plataforma de transmissão de vídeos on-line.

Prototipação:

O processo de prototipação foi dividido em três etapas:

- **Etapa I:** Foi repassada para os alunos a proposta de produção de vídeo de 10 minutos. Esse vídeo seria feito com um tema da escolha dos alunos que foram divididos em grupo. O assunto deveria ser um dos temas trabalhado em sala de aula (remota). Os alunos deveriam entregar primeiramente um *storyboard* organizadores gráficos do seu processo, tendo como objetivo de desenvolver nos alunos a criatividade, visão crítica e senso de urgência no trabalho com informações.
- **Etapa II:** produção do vídeo. O vídeo será produzido pelos alunos, o vídeo deveria ser roteirizado com explicação das cenas, texto, falas e descrição das cenas. O objetivo dessa proposta era promover nos alunos o senso de pesquisa, organização e estrutura de informação, planejamento e execução de atividade.
- **Etapa III:** Todos os vídeos exibidos e realizado uma roda de conversar sobre as temáticas de cada. Objetivo foi, organização de pensamento e ideias, autoavaliação de acordo com os feedbacks recebidos.

Como já é norma regulamentada na universidade, ao final de cada período letivo os discentes precisam compulsoriamente avaliar o ensino da disciplina e realizar uma autoavaliação. No contexto do ensino da disciplina, há a avaliação do docente em 9 dimensões, o que permite o acompanhamento constante do seu desempenho.

Dessa forma, por meio dessa avaliação compulsória, a presente análise do desempenho do docente foi realizada e assim foi constatada

como a mudança de crença para novas metodologias de ensino podem impactar nesses resultados.

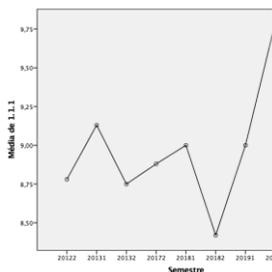
A partir da análise dos resultados e do feedback de formar geral do andamento da disciplina pelos alunos alguns pontos foram apontados para o processo de melhorias: o desenvolvimento de plataforma para apresentação dos vídeos de forma mais organizada, uma oficina de *storyboard* e criação de roteiros para vídeos, e, possibilidade de um tempo maior para pesquisa e produção dos materiais.

Resultados:

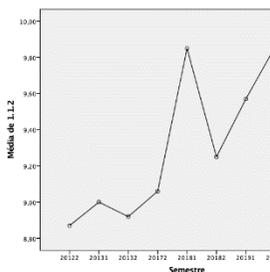
Para analisar as avaliações das dimensões por semestre fez-se uso do *software* o SPSS® (v21) usando o teste ANOVA, que analisou a significância estatística das relações, sendo $p < 0,001$. Pelo teste da ANOVA, todas as relações apresentaram significância estatística. Indicando que há uma relação significativa entre as questões com os períodos. Podendo sugerir que as avaliações das questões melhoraram com o avanço dos semestres. Ou seja, à medida que o professor foi aplicando metodologias mais ativas, principalmente após o retorno do doutorado, as avaliações dos alunos nesse quesito em relação a ele melhoraram.

Os gráficos, a seguir, demonstram, de maneira mais clara, as relações propostas facilitando suas interpretações. O gráfico 1-a, apresenta a relação das avaliações dos alunos com o comparecimento às aulas. As maiores notas foram atribuídas no semestre de 2019.1. E no semestre de 2018.2 as avaliações foram as mais baixas.

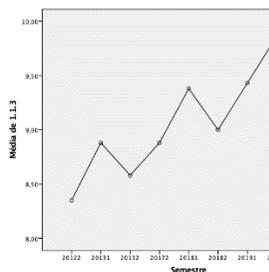
Gráfico 1 - Médias das avaliações



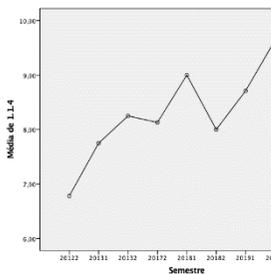
(a) Comparecimento às aulas



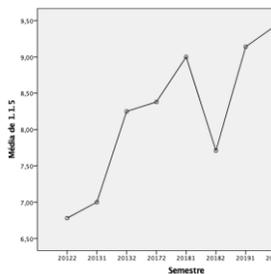
(b) Cumprimento do horário das aulas do início ao fim



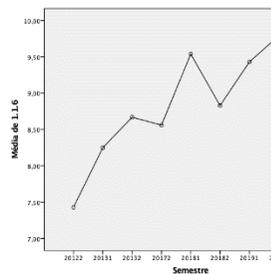
(c) Cumprimento do programa da disciplina



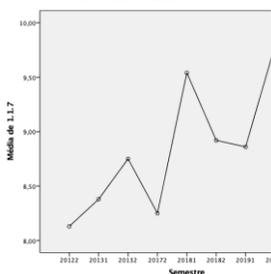
(d) Clareza na apresentação do conteúdo



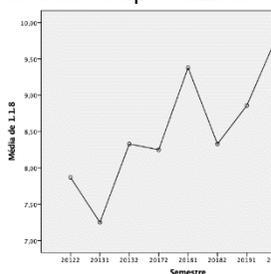
(e) Utilização de metodologias que facilitam o aprendizado



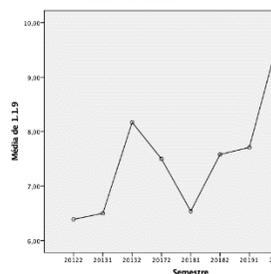
(f) Incentivo à participação dos alunos nas aulas



(g) Disponibilidade para tirar dúvidas dos alunos durante as aulas



(h) Disponibilidade para atender aos alunos fora do horário de aulas



(i) Coerência entre o nível de exigência nas avaliações e o conteúdo dado

Fonte: Elaborados pelos autores Washington Sales do Monte e David Custódio de Sena

No gráfico 1-b, há indicação de uma melhora em relação a cumprimento do horário após o retorno do docente após o afastamento para cursar o doutorado. Observa-se uma queda no ano de 2018.2. E no semestre, durante a pandemia, essa dimensão retorno a avaliações baixas. Como o docente optou por utilizar parte das aulas como gravadas, pode ser que os alunos interpretaram essa dimensão como não cumprimento do horário.

O gráfico 1-c, mostra que o docente teve uma evolução em relação ao cumprimento do programa da disciplina. O fato de ter adotado metodologias ativas, não dificultou que cumprisse com o programa da disciplina proposto. Apenas no semestre da pandemia que se observa uma queda.

Conforme apresentado no gráfico 1-d, houve uma evolução nas notas dadas pelos alunos em relação apresentação da disciplina. Ou seja, a utilizar metodologias ativas melhorou o entendimento dos alunos

em relação ao conteúdo apresentado, o que evidencia que o ensino tradicional torna o aluno passivo do conhecimento sobre o porquê dele estar cursando aquela disciplina.

O gráfico 1-e, demonstra que o uso de metodologias para facilitar o aprendizado foram aperfeiçoadas pelo docente. A melhora nas avaliações dos alunos mostrou que o uso de metodologias ativas facilitou seus aprendizados. Na pandemia o docente alterou sua metodologia em decorrência das aulas remotas.

No gráfico 1-f, as melhoras nas avaliações dos alunos quanto ao incentivo à participação dos alunos nas aulas, representa que as metodologias ativas como metodologias centradas nos alunos fazem com que eles tenham que ter uma maior participação nas aulas.

Nos gráficos 1-g e 1-h, que analisam a disponibilidade para tirar dúvidas dos alunos durante e fora os horários de aulas, indicaram melhoria, mas com queda nas notas atribuídas pelos alunos nos anos de 2018.2 e 2019.1. Com também, no ano da pandemia que as aulas foram remotas e todos os contatos aluno/professor foram a distância.

As avaliações da coerência entre o nível de exigência nas avaliações e o conteúdo dado, ver gráfico 1-i, demonstra uma queda nas avaliações no início da utilização de metodologias ativas pelo docente, mas uma melhora após o semestre de 2018.1.

As metodologias clássicas utilizadas pelo docente antes do seu afastamento para cursar o doutorado obtiveram notas menores em relação aos semestres que o mesmo adotou as metodologias ativas. Observou-se que no semestre que as aulas foram no sistema remoto (2020.1) tiveram queda nas avaliações. O que se pode esperar pela dificuldade de adaptação desse novo sistema imposto pela pandemia.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, apresentou-se a ideia da importância dos métodos de inovação e a criatividade no apoio à melhoria dos cursos de engenharia. Assim, podem-se buscar melhorias na formação docente e no planejamento das disciplinas e atividades e, conseqüentemente, nos cursos de graduação de engenharia.

Nos três estudos de casos apresentados que utilizaram o DT nas suas implementações as seguintes conclusões foram observadas. No primeiro caso dos projetos em andamento realizados pelo grupo PET na Universidade de São João del-Rei percebeu-se que as práticas desenvolvidas pelo grupo PET dentro do curso tem sido um grande diferencial para o incentivo da inovação e criatividade dos alunos. Tais habilidades já eram desenvolvidas dentro do próprio grupo, reflexo disso

são as diversas aprovações de ex-integrantes do PET em intercâmbios, estágios de destaques e na consolidação do projeto de TCC com a Azul Linhas Aéreas.

No ensino remoto desenvolvido em um ambiente virtual de aprendizagem projetado no Moodle na Universidade Federal de Uberlândia o resultado foi que o ambiente remoto possibilitou a exploração de novas tecnologias, pode-se citar, aplicativos para gravação e hospedagem de vídeo aula, usados na produção de material midiático e o próprio Moodle que se mostrou uma ferramenta versátil, eficaz e de aplicação múltipla. Dentre os resultados obtidos nota-se que os estudantes conseguiram identificar a relevância da disciplina no contexto da vida profissional. A atuação positiva do tutor e a interação entre os estudantes foram aspectos relevantes no processo de ensino e aprendizagem.

E no relato de experiência da utilização de metodologia ativa numa disciplina de Engenharia na Universidade Federal Rural do Semiárido foi possível observar a mudança de interesse pelos alunos após a união das metodologias ativas e o suporte do ambiente virtual de aprendizagem disponibilizado pela universidade. A partir dessa experiência foram observadas novas oportunidades de aprendizagem colaborativa entre professor-aluno, aluno-professor. Tornando possível o aprimoramento do conhecimento.

Considerando os conceitos apresentados e informações e análise presente no artigo, é possível perceber a importância da modulação das crenças presentes na formação dos professores ao longo da sua trajetória. Nesse ponto vale salientar que o professores de ensino das áreas tecnológicas possuem determinadas dificuldades por não existirem orientação didática-pedagógica durante a sua vida acadêmica.

Por meio desses estudos é possível sugerir que a utilização das metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem tem a capacidade de proporcionar aprendizagem mais significativa.

REFERÊNCIAS

ALPA, David, Raciocínio abduutivo, indutivo e dedutivo. Disponível em: <https://davidalpa.com/blog/raciocinio-abduutivo-indutivo-e-dedutivo/>.

Acesso em: 08 out.2021.

Azul é eleita a Melhor Companhia Aérea do Mundo pelo TripAdvisor. **Revista Azul**, 28 de jul. de 2020. Disponível em: <https://revistaazul.voeazul.com.br/universo-azul/azul-e-eleita-a-melhor-companhia-aerea-do-mundo-pelo-tripadvisor/>. Acesso em: 22 jul. 2021.

BALDWIN, Nick. America: The Land of Plenty. **Retrieved on May**, v. 12, p. 2004, 2003.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE ENGENHARIA. **XIII International Conference On Engineering And Technology Education**, Guimarães, Portugal, v. 19, n. 16, p. 110-116, mar. 2014. Disponível em: <http://copec.eu/intertech2014/proc/works/25.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2021.

BEHRENS, Marilda Aparecida. O Paradigma da complexidade na formação e no desenvolvimento profissional de professores universitários. **Educação**. Porto Alegre/RS, ano XXX, n. 3 (63), p. 439-455, set./dez. 2007.

BILICH, Feruccio. **Gestão da Criatividade, Inovação e Conhecimento**. In: FERREIRA, Manuel Alberto M.; MENEZES, Rui; CANTANAS, Fernando; et al., Temas em Métodos Quantitativos, 1 ed. capítulo 1, Lisboa, Portugal, Editora Silabo, 2004.

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. 2019. Brasília: Ministério da Educação, 2019. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 11 ago. 2021.

Comissão Própria de Autoavaliação da UFSJ. **Pesquisas de Abertura e Encerramento do 1º Período Remoto Emergencial**. Disponível em: https://ufsj.edu.br/cpa-ufsj/1o_periodo_remoto_emergencial.php. Acesso em: 25 out. 2021.

CROSSAN, M. M.; e APADYN, M. A Multi-Dimensional Framework of Organizational Innovation: A Systematic Review of the Literature. **Journal of Management Studies** 47:6. P. 1154-1191, September 2010.

CUNHA-ARAÚJO, Ivana Maria Zaccara et al. Avaliação da percepção dos alunos da disciplina de endodontia sobre o uso do Ambiente Virtual de Aprendizagem (Moodle). Uso do questionário de auto-avaliação COLLES. **Rev. ABENO**. vol.12 no.2 Londrina. 2012

DICIO. Dicionário Online de Português. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/imersao/>. Acesso em: 08 out.2021.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

DOS SANTOS BARDINI, V. S.; SPALDING, M. Aplicação de metodologias ativas de ensino-aprendizagem: experiência na área de engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 36, n. 1, 2017.

FERREIRA, M. et al. Metodologias Ativas de Aprendizagem Aplicadas no Ensino da Engenharia. **CIET: EnPED**, 2018.

FREEMAN S. EDDY S. L. MCDONOUGH M. SMITH M. K. OKOROADOR N. JORDT H. and WENDEROTH M. P., Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. **PNAS**. U S A., 2014. 111 (23) 8410-8415.

FREIBERGER, R. M.; BERBEL, N. A. N. A importância da pesquisa como princípio educativo na atuação pedagógica de professores de educação infantil e ensino fundamental. **Cadernos de Educação**, n. 37, 2010.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia Saberes necessários à prática educativa**. 51ª ed. Rio de Janeiro: Paz e terra, 2015.

GENTILE, Paola; BENCINI, Roberta. Entrevista com Philippe Perrenoud, universidade de Genebra. Disponível em: https://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_200_0/2000_31.html. Acesso em: 02 set. 2020.

GOOD, Thomas L.; LAVIGNE, Alyson L. **Looking in classrooms**. Routledge, 2017.

GRAVATÁ, A. et al. **Volta ao mundo em 13 escolas**. São Paulo: Fundação Telefônica, 2013.

GURGEL, Marcos Freire. **Criatividade e Inovação: Uma proposta de gestão da criatividade para o desenvolvimento da inovação**. Universidade Federal de Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

HUMANTECH, Gestão do Conhecimento. O Design thinking usado para a inovação empresarial, 2012. Disponível em: <https://www.oconhecimento.com.br/o-design-thinking-usado-para-a-inovacao-empresarial/>. Acesso em: 12 out. 2021.

INSTITUTO EDUCADIGITAL – IED. **Design thinking para Educadores**. Versão em Português: Instituto Educadigital, 2014. Disponível em: https://issuu.com/dtparaeducadores/docs/dt_livro_001a 090. Acesso em: 12 out. 2021.

JÄÄSKELÄ, Päivikki; HÄKKINEN, Päivi; RASKU-PUTTONEN, Helena. Teacher beliefs regarding learning, pedagogy, and the use of technology in higher education. **Journal of Research on Technology in Education**, v. 49, n. 3-4, p. 198-211, 2017.

JESUS, Rodrigo Francisco de. **Design thinking: estratégia inovadora para o ensino na área da saúde**. Tese (Doutorado) – Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo, 2019. 244 p.

JULIANI, Jordan Paulesky; CAVAGLIERI, Marcelo; MACHADO, Raquel Bernadete. Design thinking como ferramenta para geração de inovação: um estudo de caso da Biblioteca Universitária da UDESC. **InCID: R. Ci. Inf. e Doc.**, Ribeirão Preto, v. 6, n. 2, p. 66-83, set. 2015/fev. 2016.

KAYMAKAMOGLU, Sibel Ersel. Teachers' Beliefs, Perceived Practice and Actual Classroom Practice in Relation to Traditional (Teacher-Centered) and Constructivist (Learner-Centered) Teaching (Note 1). **Journal of Education and Learning**, v. 7, n. 1, p. 29-37, 2018.

KIM, ChanMin et al. Teacher beliefs and technology integration. **Teaching and teacher education**, v. 29, p. 76-85, 2013.

KÜLLER, J. A. e RODRIGO, N. F. **Metodologia de desenvolvimento de competências**. São Paulo: Senac, 2013.

LARA, E. M. O. et al. O professor nas metodologias ativas e as nuances entre ensinar e aprender: desafios e possibilidades. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, v. 23, 2019.

LEÓN, Ana María Flores; TENA, Ramón FERNÁNDEZ. Design thinking: educational innovation and methodological research. **DIM Didáctica, Innovación y Multimedia**, n. 33, p.1-6, 2016. Disponível em: <https://ddd.uab.cat/record/148422>, Universitat Autònoma de Barcelona. Acesso em: 08 out. 2021.

LÉVY, Pierre. **Ciberdemocracia: ensayo sobre filosofía política**. Editorial UOC, 2004.

LIMA, Gustavo Barbieri; CARVALHO, Dirceu Tornavoi de. Design Thinking: um olhar estratégico sobre o pensamento abduutivo. In: Congresso Online de Administração - CONVIBRA, 10, 2013, São Paulo. **Anais**. São Paulo: CONVIBRA, 2013. p. 1-14.

LINHALIS, F. et al. Uma Metodologia para Avaliação de Recursos Off-line em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. **RENOTE**, v. 18, n. 2, p. 204-214, 2020.

LOVATO, et. al., Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 2, 2018.

MARTINS FILHO, V.; GERGES, N. R. C.; FIALHO, F. A. P. Rev. Design thinking, cognição e educação no século XXI. **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 15, n. 44, p. 579-596, maio/ago. 2015.

MARTINS, V. L. Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) e Educação. **Revista Científica Intr@ ciência**, v. 13, n. 1, p. 1-11, 2017.

MASETTO, M. **Innovation in higher education, Interface - Comunic., Saúde, Educ.**, v.8, n.14, p. , set.2003-fev.2004.

MEIGHAN, Roland; MEIGHAN, Janet. **Alternative roles for learners with particular reference on learner as democratic explorer in teacher education courses**. 1990.

MEIRINK, Jacobiene A. et al. Understanding teacher learning in secondary education: The relations of teacher activities to changed beliefs about teaching and learning. **Teaching and teacher education**, v. 25, n. 1, p. 89-100, 2009.

MESQUITA, Alexsandro. Design thinking na educação presencial, à distância e corporativa: Resenha sobre o livro: Design thinking na educação presencial, a distância e corporativa, que tem como autoras Carolina Costa Cavalcanti e Andrea Filatro. **RESENHAS – TECCOGS – ISSN: 1984-3585 – Nº 16 – jul-dez, 2017.**

MILLER, R.; SHAPIRO, H.; HILDING-HAMANN, K. E. School's over: learning spaces in Europe in 2020: an imagining exercise on the future of learning. [S.l.]: **European Commission Joint Research Centre: Institute for Prospective Technological Studies**, 2008.

MOLINER MIRAVET, Lidón; ALEGRE, Francisco. **Principals' Attitudes, Knowledge, and Beliefs Regarding Active Learning Methodologies in Spain**. 2020.

MOORE, T & MORTON, J. (2017) *The myth of job readiness? Written communication, employability, and the 'skills gap' in higher education*. **Studies in Higher Education**, 42(3), 591-609.

MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. Coleção mídias contemporâneas. **Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015.

MOTA, R. **Exploring integrated independent learning and innovation in the Brazilian postgraduate programmes**. RBPG, Brasília, v. 10, n. 20, p. 289 - 312, jul. 2013.

MURILLO-ZAMORANO L. R., SÁNCHEZ J. A. L., GODOY-CABALLERO A. L., How the flipped classroom affects knowledge, skills, and engagement in higher education: Effects on students' satisfaction. **Computer & Education**. 141 (2019) 103608.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Gestão do conhecimento**. Porto Alegre: Editora Bookman. 2008.

OLIVEIRA, Aline Cristina Antoneli de. A contribuição do Design Thinking na educação. **Revista E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial**, p. 105-21, 2014. Número especial.

PERRENOUD, Philippe. **Construir competências desde a escola**. Porto Alegre: Editora Artmed, 1999.

PINTO, R. A. Métodos de Ensino e Aprendizagem sob a Perspectiva da Taxonomia de Bloom. **Contexto & Educação**. Editora Unijuí, Ano 30, nº 96, pg. 126-155, Maio/Ago. 2015.

Pró-reitoria de Assuntos Estudantis. **EDITAL 002/2020 UFSJ/PROAE – AUXÍLIO INCLUSÃO DIGITAL**. Disponível em: https://ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/proae/Auxilio%20Inclusao%20Digital/Edital_002_UFSJ_PROAE_Modalidade_Acesso_a_Internet.pdf. Acesso em: 25 out. 2021.

REIS, V. W. **Avaliação das Influências dos Recursos Didáticos e Métodos de Ensino no Desempenho de Graduação**: Um Estudo de Caso no CEFET/RJ. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. CEFET/RJ. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: ppro.cefet-rj.br/T346_VivianWildhagen_Reis.pdf. Acesso em 05 jan. 2021.

RICHARTZ, T. Metodologia ativa: a importância da pesquisa na formação de professores. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 13, n. 1, p. 296-304, 2015.

Rocha R. 2021. **Profissionais explicam a diferença entre ensino a distância e ensino remoto**. Instituto Federal de Alagoas. Disponível em: <https://www2.ifal.edu.br/noticias/profissionais-explicam-a-diferenca-entre-ensino-remoto-e-ensino-a-distancia> Acesso em: 13 ago. 2021

SCHNAID, F.; TIMM, M. I.; COSTA, J. C. O perfil do engenheiro e seu trabalho. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília, v. 23, n.1, p. 1-10, 2004.

SOUSA P. F. B. e NIGRO G. P. Metodologias ativas passa dinamizar o ensino de transferência de calor. COBENGE 2018. **Anais do Congresso**. Salvador -BA

STUBER, Edgard Charles Stuber. O design thinking põe o foco no ser humano. **Revista hsm-design-thinking**, Fundação Vanzolini, edição 115, 2016.

TORRES J. B et al. Um Modelo de Gestão de Conhecimentos no Apoio ao Ensino de Engenharia. VII Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação, **anais**, Foz do Iguaçu/PR, setembro de 2017.

TORRES J. B et al. Uma Aplicação de um Modelo de Gestão de Conhecimentos em uma Disciplina de Engenharia. VIII Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação, **anais**, Guadalajara, México, setembro de 2018.

TORRES, J. B.; VARVAKIS, G. J. Proposta de um Framework a Partir de um Modelo Genérico de Gestão do Conhecimento Para a Área de Ensino de um Centro de Tecnologia de uma Instituição de Ensino Federal. X Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação, **anais**, Ciudad Del Saber, Panamá, 19 e 20 de novembro de 2020.

TORRES, J. B. Proposta de melhorias nos cursos de graduação em engenharia por meio de uma aplicação de um framework de gestão do conhecimento. In: XLIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2021, **anais**, Belo Horizonte. v. v1.

VALERO M. M. MARTINEZ M. B, POZO F., PLANAS E. A successful experience with the flipped classroom in the Transport Phenomena course. **Education for Chemical Engineers**. 26 (2019) 67-79

VENTURINI, S. F.; SILVA, T. O. Uso e benefícios das metodologias ativas em uma disciplina de engenharia de produção. **Cippus**, v. 6, n. 1, p. 59-74, 2018.

VIEIRA M. M. S., & NETO B. G. A., Peer instruction: continuing teacher education in higher education. **Procedia – Social and Behavior Sciences**. 217 (2016) 249-256.

VILSON, José Luis. The Need for More Teachers of Color. **American Educator**, v. 39, n. 2, p. 27-31, 2015.

WILLIAMS, M.; BURDEN, R. 1997: **Psychology for language teachers**. Cambridge: Cambridge University Press. 1997.

CAPÍTULO 2

EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA E APRENDIZAGEM ATIVA: EXPLORANDO CONEXÕES E INTERFACES EM ENGENHARIA

Elzo Alves Aranha

Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI

Jorge Candido

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

Alexandre de Carvalho Castro

Carolina Maia dos Santos

Georgia de Souza Assumpção

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

Diego Rizzotto Rossetto

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

Iara Alves Martins de Souza

Janaina Antonino Pinto

Lilian Barros Perreira

Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI

Sônia Marise Salles Carvalho

Universidade de Brasília -UnB

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	55
2	PROCURANDO RELAÇÕES DE EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA E APRENDIZAGEM ATIVA EM RANKINGS DE ENSINO SUPERIOR E ENGENHARIA.....	56
	2.1 Aprendizagem ativa e educação empreendedora na formação de engenheiros.....	57
	2.2 Rankings universitários.....	59
3	CONEXÃO ENTRE EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA E APRENDIZAGEM ATIVA PARA A QUALIFICAÇÃO DOS CURSOS EM ENGENHARIAS NO BRASIL.....	63
	3.1 Aprendizagens Ativas.....	65
	3.2 Diretrizes Curriculares Nacionais em Engenharia – DCNs.....	67
4	CAPACITAÇÃO DOCENTE PARA UM EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA E ATIVA NO ENSINO DE ENGENHARIA A DISTÂNCIA.....	70
	4.1 Educação empreendedora e aprendizagem ativa nas Engenharias.....	72
	4.2 A formação de engenheiros a distância.....	73
5	EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA EM ENGENHARIA: UMA EXPERIÊNCIA COM ALUNOS INGRESSANTES.....	77
	5.1 Descrição das atividades desenvolvidas na disciplina.....	79
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
	REFERÊNCIAS.....	85

EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA E APRENDIZAGEM ATIVA: EXPLORANDO CONEXÕES E INTERFACES EM ENGENHARIA

1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo tem como objetivo apresentar os resultados, discussões e contribuições da sessão dirigida (SD) intitulada “Educação Empreendedora e Aprendizagem Ativa: Explorando conexões e interfaces em Engenharia”. A SD visa abrir uma arena de compartilhamento de novas ferramentas, métodos e técnicas, estudos de casos, reflexões, estratégias e abordagens pedagógicas, ancoradas nas interfaces e conexões entre educação empreendedora e aprendizagem ativa em engenharia.

A educação empreendedora e aprendizagem ativa vem sendo cada vez mais incluídas nos projetos pedagógicos dos cursos de graduação no Brasil, visando contribuir para o desenvolvimento do novo perfil do egresso do engenheiro brasileiro. A crescente quantidade de artigos de educação empreendedora e aprendizagem ativa demonstra o grande interesse de professores, pesquisadores e profissionais de empresa nos dois tópicos. No entanto, apesar da grande quantidade de artigos de educação empreendedora e aprendizagem ativa, esses dois tópicos permanecem isolados e distantes um do outro na literatura acadêmica. Constata-se lacunas existentes entre educação empreendedora conectada com aprendizagem ativa existentes em três ambientes.

A primeira lacuna é percebida no ambiente da prática pedagógica. Professores de engenharia enfrentam barreiras, entraves, dificuldades e desafios de diversas naturezas para aplicação de práticas pedagógicas, de forma integrada, balizadas na educação empreendedora integrada com aprendizagem ativa, visando ampliar o desenvolvimento de competências do egresso de engenharia. No espaço de aprendizagem em que estão professores e alunos de engenharia, educação empreendedora encontra-se de um lado e aprendizagem ativa do outro lado, distante um tópico do outro. Apesar da literatura acadêmica descrever e enfatizar potencialidades e contribuições que a educação empreendedora ou aprendizagem ativa podem oferecer para inovar o ambiente de aprendizagem e enriquecer competências do egresso de engenharia, ferramentas e abordagens pedagógicas integradas, ainda são pouco exploradas, como prática pedagógica.

A segunda lacuna é verificada em congressos e encontros acadêmicos de educação em engenharia no Brasil. Educação

empreendedora integrada com aprendizagem ativa são duas arenas isoladas uma da outra, sem interação e comunicação colaborativa, carecendo de esforços conjuntos, visando potencializar benefícios para o professor, estudante e o curso. As iniciativas são incipientes no sentido de aproximar estes dois tópicos considerados essenciais na formação de egresso. A busca em explorar de forma colaborativa e conectada as potencialidades entre educação empreendedora e aprendizagem ativa, de forma integrada, em engenharia permanecem em silêncio. A terceira lacuna é constatada na produção acadêmica brasileira de educação em engenharia. Existem poucos trabalhos acadêmicos que desenvolvem análises integradas procurando explorar conexões e interfaces entre educação empreendedora e aprendizagem ativa (ARANHA; DOS SANTOS; GARCIA, 2018).

A SD é inovadora porque abre pela primeira vez no Brasil, no congresso de educação em engenharia, uma arena de reflexão, debates e trocas de experiências visando explorar, de forma integrada, as conexões e interfaces entre educação empreendedora e aprendizagem ativa nas engenharias. Os resultados, discussões e contribuições apresentados resultantes de quatro trabalhos apresentado na SD abrem caminho para mitigar novos debates, investigações e avanços no campo da educação em engenharia.

O presente capítulo está estruturado em seis seções. Na primeira seção contém os elementos introdutórios. Particularmente, nas segunda, terceira e quarta seções estão os resultados, discussões e contribuições de quatro trabalhos, apresentados na SD. Na segunda seção busca-se apresentar as relações entre educação empreendedora e aprendizagem ativa levando em consideração os rankings de ensino superior de engenharia. A terceira seção menciona discussões, resultados e contribuições das conexões entre educação empreendedora e aprendizagem ativa para a qualificação dos cursos em engenharias no Brasil. A quarta seção trata-se da capacitação docente para uma educação empreendedora e ativa no ensino de engenharia a distância. A quinta seção destaca os resultados da educação empreendedora em engenharia, tendo como foco a experiência com alunos ingressantes. Na seção 6 estão as considerações finais.

2 PROCURANDO RELAÇÕES DE EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA E APRENDIZAGEM ATIVA EM RANKINGS DE ENSINO SUPERIOR E ENGENHARIA

Nesta seção é apresentado os resultados das discussões da SD sobre as relações entre aprendizagem ativa e educação empreendedora tendo como foco os rankings de ensino superior. A necessidade de um

novo tipo de formação em engenharia emerge a partir de um cenário onde a inovação e o empreendedorismo são considerados aspectos relevantes para o desenvolvimento econômico das nações. Esta perspectiva proporciona modificações e vários desafios para o espaço educacional e a educação empreendedora, auxiliada pelo uso de metodologias ativas, parece ser uma alternativa viável aos processos de ensino-aprendizagem mais alinhados às novas necessidades do aluno.

Nesse cenário de mudanças e novas demandas surgem iniciativas com o intuito de assegurar a qualidade da educação superior, como os modelos de classificação conhecidos como rankings universitários. Diante da necessidade de explorar conexões e interfaces esta seção é delineada pela seguinte questão: quais relações entre aprendizagem ativa e educação empreendedora podem ser encontradas nos rankings de ensino superior? Desse modo, nesta seção trabalho busca-se destacar as relações que são estabelecidas entre aprendizagem ativa e educação empreendedora por meio dos indicadores de ensino utilizados em rankings de educação superior e engenharia no cenário internacional e nacional. Portanto, a seção foi baseada em modelos de classificação organizados pelos rankings *QS World University Ranking* (QS), *Times Higher Education* (THE), *European Ranking of Engineering Programs* (EngiRank) e o *Ranking Universitário Folha* (RUF). Os resultados da presente seção pavimentam e fomentam discussões, em especial, para propor futuras reformulação dos cursos superiores de engenharia brasileiros.

Na literatura acadêmica de engenharia, a educação empreendedora no ensino superior tem sido apresentada como uma noção difusa, sem estabelecer as interfaces necessárias entre a formação do professor, o currículo, a aplicação de metodologias ativas e o estímulo às competências empreendedoras dos estudantes. Nesta direção, a fim de auxiliar as análises e atingir o objetivo estabelecido, nas próximas duas subseções encontra-se elementos sobre aprendizagem ativa e educação empreendedora, rankings de ensino superior e as contribuições,

2.1 Aprendizagem ativa e educação empreendedora na formação de engenheiros

A educação empreendedora estabelece as pontes entre as ciências da educação e o empreendedorismo, abrindo caminho para o desenvolvimento de competências e habilidades empreendedoras (FAYOLLE; GAILLY, 2008). Na atualidade, a educação empreendedora adquire um importante papel no desenvolvimento dos novos engenheiros, uma vez que o comportamento, atitude e mentalidade empreendedora estão diretamente relacionadas com competências e

habilidades de inovação, entre as quais, destacam-se pensamento criativo, solução de problemas, trabalho em equipe, visão, quebra de paradigmas, liderança e networking, levando em consideração aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais (ARANHA; DOS SANTOS; GARCIA, 2018). É por isto que, em alguns países, verifica-se uma busca por garantir que a educação empreendedora faça parte da formação de toda a sociedade. O “*The Innovative and Entrepreneurial University*” divulgado nos Estados Unidos exhibe estas preocupações enquanto, na Europa, o documento “*Entrepreneurship Education - What, Why, When, How*” explicita que a educação empreendedora pode e deve ser inserida nos currículos escolares desde o início da educação básica (LÁCKEUS, 2015).

Enquanto isso, no Brasil, ainda são poucas as tentativas de incluir a educação empreendedora no espaço escolar. Uma iniciativa recente para os cursos de graduação em engenharia emerge a partir da homologação das Diretrizes Curriculares Nacionais de 2019 (DCNs), em especial, através dos artigos 3º, 4º e 5º do documento. Entretanto, para isto, também se mostra necessário mudar os modelos de ensino-aprendizagem dos cursos que, historicamente, tem se baseado no chamado ensino tradicional por favorecer apenas a transmissão de conhecimentos e a centralidade do professor. Desse modo, cursos de engenharia com uma abordagem mais "mão na massa" visando a autonomia dos estudantes na busca por soluções seria uma alternativa viável para o desenvolvimento de um novo perfil através da aplicação de métodos de aprendizagem ativa. Por isto mesmo, as metodologias ativas representam também um novo marco da formação de engenheiros trazida pelas DCNs.

Quadro 1 - Diferenças e similaridades entre educação empreendedora e algumas metodologias ativas

Major focus on...	Entrepreneurial education	Problem-based learning	Project-based learning	Service-learning
...problems	X	X	X	X
...opportunities	X			
...authenticity	X	X	X	X
...artifact creation	X		X	
...iterative experimentation	X			
...real world (inter-)action	X			X
...value creation to external stakeholders	X			X
...team-work	X	X	X	
...work across extended periods of time	X		X	X
...newness / innovativeness	X			
...risk of failure	X			

Fonte: Lackeus (2015)

Lackéus (2015), por meio do quadro 1, tenta estabelecer uma relação entre educação empreendedora e metodologias ativas através de algumas similaridades e diferenças que podem ser úteis à renovação dos cursos de engenharia brasileiros.

A comparação apresentada no quadro 1 demonstra algumas interfaces possíveis entre os dois tópicos relevando aspectos convergentes e divergentes.

2.2 Rankings universitários

Desde a década de 1990, a institucionalização de processos de avaliação do ensino superior tem gerado debates e demonstrado diferentes perspectivas nessas discussões. De um lado, identifica-se a necessidade dessas avaliações em função da evolução do ensino superior nos anos mais recentes, seja em relação à sua expansão ou às mudanças dos currículos e melhorias de infraestrutura e titulação docente; enquanto, por outro, aponta-se o alinhamento às diretrizes de qualidade do mundo empresarial e de organismos internacionais (ARAGÃO; BERTAGNA, 2012). Ademais, apesar de sua reconhecida importância, críticas têm pesado sobre qual a missão da universidade em um mundo de rápidas transformações (RIBEIRO, 2018). É nesse movimento, que alia aspectos de avaliação da educação, qualidade e globalização, que emergem os chamados rankings universitários.

Elevar o ensino ao nível de classe mundial pode trazer benefícios às instituições de ensino, como o reforço da legitimidade de uma proposta de excelência e maior capacidade em atrair investimentos (RIBEIRO, 2018). Por outro lado, alguns estudos também identificaram vários pontos críticos em relação aos rankings mundiais, entre eles, falhas na medição da qualidade institucional, pouco contribuindo para a gestão universitária (VALMORBIDA; CARDOSO; ENSSLIN, 2015). Além disso, as universidades são submetidas a uma busca por resultados e produtividade, pressionadas pelas universidades dos países mais ricos, (PUSSER; MARGINSON, 2013). Assim, é relevante conhecer a forma como os dados destas avaliações são tratados e com quais interesses estão alinhados.

Entre os principais rankings estudados na literatura nos contextos internacional e nacional, é possível encontrar o *QS World University Ranking* (QS), *Times Higher Education* (THE) e o *Ranking Universitário Folha* (RUF). Enquanto isso, recentemente, surgiu uma iniciativa voltada especificamente para a formação em engenharia na Europa, o *European Ranking of Engineering Programs* (EngiRank).

O *QS World University Ranking* (QS) é organizado pela QS Quacquarelli Symonds, uma empresa sediada em Londres que se

originou em 1990. Atualmente, a QS elabora diversos modelos de classificação, entre eles, por área de conhecimento (*by subject*) e por regiões, publicando os resultados anualmente (QS WORLD UNIVERSITY RANKING, 2021). O ranking surgiu em 2004 e, em 2009, passou por um desmembramento que deu origem a dois rankings. Um deles, o QS, optou por continuar com a metodologia adotada anteriormente, enquanto o outro ranking passou por várias modificações e deu origem ao modelo do *Times Higher Education* (THE). Este modelo se baseia no ensino, pesquisa, transferência de conhecimento e visão internacional e, mesmo em caráter ainda experimental, favorece uma agenda futura voltada para a conexão entre universidades, os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e suas 169 metas (ROSS, 2019).

Já especificamente centrado na avaliação de cursos de engenharia no contexto europeu é possível encontrar o *European Ranking of Engineering Programs* (EngiRank). Este modelo visa preencher uma lacuna em relação às informações sobre ensino de engenharia na Europa e o resultado do seu primeiro processo de classificação foi divulgado em 2020 como um projeto piloto. Esta versão englobou cursos e instituições de treze países e foi desenvolvido pela *Perspektywy Education Foundation* e *Foundation for the Development of the Education System* com o apoio de várias entidades (PERSPEKTYWY EDUCATION FOUNDATION, 2020). Enquanto isso, no Brasil, o *Ranking Universitário Folha* (RUF) surgiu em 2012, com uma metodologia baseada em rankings internacionais, como o THE e o QS (FOLHA DE SÃO PAULO, 2019). Neste *ranking*, são analisadas todas as instituições denominadas como universidades, de acordo com a definição do MEC. O cálculo para elaboração do ranking mescla indicadores de ensino, pesquisa, inovação, internacionalização e a opinião do mercado de trabalho (FOLHA DE SÃO PAULO, 2019).

Para a obtenção dos principais resultados e contribuições sobre as relações de educação empreendedora e aprendizagem ativa em rankings de ensino superior e engenharia foi adotado uma investigação de natureza qualitativa e bibliográfica (GIL, 2008; ALVESSON; SKOLDBERG, 2000). O tópico abordado na presente seção é pouco abordado no âmbito das engenharias e trata-se de uma pesquisa exploratória (GIL, 2008). Foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre os principais modelos de ranqueamento no cenário do ensino superior nacional e internacional, foram selecionados quatro rankings: *QS World University Ranking* (QS), *Times Higher Education* (THE), *European Ranking of Engineering Programs* (EngiRank) e o *Ranking Universitário Folha* (RUF).

Após um levantamento de informações sobre estes rankings, verificou-se que não há critérios de classificação específicos sobre educação empreendedora e metodologias ativas, mas todos os modelos possuem algum critério relacionado ao ensino. Desse modo, este critério foi selecionado para análise, pois seria o tópico mais usual para conter elementos da educação empreendedora e metodologias ativas. Por isto, foram identificados e relacionados os indicadores e pesos utilizados nos critérios de ensino em cada ranking de modo a permitir uma análise que averiguasse os elementos que estabelecem conexões entre educação empreendedora e metodologias ativas.

Quadro 2 - Critérios, indicadores e pesos dos rankings analisados

Ranking	QS	THE	ENGIRANK	RUF
Critério	Qualidade do ensino	Ensino/ Ambiente de aprendizagem	Qualidade do ensino	Ensino
Peso	20%	30%	20%	32%
Indicadores e pesos	Proporção de estudantes/docente (20%)	Reputação acadêmica (15%) Relação professor-aluno (4,5%) Taxa de doutoramento (2,25%) Relação doutorado-acadêmico-pessoal (6%) Orçamento (2,25%)	Disponibilidade de docentes (10%) Acreditação (10%)	Opinião de docentes (20%) Titulação docente (4%) Professores em dedicação integral e parcial (4%) Nota no Enade (4%)
Demais critérios e pesos do ranking	Reputação (50%) Impacto (20%) Orientação internacional (10%)	Pesquisa (30%) Perspectiva internacional (7,5%) Inovação/captaçã o de recursos (2,5%) Citações (30%)	Pesquisa (20%) Inovação (25%) Prestígio (5%) Internacionaliza ção (20%)	Pesquisa (42%) Mercado (18%) Inovação (4%) Internacionaliz ação (4%)

Fonte: Adaptado de QS World University Ranking (2021); ROSS (2019); Perspektywy Education Foundation (2020); Folha de São Paulo (2019)

O quadro 2 fornece uma das principais contribuições apresentadas da presente seção sobre as relações de educação empreendedora aprendizagem ativa em rankings de ensino superior e engenharia. No quadro 2 apresenta o critério, os indicadores e os pesos relacionados ao ensino encontrados nos quatro rankings considerados nesta pesquisa,

bem como os demais critérios considerados em cada modelo para classificar os cursos.

No que se refere aos *rankings* apresentados é possível verificar que todos os modelos são estruturados em critérios e indicadores aos quais são atribuídos diferentes pesos para o cálculo do conceito final. Em relação aos critérios, nota-se a ênfase que o ensino, a pesquisa, a inovação e a internacionalização possuem, mesmo com diferentes perspectivas. Outro ponto relevante é a ausência da educação empreendedora e das metodologias ativas como elementos relevantes para o processo de formação no ensino superior.

Apesar de serem *rankings* para avaliar cursos de graduação, nem sempre o maior peso é dado ao critério de ensino, demonstrando que, para alguns modelos, outros aspectos são considerados mais importantes. Também no ensino, critério no qual seria mais usual ter elementos da educação empreendedora e das metodologias ativas, não é possível encontrá-los. Entre os *rankings* analisados, o ensino costuma ser avaliado, principalmente, através da proporção do número de professores-estudantes e pelo nível de titulação docente. Desse modo, o ensino não é analisado a partir de práticas, metodologias ou processos pedagógicos, indicando que há uma preocupação maior com os resultados e com aspectos quantitativos do que com os meios para se atingir uma melhor formação. Assim, em função da centralidade que os rankings universitários vêm ganhando no mundo, a desconsideração da educação empreendedora e das metodologias ativas pode provocar a continuidade do isolamento destas temáticas e não incentivar a inovação dos processos de ensino-aprendizagem.

Por outro lado, deve-se ter em mente que a situação educacional da Europa e dos Estados Unidos, países de origem dos principais rankings universitários, são bem diferentes de alguns outros, principalmente se comparados aos países menos desenvolvidos. Um critério considerado muito importante para o ensino superior nestas nações, ainda pode ser pouco discutido no âmbito de cursos de graduação em países que, por vezes, precisam lidar com questões mais básicas do cerne educacional, entre elas, como ampliar e garantir o acesso ao ensino superior. Nesse sentido, mesmo com a ausência da educação empreendedora e das metodologias ativas nos rankings, não é possível dizer que estas práticas são inexistentes no próprio ensino superior dos seus países de origem uma vez que estes possuem várias iniciativas e documentos sobre as temáticas, além do próprio fomento a uma educação empreendedora para toda sociedade.

Entretanto, no ensino superior brasileiro, em especial na área de engenharia que somente nos anos mais recentes vem trabalhando para aprimorar seus cursos, é preciso estar atento a estas diferenças para

planejar uma formação de engenheiros adequada, pois, em uma escala de tempo e de investimento, ainda estamos vários passos atrás dos países “donos” dos rankings. Por isso, não bastaria somente ter docentes com alta titulação em uma adequada proporção em relação ao corpo discente, mas também práticas que permitam que os estudantes desenvolvam mentalidade empreendedora e uma postura mais ativa no ensino superior já que não tiveram formação e preparação neste sentido em outros níveis de ensino, diferentemente dos países europeus, por exemplo.

Diante da temática de explorar conexões e interfaces entre educação empreendedora e metodologias ativas, neste primeiro trabalho foi analisar quais relações são estabelecidas entre aprendizagem ativa e educação empreendedora através dos indicadores de ensino utilizados em *rankings* de educação superior e engenharia no cenário internacional e nacional.

Através dos indicadores de *rankings* nacionais e internacionais como *QS*, *THE*, *EngiRank* e *RUF* notou-se a ausência da educação empreendedora e das metodologias ativas, inclusive nos quesitos que avaliam o ensino de forma mais específica, não sendo possível verificar as conexões e interfaces que poderiam ser trazidas por estas temáticas nos modelos de classificação analisados. Esta condição pode afetar negativamente o alinhamento da educação empreendedora e da aprendizagem ativa em sistemas de ensino superior dos países em desenvolvimento que somente nos últimos anos vem trabalhando para melhorar os processos de ensino-aprendizagem uma vez que, em países mais desenvolvidos, estas perspectivas já estão mais consolidadas. Ao lançar luz sobre esta condição, o estudo traz contribuições inovadoras tanto para o panorama de pesquisa da educação empreendedora e da aprendizagem ativa como para o estudo de rankings de ensino superior.

3 CONEXÃO ENTRE EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA E APRENDIZAGEM ATIVA PARA A QUALIFICAÇÃO DOS CURSOS EM ENGENHARIAS NO BRASIL

Essa seção apresenta os resultados sobre as conexões entre educação empreendedora e aprendizagem ativa sob a ótica da qualificação dos cursos em engenharia no Brasil. De acordo como mencionado na seção anterior existe ampla literatura sobre educação empreendedora ou aprendizagem ativa, mas esses dois tópicos permanecem isolados um do outro na literatura acadêmica.

Esse gap é vivenciado na teoria e na prática pedagógica, de modo que limita as potencialidades e contribuições que cada tema pode

oferecer um ao outro e a implementação das diretrizes curriculares nacionais nas engenharias.

Na prática docente dos professores de engenharia ocorre o enfrentamento de desafios para aplicação das práticas pedagógicas e por isso a integração entre educação empreendedora e aprendizagem ativa pode mostrar novos caminhos metodológicos necessários para ampliar o desenvolvimento de competências do egresso de engenharia.

Nesse sentido as Diretrizes Curriculares Nacionais das Engenharias - DCNs (2019) pode contribuir para estabelecer as aproximações entre esses dois tópicos, por meio das orientações de como introduzir as metodologias de aprendizagens ativas no currículo e na formação pedagógica dos docentes, qualificando o currículo por competências. A busca em explorar de forma colaborativa e conectada esses tópicos estão explicitados nas orientações das DCNs.

A abordagem mais aceita na comunidade científica sobre a compreensão do que é educação empreendedora consiste em reconhecê-la como um conjunto de conteúdo, métodos de ensino, aprendizagem e atividades de apoio à criação de conhecimento, desenvolvimento da cultura empreendedora, mentalidade empreendedora, competência, comportamento, atitudes, intenções e valores empreendedores essenciais para o indivíduo viver, trabalhar e criar benefícios compartilhados para a sociedade. (FAYOLLE, 2013; GIBB, 2002; LACKÉUS, 2015).

Essa definição possui um conceito amplo e inclusivo ao envolver métodos, técnicas e ferramentas de aprendizagem, utilizadas para ministrar conteúdos, que proporcionam aos envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem mudanças significativas no nível cognitivo, afetivo e comportamental.

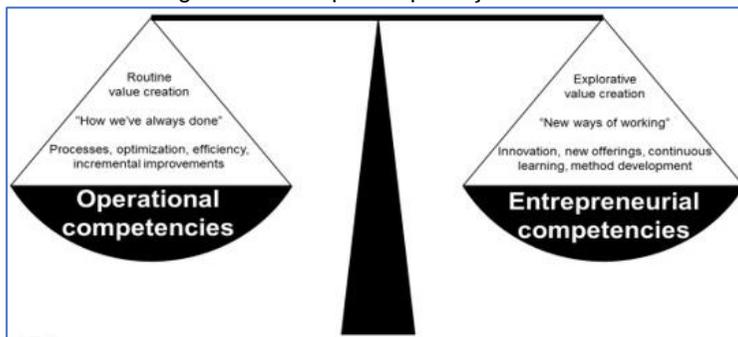
Na literatura sobre o tema há uma tendência em associar a educação empreendedora às abordagens pedagógicas, como exemplo aprendizagem baseada em problemas (TAN E NG, 2006), aprendizagem baseada em projetos (JONES E ENGLISH, 2004) e aprendizagem em serviço (DESPLACES et al, 2009). Nesse sentido Lackéus (2015) realiza estudos comparados entre as terminologias, conforme quadro 1.

O quadro 1 mostra que a educação empreendedora é mais abrangente e incorpora os atributos encontrados em todas as abordagens pedagógicas. Essa compreensão ajuda a mostrar as formas de conexão, que pode ser estabelecida entre educação empreendedora e aprendizagem ativa. Ao identificar essa associação e incorporá-la na implementação das Diretrizes Curriculares Nacionais das Engenharias, certamente haverá mudanças curriculares mais efetivas.

Uma das contribuições importantes dos estudos de Lackéus (2015) foi a busca de uma definição útil para a educação empreendedora sob a

perspectiva da criação de valor como base para incorporar o empreendedorismo na educação. Há duas categorias importantes e que devem ser equilibradas: a criação de valor de rotina baseada em competências para a gestão e execução de processos com mudanças incrementais e a criação de valor exploratório que se identifica baseado nas competências empreendedoras entendidas como conhecimento, habilidade e atitude, na realização do trabalho para criação de novo valor.

Figura 1 - Dois tipos de produção de valor



Fonte: Lackéus (2015)

A figura 1 aponta para a conexão dos dois tipos de valores devem estar presentes em toda e qualquer ação do indivíduo, de forma a ser explorada amplamente dentro e fora das instituições de ensino. Essa conexão resulta na compreensão de que a educação empreendedora deve absorver as competências empreendedoras cognitivas (capacidade intelectual) e as competências empreendedoras não cognitivas (perseverança, eficiência, habilidade social).

A atual política educacional tem priorizado a avaliação de competências cognitivas em detrimento da não cognitiva, por meio de testes padronizados e avaliações internacionais e cuja consequência pode afetar a qualidade da formação profissional do professor em engenharia e currículos com dificuldade de inserir as DCNS nos cursos de engenharias.

3.1 Aprendizagens Ativas

O relatório da *American Society for Engineering Education* (ASEE, 2009) mostrou que a formação de engenheiros para enfrentar os desafios do século XIX precisa ser modificada, por meio de currículos flexíveis, multidisciplinares e transdisciplinares. Assim a abordagem tradicional de aulas não permite o desenvolvimento do senso crítico e das habilidades sociais (NGUYEN, 1998).

Portanto, a experiência de aprendizado da graduação em Engenharia precisa ser caracterizada pela aprendizagem ativa, que pressupõe o envolvimento intelectual, físico e social como mostra a figura 2.

Figura 2 - Dimensões da aprendizagem ativa

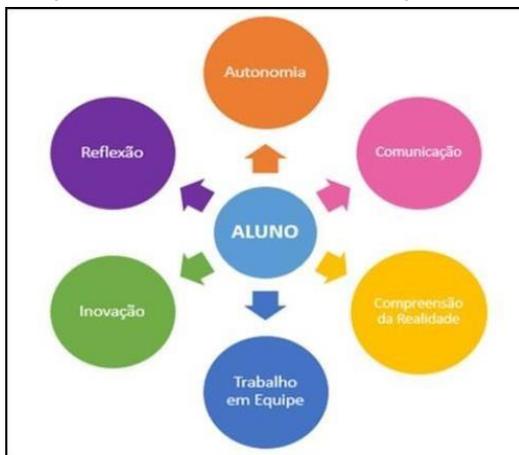


Fonte: Barbosa (2018)

Para Masetto (2010) a aprendizagem ativa requer situações de aprendizagem planejadas pelo professor junto ao estudante, com incentivo à participação ativa e crítica frente ao conhecimento.

A figura 3 reforça a centralidade do aluno no processo educativo, mediado pelo conhecimento e tendo o professor como orientador, iluminador e mentor.

Figura 3: Perspectiva da aprendizagem ativa



Fonte: adaptado de Diesel, A. Baldez, A.L. S. e Martins, S. N. (2017)

A perspectiva da aprendizagem ativa promove as competências empreendedoras necessárias a sociedade tecnológica, de modo a estimular a comunicação, a capacidade de criar e inovar, a participação em trabalhos de equipe e principalmente uma visão crítica e autônoma diante da realidade social.

Para implementar os princípios da aprendizagem ativa e envolver os estudantes nas três dimensões proposta por Vale (2018) é preciso aplicar as metodologias ativas. Tradicionalmente a aprendizagem ativa tem sido aplicada por meio de metodologias como Aprendizagem Baseada em Projetos (BLUMENFELD et al, 1991), Gamificação (HUOTARI & HAMARI, 2012); (PELLING, 2002); (MOUAHEB et al, 2012) e Aprendizagem Baseada em Problemas (BARROWS, TAMBLYN, 1980), (SAVERY & DUFFY, 1996).

Entretanto, poucos artigos do campo de educação em engenharia têm procurado analisar os papéis e atribuições do professor de engenharia e suas relações com o uso de novas metodologias de ensino e aprendizagem (CARBERRY E OHLAND, 2002; (OZALTIN E CLARK, 2015); (FINK, AMBROSE E WHEELER, 2005).

3.2 Diretrizes Curriculares Nacionais em Engenharia - DCNs

A implementação das Novas Diretrizes dos cursos de Graduação em Engenharia no Brasil - Resolução CNE/CES nº 02/2019, promulgadas em 24 de abril de 2019 (BRASIL, 2019) reitera a necessidade de um engenheiro com competências e habilidades empreendedoras. Logo, as novas DCNs exigem novos perfis, mudanças nos papéis e novas

atividades do professor, diante do processo de ensino e aprendizagem, a partir do uso de tecnologias para o desenvolvimento de competências e habilidades empreendedoras do estudante de engenharia.

As DCNs têm recomendado que os Projetos Pedagógicos dos Cursos/PPCS apliquem os princípios da aprendizagem ativa no processo ensino-aprendizagem; onde os estudantes sejam protagonistas, o professor tenha o papel de orientador e o conteúdo promova uma qualificação profissional, para que o engenheiro com as competências empreendedoras adquiridas possa oferecer benefícios à sociedade diante da capacidade de inovar e desenvolver soluções.

As DCNs nas Engenharias ao estabelecer o conjunto de competências desejáveis ao engenheiro contribuem para o alinhamento da formação profissional e as necessidades da sociedade em seu novo paradigma tecnológico.

Os resultados e contribuições apresentados na presente seção foram obtidos por meio de uma investigação de natureza exploratória, qualitativa, bibliográfica e documental. A conotação exploratória ocorre porque a investigação trata de um tema no qual ainda não se dispõe de informações sobre relações entre seus componentes (MESQUITA & MATOS, 2014), e será realizada descrição, compreensão e interpretação dos fatos, a partir do estudo dos documentos institucionais e artigos científicos sobre os temas.

A partir dos referenciais teóricos sobre os temas educação empreendedora, especialmente proposta por Lackéus (2015) aprendizagem ativa identificado por Vale e Barbosa (2016) e as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) em Engenharia, foi possível estabelecer as seguintes conexões, conforme quadro 3:

Quadro 3: conexões entre EE, DCNs e AA

Educação Empreendedora	Competências do Engenheiro nas DCNs	Aprendizagens Ativas (metodologias)
Problemas	Ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa os problemas de Engenharia.	Envolvimento intelectual e social Metodologia baseada em problemas.
Oportunidades	Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos.	Envolvimento intelectual Metodologia baseada em projeto.
Autenticidade	Conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão.	Envolvimento físico e social Metodologia baseada em problemas.

Criação de Artefatos	Formular e conceber soluções desejáveis de Engenharia, analisando e compreendendo a necessidade dos usuários e seu contexto.	Envolvimento intelectual e social Metodologia baseada em problemas.
Experimentação Interativa	Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e validados por experimentação	Envolvimento intelectual e físico Metodologia baseada em projetos.
Inter-relação com o Mundo Real	Ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica.	Envolvimento social intelectual Metodologia baseada em projetos e problemas.
Criação de Valor Especialistas Externos	Adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática.	Envolvimento físico, intelectual e social. Metodologia baseada em problemas.
Trabalho em Equipe	Implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia.	Envolvimento físico e Metodologia baseada em projeto
Novidade na Inovação	Estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora.	Envolvimento intelectual e físico Metodologia baseada em problemas e projetos.
Risco de Falhar	Aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação.	Envolvimento social e intelectual Metodologia baseada em problemas.

Fonte: autoria dos autores

A partir da análise do quadro 3 pode-se inferir os seguintes pressupostos:

1. As competências previstas nas DCNs estimulam a conexão dos dois tipos de valores estudados por Lackeus (2015) porque absorve as competências empreendedoras cognitivas e as competências empreendedoras não cognitivas. A valorização da empatia, curiosidade, liderança, ética estão previstas para serem inseridas no projeto acadêmico dos cursos na mesma valorização do conhecimento intelectual.
2. O conjunto de competências na formação do engenheiro está associado a necessidade de introduzir todas as dimensões da aprendizagem ativa (físico, intelectual e social) na formação do engenheiro.
3. A conexão entre educação empreendedora e aprendizagem

ativa é fundamental porque cada tema oferece suporte ao outro na perspectiva teórica (estabelecendo similitudes e diferenças); metodológica (apropriação de princípios) e pedagógica (apropriação de métodos de aprendizagem).

4. As DCNs podem ser melhor implementadas quando se compreende quais as conexões possíveis entre educação empreendedora e aprendizagem ativa, com foco em um currículo por competências.

Os resultados obtidos da presente seção apontaram para contribuições inovadoras de natureza acadêmica-científica ao preencher a lacuna existente na literatura sobre a conexão entre os temas e outra de natureza prática- pedagógica ao mostrar como as interfaces entre os temas é mediada por metodologia de aprendizagem ativa. Há muitas implicações práticas, mas destacamos somente duas: a) a associação dos tópicos educação empreendedora e aprendizagem ativa aponta caminhos para a inserção no projeto pedagógico a proposta de currículo por competência; b) contribui para que as diretrizes nacionais no Brasil para os cursos de graduação em engenharia possam ser incorporadas na prática dos currículos

4 CAPACITAÇÃO DOCENTE PARA UMA EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA E ATIVA NO ENSINO DE ENGENHARIA A DISTÂNCIA

Nesta seção procura-se apresentar os resultados e contribuições das discussões sobre capacitação docente para uma educação empreendedora e ativa no ensino de engenharia a distância.

Diante das aceleradas mudanças observadas no mundo desde o início do século XXI e, mais recentemente, com os desafios trazidos pela pandemia de covid-19, o planejamento e a oferta de cursos de ensino superior presenciais vêm sendo diretamente afetados. E após o período em regime de ensino remoto emergencial, a tendência de migração para modelos híbridos, combinando ações presenciais e a distância, deve se tornar uma realidade no Brasil, assim como já vem ocorrendo no cenário europeu após a reforma iniciada com o acordo de Bolonha (FERNANDES; COSTA; PERES, 2016). É necessário refletir sobre essa complexa conjuntura e sobre as ações que precisarão ser adotadas para buscar um ensino superior de qualidade, independentemente da modalidade em que ele esteja sendo disponibilizado.

Com a tendência de maior inserção da tecnologia no espaço escolar, uma pesquisa longitudinal do Centro Regional de Estudos para Desenvolvimento da Sociedade da Informação (CETIC), realizada em

escolas públicas do Brasil, mostrou que uma parcela significativa dos professores pesquisados faz uso das tecnologias de informação e comunicação (TDIC) como recurso para a preparação das aulas e como apoio para a exposição em sala (CETIC.BR, 2016). Observa-se que a utilização pedagógica das tecnologias não se centra na crítica, na contextualização e na integração das tecnologias ao currículo. Esses resultados não estão distantes do que também ocorre em grande parte das instituições de ensino superior. Habitados, em sua maioria, às práticas mais tradicionais de ensino, como a aula expositiva com auxílio de quadro ou projetor de slides, os docentes se viram diante do desafio de preparar e apresentar os conteúdos utilizando outros recursos, outras linguagens e em menor tempo (RODRIGUES, 2020).

Nessa perspectiva, parece-nos que a educação empreendedora pode ser uma importante abordagem para impulsionar as mudanças necessárias. A noção ampla de educação empreendedora refere-se a conteúdos, métodos de ensino, de aprendizagem e atividades de apoio à criação de conhecimento, de desenvolvimento da cultura empreendedora, da mentalidade empreendedora, de competências, habilidades, comportamentos, atitudes, intenções de valores empreendedores essenciais para o indivíduo viver, trabalhar e criar valor compartilhado na sociedade (GTEE-ABENGE, 2020). Capacitar os professores a partir de uma perspectiva empreendedora e ativa mostra-se fundamental para que estes possam incorporar novos conhecimentos e compreender o seu papel de mediador no processo de ensino-aprendizagem.

Sendo assim, o objetivo dessa presente seção é analisar diferentes aspectos que precisam ser considerados para discussão de uma capacitação docente, voltada à educação empreendedora e baseada em metodologias que levem à aprendizagem ativa, visando o ensino de engenharia em cursos a distância. Como apresentado, esse enfoque mostra-se relevante à medida que vemos uma ampliação da oferta de cursos a distância no Brasil e a experiência do ensino remoto no mundo todo, que abre possibilidades para um ensino híbrido que demandará novas competências dos docentes.

A fim de tratarmos do tópico da presente seção que é tão amplo e complexo, vamos retomar algumas referências teóricas que ajudam a situar as discussões realizadas, sob a ótica da capacitação docente para uma educação empreendedora e ativa no ensino de engenharia a distância.

4.1 Educação empreendedora e aprendizagem ativa nas engenharias

O processo de ensino-aprendizagem vem sendo desenvolvido, ao longo dos últimos séculos, tendo o professor como figura principal. O conhecimento que o professor possui, considerado válido e legítimo, é passado aos estudantes para que seja memorizado e, posteriormente, reproduzido. Ao longo do tempo, esse processo passa a ser questionado e, talvez, um dos pensadores mais famosos nessa linha tenha sido John Dewey (SIMON et al, 2014). Para Dewey: “Aprender é próprio do aluno: só ele aprende, e por si; portanto, a iniciativa lhe cabe. O professor é um guia, um diretor; pilota a embarcação, mas a energia propulsora deve partir dos que aprendem” (DEWEY, 1979). De certa forma, é possível dizer que outro grande educador, o brasileiro Paulo Freire, começou seu trabalho compartilhando alguma similaridade com as ideias de Dewey, mas acabou por distanciar-se deste ao longo do tempo (SIMON et al, 2014). Para Freire:

[...] ensinar não é transferir conteúdo a ninguém, assim como aprender não é memorizar o perfil do conteúdo transferido no discurso vertical do professor. Ensinar e aprender têm que ver com o esforço metodicamente crítico do professor de desvelar a compreensão de algo e com o igualmente crítico do aluno de ir entrando como sujeito em aprendizagem, no processo de desvelamento que o professor ou professora deve deflagrar (FREIRE,1996a).

Para possibilitar e estimular uma aprendizagem ativa por parte dos estudantes, a literatura nos mostra uma série de métodos e estratégias que de forma sistemática possibilitam o desenvolvimento das atividades pelo professor (ELMÔR FILHO *et al.*, 2019; ARAUJO; SASTRE, 2016; MORAN, 2015). Nessa perspectiva, é possível mencionar que a educação empreendedora se insere no debate sobre as mudanças do ensino tanto no caráter dos novos temas requeridos pela sociedade, como também no sentido de incorporar práticas modernas de ensino e aprendizagem, em que o aluno deve assumir maior protagonismo (MARCOVITCH; SAES, 2020). Isto porque, no cenário de globalização, a inovação e o empreendedorismo são considerados importantes motores de desenvolvimento das nações. Gibb (2002) destaca a necessidade de desenvolvimento das habilidades empreendedoras em função da elevada complexidade vivenciada pelas organizações nesta nova era. Assim, a educação empreendedora é posta como necessária para o crescimento econômico, criação de empregos, maior

envolvimento escolar, maior resiliência social e crescimento individual (LACKÉUS, 2015).

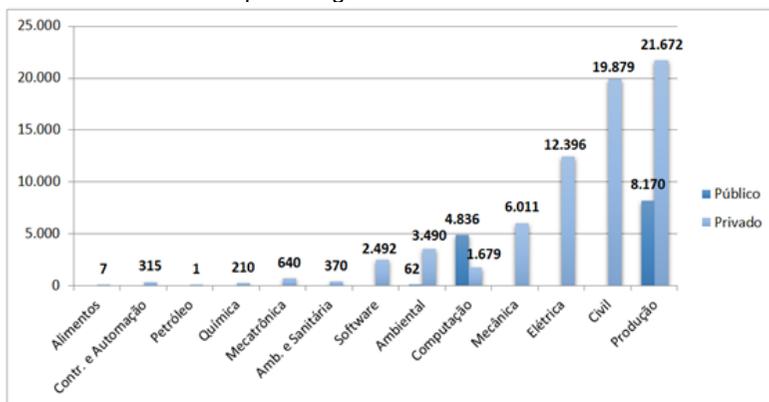
Para isso, é extremamente necessário preparar docentes de engenharia com uma nova postura e mentalidade para que sejam capazes de perceber que, diferentemente de uma perspectiva bancária, o professor deve ser apto a sempre ensinar, aprender e reaprender em conjunto com os seus estudantes. Ademais, a educação empreendedora não pode ser inserida como mais um conteúdo, mas sim de maneira transversal a todo o processo formativo. Numa era de rápidas transformações, estas premissas são fundamentais não somente em função das inovações e do constante desenvolvimento, mas também dos variados problemas e demandas que emergem todo o tempo da sociedade e do mercado de trabalho e dos diferentes perfis de estudante que estão chegando nas instituições de ensino superior. Mais do que nunca, é necessário perceber os estudantes como seres ativos e possuidores de conhecimento e que estabelecer uma relação dialógica é essencial (FREIRE, 1996b).

4.2 A formação de engenheiros a distância

O ensino remoto, adotado em função da pandemia de COVID-19 a partir de 2020, lançou holofotes sobre a educação a distância no mundo, já que fez com que todos os professores e estudantes do ensino presencial experimentassem uma forma de ensino-aprendizagem mediada por tecnologias digitais. Entretanto, há algum tempo, a educação a distância já é um modelo estabelecido para a formação no ensino superior (ASSUMPÇÃO; CASTRO; CHRISPINO, 2018).

No Brasil, bem antes da pandemia, muitos engenheiros já estavam sendo formados através de cursos de graduação a distância. A figura 4 apresenta a quantidade de matrículas em cursos de engenharia a distância no país em 2019.

Figura 4 - Matrículas em cursos de engenharia ofertados a distância em 2019 por categoria administrativa

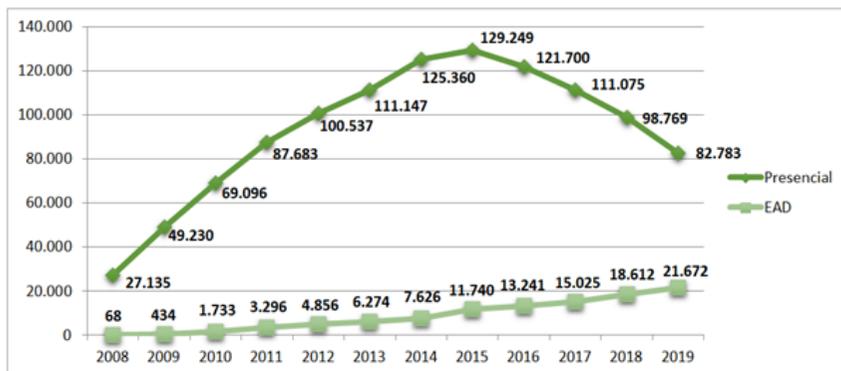


Fonte: Santos, Assumpção, Castro (2020)

Em 2019, conforme visto na figura 4, os cursos de Engenharia de Produção possuíam a maior quantidade de matrículas entre as engenharias oferecidas a distância no país. Juntamente com a Engenharia Ambiental e Computação, a Produção é também uma das poucas habilitações ofertadas nessa modalidade por instituições públicas de ensino, evidenciando que a graduação em engenharia a distância no Brasil está concentrada no setor privado (SANTOS; ASSUMPÇÃO; CASTRO, 2020).

Ainda analisando os cursos de Engenharia de Produção nas instituições privadas, que em termos quantitativos representa o maior curso de engenharia a distância, percebe-se uma queda nas matrículas no ensino presencial desde 2016, enquanto o número de estudantes em cursos à distância segue em crescimento desde o início da oferta em 2008 (SANTOS; ASSUMPÇÃO; CASTRO, 2020), como pode ser visto na figura 5.

Figura 5 - Matrículas cursos de Engenharia de Produção em instituições privadas brasileiras de 2008 a 2019



Fonte: Santos, Assumpção, Castro (2020)

Percebe-se assim, a partir dos dados mostrados nas figuras 4 e 5, que a capacitação docente prevista pelas Diretrizes Curriculares Nacionais (2019) precisará concentrar-se não somente em “estratégias de ensino ativas, pautadas em práticas interdisciplinares” (CNE/CES, 2019), mas também no “uso de recursos tecnológicos e metodologias de Informação e Comunicação em sala de aula, apresentando ferramentas de suporte ao ensino” (CNI, 2020). Entretanto, o mero emprego da tecnologia não significa, por si só, melhoria dos processos formativos (MORÁN, 2015).

Esta seção traz discussões sobre a capacitação de professores, necessária para um trabalho pedagógico que se baseie na educação empreendedora e numa aprendizagem ativa, para a formação de engenheiros através da educação a distância. Assim, a metodologia empregada para apresentação dos resultados e contribuições nesta seção foi eminentemente qualitativa, bibliográfica e documental, utilizando estudos já publicados sobre educação empreendedora, aprendizagem ativa, capacitação docente, educação a distância e educação em engenharia, incluindo dados estatísticos sobre a formação de engenheiros no Brasil. Além de atender o referencial teórico da pesquisa, todo este material serviu de base para as discussões e análises que serão apresentadas a seguir.

Certamente, a proposta de adoção de um ensino-aprendizagem com uma abordagem mais ativa e empreendedora na formação de engenheiros representa um desafio para os professores. E o desafio fica ainda maior quando pensamos em uma formação a distância, já que o docente precisará lidar também com as condições próprias da EAD, como a diferença espaço-temporal dos processos de ensino-

aprendizagem, a organização de diferentes estratégias que superem a falta de presença física e o intenso uso das TDIC. Assim, salienta-se a necessidade de a formação docente ir além do simples uso de recursos tecnológicos. Na verdade, é preciso formar professores para que tenham a capacidade de utilizar as tecnologias com autonomia, ou seja, demonstrando responsabilidade, ética e criticidade na utilização das informações encontradas nos diversos formatos e apresentações, selecionando as situações pedagógicas mais pertinentes para o uso na sala de aula (ESPINDOLA, 2015). Dessa forma, os professores precisam ser capazes de ajudar os estudantes a se tornarem criativos, colaborativos, solucionadores de problemas e usando as TDIC, para que sejam cidadãos efetivos e membros da força de trabalho (UNESCO, 2011).

Partindo de um conteúdo conhecido e dominado, será preciso que o professor pense, planeje e experimente mudanças nas atividades propostas aos alunos, com uma visão definida, um objetivo a alcançar, habilidades a desenvolver. Assim, observa-se que o professor precisará pensar e agir como um condutor, orientador e facilitador do processo e não mais como um *expert* em determinados conhecimentos. É necessário compreender que é a partir do alinhamento das diferentes experiências e pontos de vista, oriundos de atores também tão distintos presentes nas salas de aula (física ou virtual), que os indivíduos promovem criatividade, inovação contínua e renovação.

Juntamente com as novas propostas de atividades, será preciso também pensar na avaliação dos estudantes. O percurso precisa ser levado em conta, afinal numa abordagem empreendedora e ativa, os erros são fundamentais para o desenvolvimento, para verificar as possibilidades existentes. Não faz sentido desenvolver uma perspectiva centrada em atividades que levem o estudante a construir seu conhecimento e manter o antigo modo de avaliar, baseado em instrumentos compostos por questões objetivas e aplicados ao final de longos períodos de aulas. São as novas propostas de avaliação que permitirão que o estudante mobilize os conhecimentos adquiridos e desenvolva as habilidades no fazer, no interagir, no desenvolvimento de produtos e projetos.

O objetivo dessa seção foi analisar diferentes aspectos necessários para se promover uma capacitação docente voltada à educação empreendedora, baseada em aprendizagem ativa, para o ensino de engenharia a distância.

Esta seção traz resultados e contribuições inovadoras à estruturação de processos de capacitação docente, enquanto oferece implicações práticas relevantes para o atual contexto de pandemia de COVID-19 e para os cenários futuros. Isto porque, apesar da conjuntura

incerta, é provável que a formação de engenheiros pós-pandemia demandará processos de ensino-aprendizagem mais flexíveis ou híbridos, que serão amplamente amparados por tecnologia. Um grande risco é que, ao invés de mudanças que garantam o aluno como elemento central de processo, tenha-se um retorno ao ensino centrado no professor, acrescido de recursos tecnológicos. Somente a utilização das TDIC não garante uma formação mais ativa, crítica ou criativa. O método e as estratégias de ensino utilizadas serão os elementos chaves para acompanhar as mudanças requeridas na sociedade complexa em que se vive. Ademais, deve-se mencionar que uma formação docente mais ampla, preocupada com os métodos, estratégias de ensino e tecnologias, seria necessária mesmo sem a ocorrência da pandemia, uma vez que vimos que a formação a distância se encontra em plena expansão nas engenharias nos últimos anos.

Mesmo diante de contextos desafiadores como o que todas as instituições de ensino estão vivendo no Brasil e no mundo, as inovações e o desenvolvimento de um perfil empreendedor são possíveis quando o foco não está apenas nas tecnologias, mas sim nas relações estabelecidas entre as pessoas.

5 EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA EM ENGENHARIA: UMA EXPERIÊNCIA COM ALUNOS INGRESSANTES

A presente seção apresenta as principais discussões e resultados sobre a educação empreendedora em engenharia na ótica dos alunos ingressantes. Um dos maiores desafios da educação empreendedora é envolver toda a universidade. A educação empreendedora há muito tempo deixou a alçada exclusiva da escola de negócios e sua relevância para a engenharia e as ciências nunca foi tão clara. Muitos programas de engenharia abraçaram o empreendedorismo, estabelecendo suas próprias faculdades e currículo (ENGEL et al, 2016), (MARESCH et al, 2016). No Brasil, 56% das Escolas de Engenharia oferecem cursos de empreendedorismo a seus alunos (ENDEAVOR BRASIL, 2017).

A crescente importância da educação empreendedora para os engenheiros se deve aos novos imperativos sociais que tornaram essencial que as universidades assumissem um papel responsável como formadoras de bons profissionais capazes de entrar e prosperar no local de trabalho (TÁKS et al, 2014). Esse desafio torna-se maior quando Schulte (2004) afirma que a universidade de nossos tempos deve criar criadores de empregos e não candidatos. Nos campos da engenharia, os departamentos universitários devem procurar fornecer aos alunos uma ampla gama de habilidades e conhecimentos além do meramente técnico (OHLAND et al, 2004), incluindo boas habilidades de

comunicação, especialização em trabalho em equipe multidisciplinar, espírito empreendedor, global e abordagens multilaterais para a resolução de problemas e sensibilidade para o ambiente cultural, social e econômico (TORRES et al, 1997).

Diante deste contexto, verifica-se que tanto a educação empreendedora quanto a adoção de metodologias ativas de aprendizagem têm tido considerável relevância no contexto da educação em engenharia. Isso se deve ao fato de que ambas as aplicações educacionais visam dotar os engenheiros de habilidades empreendedoras e de gestão (PAPAYANNAKIS et al, 2008) que irão aprimorar seus perfis de acordo com as novas exigências de uma economia baseada no conhecimento.

Para tratar desse assunto, esta seção tem como objetivo relatar a experiência de educação empreendedora de um professor do campus Theodomiro Carneiro Santiago da Universidade Federal de Itajubá, um campus tecnológico com nove cursos de engenharia localizado na cidade de Itabira, Minas Gerais. A disciplina “Fundamentos em Engenharia da Mobilidade” é ministrada no primeiro período do curso de graduação em Engenharia da Mobilidade e tem como principal objetivo apresentar os principais conceitos dos modais de transporte e se caracteriza como uma disciplina tecnológica. Para testar a hipótese de que o empreendedorismo pode ser ensinado em disciplinas tecnológicas, este trabalho mostra os resultados de aprendizagem dessas experiências em um contexto de engenharia. O modelo de educação empreendedora que norteou o estudo foi proposto por Pretorius, Nieman, & Vuuren (2005) que afirma que a educação empreendedora depende da capacidade e habilidades do facilitador para aumentar a motivação, habilidades empreendedoras e habilidades de negócios por meio do uso criativo de diferentes abordagens.

Para atingir o objetivo proposto, resultados e contribuições da presente seção foi adotado a pesquisa descritiva (GONÇALVES & MEIRELLES, 2002) que é a modalidade mais adequada para descrever as experiências de educação empreendedora. Para conhecer em profundidade os resultados das atividades realizadas, foi utilizada a estratégia quantitativa. Segundo Gonçalves & Meirelles (2002), essa estratégia é mais adequada para a quantificação e análise do comportamento de uma determinada população.

A coleta de dados foi feita por meio da aplicação de um questionário respondido pelos alunos ao final da disciplina, ofertada na modalidade remota. O questionário era composto por 26 questões fechadas que os alunos deveriam responder em uma escala de 5 pontos que indicava a frequência com que as situações nas questões ocorriam durante as disciplinas, sendo 1 para nunca, 2 para raramente, 3 para algumas vezes, 4

para na maioria das vezes e 5 sempre. Essas questões foram elaboradas para avaliar os resultados das experiências de ensino de empreendedorismo seguindo o modelo teórico proposto por Pretorius et al. (2005). Assim, foram levantados quatro conjuntos de questões que foram: a) percepção da eficácia da habilidade e habilidades do facilitador; b) percepção da motivação para atuar de forma empreendedora; c) percepção de desenvolvimento de competências empreendedoras e de negócios durante a matéria lecionada e d) percepção de eficácia da abordagem pedagógica (aprendizagem baseada em projetos e avaliação por pares). Para a análise dos dados, foi utilizada a estatística descritiva para determinar a porcentagem de alunos que se enquadram em cada situação descrita nas questões.

5.1 Descrição das atividades desenvolvidas na disciplina

Esta disciplina técnica faz parte do currículo do curso de engenharia da mobilidade e consiste em 64 horas semestrais (48h teóricas e 16h práticas). Na parte prática da disciplina foi proposto que os alunos apresentassem um projeto com o objetivo principal de resolver um problema real de transporte e mobilidade em uma cidade.

A partir daí, os alunos deveriam desenvolver uma ideia do projeto e responder questões como: qual o problema que a ideia resolve? quem seriam os beneficiados com a implementação do projeto? Os alunos foram divididos em grupos de 6 pessoas. Ao final do curso, cada grupo deveria apresentar a ideia do projeto como se estivesse apresentando um produto comercial a um comitê de revisão composto por professores.

O projeto correspondeu a 50% da nota final. As outras atividades de avaliação foram testes, exercícios e atividades avaliativas. O projeto foi avaliado considerando os seguintes aspectos: (i) cooperação com pares, (ii) ideia inovadora, (iii) trabalho final, e (iv) apresentação do projeto.

Como os autores apontaram na sessão anterior, os alunos foram convidados a responder às questões em uma escala de 5 pontos que indicava a frequência com que as situações nas questões ocorriam durante as disciplinas, sendo 1 para nunca, 2 para raramente, 3 para algumas vezes, 4 na maioria das vezes e 5 sempre. Considerando as situações mais frequentes (respostas 4 e 5), os autores obtiveram os resultados apresentados nas tabelas 1, 2, 3, 4 e 5 que são considerados o nível de avaliação dos construtos indicados no modelo de Pretorius et al. (2005).

A tabela 1 apresenta o construto motivação para atuar de forma empreendedora. Em geral, na disciplina, a maioria dos alunos relatou se sentir mais motivado a mudar suas atitudes para resolver problemas, contribuir para o desenvolvimento econômico e transformar suas ideias em realidade. O menor grau de motivação foi obtido para administrar e

abrir uma empresa. Acredita-se que esses dados reflitam a aversão ao risco que alguns alunos possuem. Essa aversão ao risco foi relatada em alguns estudos sobre a disposição para o empreendedorismo (INÁCIO, 2014).

Tabela 1: Percepção da motivação para atuar de forma empreendedora

Situação	%
Senti-me motivado a ser gestor em uma empresa	58%
Senti-me motivado para contribuir para o desenvolvimento econômico (local ou global) por meio de novas tecnologias	76%
Senti-me motivado a tirar minhas ideias do papel	45%
Senti-me motivado a adotar novas atitudes para resolver problemas	70%
Média	65%

Fonte: autoria dos autores

A tabela 2 apresenta o construto desenvolvimento de habilidades empreendedoras. Durante o desenvolvimento da disciplina, a maioria dos alunos relata que melhorou sua persistência, criatividade, pensamento crítico, planejamento e gerenciamento de projetos. Percebeu-se, em menor proporção, que as habilidades para identificar uma oportunidade, liderança, enfrentamento de situações de risco e inovação foram menos desenvolvidas.

Tabela 2: Percepção de desenvolvimento de competências empreendedoras

Situação	%
Desenvolvi minha capacidade de pensar de forma criativa e crítica	76%
Desenvolvi minha habilidade de lidar com situações arriscadas	64%
Desenvolvi minha capacidade de planejar e gerir projetos com vista a alcançar objetivos	70%
Desenvolvi minha habilidade de identificar oportunidade de gerar novas soluções para problemas reais	64%
Desenvolvi minha habilidade de liderança	67%
Desenvolvi minha habilidade de persistência para alcançar objetivos	73%
Média	69%

Fonte: autoria dos autores

O desenvolvimento de habilidades empresariais foi o construto que obteve a pior avaliação, portanto, percebe-se que há espaço para melhorias (tabela 3). Os índices foram considerados baixos quando os alunos foram questionados se haviam aprendido técnicas de gestão durante a implantação da disciplina. De fato, os conteúdos relacionados com competências empresariais foram apresentados de forma pontual. É importante registrar que as habilidades empresariais são muito

relevantes para a atividade empreendedora, o que demonstra a necessidade de melhorias nas práticas futuras.

Tabela 3: Percepção de desenvolvimento de habilidades de negócio

Situação	%
Senti-me motivado para abrir uma empresa	27%
Aprendi a iniciar negócios	39%
Aprendi a descrever modelos de negócios	36%
Aprendi a gerir negócios	33%
Desenvolvi minha capacidade de buscar recursos necessários para iniciar negócios	33%
Pensei o empreendedorismo com uma alternativa profissional atraente	55%
Conheci técnicas de gestão financeira de negócios	39%
Conheci técnicas de gestão de marketing/comunicação de negócios	33%
Conheci técnicas de gestão de recursos operacionais de negócios	33%
Conheci técnicas de gestão de pessoas de negócios	30%
Conheci implicações jurídicas de negócios	9%
O professor não deu aulas	9%
A quantidade de trabalho foi muito grande	18%
O conteúdo da disciplina não foi todo aprendido	6%
Desenvolvi habilidades que não seriam trabalhadas por outro método	39%
Média	36%

Fonte: autoria dos autores

No que se refere ao construto abordagem pedagógica, considera-se que a experiência foi bem avaliada na disciplina. Segundo os alunos, a relação professor / aluno e a relação aluno / aluno foram facilitadas. Isso permitiu que os alunos relatassem que aprenderam a trabalhar em grupos. Em relação ao objetivo essencial das estratégias de aprendizagem ativa, que possibilitam ao aluno uma atuação permanente no processo de aprendizagem, foi relatado que 73% dos alunos se sentiam responsáveis pela sua aprendizagem (nas duas disciplinas). Em geral, a percepção de eficácia da abordagem pedagógica (aprendizagem baseada em projetos) foi satisfatória, conforme apresenta na tabela 4.

Tabela 4: Percepção da eficácia da abordagem pedagógica (aprendizagem baseada em projetos)

Situação	%
Gostei de conhecer conceitos e técnicas empreendedorismo	58%
Senti-me agente ativo do seu processo de aprendizagem	73%
Senti-me responsável por minha aprendizagem	76%
A aprendizagem aconteceu por meio de vivências do mundo real	48%
Aprendi a trabalhar em grupo	79%

A relação aluno/aluno foi facilitada	91%
O peso do projeto na nota final foi adequado ao trabalho empregado na atividade	70%
A experiência profissional do professor foi suficiente para direcionar os projetos	91%
Média	74%

Fonte: autoria dos autores

A tabela 5 apresenta as questões voltadas para o papel do docente (facilitador) nas atividades propostas na disciplina. Percebe-se que o facilitador é uma figura importante

Tabela 5: Percepção do papel do facilitador no processo de aprendizagem

Situação	%
O professor foi efetivo para propor reflexões relevantes para o desenvolvimento dos projetos	82%
O professor age de forma empreendedora	79%
O professor foi efetivo para tornar o processo de aprendizagem envolvente	82%
O professor foi efetivo para me motivar para o empreendedorismo	61%
O professor foi efetivo para me motivar para agir de forma criativa e inovadora	79%
O professor foi efetivo para transmitir técnicas empresariais	55%
O professor foi efetivo para transmitir conhecimentos tecnológicos	94%
Média	76%

Fonte: autoria dos autores

Esta é a questão que norteou a presente seção: como uma disciplina técnica pode colaborar para o desenvolvimento de competências empreendedoras? Devido à importância da educação empreendedora para o contexto da engenharia, somada à dificuldade que algumas escolas de Engenharia têm em oferecer este conteúdo extra, pode-se considerar que uma disciplina técnica pode ser tão eficaz quanto uma disciplina empreendedora para promover o desenvolvimento de competências empreendedoras. Para tanto, seria útil ampliar os resultados de aprendizagem da formação técnica em engenharia de forma a desenvolver importantes competências transversais consideradas empreendedoras.

Como ficou demonstrado, a disciplina teve eficácia para motivar os alunos a desempenharem de forma empreendedora. A motivação para gerir ou iniciar um novo negócio pode ser considerada baixa porque não representa a maioria dos alunos analisados. Esse percentual é

semelhante ao percentual de alunos brasileiros de potenciais empreendedores identificados por Endeavor Brasil (2017) que é de 21% dos alunos.

De forma geral, a aplicação da estratégia de aprendizagem ativa PBL teve impactos positivos na aprendizagem dos alunos, que vivenciaram o desenvolvimento de projetos que geraram soluções para problemas reais. É importante enfatizar que as disciplinas técnicas serão capazes de impactar o comportamento empreendedor do aluno se forem baseadas em estratégias ativas de aprendizagem como o PBL. Conforme preconizado por Pretorius et al., (2005) o facilitador desempenha um papel importante, podendo-se concluir que a atuação do facilitador foi decisiva para motivar e transmitir conhecimentos nas experiências relatadas. É importante ressaltar que o facilitador / instrutor é importante porque ele escolherá a estratégia e conduzirá o aluno no processo de aprendizagem. O processo de aprendizagem não é centrado nele como na forma tradicional de ensino (Prince, 2004), mas é intencionalmente guiado pelo facilitador / instrutor. O procedimento de avaliação utilizado na disciplina técnica foi importante para que os alunos colaborassem uns com os outros. Foi decisivo para desenvolver a capacidade de trabalho e liderança da equipe.

Em relação às questões que refletem a percepção do desenvolvimento de competências empresariais ao longo do programa, considerações importantes sobre as oportunidades de melhoria podem ser feitas. Acredita-se que é imprescindível que durante o curso os alunos sejam convidados a refletir sobre a mentalidade que rege seu comportamento (SIDHU et al, 2015).

As questões que focaram na percepção da eficácia da abordagem pedagógica (PBL) mostraram que esta forma diferenciada de aprendizagem passa por melhorar a relação entre os alunos e o professor, entre os próprios alunos e também através da partilha de responsabilidades na sua aprendizagem. Os alunos entenderam que o professor pode facilitar o processo de aprendizagem, mas eles precisam ter um papel ativo no desenvolvimento das atividades.

Os dados mostraram que a experiência pedagógica foi boa o suficiente para gerar uma modificação atitudinal e comportamental por parte do participante após ter frequentado o programa. Os autores também perceberam, por meio desta pesquisa, que essa atitude modificada levará a atividades associadas à criação de empresas ou ao empreendedorismo em empresas já estabelecidas no futuro. A pesquisa indicou que os facilitadores impactaram o participante de tal forma que a atitude e o comportamento foram modificados.

Pode-se dizer que uma disciplina técnica pode desenvolver habilidades empreendedoras e motivar os alunos a atuarem de

forma empreendedora se estiverem baseadas em estratégias ativas de aprendizagem como o PBL. O PBL é uma das metodologias que ajudam alunos e professores a construir ambientes de aprendizagem. Com todas as características do PBL, é possível desenvolver estratégias para obter resultados de aprendizagem: os alunos aprendem e aplicam ideias importantes, desenvolvem atividades colaborativas para encontrar soluções para a questão motriz, os alunos podem aprender com as tecnologias e criar um conjunto de produtos tangíveis. Percebeu-se também que a motivação poderia ser maior se a formação e pulverização da cultura empreendedora fosse implantada ao longo do curso, e não apenas em algumas disciplinas em diferentes semestres. Entende-se que o professor deve buscar constantemente a atualização de técnicas e mecanismos para melhorar o compartilhamento do conhecimento com os alunos. Outro aspecto importante a ser considerado em experimentos futuros é a avaliação de conhecimentos e habilidades antes e depois da disciplina. Este procedimento permitiria comparações mais precisas das mudanças comportamentais que o programa gerou. Este estudo mostrou que a educação empreendedora no contexto da engenharia pode melhorar. Por esse motivo, o empreendedorismo não pode ser encapsulado em uma disciplina. Ao fazer isso, as disciplinas técnicas podem fazer o trabalho em uma proposta dupla. Em uma disciplina técnica é possível ensinar conhecimentos técnicos e ajudar os alunos a desenvolver sua mentalidade empreendedora. A abordagem PBL pode ser eficaz neste propósito, envolvendo os alunos em uma jornada interessante.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O capítulo 2 teve como objetivo apresentar os resultados, discussões e contribuições da SD. Os resultados, discussões e contribuições dos trabalhos apresentados foram expostos na segunda, terceira, quarta e quinta seções do presente capítulo e estabelecem pela primeira vez no Brasil um diálogo entre educação empreendedora e aprendizagem ativa em congresso de engenharia. É interessante enfatizar que autores brasileiros iniciaram a trajetória em investigar as conexões e interfaces entre educação empreendedora e aprendizagem ativa nos cursos de graduação, entre os quais, destaca-se Silva e Aranha (2020).

As práticas pedagógicas integradas apoiadas nos pilares da educação empreendedora e aprendizagem ativa representam um dos novos desafios e papéis do educador de engenharia visando resolver

problemas educacionais tensionados pela sociedade (ARANHA, DOS SANTOS e GARCIA, 2018; FINK, AMBROSE e WHELLER, 2005).

Os resultados apresentados ao longo das quatro seções do presente capítulo e apresentados na SD produzem diversas contribuições inovadoras e implicações práticas. A principal contribuição inovadora é de natureza acadêmica-científica. Os potenciais resultados dos quatro trabalhos expostos contribuem para preencher a lacuna existência na literatura acadêmica nacional e internacional. De acordo como foi destacado no início do capítulo, devido a incipiente quantidade de artigos e trabalhos acadêmicos sobre educação empreendedora conectados com aprendizagem ativa a lacuna fica exposta na literatura sobre o que um tópico pode contribuir para o outro, e vice-versa. Os resultados propostos oferecem um conjunto de conhecimentos sobre as interfaces e conexões entre educação empreendedora e aprendizagem ativa.

Entre as diversas implicações práticas, destacam-se somente duas:

a) os resultados podem ser utilizados por diretores e coordenadores de cursos para o desenvolvimento de palestras, workshops, encontros de sensibilização e programas de capacitação para professores sobre educação empreendedora conectado com aprendizagem ativa, conjuntamente aplicados em engenharia;

b) Os resultados poderão incentivar pesquisadores e professores a estabelecer agenda de pesquisa no Brasil sobre educação empreendedora conectada com aprendizagem ativa em engenharia.

Os resultados, discussões e contribuições dos quatro trabalhos apresentados na SD e expostos neste capítulo abrem diversas trilhas para mitigar novos debates, investigações e avanços no campo da educação em engenharia.

REFERÊNCIAS

ALVESSON, M.; SKOLDBERG, K. **Reflexive methodology**: new vistas for qualitative research. London: Sage Publications, 2000.

AMERICAN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION. **Relatório. ASEE**, 2009

ARAGÃO, J. E. O. S.; BERTAGNA, R. H. Políticas públicas de avaliação do ensino superior: Tateando um conceito de qualidade da educação. **Revista NUPEM**, Campo Mourão, v. 04, n. 07, 2012.

ARANHA, E.A.; DOS SANTOS, P. H.; GARCIA, N.A.P. EDLE: An integrated tool to foster entrepreneurial skills development in engineering education. **Educational Technology Research and development**, vol. 66, Nº 6, 2018.

ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (Orgs) **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. Summus, SP, 2019.

ASSUMPCAO, G. S.; CASTRO, A. C.; CHRISPINO, A. Políticas Públicas em Educação Superior a Distância – Um estudo sobre a experiência do Consórcio Cederj. **Ensaio: aval.pol.públ.Educ.**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 99, p. 445-470, jun. 2018. doi: <https://www.scielo.br/j/ensaio/a/Xz7DFy6XqDDx4D3C7FxDskq/?lang=pt>

BARROWS, H.S.; TAMBLYN, R.M. **Problem-based learnig: Na Approach to Medical Education**. New York: Springer, 1980.

BLUMENFELD, P. C., SOLOWAY, E., MARX, R. W., KRAJCIK, J. S., GUZDIAL, M. & PALINCSAR, A. Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. **Educational psychologist**, 26, 369-398. 1991.

BRASIL. **RESOLUÇÃO CNE/CES nº 2**, de 24 de abril de 2019 – Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.

CARBERRY, Adam. R. e OHLAND, Mattew. W. **A Review of Learning-by-Teaching for Engineering Educator**. ADVANCES IN ENGINEERING EDUCATIO, 2002.

CETIC.BR, (2016). **EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS NO BRASIL: um estudo de caso longitudinal sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação em 12 escolas públicas**. Disponível em: <https://cetic.br/media/docs/publicacoes/7/EstudoSetorialNICbrTICEducao.pdf> .

CNI (Confederação Nacional da Indústria). **Documento de apoio à implantação das DCNs do curso de graduação em engenharia**. Mobilização Empresarial pela Inovação, 2020

DESPLACES, D. E., WERGELES, F. & MCGUIGAN. **Economic gardening through entrepreneurship education: A service-learning approach**. Industry and Higher Education, 23, 473-484, 2009.

DEWEY, J. **Como Pensamos: como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo, uma reexposição**. Editora Nacional, 1979.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Sul-rio-grandense. Pelotas, RS, Brasil., v. 14, n. 1, p. 268-288, jan. 2017.

ELMÔR, G.; SAUER, L.; ALMEIDA, N.; VILLAS-BOAS, V. **Uma Nova Sala de Aula é Possível** - Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia. LCT, Rio de Janeiro, 2019.

ENDEAVOR Brasil (2017). **Empreendedorismo nas Universidades Brasileiras** 2016. Retrieved from: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Relatorio%20Endeavor%20impressao.pdf>.

ENGEL, J. S., SCHINDEHUTTE, M., NECK, H. M., SMILOR, R., & ROSSI, B. (2016). "What I have learned about teaching entrepreneurship: perspectives of five master educators". In Annals of Entrepreneurship Education and Pedagogy Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing. Doi: <http://dx.doi.org/10.4337/9781784719166.00008>.

ESPINDOLA, Joice de. **Percepção docente sobre os indicadores de competência digital**. 2015. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnologia. Universidade Federal de Pernambuco - Centro de Educação. 2015. Disponível em: <https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/13879/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Joice%20de%20Espindola%202015%20maio.pdf>. Acesso em 14 de agosto de 2021.

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

FAYOLLE, A.; GAILLY, B. From craft to science: Teaching models and learning processes in entrepreneurship education. **Journal of European Industrial Training**, v. 32, n. 7, p. 569-593, 2008.

FERNANDES, J.; COSTA, R.; PERES, P. Putting Order into Our Universe: The Concept of Blended Learning—A Methodology within the Concept-based Terminology Framework. **Education Sciences**, v. 6, n. 4, p. 15, 9 jun. 2016. <https://doi.org/10.3390/educsci6020015>.

FINK, L. Dee; AMBROSE, Susan; WHELLER, Daniel. **Become a professional engineering educator: a new role for a new era**. Faculty Publications: Agricultural Leadership, Education & Communication Department, 38, 2005.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Ranking Universitário Folha**. Ranking de Universidades. 2018. Disponível em <http://ruf.folha.uol.com.br/2019/>. Acesso em: 15 abr. 2021.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Coleção Leitura, São Paulo, 1996a.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17.ed., Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996b.

GIBB, A. In pursuit of a new 'enterprise' and 'entrepreneurship' paradigm for learning: creative destruction, new values, new ways of doing things and new combinations of knowledge. **International Journal of Management Reviews**, 4, 233-269. 2002

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

GONÇALVES, C.; MEIRELLES, A. (2002). **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. Belo Horizonte: Editora UFMG. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.11.006>.

GTEE-ABENGE. Grupo de Trabalho de Educação Empreendedora em Engenharia - ABENGE. **Educação Empreendedora em Engenharia: Uma Agenda Estratégica de Desenvolvimento Econômico e Social Sustentável para o Brasil**. Discussões realizadas. [s.n.], [s.i.], 2020. Não publicado

HUOTARI, Kai; HAMAR, Defining gamification: a servicemarketing perspective. MindTrek '12: Proceeding of the 16th International **Academic MindTrek Conference October 2012** Pages 17–22, 2012. <https://doi.org/10.1145/2393132.2393137>.

INÁCIO, M. J. (2014). **Empreendedorismo Nascente: estudo de caso nas escolas profissionais dos Açores**. Instituto Politécnico de Tomar, Portugal.

JONES, C; ENGLISH, J. (2004). A contemporary approach to entrepreneurship education. *Education + Training*, 46, 416 – 423. Disponível em: file:///C:/Users/User/AppData/Local/Temp/A_contemporary_approach_to_entrepreneurship_educat.pdf . Acesso em 14 de abril de 2021.

LACKÉUS, Martin. **Entrepreneurship in Education- What, Why, When, How**. Entrepreneurship 360 – Background Paper. European Commission, LEED, OECD, 2015. Disponível em: https://www.oecd.org/cfe/leed/BGP_Entrepreneurship-in-Education.pdf. Acessado em: 22 mar. 2017.

MARCOVITCH, J.; SAES, A. M. Educação empreendedora: trajetória recente e desafios. **Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas**, 9(1), 2020.

MARESCH, D., HARMS, R., KAILER, N., & WIMMER-WURM, B. (2016). **The impact of entrepreneurship education on the**

entrepreneurial intention of students in science and engineering versus business studies University programs. Technological Forecasting and Social Change, 104, 172-179.

MASETTO, Marcos T. **Metodologias ativas no ensino superior:** para além da sua aplicação, quando fazem a diferença na formação de profissionais?. 2010. Doi: <http://dx.doi.org/10.23925/1809-3876.2018v16i3p650-667>.

MESQUITA, R. F. MATOS, F. Regina. A abordagem qualitativa nas ciências administrativas: aspectos históricos, tipologias e perspectivas futuras. **Revista Brasileira de Administração Científica**, 2014.

MORÁN, J. **Mudando a educação com metodologias ativas.** Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens, 2. In: Souza, CA., Morales, OET. PG: Foca-Foto PROEXUEPG, 15-33, 2015.

MOUAHEB et al. **The serious game: what educational benefits?** Procedia socialand Behavioral Sciences, 46(2012) 5502-5508. DOI:[10.1016/j.sbspro.2012.06.465](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.465) .

NGUYEN T, et al. (1998) **A genetic analysis of interactions with Spc110p reveals distinct functions of Spc97p and Spc98p, components of the yeast gamma-tubulin complex.** Mol Biol Cell 9(8):2201-16.

OHLAND, M. W., FRILLMAN, S. A., MILLER, T. K., & CAROLINA, N. (2004). **NC State ' s Engineering Entrepreneurs Program in the Context of US Entrepreneurship Programs The need for developing entrepreneurs Entrepreneurship programs in engineering Defining entrepreneurship**, 155-164.

OZALTIN, Nur Ozge; CLARK, Renne. M. **An Engineering Educator's Decision Support Tool for Improving Innovation in Student Design Projects Advances in Engineering Education.** ASEE,2015.

Papayannakis, L., Kastelli, I., Damigos, D., & Mavrotas, G. (2008). Fostering entrepreneurship education in engineering curricula in Greece. Experience and challenges for a Technical University. **European Journal of Engineering Education**, 33(2), 199-210.

PELLING, N. **Gamification Past and Present.** In **GWC14**. Barcelona. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=XZ4AbQvUGho> [Accessed October 6, 2015].

PERSPEKTYWY EDUCATION FOUNDATION. **Report EngiRank - Pilot Edition. European Ranking of Engineering Programs, 2020.** Disponível em: <http://engirank.eu/wp-content/uploads/2020/12/Engi-Rank-2020-12-09.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2021.

PRETORIUS, M., NIEMAN, G., & VUUREN, J. VAN. (2005). Critical evaluation of two models for entrepreneurial education: An improved model through integration. **International Journal of Educational Management**, 19(5), 413-427. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/09513540510607743>.

PRINCE, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. **Journal of Engineering Education**, 93(3), 223-232. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>

PUSSER, B.; MARGINSON, S. University Rankings in Critical Perspective, **The Journal of Higher Education**, 84:4, 544-568, 2013.

QS WORLD UNIVERSITY RANKINGS. **What is the QS World University Rankings?**, 2021. Disponível em: <https://www.qs.com/rankings/>. Acesso em: 15 abr. 2021.

RESOLUÇÃO CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019 - Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.

RIBEIRO, R. M. da C. **Avaliação e ranqueamento de universidades sob a lógica de critérios globais.** Roteiro, [S. l.], v. 43, n. 1, p. 259–276, 2018.

RODRIGUES, E. **Ensino remoto na educação superior: desafios e conquistas em tempos de pandemia. 2020.** Disponível em: <https://horizontes.sbc.org.br/index.php/2020/06/ensino-remoto-na-educacao-superior/>. Acesso em: 14 ago. 2021.

ROSS, D. **We're including all 17 SDG in the 2020 in the University Impact Rankings.** THE World University Rankings, 2019. Disponível em: <https://www.timeshighereducation.com/blog/were-including-all-17-sdgs-2020-university-impact-rankings>. Acesso em: 15 abr. 2021.

SAVERY, J. & DUFFY, T. **Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework.** En B. Wilson (Ed.), Constructivist learning environments: Case studies in instructional design (134 – 147). Englewood Cliffs, New Jersey: Educational technology publications, Inc. 1996.

SCHULTE, P. (2004) **The Entrepreneurial University: a strategy for institutional development**. Higher Education in Europe, 29(2): 187:191 doi: <http://dx.doi.org/10.1080/0379772042000234811>.

SIDHU, I.; SINGER, K.; JOHNSON, C.; SUORANTA, M. (2015). **A Game - Based Method for Teaching Entrepreneurship**, (1), 51-65.

SILVA, K.; ARANHA, E.A. Desenvolvimento de habilidades empreendedoras pelo uso da ferramenta EDLE em diferentes instituições e períodos de cursos de engenharias do Brasil, COBENGE 2020, XLVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. **Anais**, 2020.

SIMON E., JEZINE E., VASCONCELOS E.M., RIBEIRO K. (2014). **Active teaching-learning methodologies and popular education: agreements and disagreements in the context of health professionals' education**. In: Interface, Botucatu 18 (Supl 2), 1355-1364.

TÄKS, M.; TYNJÄLÄ, P.; TODING, M.; KUKEMELK, H.; VENESSAR, U. (2014) **Engineering Students' Experiences in Studying Entrepreneurship**. J. Eng. Edu. 103(4): 573-598. doi: 10.1002/jee.20056.

TAN, S. S; NG. C. K. F. **Problem-based learning approach to entrepreneurship education**. Education + Training, 48, 416-428.

TORRES, M. A.; VELEZ AROCHO, J. I.; PABON, J. A. (1997). **BA 3100 Technology-Based Entrepreneurship: An Integrated Approach to Engineering and Business Education**, 738-743.

UNESCO. **ICT Competency Framework for Teachers**. 2011. Disponível em: < <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000213475>>. Acesso em: 04 nov. 2019.

VALE, I.; BARBOSA, A. **O contributo da uma Gallery Walk para promover a comunicação matemática, Educação & Matemática**, v. 149-150, p. 2-8, 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/User/AppData/Local/Temp/Artigo-EdMat2018.pdf> .

VALMORBIDA, S. M. I.; CARDOSO, T. L.; ENSSLIN, S. R. Rankings Universitários: Análise dos Indicadores Utilizados. **Sociedade, Contabilidade e Gestão**, v. 10, n. 2, 2015. Disponível em: <file:///C:/Users/User/AppData/Local/Temp/13352-28353-1-PB.pdf> . Acesso em: 15 abr. 2021.

CAPÍTULO 3

O NOVO NORMAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS BÁSICAS E MATEMÁTICA NA ENGENHARIA: OS CAMINHOS ABERTOS – E PEDRAS NELES REVELADAS - PELAS EXPERIÊNCIAS VIVENCIADAS DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19

Gabriel Loureiro de Lima

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP

Marília Rios de Paula

Faculdade de Engenharia de Resende – Associação Educacional Dom Bosco - FER/AEDB

Caio Marcello Felbinger Azevedo Cossú

Erick Santana Amancio

Gilnei Mendes

Gisele Américo

Universidade Estácio de Sá – UNESA Resende

Elias Antunes dos Santos

Marinez Cargnin-Stieler

Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

Sérgio Camargo

Universidade Federal do Paraná – UFPR

Ieda Maria Giongo

Márcia Jussara Hepp Rehfeldt

Marli Teresinha Quartieri

Sônia Elisa Marchi Gonzatti

Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES

Barbara Lutaif Bianchini

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP

Eloiza Gomes

Instituto Mauá de Tecnologia – IMT

Laurete Zanol Sauer

Universidade de Caxias do Sul - UCS

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	94
2	A DECLARAÇÃO DE PANDEMIA E A ADAPTAÇÃO AOS NOVOS RECURSOS E AMBIENTES DE APRENDIZAGEM.....	99
2.1	Desafios docentes e convergência entre tecnologias e educação: busca por novos aplicativos, materiais e canais de comunicação.....	101
2.2	A produção de vídeos pelos estudantes: uma adaptação em relação ao tipo de tarefa solicitada.....	103
3	NO CONTEXTO DO ENSINO REMOTO, AVALIOU-SE PARA AS APRENDIZAGENS?.....	105
4	A INTERNACIONALIZAÇÃO EM CASA: UMA POSSIBILIDADE NO NOVO NORMAL.....	113
5	REFLEXÕES INEVITÁVEIS EM UM NOVO NORMAL.....	122
5.1	A aprendizagem só ocorre em ação.....	123
5.2	Papeis de professores e estudantes: ressignificações e mudanças	125
5.3	Novos ambientes de aprendizagem se fazem necessários.....	129
6	EM SÍNTESE.....	132
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	138
	REFERÊNCIAS.....	140

O NOVO NORMAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS BÁSICAS E MATEMÁTICA NA ENGENHARIA: OS CAMINHOS ABERTOS – E PEDRAS NELES REVELADAS - PELAS EXPERIÊNCIAS VIVENCIADAS DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19

1 INTRODUÇÃO

Nos anos de 2020 e 2021, viveu-se um período de transição nos cursos de Engenharia no Brasil. A implementação das atuais Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) aprovadas em 2019 (BRASIL, 2019) tem propiciado a realização de diversas discussões sobre mudanças necessárias à formação do Engenheiro. E no decorrer deste processo de adaptação das Instituições de Ensino Superior (IES) brasileiras às novas DCN, outro desafio, este de âmbito global, fez-se presente: a crise sanitária causada pela pandemia de Covid-19, que impôs a necessidade de adaptação e mudanças metodológicas emergenciais em todos os níveis educacionais. O cenário é ainda mais instigante, em razão do alto grau de conectividade inerente ao ciberespaço – que Lévy (2010) entende como o meio de comunicação que se originou da interconexão mundial dos computadores, constituído não apenas pela infraestrutura material da comunicação digital, mas também pela grande quantidade de informações por ela abrigada e pelos seres humanos – apesar de favorecer e ampliar inter-relações, trocas e aprendizagens coletivas e colaborativas, diversidade, assertividade e interatividade proporcionadas pelas tecnologias digitais disponíveis - inclusive de acesso gratuito - ainda ser negligenciado em vários contextos de ensino, que resistem à sua incorporação sistemática e mediada das tecnologias educacionais.

É indiscutível que, desde o início da pandemia, o mundo mudou. A “normalidade” que se conhecia até então não existe mais e é preciso que as pessoas se adaptem como cidadãos imersos em um cenário que tem sido denominado de “novo normal”. Mas como será o Ensino Superior nesse “novo normal”? Particularmente, como serão os cursos de Engenharia neste cenário? Mais especificamente ainda: como os docentes acostumados a ministrar suas aulas no “velho normal”, poderão se tornar professores adequados a esse “novo normal”? E aos professores de Ciências Básicas e Matemática (CbM) de cursos de Engenharia parece apresentar-se um desafio ainda maior: como não tornar a aprendizagem de CbM um entrave ainda mais difícil de superar

aos futuros engenheiros neste “novo normal” e ainda realizar as mudanças necessárias para atender às DCN?

Diante das experiências vivenciadas no cenário educacional em razão da necessidade de mitigar a transmissão do coronavírus, torna-se essencial, como salienta Román (2020, p. 38) repensar os papéis dos atores envolvidos no processo de formação do estudante do ensino superior, “transformando nossas limitações em pontos fortes e apropriando-se de cada uma de nossas responsabilidades”. É necessário refletir acerca da experiência vivenciada, reconhecer “como foram as circunstâncias pré-Covid, como a transição foi vivida, e o que caracteriza os cenários pós-Covid que devem ser desenvolvidos em conjunto” (CASILLAS; RODRÍGUEZ, 2020, p. 117). Como salienta Cuevas de la Garza (2020, p. 288), deve-se “aproveitar o abalo para repensar nossos propósitos essenciais e permanecer abertos às transformações, não apenas forçadas pelo meio ambiente, mas baseadas em processos lentos, reflexivos e, ao mesmo tempo, corajosos [...] reconhecendo as conquistas e limitações de nosso trabalho”.

Bakker, Cai e Zenger (2021, p. 14) ressaltam, referindo-se ao Ensino Superior de maneira geral, que se deve aproveitar os aprendizados como uma “oportunidade de estabelecer um ‘novo normal’ mais equitativo, em vez de uma reversão para o normal antigo”. Os autores do presente capítulo ratificam essa indicação também no contexto específico do ensino e da aprendizagem, no âmbito dos cursos de Engenharia, de CbM. Com efeito, corrobora-se a reflexão proposta por Salmi (2020, p. 12), para quem “a principal questão é se a maioria das instituições está satisfeita com o retorno ao ‘normal’, ou se elas irão abraçar e implementar amplamente algumas das práticas perturbadoras que implementaram durante a pandemia” e, no caso brasileiro complementando a ponderação do autor, atualizar os currículos adequando-os às mudanças que estão ocorrendo no país. Como bem destaca Rizvi (2020, p. 32), “não há volta ao ‘velho normal’ [...] são necessárias soluções criativas para resolver os desafios emergentes. [...] mesmo que pudéssemos voltar ao velho normal, não deveríamos”.

Em síntese, “espera-se que nada volte a ser o mesmo, uma vez que a maré passe... ou pelo menos é isso que muitos de nós esperamos. E, tal como se espera que o mundo mude, a educação é chamada a fazer o mesmo” (BARRÓN, 2020, p. 66). No caso específico da Educação em Engenharia, Lerena (2020, p. 22), questiona: “muito se diz em todas as esferas da sociedade sobre a possibilidade de uma ‘nova normalidade’ pós-pandêmica, onde o mundo que sabíamos não voltará. E o sistema educativo de Engenharia voltará às suas práticas anteriores? Ou será capaz de capitalizar as conquistas obtidas?”.

Estudos realizados por pesquisadores de diferentes lugares do mundo, como, por exemplo, o de Román (2020), indicam como pontos positivos da experiência que tem sido vivenciada desde o início da pandemia, dentre outros aspectos, na visão dos estudantes do Ensino Superior e que podem ser particularizadas aos dos cursos de Engenharia, o desenvolvimento, ainda que compelidos, de: (i) melhor organização e gestão do tempo; (ii) autodidatismo e autonomia para estudar, buscar mais informações sobre o que está sendo estudado; (iii) responsabilidade com tempo a ser dedicado às aulas virtuais. Os estudantes também viram com bons olhos a disponibilidade das aulas que foram registradas nas plataformas digitais (KOWALSKI; ERCK; ENRIQUEZ, 2020) o que lhes permitiu buscar novas estratégias de aprendizagem (GUZMÁN; GRANADOS, 2020).

Os professores, por sua vez, salientam “ter desenvolvido competências digitais, estratégias didáticas contextualizadas à natureza das aulas virtuais, habilidades organizacionais, socioemocionais e de comunicação eficaz” (ROMÁN, 2020, p. 32). Costa (2020, p. 18), por sua vez, salienta avanços também em relação aos materiais didáticos empregados: “os professores, em sua maioria, estão utilizando os vídeos e diversificando os materiais disponibilizados, além de produzir mais material próprio”. Para Salmi (2020),

[...] a presente crise tem sido uma grande oportunidade para aumentar as inovações que permitem um modo de ensino mais ativo, interativo e experiencial que poucas instituições de ensino superior haviam tentado antes da pandemia (SALMI, 2020, p. 64).

Segundo o autor, em muitas instituições a pandemia trouxe para o protagonismo abordagens de ensino focadas no estudante, como: “o aprendizado baseado em problemas, o autoaprendizado, o aprendizado entre pares, em equipes, a sala de aula invertida e o uso de simulações e jogos” (p. 64). Em resumo, a situação emergencial ocasionada pela Covid-19 proporcionou

[...] às universidades uma oportunidade de experimentar novas abordagens no contexto de reflexões sobre os objetivos básicos do Ensino Superior, e como poderia ser possível colocar os estudantes no centro dos processos pedagógicos (RIZVI, 2020, p. 33).

De um modo geral, essas mudanças, impulsionadas pela pandemia, vão na direção do que é proposto nas novas DCN dos cursos de Engenharia.

Para Lerena (2020, p.22), o cenário adverso acabou oportunizando a alguns docentes do Ensino Superior a implementação de modificações nas quais “já vinham pensando há algum tempo, mas que tinham sido sempre adiadas por alguma razão”. Outros “recorreram à criatividade, revendo os objetivos da avaliação, criando e recriando outros tipos de práticas na avaliação, que podem até ser úteis no futuro, para pensar em um outro modelo de educação em Engenharia”.

Fazendo referência ao contexto argentino, Kowalski, Erck e Enriquez (2020) salientam que a pandemia contribuiu para uma mudança genuína do paradigma da educação geral na formação do engenheiro, especialmente no que se refere à adoção de práticas docentes orientadas para o desenvolvimento de competências e do ensino centrado nos estudantes. De maneira geral,

[...] em relação aos novos paradigmas de educação, a pandemia tornou possível a criação de modelos educacionais que promovem autonomia, inovação, que facilitam a constituição de comunidades de aprendizagem e o trabalho colaborativo em rede, e este é certamente um dos aspectos que mais irão prosperar (LERENA, 2020, p. 27).

Pode-se dizer, portanto, que a pandemia abriu alguns novos caminhos para o Ensino Superior, para os cursos de Engenharia e para os processos de ensino e de aprendizagem de CbM nestas graduações. No entanto, assim como ocorria nos caminhos que as pessoas estavam acostumadas a trilhar, nestes novos abertos por essa situação tão desafiadora, há inúmeras dificuldades a serem superadas.

A súbita mudança do ensino da modalidade presencial para uma modalidade remota emergencial não foi recebida de maneira positiva por grande parte dos estudantes universitários e uma das razões para isso é o fato de que “o conteúdo oferecido nunca foi projetado dentro da estrutura de um curso de Educação Superior à distância, mas sim tenta compensar a ausência de aulas presenciais com aulas virtuais sem muita preparação prévia” (ROMÁN, 2020, p. 16). As aulas passaram a ser remotas, mas, em geral, “sem perder as formas típicas de aulas presenciais: sincronização do espaço-tempo, atividades e *feedback*, horários rígidos e o mesmo número de conteúdos” (p. 17). Além disso, Casillas e Rodríguez (2020, p. 91) a este respeito afirmam que o que foi implementado “no contexto da pandemia, foi uma abordagem de ensino em vez de aprendizagem, algo remoto em vez de virtual ou híbrido, algo emergente em vez de planejado e acordado”. Em relação especificamente aos cursos de graduação em Engenharia, Santos et al.

(2020) analisaram a experiência de ensino remoto de sete disciplinas de cursos de Engenharia de uma universidade pública e, em síntese, perceberam que a abordagem pedagógica dos conteúdos não mudou muito em relação ao que seria feito no contexto de aulas presenciais.

Um aspecto que tem se constituído como grande desafio nesse contexto de aulas virtuais é a qualidade de interação com os discentes, uma vez que “enquanto em uma sala de aula o professor tem o imediatismo da comunicação com seus alunos, em uma aula remota a interação depende de conexões, velocidade de transmissão de dados, qualidade de vídeo e áudio” (CASTILLO, 2020, p. 346). Para Caligaris et al. (2020, p. 67), “o acompanhamento mediado pelo não presencial é mais complexo e exige outras modalidades de trabalho diferentes daquelas a que os professores estavam acostumados”. Como afirmam Kowalski, Erck e Enriquez (2020), o fato de os estudantes estarem atrás de uma tela, muitas vezes, “tende a isolá-los mais, não ligam as suas câmaras e a interação com o professor é a menor possível, como se estivessem assistindo a uma série ou a um filme (p. 49). Biotto e Serra (2020) perceberam que as ferramentas de comunicação remota e de interação, aplicadas em aulas síncronas, cumpriram um importante papel em conectar estudantes e professores. No entanto, constatam que isso não foi suficiente para manter a motivação dos estudantes, que ainda estavam se adaptando ao distanciamento social.

Há ainda desafios associados à utilização educacional de recursos digitais. Segundo Fleischmann et al. (2021), “materiais de aprendizagem adequados devem ser identificados e critérios confiáveis para analisar a qualidade desses materiais devem estar disponíveis” (p. 9). Além disso, os autores afirmam que o uso de mídias – como vídeos, por exemplo – na condição de consumidores pode levar os estudantes “a uma ‘ilusão de compreensão’ [...] o que não permite necessariamente que pensem a respeito dos problemas por si mesmos e eles próprios os resolvam (FLEISCHMANN et al., 2021, p. 9).

Outro aspecto relevante é a predominância de aulas expositivas e de avaliações baseadas majoritariamente em exames presenciais nos cursos tradicionais de Engenharia, “características de difícil implementação no ensino remoto, quando não impossível, como o caso da realização de exames presenciais” (COSTA, 2020, p. 2).

Diante dos obstáculos que surgiram nos caminhos abertos pela crise ocasionada pela pandemia, diferentes autores (KOWALSKI; ERCK; ENRIQUEZ, 2020, BAKKER; CAI; ZENGER, 2021, ROMÁN, 2020, PARK et al., 2020, BARRÓN, 2020, RADINA; BALAKINA, 2021, QADIR; AL-FUQAHA, 2020, LERENA et al., 2020, AGUDELO; ROLDÁN, 2020, CHEHAIBAR, 2020, COSTA, 2020, CASTILLO, 2020, SALMI, 2020, RIZVI, 2020, GIMENO; GÓMEZ, QUINTANA, 2020, GUZMÁN;

GRANADOS, 2020) explicitam que algumas questões se impõem como urgentes na Educação em Engenharia e especialmente nos processos de ensino e de aprendizagem de CbM nesses cursos.

Explicitar elementos que forneçam subsídios para pensar em respostas para algumas questões emergentes relacionadas a este contexto no “novo normal” é o objetivo central desse capítulo, redigido a partir de textos elaborados por seus autores como catalizadores para reflexões, também incorporadas no capítulo, realizadas no espaço coletivo de debates em que se constituiu a sessão dirigida que o originou. Tais reflexões estão diretamente relacionadas aos seguintes aspectos: (i) a adaptabilidade do corpo docente ao ser surpreendido pela pandemia e as ferramentas mais usadas para a continuidade das aulas a partir de então; (ii) a implementação de novas estratégias didáticas, contemplando a produção, tanto por professores quanto por estudantes, de diferentes tipos de materiais; (iii) as percepções de estudantes acerca das práticas de avaliação, a importância de *feedback* e as formas mais assertivas para realizá-lo; (iv) a internacionalização em casa como uma estratégia reforçada pela pandemia para o desenvolvimento de competências globais e interculturais dos estudantes, sem que necessitem sair de suas casas ou dos *campi* de suas IES de origem; e, finalmente, (iv) a necessidade de uma reflexão crítica sobre a relação existente entre as práticas pedagógicas de um docente e as suas concepções epistemológicas, ou seja, o que cada docente entende por aprendizagem, por como o ser humano aprende e como participa do processo de ensino visando a aprendizagem de seus estudantes.

Intenta-se, com as considerações tecidas ao longo deste capítulo, apresentar o posicionamento e as preocupações de seus autores – um coletivo de docentes e pesquisadores de diferentes IES do país e que também são integrantes do Grupo de Trabalho Ciências Básicas e Matemática na Engenharia (vinculado à Associação Brasileira de Educação em Engenharia) – em relação às perspectivas que estes consideram fundamentais de serem debatidas na esfera dos processos de ensino e de aprendizagem de CbM em cursos de Engenharia.

2 A DECLARAÇÃO DE PANDEMIA E A ADAPTAÇÃO AOS NOVOS RECURSOS E AMBIENTES DE APRENDIZAGEM

No dia 11 de março de 2020, praticamente três meses após o primeiro caso da síndrome respiratória provocada pelo vírus que passou a ser chamado de novo coronavírus, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou que a situação até então considerada uma epidemia havia adquirido a força de uma pandemia. A partir desta data, em todo o mundo, escolas e IES passaram a fechar e migrar suas atividades

acadêmicas para a modalidade que, no decorrer da crise sanitária, recebeu, como pontuam Casillas e Rodríguez (2020), Moreira, Henriques e Barros (2020) e Biotto e Serra (2020), o nome de Ensino Remoto Emergencial (ERE) e que, como ressalta Castillo (2020), não é sinônimo de educação a distância (EaD).

Uma das principais características do ERE é o fato de haver um número maior de atividades síncronas, aproximando-se do encontro presencial, devendo o docente da disciplina estar disponível de forma temporal para realização das aulas que, em geral, acontecem por meio de *web* conferências, com horário marcado e transmissão *online*. Ainda que na maioria dos casos com menor intensidade, são contempladas também atividades assíncronas, que permitem aos indivíduos desenvolverem o aprendizado de acordo com o seu tempo, horário e local disponíveis. Os fóruns são exemplos deste tipo de atividade e constituem-se como espaços para debates de temas relevantes aos alunos. Além disso, a maioria das plataformas que hospedam os ambientes virtuais de aprendizagem permitem que as aulas síncronas sejam gravadas e possam ser acessadas pelos estudantes de forma atemporal e predominantemente autoinstrucional.

Evidentemente os cursos de Engenharia e os processos de ensino e aprendizagem de CbM nestas graduações também foram atingidos e tornaram-se, imediatamente, objetos de reflexão. Em um curto período temporal, as aulas presenciais, os laboratórios e os espaços para os projetos precisaram ser substituídos por ambientes virtuais por meio dos quais passaram a ser realizadas atividades síncronas ou assíncronas.

Neste processo, dada a celeridade da mudança, “os professores universitários tiveram que se contentar com uma rápida transferência da abordagem presencial para uma abordagem remota, sem outros elementos além de suas experiências, alguns conselhos de colegas e indicações institucionais” (CASILLAS; RODRÍGUEZ, 2020, p. 91). A reflexão de Salmi (2020) corrobora essa percepção, ao afirmar que poucas IES conseguiram preparar seus corpos docente e discente, apesar de a maioria das instituições de ensino terem se estruturado para garantir, de forma efetiva, a manutenção de suas atividades letivas. Embora, evidentemente, como ressaltam Santos et al. (2020), a falta de capacitação docente afete negativamente a efetividade dos processos de ensino e de aprendizagem, o corpo docente colaborativamente, se adaptou, de forma a contribuir para a construção do conhecimento nos cursos de Engenharias, o que exigiu dos professores, na migração para o ERE, uma rápida adaptação aos novos recursos e ambientes de aprendizagem, impulsionando novas descobertas em relação a diferentes recursos tecnológicos.

Para Lerena et al. (2020), o corpo docente das universidades da América Latina fez uma verdadeira revolução para poder se adaptar em tão pouco tempo às novas condições de trabalhos impostas pela pandemia. Apesar de terem sido pegos de surpresa pela crise sanitária, os professores assumiram a responsabilidade de oferecer disciplinas de forma remota – muitas vezes sem sequer conhecerem seus estudantes – preocupados em escolher os meios digitais mais favoráveis para mantê-los interessados em aprender (FLEISCHMANN et al., 2021) e esperançosos de que em breve estariam adaptados às novas circunstâncias.

Os estudantes, por sua vez, precisaram vencer algumas dificuldades tecnológicas, uma vez que da mesma forma que Barrón (2020) menciona em relação ao México, no Brasil parte da população tem dificuldade na aquisição de computadores e no acesso à internet, o que, no início da implementação do ERE poderia dificultar o acompanhamento efetivo das atividades, em especial, as aulas síncronas. Neste sentido, ações desenvolvidas por algumas instituições visando oferecer aos estudantes, com real necessidade, auxílios extraordinários para a inclusão digital, como empréstimos de *notebooks* e oferecimento de pacotes de dados para acesso à internet foram essenciais.

A seguir, apresenta-se uma discussão mais detalhada de alguns aspectos relativos à adaptação dos docentes e dos discentes ao ERE.

2.1 Desafios docentes e convergência entre tecnologias e educação: busca por novos aplicativos, materiais e canais de comunicação

Com o objetivo de capturar a adaptabilidade do corpo docente ao novo modelo de ensino durante a pandemia, foi realizada por alguns dos autores deste capítulo, no primeiro semestre de 2020, uma pesquisa básica pura e explicativa, na acepção de Gil (2010). A instituição selecionada para análise, a Universidade Estácio de Sá – UNESA, é uma instituição privada de ensino na cidade de Resende, no Estado do Rio de Janeiro, na qual são ofertados os cursos de Engenharia Civil, Mecânica e de Produção, em que atuam nove professores, sendo quatro deles sujeitos da pesquisa.

A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário composto por 16 perguntas, sendo 15 de múltipla escolha e uma de resposta aberta. A pesquisa foi estruturada com o auxílio do *Google Forms* e distribuída por *e-mail* para todos os professores da unidade. Também por essa via, todos os docentes que se dispuseram a responder ao questionário tomaram ciência do Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE). As perguntas que constituíram o questionário diziam

respeito à estrutura utilizada pelos docentes e o domínio de tecnologias para a realização das aulas remotas.

Realizou-se então uma Análise Textual Discursiva a partir do conjunto de dados obtidos para, em seguida, construir-se um texto interpretativo traduzindo as análises elaboradas, que revelam, primeiramente, que 100% dos respondentes têm acesso à internet e 71% possuem conexão sem restrição de dados e com boa qualidade de conexão, realidade que possibilita ao professor a utilização de outras ferramentas tecnológicas agregadas à plataforma utilizada para as aulas remotas (no caso da IES em tela o *Microsoft Teams*).

Em relação aos aplicativos a que recorreram os respondentes em suas aulas, o *GeoGebra* (*software* dinâmico de Matemática, para todos os níveis de ensino, que reúne Geometria, Álgebra, planilha de cálculo, gráficos, Probabilidade, Estatística e cálculos simbólicos) foi utilizado por 20% dos professores. Por sua vez, no que diz respeito às plataformas de quadro colaborativo *online* que permitem que equipes trabalhem em conjunto, as utilizadas foram *Microsoft Whiteboard* por 20% e *Miro* por 10%. Por fim, 20% dos sujeitos da pesquisa utilizaram o *Mentimeter*, recurso digital para criar interações em tempo real, como enquetes, nuvem de palavras ou coleta de perguntas e respostas.

Em relação aos tipos de materiais disponibilizados pelos docentes para que os alunos estudassem, identificou-se que a maior parte deles recorreu a apresentações em *PowerPoint*. Outro aspecto iluminado pelo conjunto de dados coletados é o tempo dedicado à adaptação da disciplina do contexto presencial para o do ensino remoto. A análise realizada revela que mais de 57% dos docentes levaram acima de 3 horas semanais para fazer a adaptação das atividades para o ensino remoto. Um dos professores que responderam ao questionário afirma que “o preparo da aula precisou ser modificado para poder facilitar o entendimento (dos estudantes). (Foi necessário recorrer à uma) apresentação mais direta com quantidade maior de exercícios”. Outro docente ressalta que o “preparo das aulas foi realmente árduo, pois utilizo muito (o) quadro e não possuo aplicativos ou nenhum outro *gadget* para auxiliar (no desenvolvimento da) aula”.

A análise das respostas dos sujeitos da pesquisa revela que, no intuito de atender aos estudantes que possuíam pacotes limitados de acesso à internet e objetivando também auxiliar todos os discentes no processo de transição para o ERE, diversos canais de comunicação foram promovidos pela instituição na qual a investigação foi realizada e os professores utilizaram diversas plataformas para estabelecer o contato com o aluno. Um dos respondentes destaca, por exemplo, que conversou “com cada aluno a respeito do processo a ser utilizado, e como faria a avaliação. É importante conversar individualmente, com aluno

principalmente, quando um deles não participa da aula ou falta”. Dos professores participantes do estudo, 54% utilizaram a plataforma *Teams* para manter o vínculo pedagógico e orientar os estudantes em diversas questões, 23% utilizaram o *WhatsApp*, 15% ligações por celular e 8% utilizaram outras mídias.

Evidenciou-se que, de forma geral, os professores consideraram que as interações promovidas colaboraram para o apoio emocional que o aluno demandava nesse período. A interação com os estudantes foi classificada como efetiva por 83,3% do corpo docente respondente, professores estes que se apresentam satisfeitos com o ensino remoto. Os docentes perceberam que foi possível estabelecer de fato uma conexão com o estudante apesar de o contato ter se dado apenas de maneira remota. Um dos professores comenta que “foi desafiador, mas vi que foi possível ministrar conteúdos com qualidade e interação (mesmo com o contato apenas de forma remota)”.

Em síntese, na IES que se constitui como *lócus* da pesquisa desenvolvida, salientou-se a adaptabilidade do corpo docente das Engenharias frente às aulas no ERE, sendo esta evidenciada: pela busca por aplicativos e ferramentas digitais visando ter uma maior interação com os alunos; pela dedicação de um tempo considerável para fazer as adaptações necessárias nas aulas que já estavam planejadas para serem ministradas presencialmente, mas tiveram que ser alteradas para o contexto remoto; e pela diversificação dos canais de comunicação com os estudantes de forma a levar em consideração as diversas realidades relacionadas aos pacotes de dados para acesso à Internet pelos alunos, o que possibilitou, inclusive, o apoio emocional necessário aos discentes, tendo em vista os impactos econômicos, sociais e emocionais da pandemia de Covid-19.

2.2 A produção de vídeos pelos estudantes: uma adaptação em relação ao tipo de tarefa solicitada

Outro exemplo de adaptação institucional e do corpo docente pode ser observado na IES pública localizada no Estado do Mato Grosso em que lecionam dois dos autores deste capítulo: a Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT. Conforme relatam, em março de 2020, as aulas presenciais foram suspensas cinco semanas após o início do período letivo. Depois de ouvir os colegiados, a gestão da instituição optou por oferecer três semestres especiais, que receberam o nome de “Período letivo suplementar excepcional (PLSE)” de seis semanas cada, nos quais cada aluno poderia escolher, entre as disciplinas ofertadas por qualquer um dos treze *campi* da Universidade, até três disciplinas de seu curso de graduação, uma vez que as aulas seriam remotas.

Para a oferta destas disciplinas, a IES antecipou a implantação do Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA), fundamental para a oferta das aulas remotas pela facilidade de gerenciamento das atividades. Convém pontuar que a referida instituição tem experiência com a educação a distância desde a década de 1990 e que boa parte dos professores já havia trabalhado nesta modalidade de ensino em função dos convênios estabelecidos pela IES com o Sistema Universidade Aberta do Brasil (UAB) desde 2008. Nesse sentido, foi possível, neste primeiro semestre de ERE, apresentar as aulas gravadas na plataforma SIGAA, que os estudantes assistiam, de forma assíncrona, nos horários e locais que lhes fossem mais convenientes, e oferecer também uma aula síncrona por semana a fim de manter o diálogo com as turmas e acompanhar mais de perto a aprendizagem dos alunos.

As disciplinas de Física para o curso de Engenharia Civil foram ofertadas nos três semestres especiais no ambiente SIGAA, que serviu como Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) com atividades assíncronas, vídeos explicativos e desafios aos alunos para que conseguissem manter o ritmo de estudos. As aulas foram gravadas, editadas e os alunos as acessavam via AVA. Os encontros síncronos foram realizados pela plataforma *Google Meet*, e posteriormente compartilhados no *YouTube*, tendo seus *links* disponibilizados aos discentes no ambiente virtual.

Para as aulas síncronas, recorreu-se preferencialmente à metodologia *Sala de Aula Invertida (Flipped Classroom)*, na qual, segundo Valente (2014), o discente, a partir de material disponibilizado pelo professor, estuda antecipadamente o conteúdo que será trabalhado em sala de aula (ou, no caso do ERE, durante a aula síncrona), passando esta a ser “o lugar de aprender ativamente, realizando atividades de resolução de problemas ou projetos, discussões, laboratórios etc., com o apoio do professor e colaborativamente dos colegas” (VALENTE, 2014, p. 79). Os docentes consideram que as aulas conduzidas por meio desta estratégia metodológica oportunizaram melhores resultados em termos de dialogicidade e aproveitamento acadêmico em comparação com aulas síncronas sem preparação prévia dos discentes. As aulas foram desenvolvidas conforme o cronograma planejado e a maioria dos alunos participou nas aulas semanais síncronas, que duravam em torno de uma hora.

A adaptação, em termos de estratégia pedagógica, de maior destaque nesta iniciativa foi a solicitação de que, como parte das tarefas que deveriam cumprir, os estudantes, em pequenos grupos ou individualmente, gravassem vídeos explicativos sobre os conteúdos trabalhados em cada caso. Nos vídeos produzidos, em geral, em uma primeira parte, os alunos descreviam aspectos de natureza teórica

relativos ao conteúdo em foco para, em uma segunda parte, dedicarem-se às aplicações discutidas. Após serem gravados pelos estudantes, os vídeos eram postados em um canal do *YouTube* e o *link* de acesso era enviado ao professor como resposta à tarefa solicitada no AVA.

Os vídeos elaborados surpreenderam positivamente o corpo docente; os alunos tiveram facilidade com as tecnologias. Mesmo os estudantes que durante as aulas presenciais permaneciam quietos e pouco participativos, ao produzirem os vídeos, mostraram-se ativos e criativos.

Como apontou a pesquisa realizada junto a docentes de uma IES privada sul-fluminense apresentada na seção anterior, também nesta experiência ocorrida em uma IES pública do Mato Grosso, houve um significativo aumento no volume de trabalho: acompanhar os vídeos produzidos, preparar as aulas, gravar, regravar, ler e responder as mensagens sobrecarregou professores e alunos, tanto pelas horas de atividades dispensadas para as aulas síncronas como pela realização, de modo assíncrono, de diferentes trabalhos. De qualquer modo, é importante ressaltar que foi possível perceber que o trabalho do corpo docente foi reconhecido pelos alunos, que desenvolveram as atividades de forma comprometida, superando as expectativas dos professores.

Nesse cenário de virtualização das aulas, pensar e implementar práticas avaliativas surge como um dos desafios relevantes à docência. É a respeito deste aspecto que se discute na próxima seção.

3 NO CONTEXTO DO REMOTO, AVALIOU-SE PARA AS APRENDIZAGENS?

Em pesquisa realizada na universidade comunitária em que atuam no Estado do Rio Grande do Sul – a Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES – quatro autoras deste capítulo refletiram acerca das práticas de avaliação desenvolvidas por professoras de Cálculo e de Física, em contextos de ERE. Tais disciplinas fazem parte das matrizes curriculares dos cursos de Engenharia ofertados pela instituição em que a investigação foi desenvolvida. O objetivo do estudo realizado foi examinar as percepções de estudantes destas disciplinas sobre as práticas de avaliação que consideram mais eficientes para fornecer *feedbacks* ao professor e quais as justificativas que apresentam.

Do ponto de vista teórico, o grupo de professoras que conduziu o estudo assume uma concepção de avaliação convergente com a noção de avaliar para as aprendizagens (BORRALHO; LUCENA; BRITO, 2015), considerando, portanto, que a avaliação tem um papel na autorregulação das aprendizagens. Nesse sentido, a pesquisa realizada também

almejou analisar em que medida essa concepção se concretiza nas práticas avaliativas implementadas e na forma como os estudantes as percebem.

Em uma perspectiva sistêmica e integralizadora, espera-se que a avaliação possa prover *feedbacks* tanto para estudantes quanto para professores. Aos primeiros, os *feedbacks* fornecem subsídios para que os estudantes efetivamente acompanhem e monitorem seu desenvolvimento, convergindo para uma concepção de avaliação para as aprendizagens (BORRALHO; LUCENA; BRITO, 2015, IRALA; BLASS; JUNQUEIRA, 2021).

Em particular, Borralho, Lucena e Brito (2015, p.16) argumentam que, em contextos escolares, “é usual a avaliação estar associada à medida da diferença entre aquilo que o professor ensina e o que o aluno aprende”. Ainda para os autores, essa associação acaba por induzir a ideia da necessidade de uma congruência entre o que se ensina e o que o aluno aprende, “preferencialmente via instrumento pontual a ser utilizado em calendário específico” (Idem, p.16) com a expectativa de que “os resultados expressem os modelos dados pelo professor” (ibidem, p.16). Assim:

[...] não há consideração dos processos de aprendizagens que explicitam as maneiras como os alunos têm aprendido. Se os alunos erram isso significa que não estudaram com suficiência, indica que não aprenderam e esse insucesso é tão somente de responsabilidade desses alunos. A Avaliação como congruência fortalece práticas de classificações, seleções e certificações (BORRALHO; LUCENA; BRITO, 2015, p.17).

Os autores seguem com suas argumentações explicitando que, no campo da Matemática, as ideias acima descritas são mais disseminadas. No entanto, também apontam que há outra ideia de avaliação que a compreende como verificação de parâmetros, de diagnóstico quanto ao tipo de desempenho do estudante, ou seja, avaliação como interpretação. Nesse referencial, “entendemos que o aluno elabora seus conhecimentos a partir da interação com suas aprendizagens” (Idem, p.17).

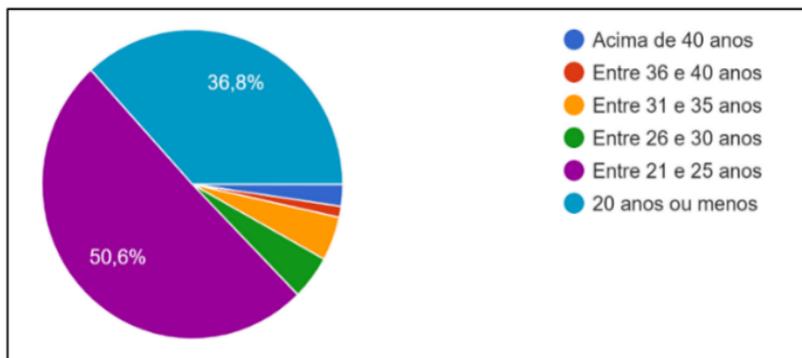
Por fim, cabe também evidenciar que a concepção de interpretar e diagnosticar - com a premissa de acompanhar as dificuldades e os avanços dos estudantes - permite pensar na “regulação das aprendizagens” (Ibidem, p.17), interessando “mais saber como os alunos pensam e menos se apresentam resultados corretos”. Nessa perspectiva, o erro é visto como fundamental para que análises interpretativas possam ser efetivadas, tanto por parte do professor, quanto dos estudantes. Aqui, os *feedbacks* têm papel central.

Aos professores, os *feedbacks* que eles obtêm por meio de diferentes estratégias ou artefatos avaliativos asseguram indicadores para tomadas de decisão e retroalimentação da prática pedagógica (SANTO; LUZ, 2012). Concebida como componente intrínseco e integrado ao ato educativo, um dos papéis da avaliação consiste em influenciar no planejamento e na qualificação do trabalho docente (CAZZANELLI et al., 2020).

O estudo realizado pelas autoras nas IES gaúcha teve abordagem qualitativa na acepção de Yin (2016). Os sujeitos de pesquisa foram 85 estudantes matriculados nas disciplinas de Cálculo ou Física nos cursos de Engenharia ofertados pela instituição. A partir de um questionário *online* respondido de forma anônima e voluntária, a convite das professoras pesquisadoras, foram coletados dados acerca das percepções dos sujeitos sobre práticas de avaliação e suas respectivas relevâncias para *feedbacks* sobre as aprendizagens. O questionário foi composto por sete questões, sendo três objetivas e quatro descritivas e a aplicação ocorreu próximo ao final do primeiro semestre letivo de 2021.

Por meio do gráfico apresentado na Figura 1, evidencia-se que quanto à faixa etária dos respondentes, a maioria tem até 25 anos (87,4%).

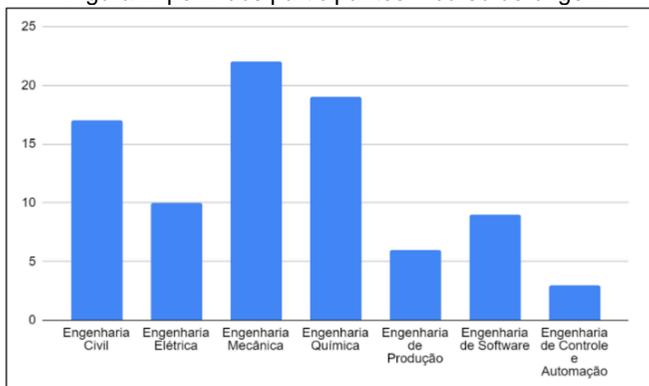
Figura 1: perfil dos participantes – faixa etária



Fonte: elaboração própria

Quanto aos cursos de origem dos respondentes, predominam estudantes de Engenharia Mecânica (22), Química (19) e Civil (17), como ilustrado por meio do gráfico na Figura 2.

Figura 2: perfil dos participantes – curso de origem



Fonte: elaboração própria

No estudo destacado nesta seção, das sete questões que compuseram o questionário somente duas descritivas são analisadas, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: questões analisadas

Questão 1: Quais são as práticas de avaliação utilizadas com mais frequência por seus professores de Matemática e Física nas aulas remotas?

Questão 3: Na sua opinião, quais tarefas avaliativas são mais eficazes para fornecer <i>feedback</i> sobre sua aprendizagem ao professor? Comente.
--

Fonte: elaboração própria

A questão 1 visou mapear os principais instrumentos de avaliação utilizados durante as aulas remotas e síncronas. Entende-se que essa visão é importante para refletir sobre os instrumentos de avaliação mais comumente utilizados pelos professores da área de formação básica em Engenharia e em que medida esses instrumentos possibilitam processos avaliativos focados nas aprendizagens. Já a opção pela questão 3 converge para o objetivo do estudo, que é examinar as percepções dos estudantes sobre a relevância dos principais instrumentos de avaliação adotados em aulas remotas de Física ou Cálculo para prover *feedbacks*.

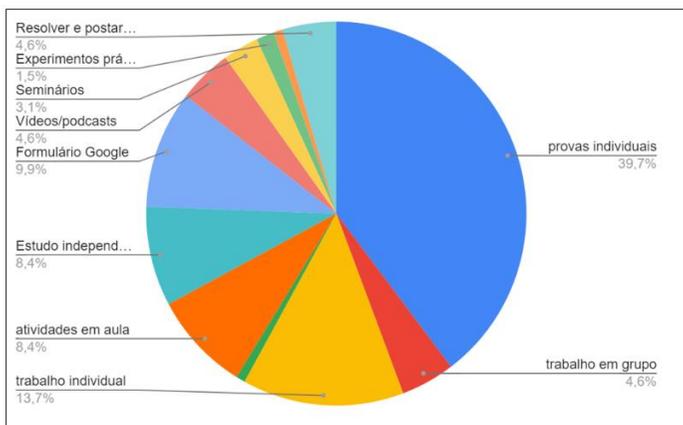
Na análise dos dados, as percepções dos estudantes que responderam ao questionário foram cotejadas com as premissas teóricas assumidas no campo da avaliação, segundo uma perspectiva de avaliar para aprender, favorecendo reflexões relevantes sobre as práticas avaliativas concretas, em suas potencialidades e fragilidades.

No que tange à questão 1, os participantes, de forma espontânea, citaram diversos instrumentos ou práticas de avaliação. Provas (52 menções) e trabalhos (incluindo em grupos, individuais ou sem especificar) (25 menções) foram as práticas mais lembradas. Sobre os trabalhos, é relevante mencionar que os respondentes não especificaram

temáticas, ou a natureza – teórica, prática, aplicada etc. -, evidenciando, portanto, uma categoria genérica que parece incluir uma diversidade de propostas avaliativas. Outro aspecto identificado no levantamento é a referência aos Formulários Google (13) como prática avaliativa. Poder-se-ia supor que é mais provável que os formulários fossem usados para a aplicação de provas, o que aumentaria ainda mais a hegemonia desse instrumento. Porém, não se pode afirmar *a priori*, sem uma investigação mais cuidadosa a este respeito, que foram utilizados com esse fim. Sobre os Estudos Independentes, apontados por 11 participantes, cabe mencionar que se trata de uma unidade curricular vigente em todos os cursos da instituição, implementada em uma reformulação curricular recente. Correspondem a 20 h na integralização de carga horária de componentes de 80 h, e a 10 h em componentes de 40 h, sendo estudos desenvolvidos em horários extraclasse. Segundo resolução acadêmica, estes são propostos pelo professor, devendo ser computados para fins de avaliação e de controle de frequência.

Por meio do gráfico presente na Figura 3, é apresentada a distribuição das respostas dos estudantes. Como um mesmo participante pode ter mencionado mais de um instrumento de avaliação, o número de respostas ultrapassa 85 (quantidade de respondentes).

Figura 3: práticas de avaliação mais recorrentes em aulas remotas de Cálculo e de Física



Fonte: elaboração própria

Em relação à Questão 3, as respostas apontam as provas como a forma mais eficaz de *feedback* aos professores, seguidos de trabalhos, individuais ou em grupos. Um fator que pode estar ligado a essa percepção é o condicionamento de estudantes (e professores) a uma

cultura de avaliação com foco em aferição de notas (BOLDARINE; BARBOSA; ANÍBAL, 2017; DUARTE, 2015). Sob essa ótica, a prova é tida como um dos instrumentos (pretensamente) mais objetivos e confiáveis, a qual o aluno geralmente responde sem apoio de quaisquer materiais ou recursos e, portanto, seria a forma mais fidedigna para mensurar o desempenho e as aprendizagens dos estudantes. Um aspecto que merece destaque diz respeito ao percentual de 33% dos alunos que cita as provas como um instrumento assertivo para *feedback*, em comparação com o uso da prova, mencionada 52 vezes na Questão 1.

Também é essencial frisar que, nas justificativas, vários estudantes afirmaram que a correção das atividades é de extrema importância para o professor entender a situação de aprendizado, pois é possível identificar como e em quais aspectos os estudantes erraram.

Em relação às justificativas sobre a eficiência para dar *feedback*, a análise revelou que são evocados diferentes argumentos. No caso das provas, parte dos estudantes entende que elas facilitam o andamento do processo de aprendizagem, pois demandam menos tempo e abrangem mais conteúdo. Nessa ótica, os alunos ponderam que: “uma prova com valor maior torna-se mais fácil de ser desenvolvida do que diversos pequenos trabalhos”; ou “(são) uma forma mais rápida de se analisar a qualidade dos estudos”. Outros complementam esse argumento, afirmando que as provas permitem analisar aspectos que ainda precisam ser melhorados: “podemos saber onde podemos e devemos melhorar”; e “tendem a puxar conteúdos de aulas passadas e agregar matérias de disciplinas já cursadas”. Portanto, é possível perceber que alguns alunos responderam à questão tendo em vista a facilidade do processo, e outros, sua qualidade. Em menor proporção, alguns estudantes entendem as provas realizadas por meio da plataforma de formulários *Google* como sendo as melhores práticas, pois permitem uma melhor organização no processo e mais rapidez no *feedback*.

No que concerne aos trabalhos, houve 20 menções, incluindo trabalhos individuais (9), em duplas (1) ou grupos (2), e apenas trabalhos (8). De modo geral, tanto nos trabalhos individuais, quanto em duplas ou grupos, a justificativa predominante está relacionada ao tempo de envolvimento, que acarretaria um maior aprofundamento dos temas estudados, podendo, desse modo, se avaliar o conhecimento de uma forma mais fidedigna. Nesse sentido, destacam-se algumas manifestações: “(os trabalhos) são pensados para o desenvolvimento tanto criativo quanto lógico.” Em relação especificamente aos trabalhos individuais, um dos respondentes salientou que “ocorre mais empenho e (dedica-se mais) tempo na realização”.

Outros salientaram a apresentação oral de trabalhos ou seminários, como um mecanismo que “sempre deixa bem visível a compreensão do aluno em relação ao assunto”, ou “que demonstra que o estudante realmente tenha aprendido”. Porém, esse conjunto de argumentos foi minoria (4). Nesse ponto, é importante refletir sobre a dinâmica de funcionamento e subjetividades de cada aluno, pois alguns possuem certa dificuldade da oralidade em público, não sendo isso por conta de falta de conhecimento, e sim de questões sociais inerentes ao sujeito. Assim como alguns preferem as atividades de forma individual, pois conseguem estabelecer uma linha de raciocínio contínua, outros têm preferência pelas duplas ou grupos, pois desta forma constrói-se um ambiente de troca de conhecimentos, favorecendo aprendizagens colaborativas.

A resolução de exercícios também foi citada algumas vezes, com menções tanto a exercícios propostos quanto a avaliativos, sendo que um exercício proposto pode ser considerado também como um exercício avaliativo. Alguns alunos afirmam que a atribuição de notas aos “exercícios” resulta em um maior empenho dos indivíduos, argumento que é consistente com a lógica dominante da avaliação, somativa e meritocrática (CAZZANELLI et al., 2020, SANTO; LUZ, 2012).

Junto a uma visão de avaliação como verificação e classificação de desempenhos, a análise também revelou que os estudantes têm uma percepção de que a avaliação deveria subsidiar a tomada de decisão para desenvolver a aprendizagem. Nessa linha, os participantes ressaltam que a resolução de exercícios propostos tanto em casa, quanto em sala de aula, com sua posterior correção pelo professor, pode oportunizar um *feedback* bastante confiável, pois se torna possível aos estudantes saberem onde erraram e, assim, entender como corrigir erros, evidenciando o nível de aprendizado. Ilustra-se esta ideia com a afirmação de um estudante: “os exercícios são úteis pois podem mostrar ao professor como a turma e os alunos estão lidando com o conteúdo atual da disciplina”. Esta declaração é reforçada pela resposta de outro participante, para o qual: “dá ‘pra’ ver bem os erros específicos e dúvidas durante os cálculos visualizados durante os exercícios”.

Das análises das respostas dadas pelos sujeitos da pesquisa também emergiram críticas ao ensino remoto: “se os exercícios dados fossem cobrados pelo professor, sem um aviso prévio, saber-se-ia quem realmente está estudando em casa, e não apenas “copiando” dos colegas nos dias de avaliação”. Nessa situação, emerge novamente a função meritocrática e certificatória da avaliação, revelando um comportamento bastante comum, citado por um respondente: “alguns alunos se dedicam às atividades apenas quando estas compõem parte da avaliação da disciplina”.

A elaboração de memoriais e os *quizzes* de resposta imediata, também foram artefatos avaliativos mencionados, ainda que em menor proporção (3 estudantes). Quanto ao memorial, houve a justificativa de que é possível gravar o conteúdo estudado ao longo de toda a disciplina. Sobre tais artefatos, cabe comentar que *quizzes* são utilizados com frequência nas aulas de Física, com distintos objetivos. A elaboração de *blogs* ou memoriais também foi proposta nessa disciplina, em diferentes semestres e turmas durante a pandemia (GONZATTI, 2021; GONZATTI; DE MAMAN; NEIDE, 2021).

Por fim, uma resposta de apenas um sujeito merece atenção. Na sua visão, nenhuma tarefa realizada durante as aulas remotas foi eficaz para fornecer um *feedback* válido aos professores, afirmando que, em relação às provas realizadas, jamais recebeu alguma “ligação ou mensagem pedindo alguma resposta”. Esse fato expõe um ponto nevrálgico, relativo ao engajamento dos alunos com os estudos.

Em síntese, os resultados da investigação realizada permitem destacar duas ideias expressas pelos estudantes. A primeira delas diz respeito ao entendimento, por parte deles, de visões distintas e complementares acerca da avaliação. Com efeito, alguns alunos evidenciaram ideias em consonância com aspectos atinentes à verificação e classificação, expressos, sobretudo, por notas e índices de aprovação e reprovação, enquanto outros destacaram que os resultados da avaliação podem conduzir a processos que envolvem orientação e mediação como forma de compreender a evolução - ou não - das aprendizagens dos estudantes. Tais ideias estão em aproximação com o que foi verificado nos estudos de Borralho, Lucena e Brito (2015). Outro ponto a ressaltar emerge a partir do que os estudantes salientaram acerca do *feedback* dado pelos professores: os respondentes expressaram que o recebem de distintas formas, reconhecendo a preocupação dos professores na devolutiva das avaliações.

Como destacado até este momento do capítulo, a pandemia trouxe uma série de desafios, como a necessidade de adaptação, por parte de estudantes e de professores, a diferentes ferramentas de ensino, de aprendizagem e de comunicação; e aos tipos de tarefas solicitadas aos discentes e posteriormente analisadas pelos docentes. O contexto de ensino remoto reforçou ainda a importância de refletir acerca dos objetivos das práticas avaliativas e da eficiência destas para fornecer *feedbacks* para os diferentes atores envolvidos no processo educacional. Mas a crise sanitária vivenciada também oportunizou a percepção de possibilidades que, embora já estivessem ao alcance em razão dos recursos tecnológicos, em geral não faziam parte do cenário dos cursos de Engenharia brasileiros. Na próxima seção, salienta-se uma delas: a realização, de modo virtual – e, portanto, sem que os estudantes

precisem sair de seus países ou instituições de origem – de atividades de internacionalização já nas disciplinas de CbM inseridas na formação do engenheiro.

4 A INTERNACIONALIZAÇÃO EM CASA: UMA POSSIBILIDADE NO NOVO NORMAL

Como indica o título deste capítulo, a pandemia de Covid-19 trouxe uma série de dificuldades para a educação mundial, mas também abriu possibilidades para a efetiva implantação de estratégias que há muito tempo poderiam ter sido executadas, mas que foram constantemente postergadas. A este respeito, Cardarello Compiani e López Pérez (2021) destacam que:

[...] a situação pandêmica abriu novos caminhos e oportunidades, utilizando ferramentas de informática de forma mais ágil e ativa para realizar reuniões e atividades que anteriormente dependiam de alguns deslocamentos, não apenas dentro da instituição, mas também com outras instituições parceiras no exterior (CARDARELLO COMPIANI; LÓPEZ PÉREZ, 2021, p. 5).

Entende-se como uma destas oportunidades a introdução de atividades *online* de internacionalização, já nas unidades curriculares de CbM, uma vez que, como ressaltam Rauer et al. (2021, p. 21), “as competências globais são uma exigência-chave no mundo globalizado de hoje, independentemente do ramo, profissão ou localização geográfica”. Tais competências, segundo definido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, na sigla em inglês), estão relacionadas às capacidades de: examinar questões locais, globais e interculturais; compreender e apreciar as percepções e visões de mundo dos outros; engajar-se em interações abertas, efetivas e apropriadas com pessoas de diferentes culturas; e agir em prol do bem-estar coletivo e do desenvolvimento sustentável (OECD, 2020). São fundamentais porque, como argumentam Rauer et al. (2021) a partir das visões de diferentes autores, pelo fato de muitas empresas operarem além de fronteiras nacionais e internacionais, demandam “pessoal capaz de desempenhar suas funções em uma organização multicultural (na qual) a comunicação com clientes, colegas e parceiros de negócios além das fronteiras internacionais é um assunto cotidiano” (RAUER et al., 2021, p. 1).

Torna-se então cada vez mais fundamental formar, desde o início do curso (e, portanto, também nas disciplinas de CbM), engenheiros com perfil internacional que, a partir de Voogt e Roblin (2012) e Stallivieri

(2021), entende-se como sendo profissionais que, entre outras características, comunicam-se bem, dominam diferentes idiomas, são resilientes, criativos, críticos, colaborativos, com apurada consciência global, capazes de transitar em ambientes multiculturais, de atuar em cenários incertos, solucionar problemas, de trabalhar em redes, utilizar Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e de participar de co-criações em ambientes remotos.

Como salientam Rauer et al. (2021), o cenário imposto pela pandemia de Covid-19 expandiu de maneira significativa o número de pessoas trabalhando em equipes virtuais. Os mesmos autores enfatizam que esse tipo de trabalho é uma tendência também em empresas multinacionais, nas quais as equipes são compostas por “membros geograficamente, organizacionalmente e temporalmente dispersos que colaboram por meio de tecnologias de informação e telecomunicações para realizar tarefas conjuntas” (p. 1). É, portanto, essencial que os futuros profissionais, entre os quais os engenheiros, sejam melhor preparados para trabalhar em equipes virtuais, dialogar e compartilhar conhecimentos com pessoas de diferentes lugares (LERENA et al., 2020).

Desta forma, os autores deste capítulo defendem que o uso ainda mais intensivo das TDIC, desencadeado pela pandemia e pela migração para a virtualidade de uma série de atividades acadêmicas, pode oportunizar a inserção, por parte dos docentes de CbM, de atividades de internacionalização que possibilitem aos futuros engenheiros, de forma remota, uma imersão cultural, e conseqüentemente, aprender

[...] a estabelecer contato com pessoas que não conhece, em uma língua estrangeira, por meio de canais de comunicação digital, definir e utilizar ferramentas de colaboração e estabelecer uma estratégia simples de gerenciamento de projetos para trabalhar em uma equipe virtual (RAUER et al. 2021, p. 2).

Esse tipo de atividade de internacionalização possibilita o desenvolvimento, desde o princípio da formação do futuro engenheiro, da competência intercultural, definida por Deardoff (2006, 2017) como citado por Stallivieri (2021, s.p.), “como o processo vitalício de desenvolvimento de conhecimentos, aptidões e atitudes específicas que conduzem a comportamentos e comunicações eficazes e apropriados nas interações interculturais”. Tal competência, segundo Jones (2014, p. 7) “deve certamente ser um atributo de todos os graduados em uma sociedade contemporânea”, o que sinaliza a potencialidade do desenvolvimento dessas atividades de internacionalização já nas

disciplinas de CbM como um possível fator de impacto na empregabilidade dos egressos.

Em sentido amplo, não se faz referência apenas à internacionalização vinculada a um projeto oficial de parceria de IES, mas também a iniciativas específicas de docentes que, na maioria das vezes, desenvolvem algum tipo de colaboração com professores ou pesquisadores de universidades estrangeiras.

Em termos de subsídios teóricos, refere-se à noção de Internacionalização em Casa (IeC), que, segundo Nan e Chang-Chun (2021), foi concebida em 1998, na Universidade de Malmö, na Suécia, no intuito de possibilitar aos estudantes, sem deixar seu país de origem, a vivência de atividades internacionais, de diferentes âmbitos (desde atividades virtuais com participantes de outros países até atividades presenciais, por exemplo, com uma comunidade de imigrantes que se encontra nas proximidades do *campus* em que a atividade é desenvolvida e que possibilite aos universitários uma vivência intercultural).

Neste capítulo, a atenção está focada na IeC relacionada às atividades internacionais possibilitadas pela utilização das TDIC, de forma que, sem haver deslocamento, estudantes de determinado país possam interagir com discentes de outros países, em uma atividade comum organizada didaticamente para este fim.

De acordo com esse pressuposto, inspirados em Nan e Chang-Chun (2021), os autores deste capítulo adotam a seguinte concepção de IeC: atividades e experiências de ensino e de investigação desenvolvidas nas unidades curriculares de CbM nos cursos de Engenharia, por meio do estabelecimento de espaços formativos auxiliados pelas TDIC, visando ao desenvolvimento, por parte dos estudantes, de competências globais e interculturais, oportunizando-os a interagir com pessoas de culturas estrangeiras sem terem de estudar no exterior e, neste contexto de pandemia e provavelmente nos primeiros momentos do novo normal, sem sequer necessitarem sair de suas casas.

No intuito de estreitar parcerias e dar início à proposição desse tipo de atividade em cursos de Engenharia, os autores deste capítulo que lecionam na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP e no Instituto Mauá de Tecnologia – IMT começaram a desenvolver no primeiro semestre de 2021 uma experiência de IeC no contexto da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. Tal iniciativa não está inserida em um âmbito institucional oficial de internacionalização. É fruto de contatos estabelecidos a partir de participações em congressos internacionais de Educação Matemática (no caso dos pesquisadores argentinos envolvidos no projeto) e de visitas técnicas a universidades colombianas e chilenas. Aproveitando o contexto de ensino superior remoto em diferentes países, os professores brasileiros tiveram a

iniciativa de convidar professores argentinos, chilenos e colombianos para juntos elaborarem uma intervenção de ensino reunindo estudantes desses diferentes países que trabalhariam conjuntamente na resolução de um problema da Engenharia.

Realizado o convite e este tendo sido aceito pelos docentes, o grupo foi constituído por três professores argentinos (dois da *Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires – Facultad de Ingeniería: Olavarria* e uma da *Universidad Nacional de Misiones – Facultad de Ingeniería*), quatro brasileiros (uma do Instituto Mauá de Tecnologia e três da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo), uma colombiana (da Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito) e dois chilenos (ambos da Pontifícia Universidad Católica de Valparaíso). A partir de março de 2021, foram realizadas uma série de reuniões virtuais para elaborar a intervenção.

A princípio, a ideia dos docentes brasileiros era trabalhar com uma situação da Engenharia Civil relacionada à análise do movimento de um pórtico, no intuito de revisitar com estudantes ingressantes, em uma disciplina inicial de Cálculo, as funções exponenciais e trigonométricas reais de uma variável real. No entanto, os professores estrangeiros, conhecendo os perfis dos ingressantes nos cursos de Engenharia em seus países, argumentaram que a situação parecia muito complexa para esse público e sugeriram que o problema a ser trabalhado não fosse inerente a uma habilitação específica, mas relacionado a um tema de interesse social, que fosse atual e contemplasse a mobilização de um tipo de raciocínio essencial para qualquer engenheiro. Acatou-se então o que foi sugerido pela docente colombiana participante do grupo: elaborar uma situação tendo como tema a propagação da Covid-19.

Uma pasta de compartilhamento de arquivos foi organizada no *drive* do *Google* e nesta foram disponibilizados uma série de artigos tratando de análises matemáticas relacionadas à propagação do vírus responsável pela pandemia para que, subsidiados por essas pesquisas, a situação a ser trabalhada pudesse ser elaborada. Um artigo da área da Educação Matemática ratificando a importância de refletir com os estudantes a respeito das questões matemáticas relacionadas à transmissão da Covid-19 chamou a atenção do grupo. Deste artigo, destaca-se o seguinte trecho:

[...] hoje em dia, ouvimos na mídia expressões que alarmam e alertam a população; por exemplo, "fique em casa", a propagação do vírus está crescendo exponencialmente, devemos "achatar a curva", quando será atingido o pico máximo de pessoas infectadas? "O crescimento da pandemia" irá

cessar? "Nosso país não está agindo mal no controle da doença Covid-19; basta olhar para os gráficos e comparar com outros". "O crescimento é igual, menor ou maior?". "Como se comparam os gráficos de países com realidades diferentes?". "Vamos olhar para o caso da Itália, Espanha, Estados Unidos, China ..." e assim por diante. Neste processo, é essencial desenvolver entre a população uma forma matemática de pensar que, baseada em práticas socialmente compartilhadas, permita alcançar uma melhor compreensão comunitária do fenômeno e orientar uma boa tomada de decisões. Isto requer em particular o desenvolvimento da estimativa, previsão e inferência (CANTORAL et al., 2020, p. 2).

Também nessas leituras iniciais, o grupo percebeu a potencialidade de um artigo, de autoria de Salomón Rebollo-Perdomo (2020) e intitulado *Un modelo simple para el número de infectados por Covid-19*, para a elaboração da situação com a qual trabalhariam. Assim, a partir da leitura deste material, os professores do Brasil elaboraram uma primeira versão da atividade, apresentada nas Figuras 4, 5 e 6, que, como experiência piloto, foi implementada entre os meses de outubro e novembro de 2021, com três estudantes brasileiros e, em uma versão adaptada (com os dados relativos à Argentina), com seis estudantes argentinos de duas universidades distintas (três sujeitos de cada instituição). Neste estudo piloto, organizado em três encontros, os discentes dos diferentes países não trabalharam conjuntamente porque os docentes entenderam ser mais apropriado analisar a percepção de um grupo reduzido de sujeitos em relação à atividade para, a partir disto refiná-la e, então, trabalhá-la de fato no âmbito de uma ação de leC.

A intenção original do grupo era implementar a situação elaborada, de maneira completa, ainda em 2021, mas alguns entraves, tais como sobrecarga de trabalho de alguns dos docentes envolvidos por conta das demandas trazidas pela pandemia; dificuldades oriundas de questões político-sociais vivenciadas pelos colombianos em meados do primeiro semestre e descompasso em relação aos calendários acadêmicos das instituições, acabaram comprometendo o plano inicial e, inclusive, impossibilitando a participação dos professores chilenos e colombianos nesta experiência piloto, concluída no mesmo período em que este capítulo estava sendo redigido. No início de dezembro de 2021 o grupo voltou a se reunir para analisar a implementação realizada no Brasil e na Argentina, fazer os refinamentos necessários na proposta e então colocá-la em prática, com discentes e docentes dos diferentes países efetivamente trabalhando juntos, conforme a organização que será detalhada na sequência, nas primeiras semanas letivas do ano de 2022.

Figura 4: questões trabalhadas nos 1º e 2º encontros piloto

1º encontro

Questão 1: Um grupo de pessoas, completamente entediadas com o isolamento social imposto pela pandemia de Coronavírus compareceu a uma festa de casamento na qual estiveram presentes no total 120 pessoas (contando noivos, convidados e pessoas dos bastidores da festa). O que eles não imaginavam, no entanto, é que 3 deles, apesar de não terem sintomas, estavam infectados pelo temido vírus. Considere que todos permaneceram na festa o tempo todo, que ela durou 6 horas e os presentes se deslocaram livremente e interagiram uns com os outros. Assumindo hipoteticamente (uma vez que isso não acontece em festas e estas sequer são recomendadas nesta situação de pandemia) que ao final de cada uma das quatro primeiras horas da festa, os convidados foram submetidos a um teste capaz de detectar imediatamente o contágio pelo Coronavírus e, mais uma vez de forma hipotética, que ainda assim todos permaneceram na festa e interagindo com as demais pessoas, teríamos os seguintes dados em relação ao número de infectados em relação ao tempo:

Horas decorridas a partir do início da festa	Número de Infectados
0	3
1	4
2	6
3	9
4	13

Sabendo que os estudos de epidemiologia indicam que a velocidade de crescimento do número de infectados, em relação ao tempo, é proporcional ao número de interações ocorridas entre infectados e não infectados, quantas pessoas teriam sido contaminadas ao final da festa de casamento fictícia considerada?

2º encontro

Questão 2: Dados oficiais do governo brasileiro atestam que, no país, o número de casos confirmados diariamente de Covid-19 passou a crescer consecutivamente a partir do dia 4 de março de 2020. Acesse o [website https://covid19.who.int/region/amro/country/br](https://covid19.who.int/region/amro/country/br) e obtenha os dados diários relativos ao número acumulado de casos confirmados de Covid-19 no Brasil no período de 13 de junho de 2020 (101º dia de aumento consecutivo do número de infectados) a 11 de julho de 2020 (129º dia de aumento consecutivo do número de infectados). A partir deste conjunto de dados, utilizando o modelo elaborado no encontro anterior (o caso da festa de casamento) estime o número diário acumulado de casos confirmados nos dias 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18 de julho.

Questão 3: Novamente recorrendo ao [website https://covid19.who.int/region/amro/country/br](https://covid19.who.int/region/amro/country/br) obtenha os dados oficiais do governo brasileiro para o número diário acumulado de casos confirmados nos dias 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18 de julho de 2020. Compare, por meio de uma representação gráfica, esses dados oficiais com aqueles estimados como resposta à questão 2. O que você observa? Discorra a respeito de suas percepções e das causas entre possíveis diferenças (se existirem) entre os valores estimados e os oficiais.

Questão 4: O raciocínio que você empregou para responder às questões 1 e 2 leva em consideração o fato de que um infectado interage apenas com uma porcentagem da população de não infectados? Explique.

Questão 5: Considere que C representa a razão de pessoas confinadas em relação à população total. Que valores podem ser assumidos por C ?

Questão 6: Em uma situação de pandemia, qual deveria ser o comportamento de C em relação ao tempo, ao observar o recrudescimento da pandemia?

Questão 7: Suponha que, ao identificar que a pandemia está se agravando, o governo de determinado país decreta quarentena e que, de forma gradual, a população passe a ficar em casa. Considerando que durante, aproximadamente os 20 primeiros dias, menos de 20% da população permaneça em casa, que no 25º dia 50% da população esteja confinada, no 35º dia mais de 80% da população tenha aderido ao confinamento e que a partir do 40º dia (aproximadamente) somente 10% da população não está em casa (neste caso, apenas uma pequena porcentagem da população (composta por policiais, médicos, enfermeiros, pessoas que trabalham em setores de necessidades básicas etc.) continuará interagindo). Levando em conta essas informações, esboce um gráfico que represente o comportamento de C em relação ao tempo.

Fonte: elaboração própria, 2021

Figura 5: questões trabalhadas no 3º encontro piloto – parte 1

3º encontro

Questão 8: Existem várias funções C cujas representações gráficas assemelham-se à que você construiu na questão anterior. Uma das funções mais simples com esta propriedade é dada algebricamente por:

$$C(t) = \frac{C_{max}}{1 + ae^{bt}}$$

Nesta expressão, C_{max} representa a proporção de confinamento máxima esperada, a é uma constante oficial positiva e o parâmetro b é uma constante oficial. Além disso, $C(0)$ representa a proporção de confinamento no início do crescimento consecutivo do número de infectados.

Suponha então que, em determinado país, o mandato governamental determinando o confinamento compulsório entrou em vigor no 25º dia após o início do crescimento consecutivo do número de infectados e que se observou o seguinte:

- (i) 0,1% dos habitantes estavam confinados já no início do crescimento diário consecutivo do número de infectados;
- (ii) 50% dos habitantes estavam confinados no 25º dia após o início do aumento consecutivo do número de infectados;
- (iii) Atingiu-se um nível máximo de confinamento de 90% da população.

Nestas condições, represente algebricamente e graficamente a função que descreve o número de pessoas confinadas em relação ao tempo.

Questão 9: De que maneira você poderia ajustar o modelo que elaborou para responder às questões 1 e 2 de forma a considerar que, com o passar do tempo a partir do crescimento consecutivo do número diário de infectados, uma maior parte da população, idealmente, optará pelo confinamento?

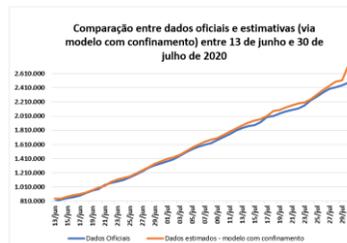
Questão 10: O aspecto da curva C dependerá das medidas de restrição adotadas pela população ou pelo governo. Dependerá, sobretudo, do dia em que a quarentena é decretada e da porcentagem da população que se pretende deixar confinada. No Brasil, poucas ações foram encaminhadas pelo governo federal e a implementação de diferentes medidas de distanciamento social variou entre estados e datas. No entanto, em 8 de abril de 2020 (35º dia desde que o número de infectados passou a aumentar consecutivamente), o país decidiu pela restrição de viagens domésticas, suspensão de voos internacionais e fechamento de fronteiras. Vamos considerar em nosso estudo essa data como sendo a de início de um isolamento social oficialmente recomendado. Porém, como os sintomas de infecção podem aparecer entre 10 e

14 dias após o contágio, os efeitos reais da quarentena não são visíveis até 14 dias após a medida ser implementada, ou seja, até o 49º dia. Além disso, o confinamento máximo é alcançado gradativamente (por diferentes razões, de trabalho, de apatia perante a gravidade da doença etc.).

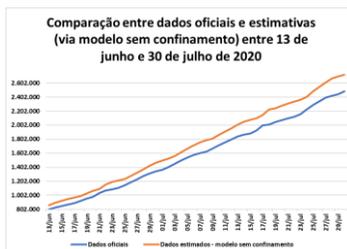
Supondo que no início, quando o número de casos de Covid-19 passou a aumentar consecutivamente, havia 30,2% de confinamento, que no dia em que a quarentena já era capaz de surtir efeitos reais observava-se 43,2% de confinamento e que o confinamento máximo esperado era de 70%, obtenha as representações algébrica e gráfica de C .

Questão 11:

(a) Na figura a seguir é apresentada uma comparação entre os dados oficiais do governo brasileiro (indicados em azul) do 101º dia após o início do crescimento diário consecutivo do número de infectados até o 148º e a previsão obtida (curva em vermelho) por meio do modelo construído na questão 9, considerando o cenário oficial, descrito na questão 10, vivenciado pelo país em relação à quarentena. Que avaliação pode ser feita do modelo obtido na questão 9 em relação ao comportamento oficial da pandemia no período analisado?

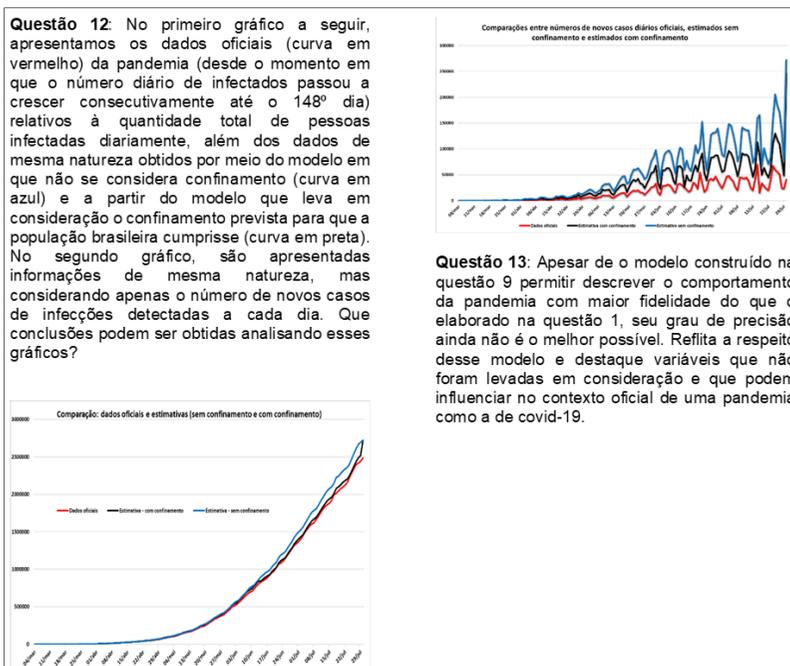


(b) E comparando, por meio do gráfico a seguir, esse modelo com o elaborado na questão 1, o que você pode afirmar? Faça suas análises estabelecendo também conjecturas que, a seu ver, talvez, possam explicar o que você observou.



Fonte: elaboração própria, 2021

Figura 6: questões trabalhadas no 3º encontro piloto – parte 2



Fonte: elaboração própria, 2021

Para a implementação da intervenção, no 1º semestre de 2022, o plano do grupo é realizar cinco encontros síncronos, de aproximadamente 2 horas cada, dos quais participarão quatro estudantes de cada um dos países envolvidos.

O primeiro encontro, que poderá ter uma duração menor que os demais, será um momento de integração entre os estudantes e docentes envolvidos na experiência. Os participantes irão se apresentar uns aos outros e os docentes irão expor suas expectativas em relação à atividade e o porquê de a considerarem importante tanto para a formação matemática, quanto para o desenvolvimento de competências globais e interculturais por parte dos estudantes.

No segundo encontro, mais uma vez, estarão reunidos os docentes e estudantes dos diferentes países e, juntos, em equipes compostas por 4 integrantes (um representante de cada país), os discentes resolverão a questão 1 (ou uma versão ajustada desta, caso a análise da experiência piloto indique esta necessidade) apresentada na Figura 4.

O terceiro e o quarto encontros serão realizados separadamente em cada um dos países e, portanto, os grupos serão compostos por estudantes de mesma nacionalidade que, juntos, antes da realização do terceiro encontro, buscarão dados reais a respeito da pandemia em seus países, em um período que será estabelecido pelos docentes. Tendo por base os dados coletados, resolverão as questões apresentadas nas Figuras 4, 5 e 6 (ou aperfeiçoamento destas, caso a análise da experiência piloto assim indique) que os permitirão: (i) perceber porque o modelo obtido inicialmente, no encontro dois, precisará ser refinado para permitir previsões mais próximas da realidade em relação ao número de infectados em determinada data; (ii) identificar quais aspectos deverão ser considerados para realizar tal refinamento; (iii) concluir, do ponto de vista matemático (recorrendo a representações algébricas e gráficas) que, idealmente, durante uma pandemia, o número de confinados deveria aumentar com o passar do tempo; (iv) perceber que um refinamento do modelo inicial requer levar em consideração a porcentagem de confinados com o passar do tempo desde o início do aumento diário no número de infectados e que, conseqüentemente, a quantidade de não infectados que irá interagir com os infectados diminuirá com o passar do tempo; e (v) dar-se conta de que um modelo nunca é uma descrição fiel da realidade; é uma aproximação e, como tal, tem suas limitações, sendo que quanto mais variáveis que influenciam em determinada situação forem descartadas, mais distante da realidade será o modelo.

Por fim, no quinto e último encontro, os estudantes voltarão para os grupos formados no encontro dois que, como indicado, contará com um representante de cada país, com o objetivo de coletivamente produzir uma análise comparativa, considerando as realidades estudadas separadamente nos dois momentos anteriores, analisando as variáveis que podem ou não ter contribuído para os diferentes comportamentos observados em relação à pandemia na Argentina, no Brasil, no Chile e na Colômbia.

Em síntese, para encerrar esta seção, ressalta-se que a proposta de execução de atividades de internacionalização já no âmbito das disciplinas de CbM está alinhada à ideia de Agudelo e Roldán (2020). Segundo os autores, a criatividade que foi necessária aos docentes durante o período pandêmico e todas as “novas ideias que surgiram para lidar com uma situação inesperada precisam ser perpetuadas, a internacionalização em casa, por exemplo” (AGUDELO; ROLDÁN, 2020, p. 68). Na visão de Marchesini (2020), conforme citado por Fairlie, Portocarrero e Herrera (2021, p. 5), o fortalecimento deste tipo de atividade “deve ser visto como uma prioridade no novo normal” e, no intuito de contribuir com a formação integral dos futuros engenheiros, assumir o compromisso de realizá-las de maneira a “não perder a

sensibilidade, a empatia e a integração humana quando esta é mediada pela tecnologia” (LERENA et al., 2020, p. 68).

Além disso, como uma vantagem da leC, assim como Lerena et al. (2020), os autores do presente capítulo entendem que ela possibilita a democratização da internacionalização, uma vez que permite a estudantes que, por diversos motivos, não têm condições de deslocar-se para outros países, participem desse tipo de atividade. Estão de acordo também que, como pontuam Lerena et al. (2020, p. 61), outras transformações, e ainda mais profundas, além das já realizadas em razão da pandemia poderão ser implementadas pelas universidades no novo normal se estas buscarem, de fato, se tornarem internacionais. As IES poderão, por exemplo, incorporar “outras formas de internacionalização, não apenas em termos de mobilidade, mas também em termos de cooperação em pesquisa” e contribuições “além das fronteiras”, em termos de cultura, línguas e disciplinas”.

Consonantemente à outra afirmação de Lerena et al. (2020), encerra-se esta seção destacando a visão que, na concepção dos autores deste capítulo, deve guiar o trabalho dos docentes de CbM no contexto pós-pandêmico:

não esquecer as estratégias que foram tão importantes para continuar o desenvolvimento da acessibilidade e da competência cultural e intercultural e disponibilizá-las aos estudantes que em algum momento não podem ter acesso à mobilidade física (LERENA et al., 2020, p. 68).

Apresentam-se então, na próxima seção, algumas reflexões que se revelam como fundamentais neste período denominado novo normal.

5 REFLEXÕES INEVITÁVEIS EM UM NOVO NORMAL

Para haver condições de, no novo normal, trilhar com êxito os caminhos nos processos de ensino e de aprendizagem de CbM na Engenharia, que foram abertos como consequência do repensar que a pandemia de Covid-19 impôs aos atores envolvidos em tais processos, e para superar as pedras que inevitavelmente surgiram e continuarão surgindo nesta caminhada, é imprescindível posicionar-se quanto ao que se entende por aprendizagem, o modo pelo qual o ser humano aprende e como cada um, professores e estudantes, pode participar satisfatoriamente dos processos de ensino e de aprendizagem. Nesta seção, trata-se destes aspectos.

5.1 A aprendizagem só ocorre em ação

É ainda presente entre alguns professores de diferentes níveis e contextos educacionais o entendimento de que a aprendizagem do estudante é responsabilidade, unicamente do professor, ou da escola, ou mesmo, de condições externas ao processo. Por outro lado, também há aqueles que atribuem toda a responsabilidade pela aprendizagem ao estudante, entendendo que ao professor, detentor do conhecimento, compete transmitir o maior número possível de informações. Azevedo (2012), objetivando repensar a relação professor-estudante na Universidade no início do século XXI, relaciona o entendimento descrito no começo do parágrafo ao fato de muitas IES seguirem modelos de interações muito incompletas entre os três vértices do chamado *triângulo pedagógico*: saber, professores e estudantes. O autor, recorrendo a um termo cunhado por Nóvoa (1999), chama a atenção para que, especificamente no que se refere à articulação entre os vértices professores e alunos, em geral um desses ocupar o “lugar do morto”.

Conheço muitas práticas pedagógicas no ensino superior que revelam que o que se faz nas salas de aula segue geralmente dois caminhos: o primeiro, consiste em fomentar uma forte relação entre os alunos e o saber, recorrendo cada vez mais a novas tecnologias, deixando para os professores o “lugar do morto” (o que liga os aparelhos, apresenta *PowerPoints* e vídeos, faz umas perguntas, lança uns testes e afixa umas pautas - ou nem isso, devido ao uso das novas plataformas de *e-learning*). Nestes casos, é comum ouvir-se invocar a neutralidade dos docentes, peritos em um dado domínio científico especializado. O segundo, a outra face da mesma moeda, corporiza-se pela ligação permanente e quase exclusiva dos professores e do saber, reservando desta feita para os estudantes o “lugar do morto”. Estes, postos em contato direto com o saber, corporizado pelos professores, têm de ser capazes de se preparar e se formar sozinhos, conforme as possibilidades de cada um, coisa que pouco importará à instituição (AZEVEDO, 2012, p. 6).

É necessário, portanto, como pontuam Heck et al. (2021, p. 141), que a relação entre professor e estudante seja vista por um olhar bidimensional, na qual “o professor deixa de ser o foco da relação, o único responsável pelos resultados atingidos pelo estudante no processo de aprendizagem”. Na percepção dos autores,

[...] o estudante também exerce influência nos processos de ensino e de aprendizagem e é por estes influenciados. O olhar bidimensional é importante nesta relação, pois o que o estudante faz agora, exerce influência sobre a ação do professor (HECK et al., 2021, p.142).

O professor, por sua vez deve, nesta relação, “exercer a consciência crítica e ter domínio do saber que socializa na escola, pois seu modo de agir, pensar e sentir influenciará o comportamento dos estudantes” (Idem).

Macedo (2018), ao entrevistar cinco professores de Matemática do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, percebeu que estes esperam de seus discentes uma postura mais ativa e que assumam maior responsabilidade por suas próprias aprendizagens. A autora então, visando estimular a reflexão por parte dos leitores, propõe uma série de questionamentos:

[...] esses estudantes sabem que são os principais atores dos seus aprenderes? Eles têm consciência de que aprender não depende somente do que o professor fala nas aulas, não depende somente da escola? Como trazê-los de corpo e mente para a sala de aula? Como suscitar perturbações nesses alunos que os levem a aprender? (MACEDO, 2018, p. 43).

Para a autora,

[...] manter uma comunicação efetiva e recorrente entre os professores e os estudantes sobre o processo do aprender (é) importante para que ambos compreendam que o estudante não é alvo de uma transferência de conhecimento por parte dos educadores e que o aprender é uma ação (MACEDO, 2018, p. 43).

Postula-se, portanto, neste capítulo, que o entendimento de que aprendizagem só ocorre em ação, ou seja, quando o sujeito, de forma motivada, age sobre os objetos, sofre as influências desta ação e atribui sentido a estes objetos, possibilita ao professor atuar com segurança na aplicação de estratégias de aprendizagem ativa, tanto na educação presencial, como híbrida, algo que se compreende como fundamental neste novo normal.

Assim sendo, torna-se importante dedicar uma atenção especial ao estudante e (futuro) profissional para que este, para construir uma carreira de sucesso, possa aprender a aprender. Afinal, como pontuam Bazzo e Pereira (2015), muitos estudantes chegam aos seus cursos de graduação acostumados a receber informações, passivamente, muitas vezes conscientes da ineficácia do “ensino” assim promovido, declarando abertamente que estão ali para receber os conhecimentos que o professor tem e deve saber transmitir. Como consequência, qualquer tentativa de modificação da sala de aula é recebida com desconfiança e resistência, uma vez que, no modelo tradicional basta prestar atenção e preparar-se para as provas, que em geral exigem predominantemente memorização e imitação, para que haja maiores chances de aparente sucesso. É compreensível, portanto, os estudantes, “prudentemente”, reagirem às mudanças metodológicas que talvez não sejam coerentes com os critérios de avaliação. Em último efeito, como salientam Elmôr-Filho et al. (2019), é possível que muitos discentes passem a vida inteira sem compreender o sentido de um texto ou o significado de uma equação, que utilizam como se fosse mágica, contentando-se com isso, como se o fizessem só para agradar ao professor.

Esta realidade, que se apresentava já bem antes da pandemia, agora torna-se foco de atenção e aponta para a necessidade de que esteja claro para ambos, professor e estudante, como se dá o “aprender”. Tem-se, agora, uma oportunidade ímpar para rever questões tão importantes para o sucesso da profissão docente, no intuito de, primordialmente, potencializar a aprendizagem dos estudantes. Para tanto, em qualquer modalidade de ensino, é capital que os professores demonstrem segurança em suas ações; em síntese, é essencial que docentes e discentes reconheçam e concordem com a importância de rever seus papéis em ambientes de aprendizagem, em qualquer modalidade, seja ela presencial ou híbrida.

5.2 Os papéis de professores e estudantes precisam ser revistos

Completar com êxito uma formação universitária requer do estudante autonomia e autoria. Assim sendo, ao ingressar em curso de graduação buscando uma formação profissional, o indivíduo é impactado por uma realidade que lhe exige a capacidade permanente de aprender. Mas o processo de aprender requer dedicação. Desta forma, revelam-se pertinentes questionamentos como: quando um sujeito pode dizer que aprendeu? O que o mobiliza para aprender? Qual é o papel do professor para que os estudantes aprendam? O que pode ser considerada uma boa aula? Como os saberes aprendidos na graduação podem ser incorporados, no mundo do trabalho? As respostas para estas e outras questões estão vinculadas às concepções, crenças e valores que se têm

sobre o papel efetivo de um estudante no próprio processo de aprendizagem. Conforme ressalta o educador Paulo Freire, é preciso que haja clareza de que:

[...] ensinar não é transferir conteúdo a ninguém, assim como aprender não é memorizar o perfil do conteúdo transferido no discurso vertical do professor. Ensinar e aprender têm que ver com o esforço metodicamente crítico do professor de desvelar a compreensão de algo e com o empenho igualmente crítico do aluno de ir entrando como sujeito em aprendizagem, no processo de desvelamento que o professor ou professora deve deflagrar. Isso não tem nada que ver com a transferência de conteúdo e fala da dificuldade, mas, ao mesmo tempo, da boniteza da docência e da discência (FREIRE, 2001, p.45).

Ademais, no atual contexto, considerando a velocidade das mudanças que vêm ocorrendo no mundo do trabalho, adquirir conhecimentos teóricos ou técnicos não é mais suficiente para garantir sucesso profissional. Como explicitado nas atuais DCN para a graduação em Engenharia (BRASIL, 2019), é necessário desenvolver competências, tanto as de caráter geral, quanto as específicas, profundamente vinculadas com a habilitação do curso, bem como as atitudinais – como, por exemplo, comprometimento, responsabilidade, comunicação, flexibilidade, liderança, organização e planejamento, relacionamento interpessoal, tomada de decisão, trabalho em equipe, visão sistêmica, entre outras – que, apesar de nem sempre serem explicitadas em um projeto pedagógico de curso, são igualmente importantes e constituem um diferencial no mercado de trabalho, que, também amplamente impactado pela pandemia, vem sendo alvo de adaptações.

Embora, conforme pontuam Lima et al. (2021), em momento algum seja explicitado nas DCN o que se entende por competência,

[...] aspectos reveladores da concepção segundo a qual o referido termo está sendo adotado podem ser identificados em dois trechos do Parecer CNE/CES N^o1/2019. O primeiro deles diz respeito ao perfil do egresso a ser buscado, que deve “se voltar para uma visão sistêmica e holística de formação, não só do profissional, mas também do cidadão-engenheiro, de tal modo que se comprometa com os valores fundamentais da sociedade na qual se insere (BRASIL, 2019a, p. 25 – grifo nosso). O segundo,

por sua vez, evidencia a diferença entre uma organização curricular tradicional por conteúdos daquela por competências, que “pressupõe a substituição da lógica da assimilação prévia dos conteúdos – para posterior incorporação e uso –, pela ocorrência concomitante desta com o desenvolvimento de *habilidades e atitudes* a partir de *conhecimentos específicos*” (BRASIL, 2019a, p. 26 – grifos nossos). A partir destes dois trechos do Parecer CNE/CES Nº1/2019 [...] percebemos que a concepção [...] assumida na elaboração das atuais Diretrizes [...] é muito próxima, do ponto de vista semântico, da estabelecida por Camarena (2011): *as competências são os alicerces do futuro profissional para enfrentar uma situação-problema fazendo uso da integração de toda sua bagagem de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores que são mobilizados em suas estruturas cognitivas* (LIMA et al., 2021, p. 793).

Mas como investir no desenvolvimento de competências? Há diferentes metodologias que podem contribuir para tanto. Nesse contexto, estratégias e métodos que propiciam e valorizam a participação ativa e o protagonismo dos estudantes têm se mostrado imprescindíveis. E vinculadas a tais estratégias e métodos devem estar, inquestionavelmente, o desejo de aprender, o engajamento e o comprometimento, por parte dos estudantes, e o bom desempenho do professor, que assume o papel fundamental de mediador da aprendizagem e não de transmissor do conhecimento. Assim, mais uma vez, reforça-se que “o papel um tanto tradicional do professor que transmite informações e conhecimentos a seus estudantes necessita de uma revisão” (MASETTO, 2003, p.29), especialmente neste momento em que novas configurações da vida em sociedade, decorrentes da pandemia, alteraram o que se espera da educação enquanto fenômeno, uma vez que esta retrata a mesma sociedade e suas expectativas.

Com efeito, o compromisso de cada estudante não pode ser apenas o de comparecer a uma aula presencial ou de acessar uma aula virtual. Por sua vez, o professor deve promover e estimular, por meio da proposição e discussão de problemas, a participação do estudante que precisa estar motivado e disposto a construir o próprio percurso de aprendizagem.

Na realidade atual em que a informação está amplamente difundida e disponível, rompendo barreiras de tempo e espaço, adquirem particular relevância os seguintes questionamentos, dentre outros possíveis: o que

irá diferenciar um indivíduo que apenas acessa o conteúdo das disciplinas na internet, daqueles que vivenciarão a experiência universitária na sua integralidade? Que tipo de competências são necessárias para se destacar dentre tantas outras pessoas que farão uma rápida busca no *Google*? As respostas a estes questionamentos devem guiar os professores ao elaborarem suas aulas, sejam elas *online*, presenciais ou híbridas. É fundamental oferecer aos estudantes espaços que, de fato, instiguem a construção do conhecimento, a capacidade analítica e interpretativa, o posicionamento crítico, a criatividade e a desenvoltura que deles serão exigidos em seus futuros cotidianos profissionais. Mais uma vez salienta-se que o papel dos estudantes é muito maior do que acessar ou memorizar informações, assim como o papel de professores vai muito além de expor conteúdos, ainda que estes, muitas vezes, sintam-se confortáveis nesta posição, uma vez que, como afirma Demo (2008):

[...] professor gosta de aula. Mais que aluno. É, muitas vezes, seu xodó. Quando se questiona a aula, facilmente a resposta é que sua aula é diferente, caprichada, calorosa, movimentada... É gesto normal do admirador fiel. Olhando bem, porém, seria mais lúcido não defender a aula, não só porque seu aumento nunca trouxe benefício ao aluno, mas principalmente porque costuma decair para o instrucionismo. Certamente, há aulas pertinentes e interessantes, mas, em geral, tende-se a vê-las como chave da aprendizagem do aluno, quando, de fato, são apenas artefatos auxiliares (DEMO, 2008, n.p).

Em síntese, o professor não está presente em sala de aula, presencial ou *online*, para "fornecer" conteúdo, mas para instigar os acadêmicos a serem reflexivos e críticos e a produzirem sentido acerca das informações compartilhadas. Para tanto, para não ser atropelado pelo futuro, mas ajudar a construí-lo, é preciso que o professor saia da zona de conforto. Faz-se necessária uma mudança de paradigma, o que implica em uma nova visão de mundo e de entendimento da realidade com a qual, para que os estudantes tenham condições de lidar, passa a ser necessário "construir e aprender a aprender". E, como pontua Sauer (2004), para isso é desejável que esteja claro para ambos, professor e estudante, como se dá o "aprender".

5.3 Novos ambientes de aprendizagem se fazem necessários

De acordo com os pressupostos apresentados, é primordial que os ambientes de aprendizagem sejam planejados de forma que haja espaço para conhecer o ponto de vista do estudante sobre seu papel, o papel do professor e o que ambos pretendem com a disciplina ou o curso para, assim, levá-los em consideração. Tais informações podem ser obtidas por meio de diálogos que visam também promover a reflexão sobre a importância das atividades promovidas, como colaboradoras de aprendizagem (ELMÔR-FILHO et al., 2019).

São muitas as possibilidades de intervenção que o professor, no papel de mediador, tem ao seu dispor. Converter dúvidas ou saberes evidenciados, a partir das respostas apresentadas, em algo que faça sentido para o aluno e, conseqüentemente, transformá-las em conhecimentos, é uma delas. Além disto, embora o fenômeno da interatividade possa ocorrer independentemente de recursos da tecnologia digital, não é possível ignorar a diversidade de interação hoje permitida pela utilização dos recursos disponíveis. É preciso que o professor universitário reconheça que se está diante de uma boa oportunidade de aproveitá-los para melhorar seu desempenho e promover melhores condições de aprendizagem no Ensino Superior.

Tem-se consciência, indiscutivelmente, de que não são todos os estudantes que se sentem atingidos pelo estímulo que promove o desejo de participar, de tentar explicar como chegaram às suas conclusões ou de verbalizar como estão pensando sobre um determinado problema enquanto raciocinam. Engajar os alunos para uma participação mais ativa em sala de aula tem inquietado docentes e constituído questionamentos pertinentes presentes nas conversas entre professores, nas formações continuadas, em fóruns de discussão, em congressos, dentre outros espaços, questionamentos aos quais não se têm respostas únicas. O que se pode afirmar, com certeza, é que novos ambientes de aprendizagem são necessários para atender à realidade que, de modo geral, tem desafiado educadores e sociedade. E o sucesso desses ambientes depende, fundamentalmente, da motivação do estudante, de ele converter-se em protagonista de sua própria aprendizagem, em atividades que lhe sejam prazerosas. O professor, por sua vez, assume um papel primordial como orientador do estudante, deixando de ser o detentor único do saber, ideia que está arraigada no senso comum e no imaginário social e que precisa ser transformada.

É importante considerar que não existe uma proposta que se constitua em ação eficaz para todos os estudantes e nem mesmo para todos os professores. A mudança de rumos, a adaptação ou a substituição de estratégias planejadas que se mostrem inviáveis ou ineficazes devem sempre ser consideradas pelos docentes e, neste

processo, residem suas aprendizagens, com base na reflexão sobre ações e nos resultados delas decorrentes. O planejamento, o desenvolvimento e a construção dos ambientes de aprendizagem, acompanhados da reflexão permanente e do registro de resultados em cada etapa, permitem aos professores, cada vez mais, agir com coerência, eficiência e eficácia.

A modificação do ambiente escolar passa, necessariamente, a nosso ver, pela crítica às epistemologias do senso comum (aprioristas e empiristas); pela crítica à epistemologia empirista devido à frequência e à intensidade com que aparece e à apriorista pelas perniciosas crenças em capacidades inatas que implicam descrença nas capacidades construtivas. A crítica epistemológica é, pois, condição necessária, embora não suficiente, da transformação da escola (BECKER, 2012, p.184).

As salas de aula deveriam ser laboratórios de estudo e pesquisa para os docentes; locais em que além de ensinar, também aprendem. A análise do que acontece em suas salas de aula precisa ser concebida como matéria-prima para que os professores possam, quando necessário, aperfeiçoar suas práticas no intuito de potencializar a aprendizagem dos estudantes. Afinal, como alerta Vergnaud (2008, n.p):

Todos perdem quando a pesquisa não é colocada em prática. [...] Infelizmente, na Educação, não temos o hábito de levar o resultado das pesquisas para dentro da sala de aula, como fazem regularmente médicos e outros cientistas, e isso é uma perda muito grande para nós. [...] Se o professor vê os alunos errarem sem entender o percurso que estão trilhando, o trabalho não funciona.

Uma possibilidade que certamente será potencializada pelos ambientes de aprendizagem do novo normal é a realização de atividades assíncronas, cuja interface com encontros presenciais, ou mesmo com encontros síncronos *online* tem potencial para envolver os estudantes em discussões durante a realização de atividades colaborativas e auxiliares no desenvolvimento de projetos. Ambientes com estas configurações, já em certa medida integrados à educação no contexto pandêmico, poderão ser mantidos ou implementados com subsídios de maiores reflexões para qualificar os processos de ensino e de aprendizagem de CbM em cursos de Engenharia. Neste sentido, considera-se neste capítulo que, mais do

que modernizar os processos de ensino e de aprendizagem, o modelo híbrido ou a distância, se justificará neste novo normal pelo seu potencial de agregar autonomia e flexibilidade à aprendizagem dos futuros engenheiros. Salienta-se que a modalidade híbrida, neste texto, é concebida segundo as premissas de Horn, Staker (2015) e Moran (2015), na qual ocorre fusão “do melhor dos dois mundos”. Em efeito, no contexto da pandemia, fomos impelidos a planejar processos de ensino híbrido que ultrapassam a noção mais difundida, de junção entre ensino presencial e educação a distância, navegando em direção à noção de convergência orgânica cuja centralidade é a aprendizagem do estudante.

Em síntese, para elaborar e implementar os ambientes de ensino e de aprendizagem requeridos neste novo normal é necessário que cada um dos atores que neles atuarão estejam cientes de suas responsabilidades e que as assumam. Além disso, ainda que nem sempre seja possível ao docente ‘ouvir’ o estudante, ele deve sempre buscar ‘escutá-lo’, uma vez que, conforme pontua Carvalho (2017) a partir das ideias de Horowitz (2012), ouvir e escutar não são sinônimos. Enquanto,

[...] ouvir é uma ação passiva, consequência do nosso sistema auditivo, que capta involuntariamente os sons à nossa volta numa reação e estímulos externos, o escutar é uma ação ativa, pois necessita de foco, ou seja, uma atenção direcionada para aquilo que ouve. [...] escutar requer a percepção, sensibilidade de compreensão para aquilo que fica oculto no íntimo do sujeito. A audição se refere à captação dos sons, enquanto a escuta diz respeito à captação das sensações do outro, realizando a integração ouvir-ver-sentir. [...] ouvir é fácil, mas escutar, realmente escutar, é difícil [...] o escutar que integra o ouvir, o ver e o sentir pede implicação e entrega ao outro [...]. Quem escuta ouve; mas quem ouve não necessariamente escuta (CARVALHO, 2017, p. 47-48).

O professor então deve escutar o estudante, valorizando o seu estudo, respondendo aos seus anseios com respeito e expectativa. Este, por sua vez, precisa sentir-se também desafiado, de forma que aceite envolver-se. Assume-se neste capítulo a hipótese de que quando isto ocorre o estudante tem maiores possibilidades de aprender de maneira significativa, justificando seus argumentos, indo além de simplesmente dar respostas aos questionamentos do docente.

6 EM SÍNTESE...

É inquestionável que a humanidade tem vivenciado, desde março de 2020, momentos desafiadores e, muitas vezes, angustiantes. Neste sentido, é importante reconhecer que, como em qualquer processo de transformação, é natural o desconforto e o desequilíbrio, sendo tais sensações, no cenário educacional, experienciadas especialmente por professores e estudantes.

Os professores, em um primeiro momento, tiveram que adaptar suas aulas às ferramentas tecnológicas e aos ambientes virtuais de aprendizagem e, neste interim, conforme ratifica a pesquisa realizada pelos autores deste capítulo que atuam na UNESA, mesmo as ações e a adaptabilidade dos docentes revelando inquestionáveis comprometimento e coerência com as demandas específicas do momento, inicialmente e compreensivelmente, os professores sentiram receio de ousar e empregar estratégias de ensino e ferramentas que não dominavam ou com as quais não estavam familiarizados. Havia insegurança em recorrer a aplicativos ou a recursos ainda não empregados por eles em suas aulas e, por esta razão, nos primeiros meses de ERE muitos docentes acabaram priorizando o uso de *slides* preparados com o auxílio do *PowerPoint*, algo já empregado nas aulas presenciais ministradas antes da emergência da pandemia de Covid-19.

Evidenciou-se diante dos professores a necessidade de repensar suas práticas docentes de maneira a oportunizar que estas atingissem o maior número possível de alunos. Além disso, questões que certamente já circundavam os docentes, mas às quais a maioria deles provavelmente não dedicava a devida atenção, fizeram-se presentes de maneira inexorável, como se a pandemia tivesse os obrigado a enxergá-las a partir de uma lente de aumento.

Ao adentrar no contexto do ERE, os professores depararam-se com outra pandemia, paralela à da Covid-19, que, como tal, atingiu estudantes do mundo todo: a das câmeras fechadas e microfones desligados. Os docentes sentiam-se solitários, exaustos, sem interação com os discentes. Mas será que essa interação acontecia durante as aulas presenciais? Ou será que a maioria dos estudantes estava apenas de “corpo-presente” em sala de aula, da mesma forma que parecia ao professor estarem ao “acompanhar” as aulas remotas com a câmera e o microfone desligados? Ou seja, a questão da comunicação e da interação entre professores e estudantes e mesmo entre os próprios estudantes e dos docentes com seus pares, que já poderia ser alvo de maior cuidado antes de a pandemia ser declarada, destacou-se. A pesquisa realizada na UNESA já evidencia a preocupação dos docentes, conforme foram se familiarizando com o ERE, em explorar outras ferramentas tecnológicas,

além da oficialmente adotada pela IES, para interagir de forma ativa com os alunos, manifestando uma inquietação no sentido de estabelecer com eles, de fato, uma comunicação efetiva.

Na visão dos autores deste capítulo, potencializar a comunicação e a interação entre esses atores diretamente envolvidos no processo educacional, particularmente no ensino e na aprendizagem de CbM em cursos de Engenharia, deve ser um dos objetivos centrais visados neste novo normal. Neste sentido, diferentes estratégias de engajamento que, pouco a pouco, passaram a ser adotadas no período de ERE podem ser mantidas ou ampliadas, como, por exemplo: dedicar partes das aulas para a realização de atividades colaborativas em *drives* de compartilhamento de arquivos; para responder a questionários, *quizzes* ou testes, recorrendo a ferramentas como o *Socrative* e o *Kahoot* que permitem *feedback* em tempo real; elaborar nuvens de palavras ou responder questões abertas utilizando, entre outros recursos, a plataforma *Mentimeter*, dentre outras.

Outra questão que o cenário de ERE trouxe à luz com toda força diz respeito à importância de os professores diversificarem os tipos de materiais que disponibilizam aos estudantes. Se nas primeiras semanas da pandemia, notou-se, prioritariamente, uma transposição para o contexto remoto dos *slides* até então apresentados nas aulas presenciais, com o passar do tempo tornou-se evidente que uma aula remota ministrada de modo síncrono recorrendo somente a esse tipo de material é extremamente maçante aos estudantes e, conseqüentemente, de pouco engajamento. Emergiu então a necessidade de diversificar os materiais de ensino e neste capítulo postula-se a manutenção dessa diversidade neste novo normal, ampliando o uso de *podcasts*, *infográficos*, *e-books*, vídeos, entre outros. O professor pode, por exemplo, ao iniciar o trabalho com determinado tema, indicar livros ao estudante, oferecer texto(s) de autoria própria e sugerir que assista a um vídeo. Além disso, é importante que os docentes auxiliem os alunos a selecionar materiais adequados e com qualidade científica entre os diversos que estão disponíveis na Internet. O objetivo visado a partir dessa diversificação de formatos de materiais disponibilizados é, mais uma vez, estreitar a comunicação com os estudantes e atender aos seus diferentes estilos de aprendizagem.

Há um aspecto, no entanto, que não pode ser ignorado neste processo de ampliação dos tipos de materiais disponibilizados aos estudantes e que, por vezes, pode dificultar esta prática: a desigualdade quanto ao acesso à Internet e às Tecnologias Digitais de Informação e de Comunicação (TDIC). É necessário ponderar como diversificar a oferta de materiais de ensino sem, no entanto, acentuar a exclusão digital, sobre a qual voltar-se-á a tecer comentários nesta seção.

Mais um ponto que se revelou capital com a implementação do ERE e que também já deveria ter sido enfrentado com maior comprometimento pela maioria dos professores é a avaliação. O que se está avaliando de fato? O foco na avaliação está na compreensão do que efetivamente o estudante aprendeu ou na aferição de uma nota? Um dos grandes desafios neste novo normal, especialmente no contexto das CbM nas graduações em Engenharia, será reinventar as práticas de avaliação e diversificá-las, considerando, por exemplo, que, ao elaborar vídeos, áudios e outros tipos de materiais os estudantes talvez se engajem com mais intensidade e tornem mais evidente o que de fato aprenderam.

A inserção de recursos tecnológicos também nas atividades de avaliação é outro aspecto sobre o qual deve-se refletir, bem como a avaliação por competências ao longo de todo o percurso formativo do estudante e a utilização de rubricas – isto é, de um conjunto de critérios a partir dos quais se conceitualiza, atribui-se valor ou qualifica-se um aspecto concreto do processo educativo e que se constituem como escalas ordinais que incluem níveis progressivos de destreza no desempenho de um processo ou ação determinada (GONZATTI; DE MAMAN; NEIDE, 2021; MARTÍNEZ-ROJAS, 2008; DÍAZ-BARRIGA, 2005) – para que os alunos tenham clareza acerca dos aspectos nos quais serão avaliados e compreendam todo o processo.

É necessário – e neste momento de transformação ainda com mais intensidade – considerar que “tanto as avaliações baseadas em critérios formais quanto aquelas baseadas na experiência vivida no dia a dia da sala de aula” (BORRALHO; LUCENA; BRITO, 2015, p. 19) – evidentemente sistematizadas – possibilitam “o acompanhamento de aprendizagens; podem dizer melhor das aprendizagens realizadas pelos alunos” (Idem, p.19). Nessa ótica, os processos avaliativos não estarão a “serviço da burocracia institucional apenas, mas, sobretudo, para assumir um compromisso com a melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos” (Ibidem, p.19). Neste sentido, atividades de autoavaliação, promovidas em boas oportunidades, tais como em momentos de avaliação formal (antes, durante ou depois), podem auxiliar o professor nesta tarefa de mobilizar o discente e provocar a reflexão necessária sobre seu papel enquanto estudante universitário.

Uma prática que, na visão dos autores do capítulo pode oportunizar aos estudantes a abertura de canais para que explorem suas diferentes habilidades, é possibilitar que eles escolham como preferem entregar uma atividade avaliativa ao professor, se na forma de texto, de vídeo ou de áudio, por exemplo. É essencial, nos momentos de avaliação, que efetivamente os alunos sejam postos na condição de autores para que possam, de fato, dar pistas aos docentes acerca do que aprenderam e, ao mesmo tempo, desenvolvam competências gerais e competências

específicas, conforme preconizado nas DCN para a graduação em Engenharia.

É necessário também compatibilizar as práticas avaliativas com as estratégias de ensino empregadas durante as aulas. Se o professor opta por metodologias diferenciadas, mas não avalia o que foi trabalhado de forma condizente, reduzem-se as chances de aceitação e engajamento dos estudantes em relação a estas metodologias, uma vez que eles têm a clareza de que, apesar dos aparentes novos direcionamentos durante as aulas, nada mudará nas avaliações e deles continuará sendo cobrado que evidenciem, de maneira ortodoxa, o mesmo que lhes era exigido quando o professor conduzia o processo de ensino por meio de aulas expositivas, usualmente ditas tradicionais. As experiências exitosas em termos de inovações metodológicas são aquelas nas quais as formas de avaliação são consonantes às novas estratégias de ensino empregadas.

Em relação especificamente às escolhas didático-pedagógicas feitas para esse novo normal por professores que lecionam CbM na Engenharia, o coletivo de autores deste capítulo salienta a relevância de explicitá-las aos estudantes no início do processo, no intuito de que estes compreendam a razão de determinadas práticas adotadas, os desafios que podem surgir, como estes podem ser enfrentados, que benefícios podem ser provenientes de tais práticas e o quanto o engajamento e o comprometimento dos estudantes são essenciais para atingir os resultados esperados em termos de aprendizagens.

Na migração para o ERE, os discentes também enfrentaram uma série de desafios. A lacuna digital e a falta de preparação para o *online* aumentaram as disparidades e criaram sofrimento social, especialmente entre os alunos mais vulneráveis (SALMI, 2020; RADINA; BALAKINA, 2021; BARRÓN, 2020). O acesso às tecnologias, em especial nos países em desenvolvimento como o Brasil, representou um impacto na aprendizagem. Parte considerável dos alunos sem os recursos necessários passaram a não ter acesso ou um acesso precário a recursos essenciais para sua aprendizagem.

Segundo dados apresentados no relatório *Covid-19 e Desenvolvimento Sustentável: avaliando a crise de olho na recuperação*, publicado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) em parceria com o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e a Organização Pan-americana da Saúde (OPAS), no Brasil, 28% das famílias não têm acesso à Internet, percentual que aumenta conforme a renda diminui e chega a 48% em

áreas rurais¹. Os autores do capítulo que atuam na UNEMAT, em pesquisa realizada em parceria com o autor que leciona na UFPR, ilustram esse cenário destacando que, dos alunos matriculados inicialmente no primeiro semestre letivo de 2020, nem todos fizeram sua matrícula nos semestres especiais (experiência relatada na subseção 2.2). Entre outros motivos, esteve a falta de equipamentos compatíveis, as desigualdades entre os estudantes, as zonas geográficas e a dificuldade de acesso à Internet que não cobre de forma eficiente todo o estado. Portanto, problemas já bastante conhecidos, como a evasão e as reprovações, em alguns casos, foram potencializados e precisarão ser enfrentados ainda com mais ênfase neste novo normal.

Os estudantes, no contexto do ensino remoto, precisaram se adaptar às novas propostas de atividades e às novas formas de avaliação coerentes com tais atividades. O comprometimento e o compromisso dos discentes com a organização de seus estudos tiveram de ser potencializados e mais enfatizados pelos docentes. Consequentemente, neste novo normal, deve haver um esforço para que os ganhos conquistados pelos alunos em relação às suas autonomias em seus processos de aprendizagens sejam mantidos.

Apesar das tendências iniciais, indicadas por Santos et al. (2020), de replicar modelos de ensino presencial ao ensino remoto e não presencial, é possível afirmar que um novo normal está sendo construído, nas individualidades e na coletividade, no que diz respeito a práticas de ensino, aprendizagens e avaliação. A experiência com as aulas remotas promoveu a desmistificação e a imersão dos docentes da Engenharia no mundo das tecnologias digitais voltadas para os processos de ensino e de aprendizagem. Além disso, sinaliza desafios concretos no que tange à necessidade, ainda mais latente nesta nova realidade, de formação continuada dos professores para que estes possam dar prosseguimento ao desenvolvimento de suas habilidades para lidarem com o universo digital com mais facilidade.

É preciso atenção, por parte dos professores e das IES em que estes atuam, para que as boas práticas desenvolvidas durante a pandemia não se percam. Não há como os docentes voltarem para as salas de aula neste novo normal sem considerar tudo o que, de maneira resiliente e superando grandes desafios, precisaram desenvolver durante o período de ERE. Neste sentido, os autores deste capítulo salientam a relevância dessas boas práticas serem registradas e compartilhadas pelos docentes

¹ Disponível em:

https://www.br.undp.org/content/dam/brazil/docs/covid_painel/Relat%C3%B3rio%20COVID-19%20e%20DESENVOLVIMENTO%20SUSTENT%C3%81VEL_sum%C3%A1rio.pdf – acesso em 18 de novembro de 2021.

com seus pares e, de maneira mais ampla, com a comunidade das instituições em atuam. Uma estratégia interessante pode ser o professor escrever sobre aquelas práticas que adotou nas aulas remotas e que considerou bem-sucedidas, compartilhar o que escreveu com outros docentes, receber as contribuições de seus pares a partir de seu texto e contribuir, a partir dos textos que também receberá para ler, com o aperfeiçoamento das práticas dos colegas. Guzmán e Granados (2020) tecem considerações a respeito desta estratégia e destacam que ela permite ao indivíduo criticar, pensar e repensar sobre o que fez no momento de crise e que, a partir de uma análise crítica da própria prática e da revisão desta por pares, torna-se evidente para o professor que a maneira como atua sempre pode ser aperfeiçoada.

Park et al. (2020) afirmam que, a curto e a longo prazo, o sucesso da Educação em Engenharia está condicionado às experiências de aprendizagem ofertadas aos alunos neste novo normal. Além disto, neste cenário, torna-se imperativo aos educadores que atuam nestes cursos compreenderem as experiências de aprendizagem dos alunos associadas às emoções por eles vivenciadas durante o período de ERE, a fim de, na nova normalidade, apoiar e manter a boa qualidade da aprendizagem e o desempenho acadêmico dos alunos. A adaptação, por parte de docentes e discentes, ao ambiente desafiador imposto pela pandemia, certamente pode trazer ganhos significativos aos processos de ensino e de aprendizagem. Nesse sentido, os entraves que tiveram de ser superados na mudança para a educação não presencial podem servir como catalizadores para transformar as práticas pedagógicas e promover uma educação ativa e interativa apoiada por inovações alinhadas na avaliação, percursos e qualificações mais flexíveis (SALMI, 2020).

A hibridização do ensino, compreendida de maneira mais abrangente do que simplesmente como a combinação de atividades presenciais com outras *online*, apresenta-se como uma possibilidade de concretizar as transformações mencionadas no último parágrafo. Valente (2014) menciona a definição de Staker e Horn (2012) para Ensino Híbrido (*Blended Learning*), a qual considera bastante completa. Na visão dos autores, o ensino híbrido é,

[...] um programa de educação formal que mescla momentos em que o aluno estuda [...] usando recursos *online*, e outros em que o ensino ocorre em uma sala de aula, podendo interagir com outros alunos e com o professor. Na parte realizada *online*, o aluno dispõe de meios para controlar quando, onde, como e com quem vai estudar. [...] o conteúdo

e as instruções devem ser elaborados especificamente para a disciplina ao invés de usar qualquer material que o aluno acessa na Internet. Além disso, a parte presencial deve necessariamente contar com a supervisão do professor, valorizar as interações interpessoais e ser complementar às atividades *online*, proporcionado um processo de ensino e de aprendizagem mais eficiente, interessante e personalizado (VALENTE, 2014, p. 84).

Em síntese, ao longo das seções deste capítulo, buscou-se ressaltar, assim como já se explicita seu título e em consonância com o que afirma De Wit (2020, p. 544), a importância de que, também no ensino e na aprendizagem de CbM nos cursos de Engenharia, “a crise global resultante da pandemia não seja vista apenas como um desafio, mas também como uma oportunidade para mudar o paradigma de volta à cooperação e para estimular a inclusão em vez da exclusão”, ideia que é reforçada por meio das considerações apresentadas a seguir.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crise desencadeada pela pandemia de Covid-19 destacou o papel das universidades de trabalhar para o bem público e evidenciou a contribuição destas instituições na produção do conhecimento necessário para fornecer informações relevantes, promover debates públicos, gerenciar riscos e gerar produtos e serviços socialmente úteis (RIZVI, 2020). A mencionada crise esperançou, assim como afirmava Freire (2002) e lembrou que o papel que se espera das universidades é o de colaborar na construção de uma sociedade mais justa e democrática.

Apresenta-se, portanto, uma a oportunidade de repensar os objetivos básicos do Ensino Superior (RIZVI, 2020) e, particularmente, a Educação em Engenharia. Uma questão discutida por Lerena et al. (2020) e Barrón (2020) diretamente relacionada a este aspecto é o mundo que os seres humanos construirão a partir deste novo normal pós-pandemia. Neste sentido, Lerena et al. (2020) propõem uma Educação em Engenharia que contribua com a integração regional e com a construção de alianças para o desenvolvimento sustentável baseado em princípios e valores que priorizem a solidariedade, o bem comum e a dignidade das pessoas. O autor ainda salienta que um mundo colaborativo tem maiores chances de prosperar.

Diante destas considerações, os autores deste capítulo entendem como essencial neste novo normal refletir sobre: qual seria o papel do ensino e da aprendizagem das CbM na Engenharia para a construção de uma sociedade mais justa e democrática? Ou de outro modo, quais as contribuições que o ensino e aprendizagem das CbM na formação de engenheiros mais comprometidos com uma sociedade colaborativa, mais justa e igualitária? Como argumenta Nóvoa (2019) – ainda em um cenário anterior à pandemia, mas recorrendo a uma ideia perfeitamente transferível para o contexto atual,

[...] no meio de muitas dúvidas e hesitações, há uma certeza que nos orienta: a *metamorfose da escola* (e da universidade) acontece sempre que os professores se juntam em coletivo para pensarem o trabalho, para construírem práticas pedagógicas diferentes, para responderem aos desafios colocados pelo fim do modelo escolar (e universitário). [...] A transformação pode começar de muitas maneiras, mas talvez as universidades sejam um bom lugar para manifestarmos a *coragem dos começos* (JANKÉLEVITCH, 1960). Assumir riscos? Claro, mas de que valeria um pensamento inofensivo, vazio, sem os riscos da ação, sem a virtude do compromisso. A coragem é o contrário do medo, é mesmo o seu antídoto. Em vez de dedicarmos o nosso tempo a elaborar justificações para a inércia, concentremo-nos na injustificabilidade de certas situações. Não há coragem sem ação (NÓVOA, 2019, p. 11-12).

Coincidentemente, na mesma época em que redigiam este capítulo, alguns de seus autores participaram do VIII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM), promovido pela Sociedade Brasileira de Educação Matemática. Um dos convidados da mesa de abertura deste evento, o educador Antonio Miguel, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), encerrou sua fala deixando um convite aos educadores matemáticos participantes, convite este que se considera muito apropriado para estender àqueles que finalizaram sua leitura: *convidamos os educadores pós-pandêmicos a inventarem autonomamente não um novo normal, mas um novo modo anormal de fazer e praticar uma pan escola, não mais organizada em disciplinas, conteúdos, anos, séries, idades, provas, avaliações, reprovações, exclusões ou inclusões...uma pan escola em que a escola presencial se coloque a serviço da virtual e a virtual a serviço da presencial, e a escola real – das formas de vida – a serviço de ambas.*

REFERÊNCIAS

AGUDELO, E. M. G.; ROLDÁN, M. I. D. La universidad en la nueva normalidad: ¿ cuál debería ser el rol de profesores, estudiantes, instituciones de educación superior y Estado?. In: TIRADO, A. U. et al. (Eds.). **Polifonía para pensar una pandemia**. Medellín: Universidad de Antioquia, Fondo Editorial FCSH de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas, p. 288-302, 2020.

AZEVEDO, J. **A relação professor-estudante no ensino superior no século XXI**. 2012. Disponível em: <https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/13055/1/A%20rela%C3%A7%C3%A3o%20professor-estudante%20no%20ensino%20superior%20no%20s%C3%A9culo%20XXI.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2021.

BAKKER, A.; CAI, J.; ZENGER, L. Future themes of mathematics education research: an international survey before and during the pandemic. **Educational Studies in Mathematics**, v. 107, n. 1, p. 1-24, 2021.

BARRÓN, M. La educación en línea. Transiciones y disrupciones. **Educación y pandemia. Una visión académica**, p. 66-74, 2020.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V. **Introdução à engenharia**. 6. ed. Florianópolis: Ed UFSC, p. 17, 2015

BECKER, F. **Educação e construção do conhecimento**. 2.ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

BIOTTO, C. N., SERRA, S. M. B. Experiência de ensino remoto emergencial na pós-graduação em engenharia. **Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, 2020, Disponível em: [10.37702/COBENGE.2020.3232](https://doi.org/10.37702/COBENGE.2020.3232). Acesso em: 18 nov. 2021.

BOLDARINE, R.F.; BARBOSA, R. L. L.; ANNIBAL, S. F. Tendências da produção de conhecimento em avaliação das aprendizagens no Brasil (2010-2014). **Estudos em Avaliação Educacional**, n.28, v. 67, 2017, p. 160-189.

BORRALHO, A.M.A; LUCENA, I.C.R.; BRITO, M.A.R.B. **Avaliar para melhorar as aprendizagens em matemática**. Belém: SBEM-PA, (Coleção Educação Matemática na Amazônia, 4), 2015.

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. 2019. Brasília: Ministério da Educação, 2019. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril2019-df&Itemid=30192 Acesso em 12 jan. 2022.

CALIGARIS, M. G. et al. Las TIC como facilitadoras del aprendizaje activo y autónomo. In: CIRIMELO et al. **Nuevas Prácticas de Enseñanza y Evaluación Virtual en Ingeniería. Innovando desde la experiencia en tiempos de pandemia.** p. 65-68. Mar del Plata, Argentina. Universidad FASTA Ediciones, 2020.

CANTORAL, R. et al. Matemática Educativa, transversalidad y COVID-19. **Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa**, v. 23, n. 1, 2020.

CARDARELLO COMPIANI, M. B.; LÓPEZ PÉREZ, M. L. **Internationalization at home: new challenges and opportunities in times of Covid**, 2021. Disponível em: <https://bityli.com/xiZw1>. Acesso em: 10 ago. 2021.

CARVALHO, M. O. G. **Escuta sensível: protagonismo na educação.** 2017. Tese (Doutorado) – Doutorado em Educação. Universidade de Sorocaba, Sorocaba, 2017. Disponível em: http://educacao.uniso.br/producao-discente/teses/Teses_2017/margly-genofre.pdf. Acesso em: 18 nov. 2021.

CASILLAS, J. C. S.; RODRÍGUEZ, S. V. El docente universitario frente a las tensiones que le plantea la pandemia. **Revista Latino-americana de Estudios Educativos**, v. 50, n. ESPECIAL, p. 89-120, 2020.

CASTILLO, L. M. Lo que la pandemia nos enseñó sobre la educación a distancia. **Revista Latino-americana de Estudios Educativos**, v. 50, n. ESPECIAL, p. 343-352, 2020.

CAZZANELLI, P. et al. (Percepções de professores acerca da avaliação da aprendizagem. **Revista CONTRAPONTO**, n. 1, v. 1, 2020, p. 49-64.

CHEHAIBAR, L. Flexibilidad curricular. Tensiones en tiempos de pandemia. **Educación y pandemia. Una visión académica**, p. 83-91, 2020.

COSTA, L. A. C. Desafios e avanços educacionais em tempos da COVID-19: a docência no Ensino Remoto em cursos de Engenharia. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)**, v. 6, p. 1-22, 2020.

CUEVAS DE LA GARZA, J. F. Docencia entre paredes: buscando las ventanas. **Revista Latino-americana de Estudios Educativos**, v. 50, n. ESPECIAL, p. 279-290, 2020. distância. **Revista Latino-americana de Estudios Educativos**, v. 50, n. ESPECIAL, p. 343-352, 2020. Disponível em:

<<https://www.redalyc.org/jatsRepo/270/27063237028/html/index.html>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

DE WIT, H. The future of internationalization of higher education in challenging global contexts. **ETD: Educação Temática Digital**, v. 22, n. 3, p. 538-545, 2020.

DEMO, P. **Aula meu xodó**. 2008. Disponível em: <https://docs.google.com/document/d/e/2PACX--1vRaRIZKbxBHxQNILf2bucbzBLNryTfITGA4I0xHom0mbOlwh1ooUWm3kSiKIOQkNFkZMSosdP8HJv7/pub>. Acesso em: 18 nov. 2021.

DÍAZ-BARRIGA, F. **Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida**. México: McGraw Hill, 2005.

DUARTE, C. E. L. Avaliação da aprendizagem escolar: como os professores estão praticando a avaliação na escola. **HOLOS**, Ano 31, Vol. 8. 2015.

ELMÔR-FILHO, G.; SAUER, L. Z.; ALMEIDA, N. N.; VILLAS-BOAS, V. **Uma Nova Sala de Aula é Possível: Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia**, 1.ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2019.

FAIRLIE, A.; PORTOCARRERO, J.; HERRERA, E. Desafíos de digitalización para la internacionalización de la educación superior en los países de la Comunidad Andina. **Documentos de Trabajo**, v. 46, p. 2ª, 2021.

FLEISCHMANN, Y. et al. Tertiary education in the digital age. In: **INDRUM 2020**. 2020.

FREIRE, P. **Pedagogia dos sonhos possíveis**. São Paulo: Editora UNESP, 2001.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. 9. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIMENO, P.; GÓMEZ, M. J. M.; QUINTANA, M. V. Innovaciones que deberían incorporarse en la enseñanza y aprendizaje presencial a partir de la experiencia en la virtualidad. In: CIRIMELO et al. **“Nuevas**

Práticas de Enseñanza y Evaluación Virtual en Ingeniería. Innovando desde la experiencia en tiempos de pandemia", p. 69-73. Mar del Plata, Argentina. Universidad FASTA Ediciones, 2020.

GONZATTI, S.E.M. Práticas avaliativas em disciplinas de Física no ensino superior: experimentações e feedbacks estudantis. **Trabalho apresentado no XXIV SNEF** (online), jul/2021. Disponível em: <https://youtu.be/hKvHVrKuxwY>. Acesso em: 18 nov. 2021.

GONZATTI, S. E. M.; DE MAMAN, A. S.; NEIDE, I. G. Práticas de Avaliação em Física em cursos de Engenharia: feedbacks estudantis. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 33, n. 2, p. 317-324. Disponível em: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/35271>. Acesso em: 18 nov. 2021.

GUZMÁN, O. del R. C.; GRANADOS, J. B. Las crisis también pueden promover el aprendizaje, impacto del Covid-19 en prácticas docentes. **Revista Latinoamericana de Estudios Educativos**, v. 50, n. ESPECIAL, p. 291-302, 2020.

HECK, G. S. et al. A relação professor-estudante e sua influência nos processos de ensino e aprendizagem. **REXE. Revista de Estudos y Experiencias en Educación**, v. 20, n. 42, p. 137-149, 2021.

HORN, M.; STAKER, H. **Blended: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

HOROWITZ, S. S. The science and art of listening. **New York Times**, v. 9, 2012.

IRALA, V. B., BLASS, L., JUNQUEIRA, S. M.S. Introduzindo o conceito de avaliação por rubricas por intermédio de oficinas: análise de uma experiência piloto. **Revista Contexto & Educação**, n.36, v.113, 2021, p. 54-73.

JONES, E. Empleabilidad de los egresados y la internacionalización del currículo en casa. **International Higher Education**, p. 7-9, 2014.

KOWALSKI, V. A.; ERCK, I. M.; ENRIQUEZ, H. D. Indicadores del Relevamiento. In: CIRIMELO et al. **Nuevas Prácticas de Enseñanza y Evaluación Virtual en Ingeniería. Innovando desde la experiencia en tiempos de pandemia**, p. 29-53. Mar del Plata, Argentina. Universidad FASTA Ediciones, 2020.

LERENA, R. G. et al. **Reflexiones de Académicos Latinoamericanos en Pandemia**. GEDC-ACOFI-CONFEDI-LACCEI. Bogotá, Colombia. LACCEI Ediciones, 2020.

LERENA, R. G. Desarrollo del Taller. In: CIRIMELO et al. **“Nuevas Prácticas de Enseñanza y Evaluación Virtual en Ingeniería. Innovando desde la experiencia en tiempos de pandemia”**, p. 21-27. Mar del Plata, Argentina. Universidad FASTA Ediciones, 2020.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: editora 34, tradução de Carlos Irineu da Costa. (3ª edição), 2010, 272p.

LIMA, G. L. et al. O Ensino da Matemática na Engenharia e as Atuais Diretrizes Curriculares Nacionais: o modelo didático da matemática em contexto como possível estratégia. **Currículo sem Fronteiras**, v. 21, n. 2, p. 785-816, 2021.

MACEDO, A. C. de O. **Co-responsabilidade do aprender: o dar-se conta do estudante e o agir pedagógico**. 2018. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2018. Disponível em: <https://sistemas.furg.br/sistemas/sab/arquivos/bdtd/0000012256.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2021.

MARCHESINI, G. COVID-19 and Internationalization in the MENA Region. **International Higher Education**, v. 104, p. 22-23, 2020.

MARTÍNEZ-ROJAS, J. Las rúbricas en la evaluación escolar: su construcción y su uso. **Avances en medición**, v. 6, n. 129, p. 38, 2008.

MASETTO, M. T. **Competência pedagógica do professor universitário**. São Paulo: Summus, 2003.

MORAN, J. Educação híbrida: um conceito-chave para a educação, hoje. In: BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015. p. 27-45.

MOREIRA, J.A.M.; HENRIQUES, S.; BARROS, D. Transitando de um ensino remoto emergencial para uma educação digital em rede, em tempos de pandemia. **Dialogia**, São Paulo, n. 34, 2020, p. 351-364.

NAN, Z.; CHANG-CHUN, L. The Development of Internationalization at Home in Higher Education. **Psychology and Education Journal**, v. 58, n. 4, p. 2278-2287, 2021.

NÓVOA, A. **Profissão Professor**. Porto: Porto Editora, 1999.

NÓVOA, A. Os Professores e a sua Formação num Tempo de Metamorfose da Escola. **Educação & Realidade**, v. 44, 2019.

OECD. **PISA 2018 Results (Volume VI): Are Students Ready to Thrive in an Interconnected World?** PISA, OECD Publishing, Paris, 2020.

PARK, J. J. et al. Remote Engineering Education under COVID-19 Pandemic Environment. **International Journal of Multidisciplinary Perspectives in Higher Education**, v. 5, n. 1, p. 160-166, 2020.

QADIR, J.; AL-FUQAHA, A. A Student Primer on How to Thrive in Engineering Education during and beyond COVID-19. **Education Sciences**, v. 10, n. 9, p. 1-22,

RADINA, N. K.; BALAKINA, Ju V. Challenges for Education during the Pandemic: An Overview of Literature. **Вопросы образования**, n. 1 (eng), 2021.

RAUER, J. N. et al. Cross-university virtual teamwork as a means of internationalization at home. **The International Journal of Management Education**, v. 19, n. 3, p. 1-13, 2021.

REBOLLO-PERDOMO, S. Un modelo simple para el número de infectados por Covid-19. **Materials matemàtics**, p. 1-12, 2020.

RIZVI, F. Australia – Re-envisioning Higher Education in Australia after COVID-19. **Higher Education in Southeast Asia and Beyond**. n. 8, p. 31-34, jun. 2020.

ROMÁN, J. A. M. La educación superior en tiempos de pandemia: una visión desde dentro del proceso formativo. **Revista Latinoamericana de Estudios Educativos**, v. 50, n. ESPECIAL, p. 13-40, 2020.

SALMI, J. **COVID's Lessons for Global Higher Education: Coping with the Present While Building a More Equitable Future**. Lumina Foundation, 2020.

SANTO, E. E., LUZ, L. C. S. Avaliação das Aprendizagens no Nível Superior: Avaliar Para Quê? **Dialogia**, n.16, 2012, p. 141-154.

SANTOS, E. H. L. et al. Análise de recursos didáticos e metodologias utilizados por professores em tempos de ensino remoto emergencial. **Anais do CIET: EnPED: 2020 (Congresso Internacional de Educação e Tecnologias/Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância)**. Disponível em: <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2020/article/view/1231>. Acesso em: 18 nov. 2021.

SAUER, L.Z. **O diálogo matemático e o processo de tomada de consciência da aprendizagem em ambientes telemáticos**. 2004, 195f. Tese (Doutorado em Informática em Educação) - PGIE, UFRGS, Porto Alegre, 2004.

STALLIVIERI, L. **Internacionalización en Casa (IeC)**, 2021. Disponível em: <https://bitly.com/VjxKf>. Acesso em: 10 ago. 2021.

VALENTE, J. A. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em revista**, p. 79-97, 2014.

VERGNAUD, G. Entrevista. **Revista Nova Escola**. 2008. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/960/gerard-vergnaud-todos-perdem-quando-a-pesquisa-nao-e-colocada-em-pratica>. Acesso em: 31 jul. 2021.

VOOGT, J.; ROBLIN, N. P. A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. **Journal of curriculum studies**, v. 44, n. 3, p. 299-321, 2012.

YIN, R.K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Penso, 2016.

CAPÍTULO 4

HISTÓRIA E FILOSOFIA PARA ENGENHARIAS NA PERSPECTIVA DAS NOVAS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS EM ENGENHARIA

Gilmar Barreto

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

Régis Pasini

Faculdade Armando Alvares Penteado – FAAP

José Roberto Cardoso

Universidade de São Paulo – USP

Sônia Marise Salles Carvalho

Tânia Cristina Cruz

Universidade de Brasília – UNB

Eleonora Fripp Lazzari

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

Raíssa Raimundo da Silva

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

Edson Pedro Ferlin

Marcos Augusto Hochuli Shmeil

Centro Universitário UniDomBosco – UniDomBosco

Jose Aquiles Baesso Grimoni

João Francisco Justo Filho

Drielli Peyrerl

Marcos Jolbert Cáceres Azambuja

Débora Carvalho

Universidade de São Paulo – USP

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	149
2	ENGENHEIROS: AGENTES DA FELICIDADE OU INSTRUMENTOS DA ESCRAVIDÃO.....	152
2.1	A força do raciocínio crítico.....	153
2.2	A engenharia brasileira e o seu potencial de inovação.....	154
2.3	O movimento "Engenharia para a Paz.....	155
2.4	Surgem novas lideranças.....	158
3	A ABORDAGEM SENSEMAKING NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO.....	159
3.1	Competência empreendedora, <i>sensemaking</i> e DCNs.....	160
3.2	<i>Sensemaking</i> : as ciências humanas como referência.....	161
3.3	Diretrizes Curriculares Nacionais/DCNs em Engenharia: currículo por competências.....	162
4	A (IN)VISIBILIDADE DAS MULHERES NA CIÊNCIA.....	167
4.1	Uma breve revisão histórica.....	168
4.2	Autopercepção da discriminação de gênero por mulheres.....	173
4.3	Discriminação nos dias de hoje.....	173
5	ASPECTOS HISTÓRICOS E FILOSÓFICOS ABORDADOS EM DISCIPLINAS DE ENGENHARIA.....	179
5.1	A disciplina de Fundamentos da Engenharia.....	180
5.2	A disciplina de História da Tecnologia.....	188
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	194
	REFERÊNCIAS.....	195

HISTÓRIA E FILOSOFIA PARA ENGENHARIAS NA PERSPECTIVA DAS NOVAS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS EM ENGENHARIA

1. INTRODUÇÃO

História e Filosofia são corpos de conhecimento e modos de investigação que moldam e são moldados por seus contextos socioculturais. Eles são mais do que uma cronologia de eventos ou grandes declarações - são lentes para iluminar epistemologias, ontologias e axiologias da engenharia, ou os princípios, ideias e métodos que fundamentam o que significa conhecer a engenharia, ser um engenheiro, praticar a engenharia e preparar outros para a prática de engenharia (por exemplo, instrução). É por meio desse processo de investigação que esperamos que este capítulo comece a articular sua(s) própria(s) função(ões) na formação do ensino de engenharia, bem como explorar maneiras de conectar seus interesses de pesquisa e ensino, com a criação de disciplinas que envolvam História e Filosofia da Engenharia e ou seus tópicos. Uma das razões para a importância de uma disciplina com este caráter é o grande interesse demonstrado pelos alunos sobre os aspectos históricos e filosóficos dos temas abordados em sala de aula, dando a entender que estes temas poderiam ser discutidos com uma nova abordagem didática e de maneira mais aprofundada. Este capítulo irá facilitar as escolas de Engenharia atender parte das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia de 2019 no quesito que o futuro engenheiro ou engenheira deva ter uma visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, e porque não dizer também ser cooperativo e ético, pontos que acreditamos que as disciplinas a serem propostas irão proporcionar estas habilidades para alunas e alunos das diversas engenharias.

Na sociedade pautada pela aceleração tecnológica, novas competências são declaradas como necessárias à formação do engenheiro caracterizadas pela interdisciplinaridade, visão sistêmica e crítica e que suscita uma formação que associa os pressupostos das ciências exatas e ciências sociais como destaque no sentido de situar a relevância do engenheiro na sociedade do conhecimento.

A interação entre a sociedade humana e os engenheiros ajudou a desenvolver e orientar o avanço da tecnologia de engenharia, com a sociedade apresentando problemas para os engenheiros resolverem e engenheiros desenvolvendo novas tecnologias que mudaram o curso da história humana e ajudaram a moldar o mundo em que vivemos. A

filosofia geral por trás da Engenharia é que os engenheiros trabalham para atender às necessidades da sociedade (água, eletricidade, melhorias tecnológicas).

Portanto, História e Filosofia são corpos de conhecimento e modos de investigação que moldam e são moldados por seus contextos socioculturais. Eles são mais do que uma cronologia de eventos ou grandes declarações - são lentes para iluminar epistemologias, ontologias e axiologias da engenharia, ou os princípios, ideias e métodos que fundamentam o que significa conhecer a engenharia, ser um engenheiro, praticar a engenharia e preparar outros para a prática de engenharia.

Nesse sentido, as ciências humanas, em especial, a história e a filosofia, podem contribuir para desenvolver a compreensão do sentido da profissão de engenheiro em seu tempo histórico e a prática de sua habilidade como valor social.

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia de 2019, ao propor um currículo por competências, pressupõe a formação do futuro engenheiro ou engenheira com visão holística, humanista e reflexiva, porque não dizer também cooperativo e ético. A formação de um engenheiro ou engenheira que compreenda a importância social da sua profissão alinhada com o perfil proposto pelas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia de 2019 somente é possível incorporando as ciências humanas no projeto pedagógico do curso de engenharia, seja no ensino por meio de disciplinas que envolvam a história e a filosofia em diálogo com a engenharia; seja na pesquisa com trabalhos de conclusão de curso e/ou atividades de avaliação com temas associados às ciências humanas e na extensão com estudantes inseridos em projetos comunitários e estágios que se apropriem da abordagem das ciências humanas na busca de soluções sociais.

Esse capítulo tem como propósito mostrar a relevância da formação interdisciplinar do engenheiro e a importância das ciências humanas em sua formação acadêmica, além de ajudar a refletir, orientar, explorar, inovar e criar atividades pedagógicas que possam tornar a história e a filosofia parte da formação do engenheiro nos cursos de engenharias.

As seções que compõem esse capítulo iniciam um processo de investigação ao explorar maneiras de conectar interesses de pesquisa e ensino, com a criação de disciplinas que envolvam História e Filosofia da Engenharia e ou seus tópicos. Uma das razões para a importância de uma disciplina com este caráter é o grande interesse demonstrado pelos alunos sobre os aspectos históricos e filosóficos dos temas abordados em sala de aula, dando a entender que estes temas poderiam ser

discutidos com uma nova abordagem didática e de maneira mais aprofundada.

Espera-se que as leituras das seções possam dar pistas para a criação e melhoria de ementas das disciplinas “História e Filosofia da Engenharia”, para os diferentes cursos de engenharia em seus mais de 100 ramos e facilite as escolas de Engenharia atender parte das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia em relação às competências empreendedoras necessárias ao engenheiro do presente e do futuro (OLIVEIRA, 2010).

A primeira seção provoca uma reflexão ao jovem engenheiro e já traz em seu título “Engenheiros: Agentes da felicidade ou instrumentos da escravidão” uma perspectiva humanitária do papel do engenheiro na sociedade moderna. Será que os estudantes de graduação estão conscientizados sobre o impacto social de seus projetos, principalmente na população mais vulnerável, submetida a trabalho escravos e exploração de mão de obra infantil? É uma questão que somente pode ser avaliada com a introdução das análises realizadas pelas ciências humanas, em especial a História e a Filosofia.

Na continuidade do capítulo apresentamos “O Método *Sensemaking* aplicado às Competências Empreendedoras dos Engenheiros proposto pelas DCNs em Engenharia”, que aborda o método *sensemaking* na formação do engenheiro. O método *sensemaking* tem como fio condutor o comportamento humano, carregado de crenças, valores, percepções e atitudes e que configuram o sentido da ação. Essa abordagem reflete sobre o significado do engenheiro na sociedade contemporânea e assim dialoga com os pressupostos do papel humanitário do engenheiro. Mostramos as conexões entre o método *sensemaking* e as competências empreendedoras apontadas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais em Engenharia.

Na continuidade do tema História e Filosofia nas Engenharias tratamos de um tema antigo e muito atual sobre o papel das mulheres na ciência. Uma pesquisa realizada no Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE) *Women In Engineering*, trata sobre a discriminação e gênero, cujo resultado evidencia que é preciso de uma nova perspectiva sociotécnica de engenharia potencializando o ensino da instrução técnica e a visão de caráter social. A seção denominada “A (In)Visibilidade Das Mulheres Na Ciência: Uma Revisão Histórica e Pesquisa de Autopercepção da Discriminação de Gênero por Mulheres na área de Engenharia Elétrica” mostra a importância da história e da filosofia para compreender o lugar da mulher, ainda marcada pela discriminação e a necessidade de estudo dos problemas sociotécnicos nas áreas científico-tecnológicas.

Na finalização do capítulo tratamos da experiência de aspectos históricos e filosóficos de duas disciplinas. A primeira propõe conteúdos em conjunto com outras temáticas da formação de um engenheiro, como empreendedorismo, competências transversais, segurança, meio ambiente. Nas atividades didáticas são utilizados conceitos histórico-filosóficos de modo contextualizado na engenharia. Essa proposta didática torna os estudantes mais motivados e engajados no curso, pois entendem as implicações da engenharia no contexto social. A segunda disciplina mostra a experiência didática na disciplina de História da Tecnologia com a abordagem das metodologias ativas. A aprendizagem do aluno por meio da produção de um vídeo que se configura no principal item de avaliação se torna muito motivadora.

Nas conclusões esperamos que este trabalho seja um marco inicial e que nossos relatos tragam muitos subsídios sobre a importância da História e Filosofia da Engenharia para os diferentes cursos, bem com ramos da engenharia; e que o texto ajude os nossos colegas professores a levar esta ideia a todos cursos engenharia do país.

2. ENGENHEIROS: AGENTES DA FELICIDADE OU INSTRUMENTOS DA ESCRAVIDÃO

Com as mudanças na educação em engenharia que as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) publicadas em 2019 (MEC, 2019) promoveram, as humanidades adquiriram um protagonismo inédito na formação dos engenheiros para a construção de uma engenharia ciente do seu papel humanitário no cenário global conscientizando os estudantes de engenharia da responsabilidade que terão em relação ao impacto dos seus futuros projetos em especial nas populações mais vulneráveis e no meio ambiente. É necessário conscientizá-los que o mesmo projeto ou solução que proporciona bem-estar e qualidade de vida para muitos, também pode provocar em outras pessoas condições de trabalho escravo ou próximo disso, baixíssima qualidade de vida e agressões ao meio ambiente que podem ser irreversíveis.

É crucial que na formação dos novos engenheiros os estudantes tenham consciência que a engenharia é a profissão que provoca maiores transformações no nosso planeta e que essa tarefa nunca se encerra (PETROSKI, 2010) e por este motivo cabe questionar se os engenheiros estão realmente cientes do impacto que causam no planeta com seus projetos. Mesmo sendo os engenheiros os principais responsáveis pelo aumento da expectativa de vida dos seres humanos e criadores de dispositivos e tecnologias que agregam imensa qualidade de vida, é necessário ponderar sobre os eventuais prejuízos os projetos de engenharia têm imposto ao planeta.

Os engenheiros têm desenvolvido tecnologias incríveis que passam de imediato a promover uma vida melhor para muitos, mas não para todos. No Brasil, este desequilíbrio é evidente em problemas sociais e ambientais. As usinas hidroelétricas que trouxeram benefícios inegáveis, foram responsáveis pela extinção de boa parte da fauna e da flora de nossos biomas, assim como nossos veículos que já foram a solução para problemas de transporte, tornaram-se um problema a ser resolvido. A solução para este problema tem sido concentrada na migração para a mobilidade elétrica e mais uma vez, o impacto negativo desta inovação não está recebendo a devida atenção. As usinas hidroelétricas, os veículos de a combustão e os veículos elétricos são exemplos de desenvolvimentos fantásticos, mas não agregam benefícios para muitos.

É necessária a conscientização por parte dos engenheiros de que toda tecnologia tem seu lado cruel, que deve ser bem gerenciado e mitigado sob pena de causar sérios danos ao planeta e ao ser humano. O lítio, por exemplo, é o mais rico insumo para a produção de baterias leves e duradouras utilizadas em equipamentos eletrônicos e veículos elétricos, mas é extraído em condições sub-humanas na Bolívia, onde se localizam as maiores reservas deste minério (LOBO; LOBO; CARDOSO, 2020).

O mesmo ocorre com *comodities* ligadas à produção de componentes eletrônicos, como o tântalo, fundamental na produção de capacitores especiais. Suas grandes reservas estão localizadas no Congo, cujas mineradoras praticam condições escravagistas com seus operários, além de fazerem uso da mão de obra infantil.

O celular, dispositivo mais emblemático da nossa era e uma criação da engenharia, utiliza o lítio e o tântalo em larga escala na sua bateria e capacitores, respectivamente e a sua produção envolve algo em torno de 250.000 operários, vários trabalhando em condições sub-humanas.

Se fosse atribuir uma nota para a ética e humanidade aplicada à produção de celulares, qual seria a nota? Sabendo que os engenheiros são responsáveis pelos seus projetos e produção, os engenheiros são agentes da felicidade ou um instrumento da escravidão?

São perguntas como esta que o engenheiro do amanhã, que hoje é estudante, terá que responder.

2.1 A força do raciocínio crítico

Os engenheiros sempre foram reconhecidos pelo raciocínio crítico (PETROSKI, 2010), competência esta que o habilita a encontrar soluções para os mais variados tipos de problemas e é desta competência que deverá resultar soluções e alternativas para questões como as que foram mencionadas anteriormente.

Na história recente, há exemplos de empresas que tiveram enormes prejuízos quando o consumidor descobriu que na sua cadeia produtiva eram empregadas crianças ou trabalho escravo, fabricantes de vestuários que tiveram que encerrar linhas de produção ao serem expostos como tolerantes ao trabalho escravo de mulheres costureiras.

O engenheiro do amanhã não vai se sujeitar a isso, não vai simplesmente obedecer a ordens como fazia o engenheiro do final do século passado.

O engenheiro do amanhã, será membro de uma equipe, e o líder desta equipe não dará ordens, mas o questionará seus liderados sobre o que fazer para melhorar o desempenho do seu time. A era da obediência cega às ordens da chefia terminou, não por pressão dos colaboradores e sim por pressão da própria sociedade.

2.2 A engenharia brasileira e o seu potencial de inovação

A engenharia brasileira merece destaque pelo seu potencial de inovação demonstrado em diferentes áreas e se apresenta como protagonista neste processo de buscar soluções que beneficiarão pessoas e meio ambiente.

O Brasil possui a terceira maior indústria aeronáutica do mundo, que emprega mais de 18.000 funcionários e fatura mais de 20 bilhões de dólares por ano. Há mais aviões brasileiros voando nos céus dos Estados Unidos que aviões americanos. A EMBRAER construiu o mais eficiente e econômico avião de 100 lugares do planeta.

Tudo isso fruto da engenharia nacional, com colaboração internacional e da academia, pois ninguém é autossuficiente em conhecimento.

24% da matriz energética brasileira é constituída de energia elétrica de natureza renovável. Este indicador, nenhum outro país do mundo apresenta. A Alemanha apresenta índices de 7% e é um dos países europeus com melhor desempenho neste quesito.

Muito antes da pressão das mudanças climáticas que hoje é um desafio mundial, desde 1975 pesquisadores brasileiros estudam a aplicação do etanol como alternativa ao combustível fóssil. Não só os automóveis, mas até alguns aviões produzidos no país são propelidos a etanol. Atualmente, 27% de todos os recursos energéticos do país vêm da cana de açúcar. A taxa de crescimento do consumo deste insumo tem crescido à razão de 5,6% ao ano, desde 1980. Todos os automóveis brasileiros consomem etanol, mesmo aqueles propelidos a gasolina, pois nossa gasolina é misturada ao etanol na proporção de 4 para 1.

Esta bioenergia, que constitui 40% de toda a energia requerida pelo país, impacta não só a redução do aquecimento global, por ser renovável,

mas também na saúde de todo planeta, pela redução da poluição, devido à ausência dos gases tóxicos produzidos por combustíveis fósseis.

Isto é fruto da engenharia nacional e uma demonstração de que sempre lutou para ter um mundo mais limpo, quando todo o resto estava se locupletando com combustíveis fósseis.

Como toda inovação também provoca prejuízos, o Brasil tem trabalhado para minimizá-los, aumentando produtividade brasileira da cana de açúcar, saindo da produção de 84 toneladas por hectare na década de 80 para 381 toneladas por hectare em 2019 (CHERUBIN, 2019).

Este esforço brasileiro resultou em melhor aproveitamento do solo, sobrando espaço para a produção de alimentos.

2.3 O movimento “Engenharia para a Paz”

Em 2018, em Albuquerque, Estados Unidos, um grupo de dirigentes e ex-dirigentes de escolas de engenharia de todo o mundo, definiu o conceito da Engenharia para a Paz, como a aplicação da ciência e dos princípios da engenharia para promover e patrocinar a paz. Este movimento já teve início, e o seu espalhamento mundial está ocorrendo a ritmo acelerado (CARDOSO, 2020).

É importante destacar que o movimento Engenharia para a Paz é aderente às DCN's para o ensino de Engenharia editadas em 2019, ao recomendar forte conteúdo humanista na formação do egresso.

O Brasil, por sua vez, tem condições de ocupar posição privilegiada neste cenário da Engenharia para a Paz, sobretudo na erradicação da fome e da pobreza.

Lembrando de números de passado recente, no período de 2006 a 2010, a eficiência da agropecuária brasileira cresceu 4,28% ao ano. Comparando com outros países, dá para perceber o poder desta indústria, pois a China, segunda colocada, no mesmo período, cresceu à taxa de 3,25%, o Chile 3,08% e os USA 1,93% (MENEZES FILHO; CAMPOS; KOMATSU, 2014).

O Brasil é o maior exportador de carne e frango do planeta e aquele que apresenta maior produtividade no cultivo da soja. O agronegócio, empurrado por tecnologias avançadas, desenvolvidas em universidades brasileiras, tornou-se o principal ponto de apoio para as políticas de sustentabilidade e econômicas.

De acordo com a EMBRAPA (MIRANDA, 2017) o Brasil é capaz de produzir uma tonelada de grãos por habitante, além de 35 milhões de toneladas de tubérculos; 40 milhões de toneladas de frutas; sete milhões de toneladas de bananas; um milhão de toneladas de castanhas, amêndoas e nozes; 34 milhões de toneladas de açúcar; 31 bilhões de

litros de etanol; 35,2 bilhões de litros de leite; e 4,1 bilhões de dúzias de ovos.

Na produção animal o país, em 2020, abateu 30,0 milhões de bovinos; 49,3 milhões de suínos; seis bilhões de frangos; 25,5 bilhões de litros de leite e 3,96 bilhões de dúzias de ovos. São números fantásticos com uma contribuição extremamente significativa para a balança comercial brasileira e demonstração evidente da eficiência e evolução das atividades agrônômicas.

No entanto, a fome ainda persiste no Brasil. Somos um dos maiores produtores de alimento do mundo, no entanto a fome ronda todos os dias vários lares deste imenso país. Caberá ao engenheiro do amanhã encontrar soluções disruptivas para extinguir esta chaga.

Norman Borlaug, Nobel da Paz em 1970, que destaca a importância da extinção da fome no planeta. Disse “Não se constrói a paz com estômagos vazios”. Cora Coralina homenageando aqueles que se dedicam à agropecuária: “Em qualquer parte da terra o homem estará sempre plantando, recriando a vida e recomeçando o mundo”. Merecem os parabéns os Engenheiros da Paz, profissionais da Agronomia e produtores rurais por garantirem o pão nosso de cada dia e a nossa sempre e tão almejada paz.

A engenharia é rica em ações sociais, e tornou-se mais efetiva com o contínuo aumento da presença das mulheres e das minorias em seus cursos. Diversas organizações não governamentais, criadas por engenheiros, fazem trabalhos brilhantes na área social e a tendência nos próximos anos é de crescimento substancial, sobretudo com a chegada de 2030, no qual uma série de compromissos assumidos pelo país deverão ser cumpridos, motivados pela Agenda 2030 adotada pelas Nações Unidas com 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Para assegurar um futuro sustentável, os engenheiros deverão desempenhar papel essencial para que estes sejam atingidos, não só através da criação, em futuro próximo, de tecnologias ambientalmente amigáveis, mas também com aplicações de soluções ambientalmente sustentáveis (MOORE, 2020).

A Agenda 2030 está diretamente relacionada à redução da pobreza, ao desenvolvimento da infraestrutura, da educação, vicejando atingir a igualdade de gênero e empoderamento das mulheres, assegurar gestão sustentável e disponibilidade da água e saneamento para todos, assegurar acesso a produtos a preços justos, que sejam confiáveis e sustentáveis, assegurar a disponibilidade de energia limpa e conservar e utilizar de forma segura os oceanos, mares e recursos marinhos.

Quase todos os 17 ODS se relacionam com a ciência e a engenharia. O horizonte imaginado pela ONU está próximo. Apenas uma

década nos separa para atender estes 17 objetivos e a pressão da sociedade civil para que essas metas sejam cumpridas será muito grande.

Assim, em todos os projetos que estiver envolvido, o engenheiro do amanhã deverá estar sintonizado com esta demanda. Todos os profissionais, independentemente de sua área de conhecimento, trabalharão para atingir os 17 ODS.

Portanto, competências tais como: visão sistêmica, trabalho em equipe, profunda visão ética da engenharia, comunicação apurada, entre outras, deverão fazer parte do portfólio de competências do engenheiro do amanhã, competências estas que são enfatizadas nas DCNs de 2019.

O engenheiro de sucesso do amanhã será aquele apaixonado pela profissão. Aquele que estará envolvido, em tempo integral, na busca de soluções ambientalmente sustentáveis, que respeite as condições de trabalho do ser humano, imune ao racismo e a ideologia de gênero e que tenha na verdade seu maior escudo.

As nações responsáveis, por sua vez, precisarão investir somas consideráveis de recursos para implementá-los e as indústrias deverão introduzir mudanças em seus produtos de modo a não violar estes requisitos, sob pena de serem excluídas do mercado.

A primeira tarefa do engenheiro do amanhã será definir parâmetros de desempenho dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Uma vez definidos, o desafio será como mensurá-los, para saber se as metas estão sendo cumpridas, que métricas deverão ser utilizadas, que função de valor deve ser atribuída a cada um deles. Este é um papel relevante que os engenheiros têm a obrigação de exercer. Os engenheiros devem propor soluções inovadoras oriundas da aplicação de técnicas de Inteligência Artificial, Machine Learning, Análise de Dados.

A Engenharia para a Paz vislumbra e trabalha para um mundo em que floresçam a prosperidade, sustentabilidade, igualdade social, empreendedorismo, transparência, a voz da comunidade e engajamento, e a cultura.

Os engenheiros têm o poder para serem protagonistas no papel vital de fornecer soluções criativas, que podem transformar e melhorar, radicalmente, o bem-estar natural. O núcleo duro da Engenharia para a Paz é o futuro sustentável de nosso planeta, o qual está apelando a seus líderes para atuarem em sincronia nesta direção.

É mister que os engenheiros desenvolvam ativamente soluções, que abordem de forma colaborativa os problemas conhecidos, integrando programas de educação transdisciplinar, tecnologia, ética, empatia e política – tendo como pilar a linguagem tecnológica.

2.4 Surgem novas lideranças

O maior ativo de uma empresa é o seu capital humano e todos devem contribuir para o desenvolvimento de líderes para a próxima geração focados nestes objetivos. É necessário criar um movimento, de modo que todos façam parte dele com propriedade e sentido de pertencimento.

Os desafios da Engenharia para a Paz são diversos, dentre eles, cabe citar:

- A VERDADE, que é nossa commodity mais importante, está sendo erodida;
- A Desinformação, através das redes sociais viaja 6 vezes mais rápido que os fatos;
- *As Fake News* proliferam, acabam com reputações em segundos e, diferentemente da mentira, não tem endereço. A pessoa ou instituição prejudicada não tem como exigir retratações de Fake News;
- A polarização, a manipulação, a trapaça e o vício estão em ascensão.

Tudo isso é feito com auxílio da tecnologia, da matemática, da psicologia e do marketing, com o objetivo único de tornar as pessoas dependentes das redes e consumidores incontroláveis.

As pessoas estão mais depressivas, ansiosas e frágeis; as políticas e os sistemas de valores estão sendo desafiados; a guerra comercial está de volta no cenário global.

O gap entre o pobre e o rico continua crescendo assustadoramente. Alguns países da América Latina, como o Chile, 1% da população controla mais de 50% do PIB.

A transparência está ausente em vários níveis e o sistema judiciário sendo desafiado. Precisa-se com urgência de uma nova Política, Novos Tratados internacionais, pois o mundo está saindo perigosamente da sociedade da informação para a sociedade da desinformação.

A educação em engenharia, por sua vez, está mudando, sobretudo devido a pressões oriundas de resultados de programas, que permitiram identificar boas práticas que deram certo em outros países, e também pela indústria, que passou a exigir um profissional com perfil completamente diferente daquele egresso formado segundo padrões do século XX. Destaca-se entre eles, o processo de internacionalização da graduação, que levou nossos estudantes a um cenário completamente diferente daquele que é praticado no Brasil (BALBACHEVSKY, 2021).

O texto desta seção trás não apenas uma reflexão, mas enfatiza a necessidade dos futuros engenheiros terem uma visão bastante ampla do alcance dos seus projetos e consciência e responsabilidade sobre as suas consequências, benéficas ou não. A preparação destes futuros engenheiros encontra um aliado muito importante que é o estudo da História e Filosofia para as Engenharias, em que os objetivos podem ser resgatar fatos históricos da ciência e tecnologia, conhecer como as pessoas envolvidas influenciaram e foram influenciadas pela sociedade, quais os impactos das inovações nas pessoas e no mundo e estudar tendências e os grandes problemas vivenciados no mundo de hoje. O estudo deste tema, é sem dúvida, um espaço de reflexão para os futuros engenheiros e também uma oportunidade dos alunos, ao tomarem ciência da enorme responsabilidade que terão no exercício da profissão, se engajarem nas transformações que vêm ocorrendo e serem protagonistas de um mundo melhor.

3 A ABORDAGEM SENSEMAKING NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO

Na seção anterior foi abordada a responsabilidade da Engenharia nas grandes transformações do mundo, os impactos e consequências que as inovações proporcionam à sociedade, de um lado melhorando a qualidade de vida de alguns, de outro, exigindo condições de vida ou trabalho nem sempre dignas.

Nesta seção, é apresentado um estudo que consiste em uma investigação de natureza exploratória, qualitativa e bibliográfica. A conotação exploratória ocorre porque a investigação trata de um tema no qual ainda não se dispõe de informações sobre relações entre seus componentes (MESQUITA & MATOS, 2014), e será realizada descrição, compreensão e interpretação dos fatos.

O estudo ocorre em três etapas. Na primeira etapa é apresentada o referencial teórico sobre os temas competência empreendedora, *sensemaking* e Diretrizes Curriculares Nacionais em Engenharias. Na segunda etapa o estudo das conexões entre esses temas a partir da dimensão da competência. A terceira etapa é apresentada as implicações práticas e as contribuições inovadoras provenientes desse estudo para inserir a história e a filosofia no currículo dos cursos de engenharia com valorização das ciências humanas na formação profissional dos engenheiros.

Ressalta-se a importância de abrir um debate sobre a relevância das ciências humanas, em especial a história e a filosofia na formação do engenheiro. Nessa perspectiva, a abordagem *sensemaking* pode contribuir para essa finalidade porque tem como fio condutor o

comportamento humano, carregado de crenças, valores, percepções e atitudes que configuram o sentido da ação e pavimentam a comunicação e a mudança.

No entanto, as competências propostas pela abordagem do *sensemaking* e as competências empreendedoras não aparecem conectadas na literatura e nem na prática da formação do engenheiro. Mas há uma compreensão de que na sociedade 4.0 e 5.0 novas competências são necessárias e que elas são impulsionadas para uma perspectiva humanística, associada a uma visão sistêmica e crítica do mundo. Nesse sentido, trazer para a reflexão a necessidade de estabelecer um diálogo entre as ciências e compreendê-las dentro do processo histórico transdisciplinar e em contextos socioculturais pode contribuir para melhorar o currículo dos cursos de engenharia e a efetiva implementação das DCNs.

3.1 Competência empreendedora, *sensemaking* e DCNs

Não é novidade que os Engenheiros foram, são e serão grandes empreendedores e que os empreendimentos têm objetivos muito claros quando se pensa na perpetuação de um negócio. Sendo isso um fato, a educação empreendedora que é preconizada nas DCNs para as Engenharias, merece uma abordagem que apresente um olhar humanista quando se pensa em empreendedorismo. É considerando esta perspectiva que a abordagem *sensemaking* se apresenta como uma possibilidade na formação do engenheiro e talvez futuro empreendedor, que deve ter um olhar voltado ao ser humano e propor soluções, muitas delas disruptivas, mas que beneficiem a todos. A possibilidade de abrir uma arena de debates sobre as possíveis diferenças e interfaces entre esses dois temas e suas contribuições para qualificar os cursos de engenharias no Brasil pode ser traduzida pela introdução de disciplinas de história e filosofia na formação acadêmica do estudante de engenharia, de modo a ser absorvida pelo currículo de forma articulada às áreas de imersão do engenheiro.

Há um *gap* na teoria e na prática pedagógica, que limita as potencialidades e contribuições que cada tema pode oferecer na implementação efetiva das Diretrizes Curriculares Nacionais das Engenharias no que diz respeito a formação de um engenheiro ético, criativo e envolvido com o desenvolvimento do seu país.

As competências para lidar com os novos tempos precisam ser estimuladas e somente serão favorecidas pelas ciências humanas, que se baseiam na questão de como as pessoas vivenciam o mundo, o que as motivam para a ação, que dispositivos organizam sua visão de mundo e suas crenças. São questões que interferem no comportamento humano

e que precisam ser desvelados no processo ensino-aprendizagem. Essas questões fazem parte da abordagem *sensemaking*.

Tendo as DCNs como o parâmetro de apropriação das competências desejáveis à formação dos engenheiros, destaca-se que parte dessas competências somente poderão ser realizadas com a introdução da história ao relacionar engenharia e seus marcos temporais, espaciais e ideológicos e da filosofia da engenharia ao demarcar as condições objetivas e subjetivas da própria construção dessa ciência na relação com a técnica, tecnologia e a ciência.

3.2 *Sensemaking*: as ciências humanas como referência

O termo *sensemaking* foi cunhado pela primeira vez por K. E. Weick em 1965, com o significado de fazer-se entender, criar um sentido, dar significado às coisas para que se possa compreender com maior facilidade uma situação ou um problema.

A organização como sistema de produção de sentidos, que se traduz nas atividades de seus membros, com comportamentos interligados entre as pessoas, onde a comunicação exerce um papel fundamental, por meio da construção de sentido – *sensemaking* no processo de mudança (WEICK, 1995).

A visão de ambiente para esse autor é fenomenológica pois mostra como a informação orienta e é orientada pela percepção que os membros possuem e que lhe dão significado. A linguagem passa a ter um papel importante na medida em que a decodificação caracterizada pela ambiguidade, complexidade e obscuridade pode impactar o nível de entendimento entre as pessoas e assim a equivocidade precisa criar padrões de comunicação por meio do ato, resposta e ajuste.

As bases teóricas das proposições de Weick (1995) foram desenvolvidas a partir da teoria da evolução sociocultural, a teoria da informação e a teoria geral dos sistemas. A identificação e sistematização que caracterizam o *sensemaking* tem sete propriedades, Tabela 1.

Tabela 1: propriedades do *sensemaking*

Propriedades	Descritor
Identidade	Um sensemaker constrói não sua identidade através da interação com os demais sujeitos, mas resulta também em uma identidade coletiva.
Retrospectiva	O significado é criado mediante a retomada de um processo do que já ocorreu em dado ponto específico no tempo, ou seja, um processo de lembrar fatos experiências passadas.

Ambientes sensatos	As pessoas constroem seu próprio ambiente, logo, não há um ambiente fixo, monolítico, separado da interação social.
Construção social	O <i>sensemaking</i> é inerentemente um processo coletivo, oriundo das interações sociais, ou seja, nunca é solitário.
Progressão	O <i>sensemaking</i> não tem um ponto de início, pois é compreendido como um processo em que as pessoas estão sempre no meio das coisas mediante um fluxo contínuo.
Pistas extraídas	Dicas extraídas são tidas como estruturas familiares e simples, em que, as pessoas acabam por desenvolver um sentido de caráter amplo com relação ao que está ocorrendo.
Plausibilidade	Constrói-se não sobre a busca por uma verdade, mas sobre uma reformulação contínua e dinâmica sobre uma estória emergente, tornando-a mais compreensiva.

Fonte: Montenegro e Bulgacov (2011)

A importância desse tema é que seu método é inspirado em ciências menos exatas pois trata do comportamento humano que não pode ser avaliado pelo pensamento padrão onde as incertezas são definidas como problemas por meio de questões formais e quantificáveis e cuja solução é fragmentada em pequenas partes com a busca de validação de hipóteses por meio da indução e dedução do pensamento (MADSBJERG, 2014). No entanto, na sociedade do conhecimento de tecnologias 4.0 e 5.0 o pensamento padrão das ciências exatas é insuficiente para compreender e agir sobre o mundo em constante mudança incremental e disruptiva.

Lidar com o novo, com a incerteza, com a competição acirrada requer novos padrões de comportamento que leve em conta a investigação de como vivenciamos o mundo, sendo essa uma forma de compreendermos bem as pessoas, suas motivações, frustrações, crenças e o sentido de suas ações. Outras competências são exigidas em novos contextos históricos e novas ideologias de vida, incorporando as competências cognitivas e não cognitivas. Esse tem sido o desafio de currículos inovadores.

3.3 Diretrizes Curriculares Nacionais/DCNs em Engenharia: currículo por competências

A implementação das Novas Diretrizes dos Cursos de Graduação em Engenharia no Brasil - Resolução CNE/CES nº 02/2019, promulgadas em 24 de abril de 2019 (MEC, 2019) reitera a necessidade de um

engenheiro com competências e habilidades empreendedoras. Logo, as novas DCNs exigem novos perfis, mudanças nos papéis e novas atividades do professor, diante do processo de ensino e aprendizagem, a partir do uso de tecnologias para o desenvolvimento de competências e habilidades empreendedoras do estudante de engenharia.

As DCNs nas Engenharias, ao estabelecer o conjunto de competências desejáveis ao engenheiro, contribui para o alinhamento da formação profissional e das necessidades da sociedade em seu novo paradigma tecnológico.

Uma das contribuições importantes tem sido os estudos sobre empreendedorismo onde temos duas competências essenciais: competências para a gestão e execução de processos com mudanças incrementais e a criação de valor exploratório que se identifica baseado nas competências empreendedoras entendidas como conhecimento, habilidade e atitude, na realização do trabalho para criação de novo valor (LACKÉUS, 2015). Essas duas competências resultam na compreensão de que a educação empreendedora deve absorver as competências empreendedoras cognitivas (capacidade intelectual) e as competências empreendedoras não cognitivas. (perseverança, eficiência, habilidade social).

É possível, então, estabelecer conexões entre as competências desejadas para um engenheiro e as competências empreendedoras, Tabela 2.

Tabela 2: conexões entre DCNs e competências empreendedoras

Competências do Engenheiro nas DCNS	Competências empreendedoras
Ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia.	Envolvimento intelectual e social - Competência cognitiva e não cognitiva Metodologia baseada em problemas
Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos.	Envolvimento intelectual Competência cognitiva Metodologia baseada em projeto.
Conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão.	Envolvimento intelectual e social Competência cognitiva e não cognitiva e metodologia baseada em problemas.
Formular e conceber soluções desejáveis de Engenharia, analisando e compreendendo a necessidade dos usuários e seu contexto	Envolvimento intelectual e social Competência cognitiva e não cognitiva e metodologia baseada em problemas.
Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos	Envolvimento intelectual

simbólicos, físicos e validados por experimentação.	Competência cognitiva Metodologia baseada em projetos.
Ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica.	Envolvimento social Competência não cognitiva Metodologia baseada em projetos e problemas.
Adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática.	Envolvimento intelectual e social Competência cognitiva e não cognitiva Metodologia baseada em problemas.
Implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia.	Envolvimento intelectual Competência cognitiva Metodologia baseada em projeto.
Estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora	Envolvimento intelectual e social Competência cognitiva e não cognitiva, Metodologia baseada em problemas e projetos.
Aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação	Envolvimento social e intelectual Competência cognitiva e não cognitiva Metodologia baseada em problemas

Fonte: Adaptação dos autores

É possível, então, estabelecer conexões entre as competências desejadas para um engenheiro e as competências empreendedoras, Tabela 2.

Ao estabelecer as conexões entre as competências empreendedoras propostas na DCNs em Engenharias observa-se que, em quase todas elas, exige-se a capacidade intelectual associado a competências não cognitivas como habilidade social, perseverança e resiliência.

A partir dos referenciais teóricos sobre os temas *Sensemaking* e competência para formação do engenheiro foi possível estabelecer a seguinte conexão, Tabela 3.

Tabela 3: conexões entre *Sensemaking*, DCNs e competência empreendedora

Propriedades do <i>Sensemaking</i>	Competências do Engenheiro nas DCNS	Competência empreendedora
Identidade	Formular e conceber soluções desejáveis de Engenharia, analisando e compreendendo a necessidade dos usuários e seu contexto	Envolvimento intelectual e social Competência cognitiva e não cognitiva Metodologia baseada em problemas.
Retrospectiva	Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos	Envolvimento intelectual Competência cognitiva

	por meio de modelos simbólicos, físicos e validados por experimentação. Implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia.	Metodologia baseada em projeto.
Ambientes sensatos	Ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia.	Envolvimento intelectual e social Competência cognitiva e não cognitiva Metodologia baseada em problemas.
Construção social	Aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação e Ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica	Envolvimento intelectual e social Competência cognitiva e não cognitiva Metodologia baseada em problemas.
Progressão	Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos	Envolvimento intelectual Competência cognitiva Metodologia baseada em projetos.
Pistas extraídas	Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos.	Envolvimento intelectual Competência cognitiva Metodologia baseada em projetos.
Plausibilidade	Adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática. Estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora	Envolvimento intelectual e social Competência cognitiva e não cognitiva Metodologia baseada em problemas.

Fonte: Autores

A partir da conexão da Tabela 3, pode-se inferir os seguintes pressupostos:

1. As competências previstas nas DCNs estimulam a conexão dos dois tipos de valores estudados por Lackéus (2015) porque absorve as competências empreendedoras cognitivas e as

competências empreendedoras não cognitivas. A valorização da empatia, curiosidade, liderança e ética estão previstas para serem inseridas no projeto acadêmico dos cursos na mesma valorização do conhecimento intelectual. Isso somente é possível com a introdução das ciências humanas na formação do engenheiro.

2. O conjunto de competências na formação do engenheiro está associado a necessidade de introduzir todos os componentes do *sensemaking* na formação do engenheiro. Esses componentes contribuem para a formação do engenheiro com visão humanista e social.
3. A conexão entre *sensemaking* e DCNs tendo como referência o currículo por competências é fundamental porque cada tema oferece suporte ao outro na perspectiva teórica (estabelecendo similitudes e diferenças); metodológica (apropriação de princípios) e pedagógica (apropriação de métodos de aprendizagem).
4. As DCNs podem ser melhores implementadas quando se compreende quais as conexões possíveis entre as propriedades da formação do sentido-*sensemaking* e as competências desejadas na formação do engenheiro. Isso pode ser reforçado nas disciplinas que se preocupam em oferecer uma visão humanista da engenharia.
5. Diminui o *gap* existente na literatura ao mostrar as conexões possíveis entre *sensemaking* e competência empreendedora e ainda serve de referência para tornar as ciências humanas devidamente conectada à formação do engenheiro.

Dentre as implicações práticas destacamos a aplicabilidade da abordagem do *sensemaking* na atuação da prática pedagógica do professor, Tabela 4.

Tabela 4: Proposta de qualificação do plano de ensino tendo como referência as conexões entre *sensemaking* e competência

Componentes	Proposta de qualificação do plano de ensino
Objetivos da disciplina	Introduzir atividades que desenvolvam as competências previstas nas DCNs – equilibrar o estímulo às competências cognitivas e não cognitivas. Relacionar a disciplina aos componentes filosóficos e históricos da disciplina ministrada.
Conteúdo	Introduzir as teorias críticas na resolução de problemas da sociedade. Relacionar o teórico-prático e o prático - teórico. Confluência entre trajetórias pessoal, acadêmica e profissional. Não separação da pesquisa, extensão e ensino: ir lá para ver; ir lá para viver e ir lá para ver com os olhos dos outros. (LIANZA et al, 2015). Busca de resolução de problemas alinhados às 17 ODS.
Didática	Aprendizagem ativa Metodologias Ativas Aplicação das teorias da aprendizagem adequadas aos estudantes. Estímulo às competências empreendedoras na perspectiva sociológica e psicológica, para além da dimensão administrativa.
Avaliação	formativa, somativa, contínua e permanente

Fonte: Autores

4. A (IN)VISIBILIDADE DAS MULHERES NA CIÊNCIA: UMA REVISÃO HISTÓRICA E PESQUISA DE AUTOPERCEÇÃO DA DISCRIMINAÇÃO DE GÊNERO POR MULHERES NA ÁREA DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Ao se estudar a história da ciência e tecnologia, encontra-se registros de mulheres invisíveis que quebraram padrões sociais ao fazerem ciência. Em atos de coragem e superação, inseriram-se em meios majoritariamente masculinos, mostrando que a inteligência não precisa de uma imagem para ter sucesso. Entretanto, quando se pensa ou se procura por grandes nomes da ciência, são os homens que são primeiramente lembrados, mesmo que em alguns casos a participação das mulheres tenha sido essencial para o desenvolvimento de trabalhos que garantiram notoriedade a eles.

Com a já mencionada necessidade de se fazer uma engenharia para todos na seção 1 para se resolver grandes problemas da humanidade e

que para se desenvolver uma engenharia com esta característica é necessário considerar a diversidade, torna-se importante não apenas reconhecer a importância de mulheres que deixaram legados na ciência, tecnologia e engenharia, como também conhecer contextos históricos e sociais que levaram à invisibilidade destas mulheres para contribuir para construção de uma engenharia em que o protagonismo dos seus atores independa de gênero, raça, religião ou condição social e, como resultado, que se pratique, de fato, uma engenharia que esteja a serviço de todos.

Este movimento voltado a uma engenharia preocupada em encontrar soluções para as grandes questões mundiais passa, sem dúvida, pela contribuição das mulheres na engenharia e com a crescente preocupação em inserir estudos sistemáticos de problemas sociotécnicos nas áreas científico-tecnológicas, nesta seção é apresentado um estudo em que são explorados os aspectos históricos vivenciados por mulheres neste campo, trazendo uma motivação intelectual interligada às consequências sociais geradas a partir das dificuldades por elas enfrentadas. A partir da autopercepção de mulheres participantes de grupos do Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE) *Women In Engineering*, foi realizado um questionário abrangendo cinco tópicos-chave dentro do tema de discriminação de gênero com o objetivo de gerar uma nova perspectiva sociotécnica de engenharia aos estudantes, propiciando potencializar não somente o ensino da instrução técnica, mas também de uma visão de caráter social.

4.1 Uma breve revisão histórica

Por várias gerações, as mulheres ocuparam um papel coadjuvante na sociedade, sendo as principais funções femininas a procriação e criação dos filhos. Na idade média (séculos V a XV), as mulheres eram consideradas seres inferiores e, portanto, sem condições de governarem sua própria vida. Assim, a mulher era uma das propriedades do homem, tendo apenas o dever de cumprir seu papel de esposa e mãe. É interessante lembrar, que as mulheres que desafiavam as tradições sociais e questionavam o sistema eram acusadas de bruxaria, agredidas e queimadas até a morte (KLAPISCH-ZUBER, 1990). Posteriormente, no renascimento (séculos XIV a XVII), inicia-se a inserção da mulher na economia, intercalando o trabalho e as tarefas no lar, entretanto, com remuneração muito inferior aos homens e sem possibilidade de uma carreira científica (OPITZ, 1990).

Na Revolução Francesa (1789-1799), surge um marco na luta pela igualdade de gênero. Olympe de Gouges propôs uma Declaração de Direitos da Mulher e da Cidadã, no combate ao menosprezo dos direitos da mulher (ASSMANN, 2007). A partir de então, em linhas gerais, significativos progressos foram conquistados pelas mulheres, incluindo a

inserção no setor fabril, mesmo em condições degradantes, o direito de voto e da formação intelectual. Observa-se que a história da ciência contribuiu com a crença de uma suposta “inferioridade” feminina. Compreende-se, assim, que para mulheres talentosas conseguirem conquistar um espaço na sociedade como seres independentes e capazes de contribuir para os avanços da humanidade, é preciso muita persistência e coragem, com alto risco de serem pouco reconhecidas nesse meio.

A fim de melhor entender o fenômeno de discriminações históricas sofrido pelas mulheres, relatamos uma breve descrição da participação feminina no campo científico-tecnológico em diferentes locais do mundo a partir do século XVIII.

Figura 1: Émilie du Châtelet



Fonte: Pintura de Maurice Quentin de La Tour (1704 – 1788)

<https://www.blogs.unicamp.br/mulheresnafilosofia/emilie-du-chatelet/>

Émilie du Châtelet (1707-1749) Esta francesa, Figura 1, formada em física e matemática interessada nas teorias de Gottfried Leibniz e nas observações práticas de Willem's Gravesande, a cientista, indo contra as crenças defendidas por Isaac Newton, Voltaire e outros estudiosos, provou por meio de experiências que a energia é proporcional à velocidade ao quadrado, como mostra a equação $E=m.v^2$. Ela era uma mente brilhante, autodidata, publicou ensaios, fez traduções e pesquisas

de alto nível, entretanto, apesar de ser uma talentosa cientista por mérito próprio, ela é ainda lembrada apenas como a amante de Voltaire (PAIS, 2019).

Visto a repetibilidade desta discriminação ao longo dos anos, percebe-se a necessidade de inovar as perspectivas sociotécnicas diante de um problema que ainda apresenta morosidade na erradicação.

Figura 2: Emily Warren Roebling



Fonte: ImagemThe Brooklyn Heights Association, 2018

<https://thebha.org/events/event/heights-corner-renamed-for-emily-roebling/>

Emily Warren Roebling (1843-1903). Esta norte-americana formada em engenharia civil é um exemplo de superação e inteligência, Figura 2. Emily realizou supervisão diária da construção da ponte de Brooklyn. Ela aprendeu matemática e resistência de materiais com seu marido e inspecionou a obra, mediando a comunicação entre os funcionários, representantes e prestadores de serviços, que passaram a respeitá-la. Reconhecendo que precisava aprender mais, ingressou na Escola superior Georgetown Visitation Convent (REEDER et al, 2012).

Figura 3: Marie Curie



Fonte: Bettmann/Getty Images

Marie Curie (1867-1934). Esta polonesa, formada em física e química, trouxe uma nova hipótese de fenômeno atômico a partir da emissão de radiação de urânio, diferenciando os fenômenos, atualmente chamados de radioatividade, de uma série de outros que ocorriam, Figura 3. O Prêmio Nobel recebido a partir de suas descobertas foi dividido com o seu cônjuge e com o físico Becquerel. Marie teve dificuldade de ser aceita no meio acadêmico e alguns de seus artigos necessitaram de um pseudônimo ou apoio do seu cônjuge para publicações (MARTINS, 2003).

Figura 4: Casamento de Mileva Marić-Einstein em 1912.



Fonte: ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv / Portr_03106 / CC BY-AS

Mileva Marić-Einstein (1875-1948). Nascida na Sérvia, com formação em Física e Matemática, Mileva estudou no Instituto Federal de Tecnologia de Zurique, onde era a única mulher da turma. Ainda é bastante discutida a questão que abrange as suas contribuições nos trabalhos de Albert, Figura 4. Muitos historiadores relatam que ela não teve contribuições importantes, contudo existem cartas escritas por Mileva e Albert que relatam o papel fundamental que ela desempenhou para a pesquisa e cálculos nos artigos publicados por ele. Ela se destacava pelos feitos científicos, contudo era silenciada diante de uma sociedade a qual não aceitava por ser uma mulher (ASMODELLE, 2015).

Figura 5: Edith Clarke



Fonte: www.pddnet.com

Edith Clarke (1883-1959). Nasceu nos Estados Unidos e se formou em Engenharia Elétrica, desenvolveu a calculadora Clarke, que era baseada em gráficos para a resolução de equações de linhas de transmissão que envolviam funções hiperbólicas, método dez vezes mais veloz que os demais da época, Figura 5. Durante a década de 1920, as linhas de transmissão ampliaram suas distâncias, com cargas maiores associadas e com maiores chances de instabilidade do sistema. Os modelos matemáticos da época eram totalmente inadequados quando aplicados a sistemas maiores, então ela aplicou o método de componentes simétricos para modelar um sistema de energia e seu comportamento (CANO, 2012).

4.2 Autopercepção da Discriminação de Gênero por Mulheres

Levando em conta as dificuldades enfrentadas pelas mulheres ao longo dos séculos na inserção em carreiras científicas e tecnológicas, surgiu a ideia de avaliar a autopercepção de mulheres engenheiras eletricistas e estudantes de engenharia, em diferentes momentos de vida, sobre as dificuldades enfrentadas em meios científico-tecnológicos majoritariamente masculinos. Para responder ao problema em questão, vários grupos IEEE *Women in Engineering* foram convidados a responder a um questionário, disponibilizado no *Google Forms* durante o mês de maio de 2021, tendo a participação de respondentes das seguintes instituições: Universidade Federal da Bahia (UFBA), Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Universidade Salvador (UNIFACS), IEEE Women in Engineering - Seção Nordeste, e IEEE *Women in Engineering* - Seção Rio de Janeiro.

Na primeira parte do questionário, foram solicitadas informações de idade e grau acadêmico das respondentes, buscando caracterizá-las. Em seguida, cinco perguntas foram apresentadas, conforme a Tabela e através da escala psicométrica de Likert, composta das opções “Discordo plenamente”, “Discordo parcialmente”, “Neutro”, “Concordo parcialmente” ou “Concordo plenamente”, as perguntadas especificaram seu nível de concordância com afirmações relacionadas à temas de preconceito, assédio moral e sexual e conhecimento das trajetórias de vida das cientistas apresentadas revisão histórica deste trabalho. Por fim, visando coletar experiências de vida que estas mulheres julgassem relevantes para o desenvolvimento da discussão, foi designada uma área de resposta para compartilhamento de depoimentos relacionados ao tema.

4.3 Discriminação nos dias de hoje

Unindo a temática de discriminação de gênero às vivências das respondentes da pesquisa, nesta seção encontram-se os resultados do questionário aplicado às mulheres de idades variadas entre 20 e 67 anos, no meio da Engenharia Elétrica, em diferentes momentos de carreira, estando 63,41% em nível de graduação, 12,2% em mestrado, 12,2% em doutorado, 2,44% em pós-doutorado e 9,75% não informado. Com base nas opiniões apresentadas na Tabela 5 e nos depoimentos recebidos, também, serão realizadas discussões em torno de cinco tópicos-chave dentro do tema: preconceito enraizado, da capacidade feminina subestimada, da dificuldade da mulher para se fazer ouvida, do assédio naturalizado e da falta de reconhecimento.

Tabela 5 – Resultados do questionário aplicado em engenheiras eletricistas e estudantes de Engenharia Elétrica

Concordo plenamente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo plenamente
1. Já soufriu preconceito por ser mulher na área da engenharia				
60,98 %	24,39 %	2,44 %	12,20 %	0
2. Como mulher, sinto que preciso provar minha capacidade muito mais que os homens				
75,61 %	17,07 %	0	4,88 %	2,44 %
3. Como mulher, já tive dificuldade de expor minhas ideias em um meio majoritariamente masculino				
48,78 %	36,59 %	7,32 %	2,44 %	4,88 %
4. Enquanto estudante ou profissional de engenharia, já soufriu assédio (comentários machistas, desvalorização, convites inadequados, incitações de natureza sexual que violem a dignidade, constranjam ou humilhem)				
53,66 %	26,83 %	7,32 %	7,32 %	4,88 %
5. Émilie du Châtelet, Emily Roebling, Marie Curie, Mileva Marić-Einstein, Edith Clarke: Você tem conhecimento das contribuições destas mulheres?				
19,51 %	43,90 %	12,20 %	9,76 %	14,63 %

Fonte: Autores

Diante da primeira afirmação do questionário, “Já soufriu preconceito por ser mulher na área da engenharia”, a grande maioria das respondentes, compreendendo 85,37%, concordam plenamente ou parcialmente com a proposição. Isso mostra que o preconceito enraizado na sociedade em relação ao gênero ainda é um peso vivenciado pelas mulheres que escolhem trilhar a carreira de Engenharia Elétrica. Apesar das mulheres virem conquistando seu espaço nas carreiras de ciência, tecnologia, engenharia e matemática, do inglês, *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM), a sociedade ainda entende que a elas são atribuídas, quase integralmente, as responsabilidades do cuidado com a família e com as tarefas do lar.

Além disso, a visão preconceituosa de que o raciocínio lógico é atribuído exclusivo do cérebro masculino e que o homem tem mais disponibilidade de tempo para se dedicar à carreira ainda persiste, como pode-se observar nos depoimentos a seguir recebidos no questionário proposto.

Em algum momento da minha vida enquanto conversava com uma menina de 4 anos ela me perguntou o que estudava disse que cursava engenharia, ela disse que engenharia não é curso de mulher. Eu prontamente disse mulher pode estudar o que quiser e ela ficou com uma interrogação na sua expressão [...]" (Respondente anônima nº 1, 33 anos).

"Como mulher na engenharia tenho muita dificuldade de ter experiência prática na área, mesmo com 7 anos formada, existe uma preferência de contratações em empresas [...]. Meu marido tem a mesma formação e dá pra perceber facilmente essa diferença de tratamento de oportunidades" (Respondente anônima nº 2, 30 anos).

"Em uma entrevista para o curso técnico em eletrotécnica para área de manutenção, o entrevistador tentou me assustar falando sobre as atribuições do estágio onde ele queria dizer que eu não conseguiria fazer por serem coisas "pesadas" e eu não fui contratada (Respondente anônima nº 3, 29 anos).

Outro diferencial de gênero observado nas respostas a afirmativa "Como mulher, sinto que preciso provar minha capacidade muito mais que os homens", é que estas crenças sociais preconceituosas geram nas profissionais uma constante necessidade de provar suas competências. Os resultados da segunda afirmação do questionário mostram que a soma das respondentes que concordam plenamente e parcialmente com o fato de terem sua capacidade subestimada no meio da engenharia chegou a 92,68%. No depoimento abaixo, observa-se que além do preconceito dos homens, as próprias mulheres ainda têm dificuldade para enxergar com naturalidade a presença de mulheres em meios em que o masculino predomina.

Muitas pessoas (incluindo algumas mulheres) ainda não estão preparadas para ver mulheres comuns chegando em cargos majoritariamente masculinos. Por estudarmos mais, pra "provar" nossa capacidade, nos destacamos na maioria das vezes. (Respondente anônima nº 4, 24 anos)

Ademais, ao analisar os resultados da terceira proposição "Como mulher, já tive dificuldade de expor minhas ideias em um meio majoritariamente masculino", observa-se que praticamente metade do público respondente do questionário optou pela alternativa "Concordo plenamente" e que a segunda maior parcela de votos, contando 36,59%,

também se concentrou na ponta de maior concordância com a afirmação proposta.

A Fundação Tide Setubal, organização não governamental que tem por objetivo fomentar iniciativas que promovam a justiça social, utiliza alguns termos para explicar práticas culturais imorais dos homens em relação às mulheres, sendo eles *maninterrupting*, *bropropriating*, *gaslighting* e *mansplaining*. Dois deles que auxiliam no esclarecimento dessa análise serão abordados de modo mais específico. Primeiramente, a prática *maninterrupting* que se dá quando o homem interrompe várias vezes a mulher, de maneira desnecessária, não permitindo que ela consiga prosseguir com seu raciocínio e concluir sua frase, ocorrendo comumente em palestras, reuniões e tomadas de decisão em que temos um ambiente misto, com homens e mulheres participando. A segunda prática, *bropropriating*, ocorre quando o homem se apropria da mesma ideia já expressada ou realizada por uma mulher, assumindo os créditos por ela (NÓBREGA, DE ARAÚJO E DA GAMA, 2019). Para evitar estas práticas, conforme depoimentos recebidos no questionário aplicado, notou-se uma tendência de alteração comportamental das mulheres, em busca da aceitação e pertencimento, como forma de adaptação ao meio.

Acabei mudando muito minha maneira de ser, me masculinizando e, por vezes, até simulando a falta de sentimentos como forma de adaptação para ser aceita no ambiente masculino" (Respondente anônima nº 5, 27 anos).

"Sofri discriminação por parte de alguns colegas, por ser a primeira mulher na empresa a assumir determinado cargo a campo, coisa que até então, apenas homens haviam feito, achavam que eu não seria capaz. [...] (Respondente anônima nº 6, 30 anos).

Uma das engenheiras entrevistadas por Lombardi (2017), baseada em suas experiências, descreve as características que considera essenciais para o sucesso das mulheres na engenharia:

[...] Agir destemidamente como o modelo masculino dominante socialmente, de forma proativa e protagonista, demonstrando ser capaz técnica e administrativamente, ter personalidade forte e se impor com respeito e, sobretudo, estar sempre disponível para o trabalho, mesmo com filhos, grávida ou indisposta e sendo, como mulher, a responsável final pela organização da vida familiar e conjugal. Qualquer resvalo a esse estereótipo racionalizado contará contra a engenheira [...].

Como observado nos dados coletados, grande parcela das mulheres engenheiras ou aspirantes a engenheiras questionadas ainda enfrenta dificuldades para serem ouvidas. Disso dá-se a necessidade de criar um perfil psicológico forte e determinado para alcançar o sucesso na engenharia, além de uma impiedosa disposição para qualquer trabalho.

Outra dificuldade que assola as mulheres em carreiras STEM, é o assédio moral e sexual, pontos de forte discussão dentro da temática de discriminação de gênero. Ao pesquisar sobre o tema, através de entrevistas, Lombardi (2017) notou que as engenheiras quando questionadas sobre a discriminação de gênero no trabalho, inicialmente, afirmavam não terem sofrido esse tipo de discriminação, contudo, aos poucos, suas vivências eram recordadas e verbalizadas, fato que reforça a tese da naturalização do assédio moral e sexual.

Pouco mais da metade das respondentes da presente pesquisa, quando expostas a proposição “Enquanto estudante ou profissional de engenharia, já sofri assédio (comentários machistas, desvalorização, convites inadequados, incitações de natureza sexual que violem a dignidade, constringam ou humilhem)”, optaram pela alternativa “Concordo plenamente”. Novamente, uma parcela ínfima de 4,88% optou pela resposta “Discordo plenamente”, o que leva à inferência de que algumas mulheres ainda não percebem essas condutas masculinas, contudo, a maioria ainda sente e sofre com os malefícios psicológicos gerados. Referente ao aspecto de ter sofrido assédio enquanto estudante ou profissional de engenharia, seguem alguns depoimentos coletados nesta pesquisa.

Já tive um professor que disse que jamais seria engenheira. Quando entrei no mercado de trabalho, tive um chefe que dizia que eu "pertencia" a ele. Hoje continuo sendo simpática, mas quando confundem simpática com outra coisa, sou estúpida e direta, e logo falam "não precisa apelar, é brincadeira!", uma forma de passar pano no que foi dito! Nunca tive medo de nenhum deles, nem em obras. Mas isso incomoda!" (Respondente anônima nº 7, 26 anos).
“Em uma cadeira da graduação, fui tirar uma dúvida na sala de um professor, ele me convidou para jantar, eu acabei largando a cadeira (e repeti no semestre seguinte com uma professora mulher). (Respondente anônima nº 8, 30 anos).

Por fim, também foi abordado o importante questionamento: “Émilie du Châtelet, Emily Roebling, Marie Curie, Mileva Marić-Einstein, Edith Clarke: Você tem conhecimento das contribuições destas mulheres?”, em que se observou que apenas 19% das respondentes conheciam

plenamente as histórias das mulheres mencionadas. Com estes resultados, observa-se a necessidade de disseminar cada vez mais estes exemplos femininos de extrema importância na literatura. A participação destas mulheres no desenvolvimento da ciência e tecnologia deixou um legado de muita luta e empenho, em que alcançaram seus triunfos, mesmo com os muitos obstáculos evidentes. Mulheres de diferentes séculos que sofreram com as dificuldades de serem intelectuais imersas em uma sociedade extremamente focada no homem como o único ser promissor nesse campo, cujas histórias servem de exemplo para auxiliar na construção de uma sociedade científica mais igualitária.

No estudo que originou esta seção foi apresentada uma revisão histórica de mulheres que se destacaram em meios científico-tecnológicos como fonte de inspiração. Ao longo da história, muitas das conquistas destas cientistas não eram devidamente reconhecidas, fato que corrobora a necessidade de fomentar a divulgação destas histórias de sucesso.

Com o questionário aplicado às engenheiras e estudantes de engenharia, notou-se que ainda no século XXI, as mulheres em carreiras STEM vivem muito da realidade experimentada pelas cientistas de tempos longínquos. No século atual, constatou-se que todos esses entraves ainda perduram, o que, especificamente na área da Engenharia Elétrica, ajuda a explicar a baixa representação feminina nas universidades, centros de pesquisa e indústria. Os resultados mostraram que o preconceito enraizado com a inserção das mulheres na Engenharia Elétrica ainda é um problema notável. Também se observou que, devido a sua capacidade subestimada, a maioria das mulheres sentem maior necessidade de provar suas competências comparadas aos homens. Ao analisar o tópico sobre a dificuldade para se fazer ouvida, observou-se que este fator gera desconforto e influencia o perfil psicológico das respondentes. Além disso, tratando-se de assédio moral e sexual, observou-se que não somente os homens, mas também algumas mulheres naturalizam e não reconhecem as condutas imorais.

É essencial desenvolver uma metodologia de ensino que permita aos estudantes de engenharia terem uma visão de caráter sociotécnico diante de aspectos históricos, para que estes fatores futuramente possam ser mitigados, uma vez que os relatos recebidos mostram a atemorização das mulheres desde o momento em que se tornam estudantes até a inserção no mercado de trabalho como profissionais.

5. ASPECTOS HISTÓRICOS E FILOSÓFICOS ABORDADOS EM DISCIPLINAS DE ENGENHARIA

Os cursos de graduação em Engenharia têm se mostrado bastante atrativos para a formação superior de estudantes, visto o apelo do mercado de trabalho e das áreas de atuação. Contudo, ao ingressarem nos cursos, os estudantes apresentam uma série de angústias e expectativas, muitas delas frustradas, pois se deparam com disciplinas basilares da engenharia, com conteúdo complexo e raramente prático, mas que não conseguem mostrar o que é a engenharia, em uma abordagem que considerem os vários domínios no qual ela afeta ou é afetada, ou seja, uma visão sistêmica, visão da complexidade, como destacado por Morin (2013). Como consequência, muitos estudantes não encontram motivação para prosseguir com o curso, tanto pela dificuldade de aprendizado como também por não encontrarem nas disciplinas conteúdo atrativo e prático alinhado à área de engenharia.

Ainda se destaca que a DCN (Diretrizes Curriculares Nacionais) das Engenharias de 2002 (MEC, 2002) já tinha em sua concepção alguns conceitos basilares para a formação em engenharia, conforme explicitado no Parecer CNE/CES nº 1.362/2001, e que estão presentes na atual DCN de 2019 (MEC, 2019):

As tendências atuais vêm indicando na direção de cursos de graduação com estruturas flexíveis, permitindo que o futuro profissional a ser formado tenha opções de áreas de conhecimento e atuação, articulação permanente com o campo de atuação do profissional, base filosófica com enfoque na competência, abordagem pedagógica centrada no aluno, ênfase na síntese e na transdisciplinaridade, preocupação com a valorização do ser humano e preservação do meio ambiente, integração social e política do profissional, possibilidade de articulação direta com a pós-graduação e forte vinculação entre teoria e prática.

Por isso, os cursos devem se pautar por ações que visam reduzir a taxa de evasão nos cursos de Engenharia e, também, a melhoria de qualidade dos engenheiros formados. Assim, a inserção nos currículos dos cursos de Engenharia de disciplinas com a temática História e Filosofia na Engenharia, quando associadas às técnicas de aprendizagem ativa, tornam os estudantes, agentes ativos, e isto favorece o aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem.

Enquanto nas seções anteriores foram abordados temas que reforçam a importância de se estudar e introduzir a História e Filosofia na

educação em Engenharia. Nesta seção são apresentados instrumentos e práticas pedagógicas para a introdução do tema em disciplinas em duas instituições de ensino:

1 - A experiência da abordagem de aspectos históricos e filosóficos na disciplina Fundamentos da Engenharia, oferecida a alunos do primeiro período do curso de Engenharia de Produção da UniDomBosco, disciplina esta que o propósito de ser a entrada para os diversos aspectos da engenharia. Nesse sentido, ter uma disciplina como no caso da disciplina de Fundamentos da Engenharia, logo no primeiro período, que apresenta os conceitos da engenharia, com base na sua contextualização histórico-filosófica, ajuda e muito que os estudantes consigam estabelecer as relações entre os diversos assuntos. Os conteúdos desta disciplina são trabalhados em conjunto com outras temáticas da formação de um engenheiro, como empreendedorismo, competências transversais, segurança, meio ambiente e outras. Apresenta-se diversas atividades didáticas utilizadas ao longo da disciplina e a incorporação dos conceitos histórico-filosóficos de modo contextualizado na engenharia. Como resultado percebe-se que os estudantes ficam mais motivados e engajados no curso, pois entendem as implicações da engenharia no contexto social e as explicações histórico-filosóficas das evoluções científicas e tecnológicas.

2- A experiência, o processo e os resultados da produção de vídeos, gravação e avaliação dos alunos na disciplina História da Tecnologia da Escola Politécnica de Engenharia, Universidade de São Paulo. A pesquisa que originou este texto concentra-se na verificação da aprendizagem do aluno por meio da produção de um vídeo que se configura no principal item de avaliação final da disciplina. O roteiro, produção, gravação e edição também foram critérios para a avaliação. Os resultados obtidos apontam que 91,6% dos alunos, ao avaliarem o projeto e a produção do vídeo de outro grupo, puderam aprender sobre o tema, e que 83,3% deles consideraram a atividade positiva para o conhecimento de novas áreas e temas da disciplina. Além disso, 75% dos alunos apontaram que a atividade despertou interesse no tema abordado, após a avaliação do vídeo. Por fim, evidencia-se que o uso do recurso, a metodologia ativa e a necessidade de uma abordagem centrada no estudante contribuíram de forma positiva no processo de aprendizagem.

5.1 A disciplina de Fundamentos da Engenharia

A disciplina de Fundamentos da Engenharia, ofertada para os estudantes do primeiro período do curso, tem o objetivo de abordar os principais aspectos que permeiam o curso de Engenharia de Produção,

desde a sua origem até as tendências de um futuro, passando pelas atribuições profissionais e órgãos de classe correlatos. Essa disciplina possui uma carga horária de 80h no semestre, sendo 4 horas semanais.

Aspectos práticos do que será visto ao longo do curso fazem parte do conteúdo programático da disciplina, de modo a proporcionar aos estudantes uma visão geral dos temas a serem estudados ao longo dos cinco anos da graduação. Abordando aspectos técnicos da engenharia, essa se apresenta como a única disciplina específica voltada aos fundamentos da engenharia no primeiro período. Todas as demais, em curso, pelos estudantes, de forma concomitante, são de formação geral da engenharia.

Na disciplina de Fundamentos de Engenharia são as seguintes as temáticas abordadas:

- Natureza e formação do Engenheiro;
- Noções gerais sobre Ciência e Tecnologia;
- Fundamentos Metodológicos de Engenharia;
- Origem e Evolução da Engenharia;
- A Engenharia no Brasil;
- Atribuição Profissional e Legislação;
- A matemática como ferramenta do Engenheiro;
- Modelos e Simulação;
- Conceitos de Otimização;
- Conceitos de Projeto em Engenharia;
- Competências Transversais;
- Engenharia e Meio Ambiente;
- A Engenharia no Mundo;
- O curso de Engenharia.

As habilidades e competências trabalhadas envolvem conhecer de forma geral a área de engenharia, os aspectos legais e as atividades no mercado de trabalho, de forma a reconhecer oportunidades de atuação e compreender os princípios éticos profissionais.

Ainda são abordados, de forma específica, os conceitos da engenharia e a visão analítica para o desenvolvimento das competências transversais, como também proporcionar uma visão de futuro para manter-se sempre atualizado nesta área do conhecimento que está em constante mudança em função dos avanços tecnológicos.

Na disciplina o objetivo é o de despertar a motivação e suscitar o interesse dos estudantes pela engenharia e pelo curso, logo no início da jornada acadêmica, com base nos fundamentos epistemológicos da engenharia.

Isto ocorre ao longo do semestre por meio de diversas atividades desenvolvidas no decorrer da disciplina utilizando as técnicas de aprendizagem ativa, como mapa mental, “sala de aula invertida”, estudo de caso; leituras de publicações, reflexão sobre vídeos, pesquisas bibliográficas e seminários.

As atividades são organizadas de modo a fomentar o pensamento criativo e reflexivo sobre as questões envolvendo a engenharia, como a sua evolução histórica, a inserção na sociedade, a contextualização no cenário nacional e internacional, suas relações e o seu papel transformador.

A avaliação da disciplina compreende provas objetivas e discursivas, assim como a realização de atividades práticas avaliativas individuais e em grupo.

5.1.1 Aprendizagem ativa engajando os estudantes

A Taxonomia dos Objetivos Educacionais de Bloom (BLOOM, 1956), revisada por Anderson & Krathwohl (2001), define uma hierarquia de seis níveis para o processo cognitivo, com o objetivo de engajar os estudantes em atividades reflexivas de ordem superior.

Nessa estrutura cada nível representa uma capacidade cognitiva e são organizadas em ordem crescente de complexidade. Nesse modelo tem-se as capacidades: lembrar (nível factual), entender (ser capaz de lidar com conceitos), aplicar (nível procedimental), analisar, avaliar e criar, em que as três últimas capacidades pertencem ao nível mais alto da classificação, o nível metacognitivo. A Taxonomia de Bloom foi usada para garantir o processo de ensino-aprendizagem e de satisfação do aluno mediante a proposta dada. Conforme a Taxonomia de Bloom, no domínio cognitivo (BLOOM et al, 1969), a base da pirâmide envolve as atividades mais simples de lembrar e entender, onde elas podem ser realizadas fora da sala de aula. À medida que sobe os níveis da pirâmide, o nível de dificuldade vai aumentando no domínio cognitivo. As tarefas mais complexas de: aplicar, analisar, avaliar e criar devem ser realizadas sob mediação do professor em sala de aula, com tutores ou em vídeos explicativos da tarefa.

Marques (2005, p. 140) destaca que *“pensar é natural como respirar e andar; no entanto, o mero pensamento não é suficiente para compreender, dar sentido e significar; por isso, pode e deve ser aperfeiçoado”*.

Como destacado em Portilho (2009, p. 105) *“uma das metas do processo de aprendizagem e ensino é estimular o aprendiz a ser autônomo, isto é, sujeito do seu próprio aprender”*.

Ainda, Marques (2005, p. 140-141) salienta que:

O pensamento de ordem superior equivale, inicialmente, à fusão dos pensamentos crítico e criativo, que são simétricos e se complementam, e sua eficácia se realiza pela flexibilidade e pela riqueza de recursos de que dispõem. O pensamento de ordem superior ocorre sob a égide de duas ideias reguladoras, a verdade e o significado, e envolve tanto o pensamento crítico quanto o criativo.

As atividades reflexivas estão no nível metacognitivo, e são aquelas que exigem a elaboração do pensamento: análise, síntese e avaliação. Elas correspondem a uma constante reflexão sobre a prática, sobre a adequação à realidade do que estiver sendo aprendido.

A aprendizagem ativa e seus diversos métodos são uma mistura de práticas novas e antigas, como os descritos em Elmor *et al* (2019) e Yee (2019). Ainda que os professores não usassem abertamente este termo ou nem mesmo tivessem consciência de que estavam aplicando a aprendizagem ativa, se for realizado um retrospecto sobre as atividades educativas realizadas durante o processo de formação, formal ou não, percebe-se que, em diversos momentos, muitas atividades se enquadram em algum dos exemplos citados na literatura como trabalhos em grupo, trabalhos de pesquisa, seminários, estudo de caso etc.

Em cursos, como exemplo, os de Engenharia, os quais possibilitam a criação de artefatos que se tornam tecnologia fim ou meio, capacitando seus estudantes a passarem a ter competências e habilidades para tal, é importante ressaltar que nem só o objeto do conhecimento a ser aprendido é relevante, mas também o processo do como aprender.

Como citado, a aprendizagem ativa desempenha boas técnicas de aprendizagem, possibilitando que nas mesmas sejam incorporadas estratégias enunciadas pelo psiquiatra e pesquisador William Glasser, constante na teoria denominada de “Pirâmide de Aprendizagem”, como descrito em Impacta (2018).

William Glasser explica que a memorização não é suficiente na aprendizagem, devido à característica de esquecer-se devido à inexistência ou ineficácia dos fixadores. Ele propõe que se aprenda, fixando-se pelo fazer, e então apresenta a “Pirâmide de Aprendizagem”, a qual estrutura, em porcentagem, o quanto é retido em cada uma das entradas de conhecimento, mostrado na Figura 6.

Figura 6 – Pirâmide de Willian Glasser



Fonte: <http://www.incape.net.br/wp-content/uploads/2019/09/A-PIR-MIDE-DE-APRENDIZAGEM-DE-WILLIAM-GLASSER.png>

Associando-se essa escala de eficiência no aprender com as metodologias ativas, pode-se maximizar a aprendizagem quando se aplica a técnica adequada com os fixadores de maior desempenho do aprender.

Por isso, espera-se dos estudantes de cursos superiores, no caso particular os estudantes de um curso de engenharia, seja alcançado o nível metacognitivo durante o processo ensino e aprendizagem, como abordado em Pilla & Ferlin (2010).

Nesse sentido são adotadas diversas atividades ao longo da disciplina de modo que se consiga alcançar o nível metacognitivo não apenas por meio das temáticas abordadas, mas também pela utilização das técnicas, como exemplo, as externadas pela aprendizagem ativa.

5.1.2 Aulas com abordagem histórico-filosófica

Nas aulas expositivas/dialogadas o objetivo é o de apresentar algumas temáticas relacionadas à engenharia, sempre induzindo a uma reflexão sobre o seu contexto na engenharia, direcionando para uma abordagem histórico-filosófica. Na Figura 7 mostra-se uma imagem com a relação entre a ciência e tecnologia citando Leonardo da Vinci e o empreendedorismo citando Maquiavel.

Figura 7 – Relação entre ciência e tecnologia e empreendedorismo

 professorferlin.blogspot.com

Ciência e Tecnologia

A ciência não dialoga somente com a tecnologia, pois ao longo da história muitos dos grandes "engenheiros/inventores" como Leonardo da Vinci também transitam pelas artes.



2 Origem e Evolução da Engenharia Prof. Edson Pedro Ferlin

 professorferlin.blogspot.com

Empreendedores



Empreendedores são aqueles que entendem que há uma pequena diferença entre obstáculos e oportunidades e são capazes de transformar ambos em vantagem

(Nicolau Maquiavel)

kdfrases.com

19 Competências Transversais Prof. Edson Pedro Ferlin

Fonte: Autores

Os estudantes ao longo das aulas devem realizar diferentes atividades como a leitura de textos relacionados à temática em estudo, como a abordagem relacionando Ciência e Tecnologia, Figura 8, já com QRCode para facilitar o acesso do material pelo smartphone durante a aula.

Figura 8 – Atividades da Disciplina História da Engenharia



professorferlin.blogspot.com

Ciência versus Tecnologia

Na publicação (**Arte e Ciência, um falso antagonismo**) (link: <http://professorferlin.blogspot.com.br/2011/09/arte-e-ciencia-um-falso-antagonismo.html>) temos uma boa reflexão de como a Ciência e a Arte possuem uma forte ligação.



3

Origem e Evolução da Engenharia

Prof. Edson Pedro Ferlin



professorferlin.blogspot.com

História da Engenharia

Assista o vídeo que conta um pouco da história da Engenharia (link: <https://www.youtube.com/watch?v=36xpEMCJRMg>).



9

Origem e Evolução da Engenharia

Prof. Edson Pedro Ferlin

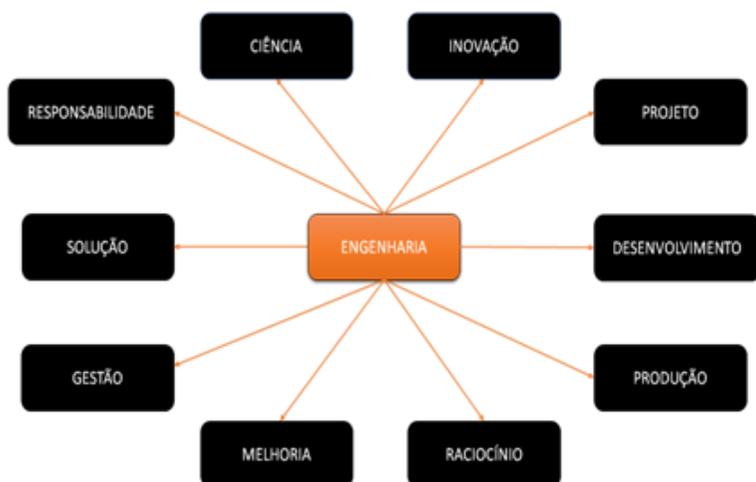
Fonte: Autores

Ainda nesse sentido, os estudantes são direcionados a assistirem vídeos e fazerem uma reflexão sobre a temática apresentada, como o caso do vídeo que mostra um pouco da História da Engenharia, Figura 8.

O Mapa Mental é uma ferramenta pedagógica de organização de ideias por meio de palavras-chave, cores e imagens em uma estrutura que se irradia a partir de um centro. É uma forma de organizar os pensamentos e utilizar ao máximo as capacidades mentais. Ao analisar

um mapa mental, é possível verificar diversas ideias a respeito de um tema central, as quais se entrelaçam e compõe o assunto. Trata-se de um instrumento de ensino e aprendizagem poderoso e que se sobressai no ensino (BUZAN & BUZAN, 2009). Na Figura 9 é apresentado um Mapa Mental proposto aos estudantes nas primeiras aulas da disciplina Fundamentos da Engenharia com o objetivo de despertar o entendimento geral sobre a temática “Engenharia”, que é o tema central da disciplina, nos estudantes e, também, o interesse deles pela disciplina. Um detalhamento da aplicação dessa técnica está descrito em Ferlin & Shmeil (2020).

Figura 9 – Exemplo de Mapa Mental



Fonte: Autores

Ao longo da disciplina os estudantes devem responder a uma série de questionamentos com base na temática estudada, sempre relacionando com os aspectos histórico-filosóficos, como exemplo as seguintes perguntas:

- Qual o Papel do Engenheiro na Sociedade?
- Qual o Perfil Profissional?
- Quais as Habilidades e Competências?
- Qual o Campo de atuação?
- Pesquise e explique os impactos da Engenharia no Meio Ambiente?

Destaca-se que essas atividades têm um prazo para a sua realização e são entregues via formulário eletrônico como Google Forms, facilitando a identificação e o registro temporal da atividade.

Outra atividade desenvolvida na disciplina Fundamentos da Engenharia é o estudo de casos com o objetivo de mostrar aos alunos as competências relacionadas à pesquisa, comunicação oral e escrita, trabalho em grupo entre outras habilidades. Cada equipe desenvolve uma pesquisa com temas sobre sua evolução voltados para aplicação da Engenharia da Produção em determinadas áreas tais como: Agronegócio; Automobilística; Têxtil; Química; Eletroeletrônico; Petroquímica; Metalúrgica; Metal-Mecânica; Naval; Alimentícia; Gráfica entre outras.

O trabalho consiste na definição de um tema, por sorteio, elaboração de uma pesquisa relacionando as questões históricas e de evolução, que contemple o assunto escolhido envolvendo a aplicação da Engenharia da Produção e a sua apresentação na forma de seminários. Um detalhamento da aplicação dessa técnica está descrito em Ferlin (2020).

Na disciplina, de modo a fomentar as Soft Skills, como incentivar a comunicação oral, os estudantes têm que além de materializar os estudos de forma documental, devem também realizar a apresentação de suas pesquisas na forma de seminários. Isso favorece tanto a organização lógica dos assuntos que serão apresentados quanto às atividades em equipe, pois devem se organizar, gerenciar conflito e liderar.

5.2 A disciplina de História da Tecnologia

Esta disciplina teve seu início em 2016, com um número de 14 alunos e era somente para os alunos da engenharia elétrica. Em 2017 ocorreu um aumento considerável para 66 alunos e, naquela altura, com a participação de alunos de outros cursos. Em 2019, atingiu o número de 150 alunos.

No ano de 2019, a estrutura do curso correspondeu a 15 aulas no semestre, com 12 palestras de 100 minutos cada, realizadas por especialistas em História da Tecnologia. Diversos temas relacionados à evolução da tecnologia, como História da Computação, História da Eletrônica, Tecnologia da Construção Civil, História do Eletromagnetismo, O Futuro dos Empregos, A 4ª Revolução Tecnológica e muitos outros, foram trabalhados em sala de aula.

Nas primeiras aulas são abordados conceitos acerca da ciência, tecnologia, engenharia, pesquisa e desenvolvimento e foram usados vídeos e textos para estimular o debate e a interação em sala de aula. Como atividade, após cada palestra, os alunos teriam que escrever um

texto sobre a compreensão deles acerca do tema e sobre a palestra na disciplina.

A proposta de um vídeo final originou-se durante as aulas, pois, se observou que os alunos permaneciam mais atentos, quando era exibido algum conteúdo audiovisual. Assim, com o objetivo de levar os alunos a se reunirem e organizarem os conteúdos aprendidos, foi-lhes requisitado a elaboração de um vídeo final da disciplina.

Com relação ao conteúdo dos vídeos, foram sugeridos trinta temas e os alunos poderiam também optar por outros temas que fossem correlatos à disciplina. Logo, 32 grupos foram criados com média de 4 a 5 alunos por grupo, sendo produzidos 32 vídeos. A proposta de um vídeo final originou-se durante as aulas, pois, se observou que os alunos permaneciam mais atentos, quando era exibido algum conteúdo audiovisual. Assim, com o objetivo de levar os alunos a se reunirem e organizarem os conteúdos aprendidos, foi-lhes requisitado a elaboração de um vídeo final da disciplina.

Com o objetivo de avaliar o desempenho e aprendizagem dos alunos foram elaborados critérios para verificar os seguintes aspectos: tempo de aproveitamento na produção do vídeo; qualidade audiovisual; apresentação do conteúdo; aprendizagem e o interesse.

Para coletar as opiniões e avaliar os alunos foi elaborado um questionário criado através da ferramenta Google Forms, para que somente os alunos que assistiram os vídeos no canal do Youtube pudessem responder. Elaborou-se um texto com informações sobre a pesquisa, o qual foi incluído na página inicial do questionário.

Neste texto introdutório do questionário foi informado ao aluno respondente quanto tempo ele levaria aproximadamente para concluir o questionário. Para esta estimativa de tempo foi realizado um teste piloto onde um dos tutores respondeu todas as perguntas e cronometrou o tempo.

Buscou-se ter um cuidado especial na construção do questionário, a fim de não confundir o aluno nas respostas. Portanto, utilizou-se no questionário escalas equilibradas para oferecer ao respondente a mesma quantidade de respostas negativas e positivas, bem como a oportunidade de uma resposta aberta.

O questionário de avaliação dos vídeos foi disponibilizado para somente os alunos da disciplina, para que eles pudessem responder durante a última semana de aula. Trinta e dois grupos na disciplina com média de 4 estudantes avaliaram os vídeos, somando aproximadamente um total de 150 alunos.

O questionário também buscou coletar as opiniões dos alunos sobre o domínio cognitivo. Na Tabela 6, é apresentado a relação destas

opiniões do domínio cognitivo, com as perguntas presentes no questionário.

Tabela 6 - Questões relacionadas ao domínio cognitivo

Características avaliadas	Categorias cognitivas	Questões
Pesquisa teórica e Levantamento do conteúdo	De ordem inferior <ul style="list-style-type: none"> • Lembrar • Entender 	Descreva o processo de projetar e executar o vídeo (divisão de tarefas, reuniões, produção de mídias, gravações, integração etc.)?
Aprendizagem experiencial	De ordem inferior para superior <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar • Analisar 	Ao avaliar o projeto e a produção do vídeo, o exercício te ajudou no aprendizado do tema? Comente como foi sua experiência de projetar e produzir o vídeo?
Auto avaliação da aprendizagem	De ordem superior <ul style="list-style-type: none"> • Avaliar • Criar 	O que achou da experiência de avaliação, onde você teve a possibilidade de Avaliar Vídeos de outro grupo?

Fonte: Autores

Na busca, para averiguar quais foram as mídias utilizadas pelos alunos como base para o vídeo produzido, criou-se indicadores com um questionário aplicado após a disciplina. Percebe-se que a busca para o roteiro e produção do vídeo concentrou-se em: textos (100%), fotos (100%) e trechos de outros vídeos (58,3%) e de assuntos já existentes em repositórios na internet. As fontes de informação usadas pelos alunos, para a concepção do roteiro, foram em repositórios na internet (91,7%), a busca em bases de dados acadêmicos (teses, dissertações e artigos científicos) foi de 66,7%, em livros foi de 50% e profissionais e professores ficou em 16,7%.

Identificou-se que os alunos optaram por gravar vídeos independentes e produzir o vídeo final com fotos. A criação de slides animados no *PowerPoint*, somado ao registro do áudio comentado foram os recursos mais utilizados. As mídias usadas pelos alunos foram: 66,7% fotos e trechos de vídeos, 25% em desenhos e figuras, 16,7% em animações gráficas e 8,3% produções de slides já prontos. Percebeu-se ainda que, o aluno foi colocado como sujeito ativo no ensino e na aprendizagem.

No processo de escolha do tema, o aluno teve a oportunidade de escolher o tema do vídeo final. Conforme Figura 10, no questionário o aluno poderia selecionar mais de uma alternativa conforme sua afinidade.

Figura 10 – Resposta referente ao processo de escolha do tema para o vídeo final

Experiência prévia com o tema, interesse do grupo pelo assunto e a adaptação do tema ao proposto pela disciplina tornaram a decisão do tema rápida e quase óbvia para o grupo.
Curiosidade sobre o tema que hoje em dia é tão fundamental no mundo.
O processo foi baseado principalmente na adequação ao tema proposto pelo grupo, bem como a qualidade e relevância do conteúdo.
Foi relativamente simples a escolha apesar de precisarmos pensar um pouco para fazê-la.
Interesse dos membros do grupo no tópico.
Escolhemos algo que estava mais intimamente ligado ao nosso curso, no caso, a mecatrônica. Vimos também que havia bastante material disponível para produzir algo interessante.
Como meu grupo era formado por alunos da mecatrônica, resolvemos falar sobre esse assunto tanto por já termos alguma familiaridade quanto pela oportunidade de conhecermos mais sobre esse assunto.
Tema de interesse dos integrantes do grupo.
Quesitos de inovação tecnológica e vontade de aprender sobre o tema.
Rápido, pois um dos integrantes estava muito interessado em aprender sobre o tema.

Fonte: Autores

Conforme a Figura 10, percebe-se que a escolha do tema para o vídeo deu-se por afinidade, ligações ao curso, interesse do grupo e relevância do conteúdo. É possível destacar a seguinte resposta: “*Quesitos de inovação tecnológica e vontade de aprender sobre o tema*”, “*Tema de interesse dos integrantes do grupo*”, “*Curiosidade sobre o tema*”. Ao dar oportunidade ao aluno a possibilidade de escolher o tema percebe-se que o aluno se coloca mais ativo na aprendizagem.

Os 150 alunos apontaram que a proposta de avaliar um outro grupo tem um grande potencial para a aprendizagem. Percebeu-se que, 100% dos alunos ficaram satisfeitos com a proposta, sendo que 83,3% apontaram que a proposta do vídeo ajudou na aprendizagem. Os alunos se sentiram impulsionados em conhecer os outros temas após a avaliação.

No questionário buscou-se verificar por respostas de questão aberta, como foi a experiência em projetar e produzir um vídeo ao final da disciplina, Figura 11.

Figura 11 – Resposta referente como foi sua experiência de projetar e produzir o vídeo?

Muito produtiva em termos de experiência na produção do roteiro e do vídeo e edição. Bastante interessante na procura de material histórico.

Nada demais.

A experiência foi tão desafiadora quanto enriquecedora, não pelo fato da dificuldade técnica, mas pelas metodologias organizacionais e criativas que acabamos por desenvolver.

Gostei, mas achei bem trabalhoso por sermos leigos no assunto de produção de vídeo e afins.

Foi bastante interessante, pois é algo que não temos muito a oportunidade de fazer na Poli. Em se tratando de um tema do qual eu tinha interesse, foi bastante prazeroso e enriquecedor.

Foi divertido. Nunca tinha mexido com um software de edição e foi bem mais fácil do que esperava. A gravação também foi legal e rendeu momento engraçados.

O exercício de apresentar as informações sobre o tema de forma concisa foi bem interessante, já que nos obrigou a entender bem o assunto, para que fosse possível explicá-lo.

Essa dimensão não seria possível apenas com a monografia.

A proposta é muito interessante e tem potencial de aprendizado por meios diferentes, algo tão necessário na Poli. Porém, por ocasião da escolha do meu grupo, houve sobrecarga de alguns membros e o cronograma tornou-se apertado, próximo do prazo final. Ainda assim, acredito que a proposta é excelente.

Fonte: Autores

Como resultado, obteve-se que a proposta em produzir o vídeo foi muito bem aceita pelos alunos. Os alunos apontam que a proposta foi *enriquecedora, interessante, desafiadora e muito produtiva*. A proposta tem “*potencial para a aprendizagem*”, ela os impulsionou a dominar o tema para produzir o vídeo final.

Num determinado momento, os alunos avaliaram os vídeos produzidos pelos outros grupos da disciplina. Para este indicador foi criado uma questão que pudesse mostrar a experiência em avaliar e aprender com outro vídeo de um outro grupo, com conteúdo diferente do dele.

As respostas referentes nesta experiência em despertar o interesse foi de 8,3% apontaram que despertou muito interesse, 66,7% apontaram

que despertou o interesse e 25% apontaram que despertou pouco interesse. Percebe-se que os alunos ficaram interessados de um modo geral nos outros temas que foram abordados pelos outros grupos.

Com relação a monografia que deveria ser entregue junto com o vídeo final, os alunos apontaram que, somente a monografia não daria a eles a possibilidade de conhecer a fundo o tema, pois ao final todos os integrantes do grupo tiveram que revisar todo o material para a entrega.

Ficou evidenciada a aceitação do recurso no apoio à aprendizagem, a metodologia ativa e a necessidade de uma abordagem mais centrada no estudante para produção dos vídeos. Outro ponto a ser destacado é a moderação e condução da disciplina realizada pelos professores e tutores, a relação entre professor-aluno e o comprometimento com a aprendizagem foi uma via de mão dupla dando espaço para a construção do conhecimento e a aprendizagem (MASETTO, 2003).

Por fim, esta pesquisa teve como finalidade apresentar uma experiência de ensino e didática, o processo e os resultados da produção de vídeos, gravação e avaliação dos alunos na disciplina História da Tecnologia na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; ou seja, levou os pesquisadores a fazerem um estudo mais abrangente e avaliar o desempenho do aluno na produção do vídeo final e na aprendizagem dos alunos na disciplina. Os alunos se viram envolvidos com roteiro, produção, gravação e edição e puderam aprender sobre o tema e esta metodologia se mostrou muito eficiente para o ensino e aprendizado.

5.2.1 Experiência: Produção de Vídeo e Avaliação dos Alunos

A disseminação de vídeos sobre inúmeros assuntos na internet é notória e cresce sempre de forma exponencial. Com o marco do lançamento do YouTube em 2005 (Azambuja, 2013), este impulsionou um forte crescimento na produção e entrega de vídeos voltados ao ensino e a aprendizagem.

Neste contexto, os estudos teóricos com aplicação das metodologias ativas associadas às tecnologias digitais são ferramentas eficazes tanto para professores quanto para os alunos, uma vez que permitem interação, colaboração e aplicação de diferentes maneiras. A produção de vídeo é um destes recursos, que associa atividades teóricas, práticas e aulas convencionais permitindo criar um ambiente de aprendizagem motivador. Com esta metodologia o desenvolvimento de competências é facilitado e permite evitar a sobrecarga de informações no aluno e em na sala de aula, pois, desta forma a junção de dois ou mais métodos de ensino ajuda na aprendizagem.

São descritas as decisões dos alunos referentes ao processo de produção do vídeo final e a avaliação dos vídeos realizados pelos grupos dos alunos. Dessa forma, ao final foi possível identificar a motivação e engajamento dos alunos na produção do vídeo final da disciplina e a

avaliar eficácia da aprendizagem na disciplina História da Tecnologia da Escola Politécnica de Engenharia, Universidade de São Paulo. A disciplina é aberta, principalmente, para todos os alunos dos cursos de engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, bem como, alunos interessados de outros cursos da própria Universidade. Não obstante, alunos de outros cursos, como Direito, Economia, Física, Matemática, Astronomia e História tem demonstrado interesse na disciplina.

Para atingir o nível de aprendizagem, com base na Taxonomia de Bloom, conforme Anderson e Krathwohl (2001), foi dado como tarefa a produção de um vídeo temático no final da disciplina História da Tecnologia. Na categoria do domínio cognitivo, segundo Ferraz e Belhot (2010), o *conhecimento* requer do aluno uma reprodução com exatidão e uma informação que lhe tenha sido dada; a *compreensão* requer uma elaboração, não com complexidade elevada, mas com capacidade de uso da informação original; a *aplicação* requer do aluno a capacidade de abstrair o assunto com novas formas e exposições. A expectativa é que o aluno possa apresentar a informação em uma circunstância específica, com novas abordagens.

Na categoria do domínio afetivo da taxonomia no critério de *receptividade* o aluno percebe a existência de um valor na instrução apresentada; na *valorização*, o valor comunicado na instrução é internalizado pelo aluno; já o critério *organização* requer do aluno uma reinterpretação do valor comunicado na instrução. A expectativa é que o aluno se envolva no vídeo por meio de comparações, análises, do qual possa resultar numa síntese pessoal.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As palavras História e Filosofia quando citadas juntas ou separadas parecem estar longe do termo Engenharia; no entanto quando levamos estes termos aparentemente distintos de uma área tecnológica levados para uma disciplina na área de engenharia, sentimos que as alunas e alunos não querem que a aula termine. Com esta motivação quando da criação de uma nova disciplina que inicialmente denominamos "Tópicos Gerais em Engenharia Elétrica e de Computação", cujo objetivo principal é propiciar aos alunos uma imersão intelectual em filosofia e teoria crítica na área de Engenharia Elétrica e de Computação, como uma experiência avançada e inovadora através da discussão de filmes e vídeos sobre assuntos da área. Observe que o nome História e Filosofia da Engenharia só iria surgir três anos mais tarde. Uma das razões para o sucesso deste tema nas áreas de engenharia é que, tanto nas aulas de graduação quanto de pós-graduação, os alunos sempre demonstraram grande interesse sobre aspectos históricos e filosóficos dos temas abordados,

sinal de que maiores discussões poderiam ser desenvolvidas e de que tais temas poderiam ser abordados de maneira mais aprofundada. Relatos deste sentimento foi abordado por trabalhos publicados, (MANERA *et al*, 2013), (MANERA, BARRETO E CASTRO, 2016) e (SAUERBRONN, 2021). Este capítulo que finalizamos tende a ser um marco inicial e que nossos relatos tragam muitos subsídios sobre a importância da História e Filosofia da Engenharia para os diferentes cursos, bem com ramos da engenharia; e que o texto ajude os nossos colegas professores a levar esta ideia a todos cursos engenharia do país.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D.R. **A taxonomy for learning, teaching, and assessing**. New York: Longman, 2001.

ASMODELLE, E. **The collaboration of Mileva Maric and Albert Einstein**. arXiv preprint arXiv:1503.08020, 2015.

ASSMANN, J. Declaração dos direitos da mulher e da cidadã. **Revista internacional interdisciplinar INTER thesis**, 2007.

AZAMBUJA, M. J. C. **A IPTV como modalidade de educação: um estudo de caso no ensino de engenharia**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 96, 2013.

BALBACHEVSKY, E. **Building higher-education Cooperation with EU**. Leiden, The Netherlands: Koninklijke Brill NV, 2021.

CANO, S. **Las mujeres y las tecnologías de la información**. Revista Sistemas, p. 16, 2012.

BLOOM, B.S. (Ed.). **Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals: handbook i, cognitive domain**. New York: Longman, 1956.

BLOOM, B. S., et al. **Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals**. Addison-Wesley Longman Ltd, 1969.

BUZAN, T.; BUZAN, B. **The mind map book: unlock your creativity, boost your memory, change your life the mind map book**. Londres: BBC Active, 2009.

CARDOSO, J. R. **Palestra Engenharia para Paz**, XLVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=JOp_hLVXJoQ , 2020. Acesso em: 26 maio 2021.

CHERUBIN, N. Especial – Qual a verdadeira produtividade máxima que a cana-de-açúcar pode atingir? Revista RPAnews cana & indústria, 1 jun. 2019, Edição 206. Disponível em: <https://revistarpanews.com.br/especial-qual-a-verdadeira-produtividade-maxima-que-a-cana-de-acucar-pode-atingir/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

ELMOR Filho, G.; et al. Uma nova sala de aula é possível: aprendizagem ativa na educação em engenharia. Rio de Janeiro-RJ: LTC, 2019.

FERLIN, E.P. Aprendizagem ativa nas disciplinas de formação básica de um curso de engenharia: aplicação do estudo de casos nas disciplinas de probabilidade e estatística. XLVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia e III Simpósio Internacional de Educação em Engenharia da ABENGE. *Anais. Online*, 2020.

FERLIN, E.P.; SHMEIL, M.A.H. Utilização das técnicas de aprendizagem ativa na educação em engenharia: estudo de caso dos mapas mentais. XLVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia e III Simpósio Internacional de Educação em Engenharia da Abenge. *Anais. Online*, 2020.

FERRAZ, A. P. do C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gestão & Produção*, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2010000200015> > DOI: 10.1590/S0104-530X2010000200015.

IMPACTA. **Pirâmide de William Glasser**. 2018. Disponível em: <https://www.impacta.com.br/blog/piramide-de-william-glasser-entenda-o-que/>. Acesso em: 23 jun. 2020.

LACKÉUS, M. **Entrepreneurship in Education- What, Why, When, How. Entrepreneurship360** – Background Paper. European Comission, LEED, OECD, 2015. Disponível em: https://www.oecd.org/cfe/leed/BGP_Entrepreneurship-in-Education.pdf . Acesso em: 22 mar. 2017.

LIANZA, S. et al. Engenharia e Alteridade. In.: **Tecnologia, participação e território**: reflexões a partir da prática extensionista (Org) Felipe Addor. Rio de janeiro. Editora UFRJ, 2015.

LOBO, R., LOBO, M., & CARDOSO, J. P. **Engenheiros para quê**. São Paulo: EDUSP, 2020.

LOMBARDI, M. Engenheiras na Construção Civil: A Feminização Possível e a Discriminação de Gênero. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, 2017.

KLAPISCH-ZUBER, C. **As normas do controlo**. DUBY, Georges; PERROT, M. (Dir.) História das mulheres: a Idade Média. São Paulo: Afrontamento, 1990.

MADSBJERG, C., & RASMUSSEN, M. **A filosofia nos negócios**: como as ciências humanas podem resolver os problemas mais complexos de gestão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

MANERA, L. T.; *et al.* História e Filosofia em Engenharia Elétrica: Multidisciplinaridade no Ensino de Engenharia. XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. **Anais**. Gramado, p. 1-9, 2013

MANERA, L. T.; BARRETO, G.; CASTRO JR., C. A. **Entrevista para o Programa Palavras Cruzadas - História e Filosofia da Engenharia Elétrica**, 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=be744dQA1XQ>. Acesso em: 13 abr. 2021.

MARQUES, O. O pensamento de Ordem Superior. **Cadernos de Pós-Graduação**. v. 4, Educação, p. 139-146, 2005.

MARTINS, R. de A. **As primeiras investigações de Marie Curie sobre elementos radioativos**. Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência, v. 1, n. 1, p. 29-41, 2003.

MASETTO, M. T. **Competência pedagógica do professor universitário**. São Paulo, 2003

MEC. **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. RESOLUÇÃO CNE/CES 11, de 11 de março de 2002. MEC. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2002.

MEC. **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. PARECER CNE/CES 1/2019, de 23 de janeiro de 2019. MEC. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/marco-2019-pdf/109871-pces001-19-1/file>. Acesso em: 05 abr. 2021.

MEC. **Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia**. PARECER CNE/CES 1362/2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1362.pdf>. Acesso em 02 fev. 2022.

MENEZES FILHO, N., CAMPOS, G., KOMATSU, B. A Evolução da Produtividade no Brasil. Insper Instituto de Ensino e Pesquisa. **Policy Paper**, n. 12, agosto, 2014. Disponível em: <https://www.insper.edu.br/wp-content/uploads/2018/09/Evolucao-Produtividade-Brasil.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2022.

MESQUITA, R.F; MATOS, F. R. A abordagem qualitativa nas ciências administrativas: aspectos históricos, tipologias e perspectivas futuras. **Revista Brasileira de Administração Científica**, 2014.

MIRANDA, E. **O papel da agricultura para a sustentabilidade e a preservação ambiental**. Disponível em: <https://abapa.com.br/wp-content/uploads/2019/11/01-EVARISTO-DE-MIRANDA-O-PAPEL-DA-AGRICULTURA-PARA-A-SUSTENTABILIDADE-E-A-PRESERVA%c3%87%c3%83O-AMBIENTAL.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2022.

MONTENEGRO, L. M., BULGACOV, Y. L. **Construção de Sentidos e Práticas de um Processo Estratégico: Um Estudo Comparativo em Duas IES do Estado do Paraná**. Curitiba: REBRAE, 2011.

MOORE, J. **El capitalismo em la trama de la vida: ecología y acumulación de capital**. Madrid, 2020.

MORIN, E. **A via para o futuro da humanidade**. Rio de Janeiro-RJ: Bertrand Brasil, 2013.

NÓBREGA, M. B. DE ARAÚJO, R. L. F.; DA GAMA, L. G. P. Práticas contemporâneas de desigualdade de gênero e qualidade de vida no trabalho no serviço público. **Revista de Administração Educacional**. 2019.

OLIVEIRA, Vanderli Fava de. (org.). **Trajetória e estado da arte da formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia – volume I: Engenharias** Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, 2010.

OPITZ, C. **O cotidiano da mulher no final da Idade Média**. DUBY, G., PERROT, M. (Dir.) História das mulheres: a Idade Média. São Paulo. 1990.

PAIS, A. **Émilie du Châtelet, a matemática grávida que correu contra ‘sentença de morte’ para terminar seu maior legado científico**. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-50488564>. Acesso em: 05 jul. 2021.

PETROSKI, H. **The essential engineer: why science alone will not solve our global problems**. New York: Alfred A. Knopf, 2010.

PILLA JR, V.; FERLIN, E.P. Os níveis de aprendizagem da taxonomia de Bloom aplicados em uma disciplina de um Curso de Engenharia da Computação. XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. **Anais**. Fortaleza-CE, 2010.

PORTILHO, E. **Como se aprende? estratégias, estilos e metacognição**. Curitiba-PR: Wak Editora, 2009.

REEDER, H. et al. **Perceptions about Women in Science and Engineering History**. 2012.

SAUERBRONN, L. E. A. Sobre Os Ombros De Gigantes. XLIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia e IV Simpósio Internacional de Educação em Engenharia da Abenge. **Anais. Online**, 2021.

SILVA, M. S. **Émilie du Châtelet**. [2020?]. Disponível em: <https://www.blogs.unicamp.br/mulheresnafilosofia/emilie-du-chatelet/>. Acesso em 3 fev. 2022.

THE BROOKLYN HEIGHTS ASSOCIATION. **Heights corner renamed for Emily Roebling**. 2018. Disponível em: <https://thebha.org/events/event/heights-corner-renamed-for-emily-roebling/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

WEICK, K. E. **Sensemaking in organizations**. London: Sage publications, 1995.

YEE, K. **Interactive techniques**. 2019. Disponível em: <http://https://www.usf.edu/atle/documents/handout-interactive-techniques.pdf>. Acesso em: 13 set. 2020.

CAPÍTULO 5

NOVAS DCNS DE ENGENHARIA, EXTENSÃO CURRICULAR E ENGENHARIAS ENGAJADAS: INOVAÇÕES E DESAFIOS DA EDUCAÇÃO

John B. Kleba

Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

Sandra Rufino

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

André Vinicius Leal Sobral

Henrique Luiz Cukierman

Universidade Federal do Rio de Janeiro -UFRJ

Célia Mendes Carvalho Lopes

Esleide Lopes Casella

Magda Aparecida Salgueiro Duro

Ricardo Concilio

Universidade Presbiteriana Mackenzie

Dianne Magalhães Viana

Josiane do S. A. S. O. Campos

Maria Vitória Duarte Ferrari

Raquel Naves Blumenschein

Universidade de Brasília - UnB

Heloisa Helena Albuquerque Borges Quaresma Gonçalves

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro -UNIRIO

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	202
2	ESTADO DA ARTE	208
2.1	Diretrizes Curriculares Nacionais de Engenharia	208
2.2	Curricularização da Extensão Universitária	209
2.3	Engenharias Engajadas	211
3	EXPERIÊNCIAS DE QUATRO ESCOLAS DE ENGENHARIA	213
3.1	Rompendo com o estigma secular no ensino de Engenharia: a educação bancária	213
3.2	Computador é sociedade: um experimento pedagógico para além de fronteiras disciplinares	215
3.3	Projeto Integrador Competição Acadêmica	219
3.4	Experiências com abordagens de problemas socioambientais no contexto da curricularização da Extensão e das novas diretrizes curriculares em cursos de Engenharia da UnB	222
4	DEBATE DA SD	227
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	230
	REFERÊNCIAS	231

NOVAS DCNS DE ENGENHARIA, EXTENSÃO CURRICULAR E ENGENHARIAS ENGAJADAS: INOVAÇÕES E DESAFIOS DA EDUCAÇÃO

“cabeça nas alturas, os pés no chão e mãos à obra”
Augusto Boal

1 INTRODUÇÃO

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) vigentes dos cursos de graduação em Engenharia de 2019 (BRASIL, 2019) focam numa série de competências e habilidades transversais da/o egressa/o², incluindo uma formação humanista, crítica, e reflexiva, entre muitas outras. Estas são vistas como absolutamente necessárias para profissionais de engenharia do século XXI, visando uma formação ampla e robusta para as rápidas transformações sociais, tecnológicas, econômicas e ambientais da atualidade.

Entretanto, as diversas competências transversais previstas nas DCNs não são definidas (o que seria uma formação humanista, crítica e interdisciplinar?). Ademais, não há instruções para sua efetiva implementação curricular, para além de sua inserção nos Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPCs) como ‘ideais a serem buscados’ e com o risco de, na prática, não serem implementadas. Ainda, carecem instrumentos, métricas e práticas de avaliação dos cursos de Engenharia, de forma a adquirir uma ideia mais objetiva sobre em que grau os objetivos mencionados serão alcançados, mensurados e avaliados o que pode ser otimizado, quais as dificuldades associadas e as soluções possíveis para superá-las.

Já no âmbito da Extensão, temos uma nova legislação que define o prazo de dezembro de 2021 (estendido posteriormente para 2022)³ para que as Instituições de Ensino Superior (IES) implementem, no mínimo, 10% do total da carga horária curricular dos cursos de graduação em atividades de Extensão universitária (PNE, Lei nº 13.005/2014; Resolução CNE/CES nº 7/2018). Não há clareza sobre como os cursos

² Debatesmos entre as autoras e autores deste capítulo a opção de utilizar a linguagem inclusiva. Houve posições divergentes e a maioria decidiu pela inclusão. Nenhuma opção seria perfeita (por exemplo, não incluímos todos os gêneros). Mesmo assim, consideramos um passo positivo.

³ O prazo estipulado no Art. 19 da RESOLUÇÃO Nº 7 foi prorrogado por 1 (um) ano pelo Despacho 28/12/2020 do MEC, para dezembro de 2022.

de Engenharia poderão integrar essa demanda na carga curricular para efetivamente estimular a sinergia entre ensino, pesquisa e Extensão, e atender às prescrições da norma no sentido de compromisso social e ambiental.

Quais são as realidades, hoje, dos cursos de Engenharia com relação às novas DCNs e à Extensão? Quais os desafios? De que forma novas tendências na formação de Engenharia, como as abordagens das Engenharias Engajadas, podem nos auxiliar a investigar problemas e soluções nesse campo? São essas as questões que motivaram a proposta da nossa Sessão Dirigida do Cobenge 2021 intitulada “Novas DCNs de Engenharia, Extensão Curricular e Engenharias Engajadas: Inovações e Desafios da Educação”. Apresentamos aqui os resultados das discussões acerca dessas questões envolvendo participantes da sessão de seis IES: Instituto Tecnológico da Aeronáutica - ITA, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Universidade Presbiteriana Mackenzie, Universidade de Brasília - UnB, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO.

Ao responder essas questões, nosso objetivo com este capítulo é fornecer subsídios para inovações na educação por meio de reflexões e desafios a partir do contexto de trabalhos e experiências concretas com a temática. Nossa hipótese de trabalho é, primeiramente, sustentar que os objetivos das DCNs e da Extensão são complementares. E em segundo, e esse é o ponto mais relevante, demonstrar para a comunidade acadêmica da Engenharia, que as novas experiências e desafios propostos pelas chamadas Engenharias Engajadas, conduzidas em diversos cursos de Engenharia em múltiplos países, são efetivas na formação de competências transversais de profissionais da engenharia (SMITH, TRAN, COMPSTON, 2019; CRUZ, KLEBA, ALVEAR, 2021). As novas experiências e desafios propostos pelos enfoques plurais das Engenharias Engajadas possibilitam a integração curricular de uma Extensão cidadã, que se defronta com a resolução dos problemas sociais e ambientais da atualidade, com pressupostos teóricos e metodológicos específicos.

As DCNs orientam que os PPCs contemplem atividades de aprendizagem que assegurem uma série de competências específicas em direção de maior interdisciplinaridade e da combinação entre *hard* e *soft skills*. Essa nova formação busca articular simultaneamente a teoria, a prática e o contexto de aplicação; promover a integração sistêmica e multidimensional de áreas de conhecimento (técnicas, científicas, econômicas, sociais, ambientais e éticas, entre outras); estimular uma formação centrada na/o estudante, com uso de estratégias de aprendizado ativo; e promover a participação em projetos

interdisciplinares, bem como projetos de Extensão e atividades de voluntariado (BRASIL, 2019).

Já a mencionada Resolução CNE/CES nº 7/2018 define a Extensão como um

[...] processo interdisciplinar, político educacional, cultural, científico, tecnológico, que promove a interação transformadora entre as instituições de ensino superior e os outros setores da sociedade, por meio da produção e da aplicação do conhecimento, em articulação permanente com o ensino e a pesquisa (BRASIL, 2018, p.1-2).

Apesar da relevância fundamental dessa prescrição normativa, no sentido de envolver a Engenharia e a Universidade com os problemas sociais urgentes da atualidade, escolas e cursos de Engenharia estão se perguntando como esse mínimo de 10% da carga horária curricular pode ser integrada na carga curricular, contando que: a) essa carga já está bastante carregada em horas/aula semanais; b) docentes não têm formação em Extensão, e em grande parte, desconhecem as possibilidades de integração entre ensino e Extensão; c) faltam linhas de financiamento de projetos de Extensão universitária. Não há consenso, nem clareza, sobre a própria questão do que seria uma Extensão nas Engenharias que ‘priorize intervenções em comunidades’ (RESOLUÇÃO Nº 7/2018, Art. 7º); atenda a ‘pertinência e compromisso social’ (Lei 13.005/2014, Art 12.7; RESOLUÇÃO Nº 7/2018, Art 6º, III); e realize uma ‘formação cidadã’ (RESOLUÇÃO Nº 7/2018, Art. 5º, II).

O Plano Nacional de Extensão (FORPROEX, 1999) considera que a interação (fluxo) estabelece a troca de saberes sistematizados, acadêmico e popular, tendo como consequências: a produção do conhecimento resultante do confronto com a realidade brasileira e regional; a democratização do conhecimento acadêmico e a participação efetiva da comunidade na atuação da Universidade. Pois, além de instrumentalizadora deste processo dialético teoria/prática, a Extensão é um trabalho interdisciplinar que favorece a visão integrada do social e, nesse sentido, proporciona o elo de interlocução e retroalimentação do ensino e da pesquisa junto à Sociedade.

Mesmo que as DCNs das Engenharias e a Extensão Universitária apontem para um perfil da/o profissional de Engenharia mais crítico, podemos inferir que os atuais currículos de Engenharia pouco (ou nada) apresentam de questões socioambientais nos problemas e soluções tecnológicas, e que, nesse afastamento, acabam por também contribuir para reproduzir desigualdades sociais e adversidades ambientais. Vários estudos sobre a formação na Engenharia (de aquicultura, alimentos,

ambiental, civil, produção, materiais, sanitárias) apontam para uma formação com predominância de uma visão tecnicista, com separação entre teoria e prática, e com ações e exemplos focados apenas nas indústrias e no setor privado (COLOMBO, 2004; FRAGA, 2007; FRANKEL, 2009; DWEK, 2012; BORDIN; BAZZO, 2019).

Nesse contexto, a busca por se resgatar/promover uma Engenharia Cidadã produz um movimento internacional de múltiplas iniciativas no Brasil e no exterior, as Engenharias Engajadas, reivindicando uma formação que busque a resolução de problemas socioambientais com novas perspectivas conceituais e metodológicas (LUCENA; SCHNEIDER; LEYDENS, 2010; KLEBA, 2017; SMITH, TRAN, COMPSTON, 2019; CRUZ, KLEBA, ALVEAR, 2021). Nessa perspectiva, a carência de soluções efetivas de problemas globais, como a pobreza e a destruição ambiental, tem uma relação direta com a forma da Engenharia ser concebida e exercida na prática, exigindo uma mudança de paradigma no ensino das Engenharias, no design tecnológico e no compromisso com projetos de interesse público.

As Engenharias Engajadas se apresentam sob diferentes concepções: popular, humanitária, empreendedora social, para a justiça social e a paz, de desenvolvimento comunitário, de responsabilidade social etc. A diversidade dessas concepções vem fomentando uma nova linha de pesquisa e debate na atualidade (ALVEAR; CRUZ; KLEBA, 2021).

Essa nova concepção da formação em Engenharia expressa elementos das novas DCNs e da Extensão integrando soluções de Engenharia com inovações sociais e comunitárias, partindo de uma crítica às deficiências da ideia dominante de desenvolvimento e da busca de superação das vulnerabilidades sociais e econômicas latino-americanas (KLEBA; REINA-ROZO, 2021). Ainda, como as próprias DCNs afirmam, faz-se necessário conceber soluções de Engenharia compreendendo as pessoas que a utilizam e suas necessidades em seus contextos. Esses contextos envolvem territorialidades, saberes e realidades das populações locais, nas especificidades indígenas, negras, da igualdade de gênero, e no combate à pobreza, envolvendo as dimensões técnicas (energia, água, saneamento etc.) com aquelas sociais, a exemplo dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (ODS) (UNO, 2015), e de debates críticos mais amplos sobre os potenciais e limites desses mesmos ODS (HIDALGO-CAPITÁN et al., 2019). Por outro lado, se resgatam iniciativas de Extensão nas quais estudantes e profissionais de engenharia coconstruem junto a essas populações, integrando teoria e prática de forma engajada, na busca de soluções locais e empoderadoras.

Se as DCNs reivindicam uma formação que busca a ‘interação com as diferentes culturas’, [...] de modo que facilite ‘a construção coletiva’, assim como ‘o gerenciamento de projetos’, e a ‘liderança de forma proativa e colaborativa’, e ‘de modo crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético’ (BRASIL, 2019), as intervenções do engenheiro devem partir de ferramentas conceituais apropriadas e robustas, envolvendo boas práticas na ética de pesquisa e reflexões sobre as dimensões de empoderamento nas intervenções sociotécnicas (KLEBA; CRUZ, 2021).

O objetivo da Sessão Dirigida 05 do COBENGE 2021 foi de reunir experiências de diferentes escolas de Engenharia para refletir sobre estratégias, limites e desafios da inserção das novas DCNs e da Extensão Curricular à luz dos debates de pesquisa das Engenharias Engajadas. Apresenta-se o olhar de quatro casos vinculados às universidades UNIRIO, UFRJ, Mackenzie e UnB. No debate refletimos sobre:

- A. Como transformar a educação em Engenharia a partir das DCNs e para além delas?
- B. Como repensar a relação do Ensino, da Pesquisa e da Extensão de forma integrada e engajada, com compromisso socioambiental?

A discussão consistiu em perceber as diferentes interpretações e estratégias adotadas por essas Instituições de Ensino Superior para pensar o perfil da/do profissional de Engenharia desejado em cada uma delas, o quanto elas praticam ou não Engenharias Engajadas (temática nova para algumas) e sua maturidade, e avanços. Organizamos esse capítulo de modo a termos de cada universidade participante: i) contexto (descrição geral, como iniciou, histórico); ii) relato da experiência; iii) reflexões e resultados acerca da Engenharia Engajada, DCNs e Curricularização da Extensão Universitária.

Dado ser uma temática recente, optamos também por apresentar brevemente o estado da arte dos temas particulares, para a leitora e o leitor terem uma visão mais atualizada e crítica acerca de cada experiência.

Já com relação às experiências cabe destacar que se trata de um conjunto que representa a pluralidade da realidade de escolas de Engenharia no Brasil.

A primeira experiência apresentada traz a realidade do curso de Engenharia de Produção da UNIRIO, retratando a busca na IES da formação criativa por meio do protagonismo discente na disciplina introdutória do curso. São desenvolvidos protótipos vinculados aos 17 ODS conciliando propostas das novas DCNs, e aplicando a cultura

Maker. Aponta-se para conexões interdisciplinares nesse projeto, além das dificuldades de adaptar o ensino vivenciadas com a pandemia da COVID-19.

Na UFRJ relata-se a experiência do curso Engenharia de Computação e Informação com a disciplina do 4º período Computadores e Sociedade. Relata-se a aplicação de ferramentais de ensino inusitados como a metodologia da reação, a pedagogia orientada por projetos e o diálogo Engenharias-Artes no contexto prévio à pandemia e as adaptações realizadas durante a mesma. Desde 2015 trabalha-se com estudantes no desenvolvimento de projetos de Extensão Engajada que dialogam com várias comunidades, a exemplo da comunidade surda brasileira, as campanhas de doação de sangue da UFRJ e a Rede Brasileira de Bancos Comunitários. A formação é realizada situando os saberes estudantis em suas experiências de vida.

A terceira experiência é o projeto integrador do curso de Engenharia Civil da Universidade Presbiteriana Mackenzie. O projeto trabalha com discentes dos três primeiros semestres em formato de equipes, para atuar em competição acadêmica em temáticas relacionadas a assuntos em destaque no momento histórico vivido, englobando as grandes áreas da Engenharia Civil, e com ênfase no desenvolvimento de habilidades em grupo, de senso crítico e socioemocionais. Os resultados são avaliados como marcadamente positivos no processo de aprendizagem e na motivação estudantil.

Na quarta e última experiência, são apresentadas as ações implementadas da UnB na disciplina Engenharia e Ambiente, de 1º semestre, que atua com os cinco cursos da Faculdade de Engenharia do campus do Gama desde 2010. A disciplina desenvolve projetos que pensam soluções para problemas socioambientais de destaque em âmbito local, nacional ou internacional, articulados na tríade ensino-pesquisa-extensão. Em 2018 os resultados dos projetos passaram a ser compartilhados com escolas públicas de ensino fundamental e médio. O contexto, bem como os ferramentais (termo de referência, ciclo de vida etc.) e passos do projeto são expostos em detalhe, incluindo uma avaliação dos resultados e das dificuldades enfrentadas e a preocupação em compartilhar reflexões sobre essas experiências com a comunidade acadêmica mediante publicações.

Esse capítulo busca fornecer elementos benéficos e úteis, em especial, para aquelas IES, cursos de Engenharia e profissionais que objetivam avançar no desenvolvimento de projetos pedagógicos de curso adequados às novas legislações e normas na área, além de se aprofundar na pesquisa e debate relacionados à formação de competências transversais dos egressos e à extensão transformativa. Conhecer e entender o percurso dessas experiências, bem como

compreender as abordagens das Engenharias Engajadas como estratégias pedagógicas viáveis, pode iluminar caminhos possíveis para uma formação de engenheiras e engenheiros com excelência e uma atuação profissional e acadêmica de docentes e discentes com sólido compromisso socioambiental.

2 ESTADO DA ARTE

2.1 Diretrizes Curriculares Nacionais de Engenharia

Derivadas da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) de 1996, as DCNs são normas obrigatórias para a educação formal discutidas, concebidas e fixadas pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) desde 1997 (CASSEMIRO; HENRIQUE, 2020). Servem para a orientação do planejamento curricular básico dos sistemas de ensino. São, portanto, um conjunto de definições sobre princípios, fundamentos, condições e procedimentos na educação para os cursos, que os orientam na organização, articulação, desenvolvimento e avaliação de suas propostas pedagógicas. As DCNs gerais para Engenharia definem os eixos estruturantes para os cursos.

Os cursos de graduação em Engenharia que seguiam currículo mínimo, passam em 2002 a ser orientados pelas primeiras Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de graduação em Engenharia. Estas substituíram o conceito de 'grade curricular' com matérias predefinidas, para a existência de um projeto pedagógico constituído por conjunto de experiências de aprendizado discente num processo participativo com um programa de estudos mais integrado (OLIVEIRA, 2019).

Já as DCNs de 2019 (BRASIL, 2019) para os cursos de Engenharia trazem uma mudança de paradigma nas práticas pedagógicas, pois tem como proposta a substituição do enfoque curricular com base na transferência de conteúdo pelo desenvolvimento de competências e habilidades (SARMENTO, 2020). Para Cassemiro e Henrique (2020) a atuação protagonista da Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI/CNI) durante a construção dessas DCNs resultou em um currículo baseado por competências que flexibiliza a formação, tornando-a mais empreendedora e competitiva. Os autores comparam as diretrizes de 2002 e 2019 e observam um deslocamento de ênfase, ao analisar o registro de palavras que representam as categorias Sociedade e Mercado, sendo que a primeira diretriz perfaz 68% de registros na categoria Sociedade e a segunda diretriz perfaz 57,7% de registros para a categoria Mercado. A mudança de direcionamento pode ser explicada pelos interesses da MEI/CNI que participaram ativamente na construção da última diretriz.

Temos ainda a supressão nas novas diretrizes dos conteúdos básicos “Comunicação e Expressão” e “Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania”, que eram contemplados nas diretrizes anteriores. Esses conteúdos visavam assegurar um perfil de formação humanista, crítica, e reflexiva, necessárias uma formação ampla e robusta para resolução dos problemas globais da sociedade. Sem garantir esses conteúdos e instruções para uma efetiva implementação desse perfil, há tanto a dificuldade das IES em saber quais estratégias pedagógicas adotar, quanto o grande risco de estruturarem um projeto pedagógico que não alcance esse perfil.

Defende-se aqui que tanto as habilidades de empreendedorismo devem ser mais fomentadas na formação da Engenharia, quanto aquelas específicas na engenharia-cidadã, não havendo aqui oposição de enfoques, mas complementaridade. Nesse sentido, vislumbram-se novas tendências na Extensão Universitária e nas Engenharias Engajadas como caminhos possíveis para uma formação mais ampla da profissão na Engenharia, tópicos estes apresentados nas seções seguintes e na exemplificação de experiências de escolas de Engenharia.

2.2 Curricularização da Extensão Universitária

Segundo o Forproex (2007), os primeiros registros oficiais sobre Extensão Universitária no Brasil aparecem no Estatuto da Universidade Brasileira com o Decreto-Lei nº 19.851, de 1931 e na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 4.024, de 1961, ainda centrados na modalidade de transmissão de conhecimentos e assistência. A Reforma Universitária de 1968 implementou a Lei 5.540, tornando a Extensão obrigatória em todos os estabelecimentos de ensino superior. Com o fortalecimento da sociedade civil nos anos 80 e o processo de democratização no país, abre-se espaço para a discussão de um novo paradigma para a Universidade Brasileira, em sua relação com a sociedade e o papel da Extensão. Nesse contexto de mobilizações, em 1987 é criado o Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas (FORPROEX, 2007), e em 1988 o Art. 207 da nova Constituição Federal promulga o princípio da indissociabilidade entre Ensino, Pesquisa e Extensão.

A inserção da Extensão nos currículos vem sendo buscada há algum tempo pelo movimento crescente da Extensão Universitária e pela conquista de uma base epistemológica como saber reconhecido e imprescindível à formação superior. Contudo, Deus (2020) faz um resgate histórico de que é no Plano Nacional de Educação (de 2014-2024, na meta 12, estratégia 12.3) que se recomenda os 10% de Curricularização da Extensão, mas a normativa é implementada pela

Resolução nº 07/2018 (Art. 4º) do CNE/MEC, na qual são especificadas as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira.

As diretrizes regulamentam as atividades acadêmicas de Extensão dos cursos de graduação e as incentivam na pós-graduação. Orientam ainda sua institucionalização nos Planos de Desenvolvimento Institucionais (PDIs), nos Projetos Políticos Institucionais (PPIs), bem como nos PPCs e nos demais documentos normativos próprios nas IES (BRASIL, 2018).

Nos últimos anos a Extensão Universitária sofreu avanços e retrocessos (como a extinção do programa de fomento público à Extensão Proext/MEC com sua última vigência em 2016). Programas e pró-reitorias de Extensão foram institucionalizados em algumas Universidades, com normas, estrutura administrativa e recursos, e em outras isso não aconteceu ou está em fase embrionária (CRISTOFOLETTI; SERAFIM, 2020). Há diversas experiências e concepções de Extensão que se misturam, convivem ou se conflituam nas Universidades, a depender de fatores históricos, institucionais, de contexto e conjuntura (FRAGA, 2012). Na revisão de literatura apresentada por Cristofoletti e Serafim (2020) observamos as seguintes concepções da Extensão:

- assistencialista: oferece assistência à população através de repasses de conhecimento ou atuação técnica em problemas pontuais;
- comunitária: interage com comunidades e populações marginalizadas de forma dialógica na busca de transformação social;
- prestação de serviços: oferta serviços às empresas e governos para resolver problemas científicos e técnicos sob demandas específicas;
- divulgação científica e formação técnica: disseminação de conhecimentos por meio de cursos, palestras e eventos;
- vínculo entre Universidade e empresa: busca a transferência e desenvolvimento de inovações tecnológicas.

Além disso, há programas que buscaram se vincular às políticas públicas prioritárias ao desenvolvimento regional e nacional (INCROCCI; ANDRADE, 2018).

Essas diferentes concepções são derivadas do próprio desenvolvimento das Universidades Brasileiras. Cristofoletti e Serafim (2020) citam as influências extensionistas: a) norte-americana e europeia na prestação de serviços; b) ideal positivista de ciência na realização de cursos e Universidades Populares; c) a assistência à população desde o final de século XIX e o início de século XX e que influencia as legislações educacionais brasileiras em 1931 e 1968, com o Estatuto das

Universidades Brasileiras e a Reforma Universitária respectivamente, e os projetos extensionistas do governo militar (a exemplo do Projeto Rondon). Na análise de Cristofoletti e Serafim (2020), as Universidades carecem de clareza sobre a Extensão, particularmente no que se refere às suas naturezas e objetivos. Talvez esse contexto histórico ajude a explicar a falta de consenso e clareza apontadas.

A Extensão, usualmente vista como secundária no magistério superior diante da Pesquisa e do Ensino (CROCCO et al., 2019), passa a ter um novo prestígio diante de novas tendências atuais. Por um lado, temos o comando normativo já mencionado da Resolução nº 07/2018. Por outro, as abordagens das Engenharias Engajadas em escolas de vanguarda, apresentadas a seguir, demonstram que uma formação com excelência em Engenharia, envolvendo competências transversais e capacidade crítica e de análise sistêmica, não pode ser alcançada sem a vivência e imersão em projetos e iniciativas de Extensão.

2.3 Engenharias Engajadas

As Engenharias Engajadas ou transformativas se inspiram no programa engajado dos Estudos Sociais das Ciências e das Tecnologias ou Estudos CTS, refletindo movimentos críticos em Universidades como a *Science for the People*, que assumiam uma postura crítica da relação entre Engenharia e o campo da ciência, tecnologia e inovação com o complexo industrial-militar (SISMONDO, 2008). A concepção de Engenharias Engajadas não é meramente abstrata, unívoca (que propusesse um só modelo de resposta) e prescritiva (que se reduz ao que ‘deveríamos fazer’), senão trata-se de um conceito heurístico (que provoca perguntas de pesquisa), e que reflete um campo empírico em constante mudança, que quer ser melhor compreendido.

As Engenharias Engajadas representam um conjunto heterogêneo de iniciativas plurais em dezenas de países do Sul e do Norte global, abrangendo escolas de Engenharia (e áreas técnicas afins), redes, organizações da sociedade civil e movimentos sociais, refletida também em jornais especializados, coleções de livros e encontros acadêmicos (KLEBA, 2017; SMITH; TRAN; COMPSTON, 2019; ALVEAR; CRUZ; KLEBA, 2021). Entre essas iniciativas estão abordagens como a Engenharia Humanitária, a Engenharia para o Desenvolvimento Comunitário, a Engenharia Popular, a Engenharia para a Justiça Social e a Paz, a Engenharia para o Empreendedorismo Social, o manejo de desastres, e a responsabilidade social corporativa (LUCENA; SCHNEIDER; LEYDENS, 2010; CRUZ; KLEBA; ALVEAR, 2021; KLEBA, REINA-ROZO, 2021), o Design Participativo Escandinavo (ROBERTSON; SIMONSEN, 2013), a *Human Centered Design*, assim como organizações como a Engenheiros Sem Fronteiras, a Enactus

(UNGARI, 2021), a Techo (Teto) (MELO et al., 2021), entre muitas outras. Portanto, trata-se de uma concepção em construção via pesquisa e debate.

Ao mesmo tempo, esse conjunto de iniciativas plurais tem dois elementos essenciais em comum, que estão estreitamente vinculados: 1) uma postura ético-política de transformação social e; 2) a ideia de que precisamos repensar e inovar a forma de se conceber, ensinar e praticar as Engenharias (e as disciplinas técnicas em geral), numa via de mão-dupla, onde Universidade e Sociedade se reorientam mutuamente a partir de sua forma de integração crítica (FREIRE, 1987).

As Engenharias Engajadas assumem uma postura cidadã ativa de compromisso com transformações ético-políticas e sociais, rejeitando uma atitude de neutralidade de valores na relação entre tecnociência e sociedade. Pois a Engenharia, na sua forma atual, é corresponsável pelos ‘mal desenvolvimentos’ e pela reprodução de estruturas injustas a serem superadas. A Engenharia não só soluciona problemas, mas está integrada nas causas complexas dos mesmos (AMADEI; SANDEKIAN, 2010), mediante sua atuação junto às agendas políticas, ao comportamento do mercado e à forma de conceber uma ‘outra’ CT&I. Reconhece-se a necessidade de transformações sistêmicas, combatendo as mudanças climáticas, reinventando as tecnologias de forma sustentável, e repensando a economia e a inovação de forma social. Priorizam-se os grupos excluídos e marginalizados, a exclusão sociotécnica, assim como as questões vulneráveis (como a discriminação), a partir de uma postura não assistencialista, mas de uma reflexão e inclusão sobre as dimensões de empoderamento de comunidades em intervenções sociotécnicas e projetos de Extensão (KLEBA; CRUZ, 2021; MELO et al., 2021). Trata-se também de repensar primeiramente o contexto e causalidade dos problemas da atualidade, antes de propor soluções eficazes para sua resolução. A forma como essa transformação é exposta pelas iniciativas plurais de Engenharias engajadas é aberta, e há uma grande variação nas abordagens (KLEBA, 2017; SMITH; TRAN; COMPSTON, 2019).

Ao mesmo tempo, parte-se do pressuposto da necessidade de repensar as Engenharias, incluindo aqui as competências e experiências formativas das egressas e dos egressos, uma educação mais voltada para projetos interdisciplinares e baseados na integração da teoria com a mão na massa, uma educação capaz de evitar a evasão de estudantes, criando sentido e motivação na formação, assim como uma integração do Ensino, Pesquisa e Extensão mais responsiva aos problemas sociais reais. Trata-se, portanto, de iniciativas e programas que buscam inovar na forma de ensinar e de integrar a Extensão com compromisso social ao Ensino e à Pesquisa. Ademais, a problemática abrange diferentes

enfoques, entre os quais os Estudos CTS e perspectivas críticas e multidimensionais de como a tecnologia e sociedade se moldam mutuamente, em questões abrangentes e controversas nos âmbitos social, político, cultural e ambiental (KLEBA; CRUZ, 2021; CRUZ; KLEBA; ALVEAR; 2021).

Nesse sentido, os problemas postos nessa SD sobre o papel das DCNs e da Extensão estão estreitamente relacionados às questões suscitadas pelas Engenharias Engajadas. Da mesma forma, as perspectivas transformativas instigam as ricas experiências relatadas pelas contribuições das autoras e autores participantes desse capítulo.

3 EXPERIÊNCIAS DE QUATRO ESCOLAS DE ENGENHARIA

3.1 Rompendo com o estigma secular no ensino de Engenharia: a educação bancária

A partir das Novas Diretrizes para as Engenharias (DCNs), como implantá-las em disciplinas introdutórias, de primeiro período, por exemplo, na disciplina Introdução à Engenharia de Produção? Uma resposta preliminar à indagação foi quase como superar a passagem pelo “inferno de Dante”.

Em geral, estudantes ingressantes chegam ao ensino superior com 8 anos de escolarização passiva, que repete conteúdos e depende da tutela. Não é ‘culpa’ das/os discentes, pois foram receptoras/es de aulas centradas na/o docente desde a escola básica, com práticas pedagógicas tradicionais que Paulo Freire denominou “educação bancária”. Da mesma forma não é ‘culpa’ das/os docentes que não tiveram uma formação didática e pedagógica que capacitasse para as questões de ensino-aprendizagem que hoje são esperadas.

Como então, depois de longos anos de experiência as/os protagonistas da educação em Engenharia - docentes e discentes – que de uma hora para outra que se deparam com a novidade da implantação das DCNs aceitarão passivamente uma mudança transformadora na tradicional relação de ensino/aprendizagem?

O Inferno está instaurado para ambos!

Por um lado, a não aceitação da sala de aula invertida⁴ como uma estratégia da aprendizagem ativa foi a primeira constatação de quase um

⁴ a sala de aula invertida tem como estratégia a/o estudante em casa (no seu tempo) estudar os conceitos previamente (com vídeos aulas, textos indicados) e em sala o professor irá verificar rapidamente o aprendizado e dúvidas, apresentar os principais pontos e aprofundar o assunto por meio de atividades específicas.

motim estudantil com um agravante, a vigência da COVID-19: o ensino remoto.

Por outro lado, foi preciso não naturalizar considerando que seria trivial a necessidade de abrir mão do ensino centrado na/o docente: a fogueira da vaidade egóica devido às exigências postas.

Superados e pactuados os primeiros entraves acima descritos que são reais e legítimos, foi iniciada a seguinte experiência na disciplina Introdução à Engenharia de Produção.

Foi necessário humildade para reconhecer que era preciso capacitação docente. Para tanto foram adquiridas e aplicadas as ideias de duas obras, “Uma nova sala de aula é possível: aprendizagem ativa na educação em Engenharia” (ELMOR FILHO et al. 2019); “A Engenharia e as Novas DCNs: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros”. (OLIVEIRA, 2019).

Por segundo, foi necessário empatia para compreender as queixas estudantis que traduziam a “sala de aula invertida” como uma estratégia docente para não dar aula tradicional, porque não havia o hábito de serem engajadas/os nos processos de aprender, saber fazer, saber aplicar, saber ser e sim apenas em receber conteúdos prontos: o inferno de serem repetidoras/es passivas/os.

Por terceiro, ter coragem para aprender a fazer em conjunto com estudantes uma abordagem de aplicação das novas DCNs. Um inferno começar a percorrer um terreno de areia movediça!

No primeiro dia de aula a experiência iniciou-se por dividir a turma em subgrupos. Foi apresentada a metodologia da aprendizagem ativa e explicado por que seria um desafio recíproco.

Um fator que impactou positivamente foi a inserção do lúdico e da intersubjetividade. Em todas as aulas na abertura e no intervalo eram disponibilizadas uma música que estava interconectada ao contexto que tinha sido pesquisado pelas/os estudantes.

Outro aspecto relevante foi a implantação de um júri simulado para estimular a compreensão estudantil face à distinção entre Engenharia e Ciência. Nas três experiências, o “júri” condenou a ré, a Engenharia, por ser alvarar a se declarar inocente por ser Ciência. Participantes que ficaram no papel de defesa da ré compartilharam o quanto foi difícil por meio de argumentos defender a inocência da ré, considerando que tinham pesquisado que Engenharia não era Ciência e que tinham antes de fazer a pesquisa sobre o debate se a Engenharia é Ciência e por quê. Todavia, parte da turma não se conformou com o veredito. Por outro lado, pudemos observar um estímulo à criatividade através de uma atividade de construção de protótipo para a disciplina Introdução à Engenharia de Produção, mostrando que o protagonismo estudantil desde as disciplinas introdutórias é viável. Esta atividade foi inspirada na cultura *Maker*

aplicada na educação em Engenharia. Tal cultura se baseia na ideia de que pessoas, no caso ingressantes no curso, devem ser capazes de fabricar, construir, reparar, e alterar objetos dos mais variados tipos e funções com as próprias mãos, baseando-se num ambiente de colaboração e aprendizado em conjunto.

O resultado foi a apresentação de protótipos originais vinculados aos 17 ODS. O surpreendente foi que as/os ingressantes conseguiram de forma espontânea recorrer aos conteúdos de outras disciplinas do primeiro período como Programação I, Química experimental, e Introdução às Ciências Ambientais para resolverem o problema que era criarem os protótipos.

Portanto, pode-se afirmar que nem tudo é um inferno quando docentes e discentes estão dispostos a assumirem o rompimento da educação bancária, sem preconceitos e sim com conceitos, para a implantação das propostas das novas DCNs em prol de uma nova Engenharia Engajada.

3.2 Computador é sociedade: um experimento pedagógico para além de fronteiras disciplinares

O currículo da formação em Engenharia de Computação e Informação – ECI, curso de graduação da Escola Politécnica da UFRJ, prevê apenas três eletivas, do sexto ao nono período, que permitem à/ao estudante escolher entre um grupo seletivo de cursos de especialização dentro da computação. Em contraste, existe apenas uma eletiva livre, onde a/o discente pode escolher qualquer curso de toda a Universidade. Em uma carga horária esperada de 3.600 horas de estudo, que inclui quatro cursos de física e 4 cursos de cálculo perfazendo juntos cerca de 480 horas, apenas 90 horas são dedicadas a outras áreas do conhecimento, como ciências humanas e sociais. Considerando que dois terços deste tempo, 60 horas, que representam meros 2% da carga horária total, são atribuídos à disciplina “Computadores e Sociedade – C&S”, é possível compreender a relevância deste espaço como a única disciplina obrigatória na estrutura curricular de ECI, que problematiza a Engenharia a partir de referenciais interdisciplinares e das Humanidades.

No período de 2015 a 2020 a disciplina C&S, lecionada presencialmente nas instalações da UFRJ, incorporou em suas atividades o desenvolvimento de projetos finais que produzissem benefícios a diversos espaços e comunidades, dentro e fora da Universidade, como a comunidade surda brasileira, as campanhas de doação de sangue da UFRJ e a Rede Brasileira de Bancos Comunitários. Já no período de 2021, devido à pandemia de coronavírus, o curso foi lecionado de forma remota pela internet, utilizando-se das plataformas *Google Drive*, para o armazenamento de arquivos, e *Google Meet*, para

aulas remotas. Com 23 estudantes inscritas/os frequentando assiduamente o curso, buscamos inspiração nas metodologias já testadas nas experiências anteriores, ainda que fosse impossível reproduzir o curso presencial no ambiente *online*.

O princípio orientador adotado nessas edições da disciplina C&S foi o da necessidade de expressão das/os estudantes e da contrapartida da escuta atenta docente, de forma que utilizamos a prática da escrita espontânea e da fala dialógica para estimular a interatividade, provocar debates entre participantes e melhor sondar o processo de aprendizagem. Uma das metodologias de trabalho em sala de aula, a metodologia da reação, apresenta um estímulo, seja literário, sonoro ou visual (texto, vídeo ou áudio) e solicita às/aos discentes que produzam imediatamente uma reação, ou seja, que escrevam qualquer coisa sobre o assunto: um pensamento, uma surpresa, as emoções experimentadas, quaisquer ideias, enfim, o que lhes vier à mente. Os textos discentes produzidos são então utilizados como base para a construção da discussão com a turma, sendo as autoras e os autores das reações convidadas/os a se manifestar sobre suas ideias e a concordar ou discordar entre colegas da turma. Tudo é acompanhado e facilitado por docentes, que devem provocar as/os estudantes a se expressar, tentar esclarecer argumentos complexos ou pouco claros e estimular a interação entre as diferentes visões que elas/eles trazem através de suas reações. Esta metodologia, inspirada nas ideias de Paulo Freire, busca dissociar os conteúdos docentes com um vício conteudista, que reproduz os conhecimentos como se nada houvesse de contribuição por parte das alunas e dos alunos:

Daí a necessidade [...] [d]e uma educação que levasse o homem a uma nova postura diante dos problemas de seu tempo e de seu espaço. A da intimidade com eles. A da pesquisa ao invés da mera, perigosa e enfadonha repetição de trechos e de afirmações desconectadas das suas condições mesmas de vida (FREIRE, 1967, p.93).

A contextualização da aprendizagem discente com base em suas próprias vidas cria sentido e propósito para o aprendizado, situando as informações novas em uma posição de “intimidade” com o educando e as relacionando com outros aprendizados já estabilizados. A metodologia das reações, portanto, convida estudantes a participarem na produção do conhecimento, estimulando também o diálogo e a argumentação entre os pares, com o desafio de produzir explicações convincentes para suas crenças e lógicas de pensamento.

A metodologia das reações foi utilizada em nove aulas temáticas ministradas por docentes responsáveis pelo curso onde foram

estimuladas reflexões sobre conceitos da computação como a produção de dados, a história das máquinas, sua influência na cultura popular, o papel do Brasil na computação, entre outros temas. A reação foi ainda utilizada para ensinar o debate em quatro palestras realizadas por convite a professoras e professores, que trouxeram temas como o uso da tecnologia no futebol, a história dos videogames, a relação entre raça e tecnologia e a informática na educação. A reação pode ser utilizada também como registro da aula, capturando questões relevantes da época em que foi lecionada, servindo como medida do engajamento e da compreensão obtida do tema discutido na turma da disciplina.

O curso também contou com uma metodologia oriunda do diálogo Engenharias-Artes e outra metodologia oriunda da pedagogia por projetos: a primeira tomou a forma da exigência da realização de vídeos de um a três minutos, produzidos pelos próprios estudantes, que precisavam mostrar sua visão dos temas abordados em C&S, relacionando-a com suas experiências de vida, como pode ser observado na Figura 1; a segunda foi introduzida no curso a partir da demanda docente para se pensar a realidade pandêmica da educação *online*, a ser cumprida com a produção de um mínimo produto viável (MPV) que oferecesse uma solução inovadora para as dificuldades encontradas nesse ambiente de ensino.

Figura 1 – Vídeos curtos produzidos em C&S



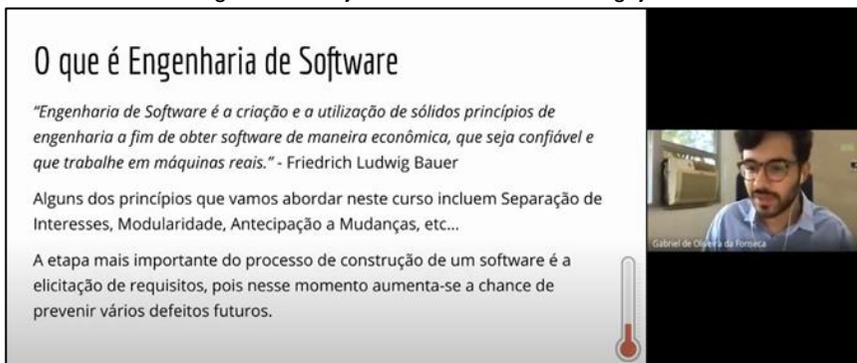
Fonte: vídeo discente produzido em 09/05/2021.

Nas edições presenciais de C&S, foi reservado ao projeto de final de curso um tempo extenso de discussão e elaboração, onde as/os estudantes puderam conhecer clientes reais (selecionado entre projetos parceiros de organizações sociais), propiciando uma oportunidade surgida pela primeira vez em sua experiência acadêmica – C&S é uma

disciplina de 4º período, ou seja, na fase inicial do curso, bastante ocupada pelas disciplinas do ciclo básico, as chamadas “disciplinas de serviço” (basicamente os cálculos, as físicas e as químicas) – e até mesmo em suas carreiras. O encontro com uma parte demandante possibilitou o aprendizado na prática da eliciação de requisitos, assim como referenciais sólidos sobre prototipagem e testagem de um produto, que deveriam atender as expectativas solicitadas ao final do período de produção.

No caso do curso *online*, frente à dificuldade de reprodução dessa experiência, solicitou-se aos discentes análises sobre os principais problemas e pontos positivos das atividades de ensino *online*, refletindo coletivamente sobre a experiência vivida por todas/os para em seguida pensar em produtos que pudessem solucionar algumas das dificuldades encontradas. Entre as ideias levantadas e executadas estavam: 1) a criação de espaços virtuais simulados onde fosse possível experienciar algum nível de corporeidade para além dos retratos em quadrados negros apresentados em mosaicos de softwares de videoconferência; 2) a implementação de um “termômetro” que pudesse auxiliar na leitura da temperatura da aula, aumentando a interatividade e permitindo uma percepção do engajamento produzido a cada momento de aula; 3) a utilização de atividades assíncronas por meio de podcasts para a otimização do tempo; 4) a implementação de gincanas e outras atividades interativas para além das aulas convencionais; 5) o ensino de certas disciplinas através do auxílio de ferramentas de programação; 6) a criação de um espaço integrado de gestão das agendas e espaços de aprendizado *online*; 7) formulários de percepção da aprendizagem que permitam mapear a diferença entre a aprendizagem percebida àquela verificada nas avaliações; e 8) a inspiração da monetização do mercado de moedas digitais para contabilidade das notas e atividades realizadas em aula, remunerando as/os estudantes por seu engajamento em tempo real. Um exemplo dos projetos criados é exemplificado na Figura 2.

Figura 2 – Projeto de termômetro de engajamento



O que é Engenharia de Software

“Engenharia de Software é a criação e a utilização de sólidos princípios de engenharia a fim de obter software de maneira econômica, que seja confiável e que trabalhe em máquinas reais.” - Friedrich Ludwig Bauer

Alguns dos princípios que vamos abordar neste curso incluem Separação de Interesses, Modularidade, Antecipação a Mudanças, etc...

A etapa mais importante do processo de construção de um software é a eliciação de requisitos, pois nesse momento aumenta-se a chance de prevenir vários defeitos futuros.

Gabriel de Oliveira de Fonseca

Fonte: vídeo discente produzido em 08/06/2021.

As três aproximações das/os docentes com a turma - a metodologia da reação, a pedagogia orientada por projetos e o diálogo Engenharias-Artes - se apresentam como formas complementares de conexão entre teoria e prática, situando os saberes das/os estudantes em suas experiências de vida. Todas essas as práticas levam em conta os corpos mobilizados no processo educacional e os quereres trazidos por discentes para a sala de aula, permitindo uma expressão mais espontânea das crenças e valores que cada um(a) da turma incorpora. E finalmente, as três aproximações são mobilizadoras dos fazeres, exigindo engajamento no processo educacional através de produções que demandam envolvimento e dedicação para além da memorização de informações.

Todos os cursos de C&S são encerrados com avaliações e autoavaliações produzidas tanto pelas/os estudantes quanto pelas/os docentes, que permitem uma apreciação mais formal do processo vivenciado durante o período do curso, trazendo críticas, sugestões, elogios e comentários da/os participantes da disciplina.

A superação do modelo de educação e ensino-aprendizagem apartado da prática e da vivência estudantil e dos problemas locais só poderá ser alcançada através de metodologias capazes de mobilizar os corpos e mentes para além das métricas padronizadas que são obtidas através de provas, que hoje são o cerne do sistema educacional.

Educar precisa ser compreendido como o processo pelo qual a/o estudante domina as habilidades necessárias para a aplicação prática dos conhecimentos necessários à sua atividade, assim como o processo que a/o torna capaz de avaliar, criticar e contribuir com seu crescimento pessoal e sua participação como cidadão na vida nacional.

3.3 Projeto Integrador Competição Acadêmica

O Projeto Integrador Competição Acadêmica foi iniciado em 2018, trabalhando com estudantes dos três primeiros semestres de Engenharia Civil da Universidade Presbiteriana Mackenzie. O projeto foi elaborado em formato de competição entre equipes com perguntas e provas práticas bônus. As competições ocorriam uma vez por semana ao longo de um semestre acadêmico com duração de uma hora.

Em todos os encontros havia a presença de um grupo de docentes, o que propiciou uma aproximação diferenciada entre docente e discente, uma vez que a atividade possibilitava um convívio fora do padrão tradicional de sala de aula.

As turmas de estudantes foram divididas em equipes de até seis alunas/os, de modo que cada uma tivesse pelo menos um(a) de cada semestre do curso, possibilitando, por meio do trabalho em equipe, a troca de experiências entre acadêmicos, e permitindo, também, o

relacionamento entre veteranas/os e ingressantes de uma forma construtiva e diferenciada.

Cada encontro começava com perguntas rápidas, envolvendo conhecimentos prévios, dos componentes curriculares das etapas iniciais do curso e de assuntos gerais. Aqui, pretendeu-se que houvesse uma discussão inicial entre as/os integrantes da equipe, de modo a possibilitar a troca de conhecimentos, trazendo a possibilidade de exercitarem habilidades como confiança, respeito, foco, responsabilidade, compreensão, entre outras.

As questões ganhavam, gradativamente, um grau de dificuldade superior em relação à anterior. Para trazer novos desafios que possibilitavam o pensar, o desenvolver, o buscar e, principalmente, o aprender novos conceitos - inicialmente de forma empírica - cada encontro terminava com provas práticas bônus no formato mão na massa.

As provas bônus eram atividades práticas que propunham algum tipo de desafio, relacionado a conceitos que envolviam um olhar para a Engenharia, a serem executadas pelas equipes. Essas atividades estavam focadas em alguma das grandes áreas da Engenharia Civil (construção civil, estrutura, geotecnia e gestão, mobilidade urbana e recursos hídricos). Nelas eram trabalhadas habilidades de consciência crítica, persistência, determinação, organização, respeito, imaginação criativa, tolerância ao estresse e frustração, assertividade e entusiasmo, potencializando habilidades socioemocionais.

Para o encerramento do semestre, aconteciam as provas super bônus, mais elaboradas e que demandavam mais tempo de execução por parte das/os estudantes. Elas envolviam pesquisas sobre assuntos que ainda não haviam sido estudados, abrangendo temas em destaque naquele momento histórico (como, por exemplo, construção de um edifício muito alto, rompimento de barragem ou queda de ponte) ou outras aplicações reais. Eram miniprojetos a serem elaborados fora do horário do encontro semanal, permitindo que as alunas e os alunos tivessem tempo e condições de fazer pesquisa sobre o tema.

A prova super bônus exigia a busca por conteúdos ainda não estudados, mas possíveis de serem compreendidos. As/os estudantes discutiam entre si buscando estruturar e modelar uma solução. Para as provas bônus e super bônus, as equipes eram orientadas sobre o que deveriam construir/solucionar, quais normas deveriam seguir e quais materiais poderiam utilizar.

É perceptível verificar que o modelo tradicional pedagógico no qual a/o docente ensina e a/o discente aprende, vem sendo repensado por profissionais da Educação nas diversas áreas do saber. Nesse sentido, a busca de modelos empregando diferentes técnicas de ensino vem

crescendo. Por meio desse projeto, pôde-se observar, dentre outras características, a importância de se trabalhar em equipe, de avaliar um problema para se obter novas soluções, de resgatar conhecimentos prévios para se construir novos conhecimentos, de manter os estudos em dia e de obter soluções inovadoras e criativas. As provas bônus e super bônus foram excelentes oportunidades para as/os estudantes vivenciarem um pouco da Engenharia na prática, mesmo que estivessem no início de sua graduação.

As/os discentes, inicialmente, ficaram motivadas/os quando estimulados por meio de uma forma lúdica a desenvolverem seus potenciais. Nesse contexto, o projeto trouxe diversas possibilidades. A cada semana foi possível notar que elas e eles ganhavam mais confiança e se sentiam estimulados ao perceberem que era possível encontrar resultados que os levassem a soluções possíveis. As/os estudantes começam a perceber seu próprio potencial, o que fomenta o desenvolvimento intelectual. Elas/eles se arriscam e buscam respostas para seus questionamentos. Dentro do contexto aplicado nas atividades, houve um aumento do estímulo para que se realizassem pesquisas buscando novos conteúdos, por consequência, desenvolveram-se habilidades para a compreensão entre o novo e a base de conhecimentos prévios. Observa-se facilmente o cognitivismo do processo ensino-aprendizagem. A aluna e o aluno tornam-se protagonistas da própria formação na busca de novos conteúdos.

O engajamento delas/es para a busca do conhecimento sobre novos temas propostos nos desafios tornou-se evidente, despertando o protagonismo e a aprendizagem colaborativa. As relações veterana/o e ingressante tornaram-se bem evidentes, sendo interessante observar a troca de conhecimento entre eles.

Em relação às competências transversais, percebeu-se estudantes mais organizados e engajados no trabalho acadêmico, com maior desenvoltura para definir etapas e recursos necessários para o projeto como, por exemplo, organizar reuniões com colegas da turma, consultar especialistas de outras áreas e buscar referências bibliográficas extras.

O desenvolvimento desse tipo de projeto evidenciou, o apoio das/os discentes que levaram suas experiências para as salas de aulas e compartilharam com demais colegas. Elas/eles apoiaram as competições e os experimentos e perceberam sua melhora na aprendizagem enquanto se divertiam com os jogos das competições ao invés de estratégias convencionais de ensino.

A participação nas atividades torna elas e eles capazes de identificar relações desafiadoras que serão vivenciadas mais a frente dentro das vidas acadêmica e profissional. A criatividade e o pensamento crítico evidenciam a junção das habilidades socioemocionais com as cognitivas,

retratando o desenvolvimento alcançado no decorrer das atividades em função das solicitações realizadas.

A partir desse projeto tem-se a intenção de desenvolver novas possibilidades de aplicação. Pretende-se que docentes e discentes apliquem uma vertente desse modelo para equipes de estudantes do ensino médio, motivando ambos a trilharem diferenciais em suas formações.

A Competição Acadêmica descortina a visão estudantil do ensino médio, que muitas vezes ainda sente dificuldades para identificar a sua vocação, impactando na sua decisão para a escolha do curso superior. Nesse sentido, percebe-se uma ação extensionista, além da possibilidade de despertar na/o aluna/o do ensino médio o seu interesse para as ciências exatas, e por que não dizer, sua vocação pelas Engenharias. A ideia é possibilitar que universitárias e universitários possam estimular estudantes do ensino médio a perceberem seus talentos, propondo ações que os tornem capazes de desenvolver o próprio potencial. Essa ação poderá caracterizar uma forma de se fazer a Curricularização da Extensão, além de permitir que estudantes do ensino médio possam trilhar uma construção já diferenciada da sua futura jornada profissional. Para essa proposta tem-se a intenção de utilizar a abordagem STEAM (*Science, Technology, Engineering, the Arts, and Mathematics*) que envolve a integração entre áreas da Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, tendo como objetivos um processo efetivo de ensino e aprendizagem e o estímulo ao interesse em Ciências e Engenharia em jovens da educação básica. (BRAUND, 2015; BRASIL, 2018).

3.4 Experiências com abordagens de problemas socioambientais no contexto da curricularização da Extensão e das novas diretrizes curriculares em cursos de Engenharia da UnB

A Universidade de Brasília possui 15 cursos de Engenharia divididos em dois campi. O campus do Gama abrange a Faculdade de Engenharia (FGA) e possui cerca de 2.500 estudantes nos cursos de Engenharia de Energia, Eletrônica, de Software, Automotiva e Aeroespacial. A Faculdade de Tecnologia (FT) está situada no campus Darcy Ribeiro e conta com aproximadamente 4.000 estudantes nos cursos de Engenharia Mecânica, Elétrica, Civil, Ambiental, Florestal, Mecatrônica, de Computação, de Redes e Química.

No escopo dos cursos e disciplinas da FGA há uma disciplina obrigatória – Engenharia e Ambiente, de 4 créditos, ofertada para o primeiro semestre de todos os seus cinco cursos de Engenharia. Ela tem como objetivo proporcionar aos estudantes uma formação básica em Ciências do Ambiente e desenvolver competências e habilidades

apontadas nos artigos 3º e 4º do Capítulo II das Diretrizes Curriculares de Engenharia de 2019 (BRASIL, 2019). Nessa disciplina são trabalhadas habilidades e competências do perfil profissional esperado para engenheiras e engenheiros do século XXI, ditas “não projetuais”⁵, que devem ser desenvolvidas além da formação técnica preconizada para as disciplinas do núcleo de formação específica. Desde 2010, desenvolve-se um projeto de Ensino, Pesquisa e Extensão no escopo dessa disciplina, com uma equipe multidisciplinar formada por docentes de cada turma envolvida. Nesse projeto, estudantes pesquisam sobre toda a cadeia produtiva de um dado produto, fornecedores, cadeia principal e cadeia auxiliar, do berço ao túmulo e do berço ao berço, de acordo com o conceito de ciclo de vida. São avaliados a inclusão de requisitos ambientais no processo produtivo, os respectivos impactos e a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010).

Ao longo do desenvolvimento de 22 implementações dessa abordagem, otimizadas ao longo do processo, tem-se em comum, a entrega de um Termo de Referência contendo objetivo, métodos, cronograma e requisitos de avaliação. Os temas selecionados sempre estão relacionados a algum problema local, nacional ou internacional que esteja em evidência durante o semestre corrente. O trabalho é desenvolvido em equipes de oito a dez estudantes, em três turmas de 120 estudantes em média e supervisionado pelas professoras e por monitoras/es, com entregas periódicas e correções intermediárias em pontos de controle. Com base nos *feedbacks*, as/os estudantes corrigem tantas vezes quanto necessário, elaboram um relatório final e uma apresentação de slides. Por fim, os resultados dos trabalhos são apresentados e discutidos na turma.

Para este relato, em particular, escolhemos a experiência de 2018, na qual o tema central para o desenvolvimento dos projetos focou no rompimento de duas barragens de rejeitos de minério de ferro em Mariana e Brumadinho, MG, e os impactos ambientais e sociais, abrangendo a gestão de resíduos da extração de minério de ferro. A

⁵ Entende-se como metodologia projetual aquela dedicada a planejamento de *design* e manufatura de produtos, onde discentes exercem funções de gestão em todas as etapas do projeto, por meio de ferramentas. No escopo deste capítulo, o conceito de disciplinas não projetuais são aquelas que não implicam em desenvolvimento de habilidades e competências para elaborar projetos de Engenharia, mas requerem o desenvolvimento de habilidades e competências para atender ao mercado e à sociedade do século XXI, em termos de responsabilidade ambiental e social, sustentabilidade e resiliência, previstas nos artigos 3 e 4 das Diretrizes Curriculares Nacionais para Engenharia, publicadas em 2019 pelo Conselho Nacional de Educação.

hipótese assumida considerou que o gerenciamento dos rejeitos não incluía as variáveis ambientais e sociais com o mesmo peso das variáveis técnicas e econômicas na equação da produção.

O processo de projeto foi desenvolvido considerando a concepção e gestão, incluindo supervisão, monitoramento e revisão. A concepção e gestão abrange a definição do tema e concepção geral do projeto, elaboração de um Termo de Referência com o objeto, escopo, objetivos, metas, atividades, responsabilidades e cronograma.

É importante mencionar que a partir de 2018, os projetos passaram a envolver escolas públicas de ensino fundamental e médio. De acordo com o Termo de Referência, as equipes deveriam estabelecer os critérios, identificar uma escola de ensino fundamental e médio e compartilhar o resultado do projeto.

Além disso, foram consideradas as seguintes etapas: (1) organização de estudantes em equipes de nove integrantes de livre escolha, com a definição de um(a) líder para interlocução com a professora e com as escolas de ensino básico. Quinze temas relacionados ao problema foram distribuídos entre as equipes e duas equipes foram selecionadas para revisar e redigir o documento final; (2) lançamento do projeto; (3) supervisão, monitoramento e correção dos projetos com dois pontos de controle semanais; (4) elaboração dos critérios de avaliação da apresentação nas escolas por estudantes, professoras/es e pares, elaboração do roteiro de apresentação nas escolas e revisão do material visual elaborado pelas equipes; (5) revisão do documento elaborado pelas equipes e elaboração da apresentação nas escolas; (6) treinamento das equipes para a apresentação nas escolas; (7) avaliação dos resultados documentados do projeto; (8) avaliação da apresentação nas escolas e do desempenho das equipes; (9) consolidação do documento final para publicação.

As formas de comunicação com líderes e membros das equipes, organização e compartilhamento de arquivos, local e horário para realização dos pontos de controle foram definidas e coordenadas por três monitoras/es da disciplina. Para avaliação de desempenho na disciplina foram considerados o relatório final e uma avaliação 360 graus.

Alguns resultados obtidos com a experiência são aqui relatados: (1) a concepção do tema mobilizou as/os estudantes, principalmente pelas proporções dos impactos sobre as vidas humanas, sobre os ambientes urbanos, sobre o ambiente e os ecossistemas. Um painel elaborado como um mapa mental, contendo, no centro o tema e todas as partes componentes do trabalho foi montado na parede do fundo da sala, para facilitar a visualização da interação entre as equipes e para demonstrar que os temas estavam conectados em um contexto, com um significado; (2) observou-se uma dificuldade de ler o documento Termo de Referência

para realizar o trabalho e interpretar os requisitos; (3) observaram-se dificuldades de comunicação entre as equipes e de desenvolver uma visão do todo. A monitoria de estudantes foi importante em promover essa integração e incentivar a troca entre as equipes. A definição de um líder para interlocução foi importante. Houve alguns conflitos entre líderes e equipes, solucionados no decorrer do trabalho. Duas substituições de líderes foram realizadas e, em um dos casos o desempenho da equipe melhorou muito com essa decisão; (4) A experiência foi compartilhada em dezesseis escolas de ensino fundamental e médio do entorno.

Sob a perspectiva de demandas globais e locais de responsabilidade ambiental e social, a proposta do tema, o desenvolvimento dos trabalhos e a discussão acerca dos resultados contribuíram para a formação de engenheiras e engenheiros com visão sistêmica, capazes de compreender que os processos produtivos são interdependentes com relação aos contextos sociais, ambientais e geopolíticos, além de desenvolverem competências e habilidades técnicas requeridas pelo núcleo de disciplinas específicas de Engenharia. A cada realização dessa abordagem o desempenho dos estudantes, os métodos de solução e os resultados alcançados têm sido objeto de divulgação em eventos nacionais e internacionais de pesquisa em educação, como o Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE e o *International Symposium on Project Approaches in Engineering Education* - PAEE (FERRARI et al., 2011; FERRARI et al., 2018).

Após essa experiência, nos semestres seguintes, trabalhou-se a cadeia produtiva de produtos cujos resíduos estão sujeitos à logística reversa, minerais ferrosos e não ferrosos, polímeros e, na implementação de 2020 foram incluídos também resíduos relacionados à pandemia do coronavírus, tais como, máscaras cirúrgicas, luvas de látex e seringas descartáveis.

Na avaliação final da abordagem, estudantes têm relatado como exitosa a experiência de aprender a aprender compartilhada. Destacam que gostam de participar e sentem a importância de representar sua instituição, estendendo-a a estudantes de escolas públicas. Tal abordagem em uma disciplina de caráter obrigatório se constituiu em uma experiência inovadora nas Engenharias, iniciada bem antes de instituídas as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira do CNE/CES.

Também na Faculdade de Tecnologia, experiências abrangendo vários cursos de Engenharia e de outros campos de conhecimento têm sido realizadas há mais de 10 anos no contexto da aprendizagem baseada em projetos (*Project Based Learning*) para o desenvolvimento de competências técnicas e não técnicas (BALTHAZAR; SILVA, 2010;

VIANA et al., 2011; KOIKE; VIANA; VIDAL, 2018). As questões socioambientais relacionadas, por vezes são requisitos fundamentais para a solução dos problemas, outras vezes são motivadoras de soluções de Engenharia. Projetos interdisciplinares como o “Desenvolvimento de um veículo elétrico para coleta de materiais recicláveis”, “Desenvolvimento de uma máquina coletora de resíduos plásticos em rios e lagos”, e de equipamentos e tecnologias para reaproveitamento de resíduos plásticos e geração de renda para catadores de materiais recicláveis são exemplos de ações que se iniciaram como atividades de Extensão relacionando também ensino e pesquisa, visando a formação de competências nas Engenharias e promovendo a “ciência cidadã” no âmbito dos cursos de graduação e das escolas de ensino básico (DODGE et al., 2012; SHAYANI; de OLIVEIRA; VIANA, 2018; MONTEIRO et al. 2020).

O Decanato de Extensão (DEX/UnB) já permitia a especificação das ações de Extensão como de caráter curricular ou não. A creditação dessas atividades já existe na UnB em caráter curricular desde 2006, com base em uma resolução do Conselho de Ensino Pesquisa e Extensão - CEPE/UnB, possibilitando a atribuição de créditos pela participação de estudantes em atividades de Extensão que ocorriam regularmente como parte integrada de disciplinas e projetos de Extensão (CEPE, 2006). O fato é que tais ações sempre foram vistas como “atividades opcionais” e de iniciativa de docentes que comumente não estavam inseridos na pós-graduação.

No ano de 2019, para atender à estratégia 12.7 do PNE (PNE, 2014), o DEX/UnB iniciou o processo de Inserção Curricular da Extensão, aprovando uma resolução (CEPE, 2020; DEX, 2021) para estabelecer a obrigatoriedade da inserção curricular da Extensão universitária nos projetos pedagógicos dos cursos de graduação com no mínimo 10% de sua carga horária. A partir de então, iniciou-se a discussão no âmbito desses cursos sobre a integração, de fato, da Extensão com o ensino e a pesquisa, afinal, tal carga horária, em um curso de Engenharia, corresponde a cerca de 30 créditos. Nesse sentido, vislumbra-se o impacto da inserção curricular diretamente sobre as disciplinas optativas, de caráter de formação específica para estudantes, o que requer agora uma reformulação curricular generalizada em um momento em que também é discutida a implementação das novas diretrizes curriculares dos cursos de Engenharia (DCNs).

Com base nas DCNs de Graduação em Engenharia, os projetos pedagógicos e currículos devem ser adequados à formação por competências tendo em vista o perfil da egressa e do egresso, o qual,

[...] deve se voltar para uma visão sistêmica e holística de formação, não só profissional, mas também do cidadão-engenheiro, de tal modo que se comprometa com os valores fundamentais da sociedade na qual se insere (PARECER CNE, 2019, p.25).

O texto das DCNs traz conceitos atuais indicados por Villas-Boas et al. (2021): (i) formação baseada por competências; (ii) aprendizagem ativa; (iii) foco na prática; (iv) maior flexibilidade na constituição do currículo; (v) avaliação formativa; (vi) formação continuada dos professores; (vii) programas de acolhimento para os ingressantes. Os conceitos não devem ser considerados isoladamente, mas sim integrados em um processo. Observa-se que adicionalmente aos conhecimentos técnicos, a/o estudante precisa “desenvolver habilidades procedimentais, atitudinais e socioemocionais.” (VILLAS-BOAS et al., 2021, p.7) e que todos esses conceitos podem ser apropriados no “fazer Extensão” e no engajamento da Engenharia na abordagem de problemas que afligem a sociedade.

4 DEBATE DA SD

Nessa seção sintetizamos as questões levantadas no debate realizado durante a sessão dirigida, trazendo pontos adicionais e cruciais para a melhor compreensão da problemática a partir do caráter dialógico das trocas de ideias e experiências via interatividade, oralidade e espontaneidade ali vivenciadas. O uso de metodologias diversificadas (escrita acadêmica, depoimentos orais) permite dar maior robustez aos resultados da SD aqui explicitados.

De uma forma geral, os cursos de Engenharia tendem a ser, na sua maioria: tecnicistas; demasiado teóricos; não refletem os desafios postos pelas DCNs; praticam pouca Extensão Universitária; e têm poucas práticas de Engenharia Engajada. Desta forma, parte das iniciativas aqui relatadas tendem a ser ações isoladas nos cursos de Engenharia onde atuam.

A discussão sobre a Extensão Curricular nas Universidades ainda é tensa e controversa, não havendo consenso sobre o que seria Extensão e quais as ações possíveis a serem tomadas de integração curricular. O desenvolvimento e impacto das ações de Extensão e de adequação às DCNs mais qualificadas variam muito entre as IES e os campi.

Algumas destas ações são aplicadas em disciplinas que trabalham a parte teórica conjuntamente à prática (por meio da Extensão e de atividades mão na massa) e outras em projetos integradores,

desenvolvendo projetos que dialogam com problemas da sociedade e comunidades. As DCNs (2019) e a curricularização da Extensão são percebidas como uma oportunidade de repensar os cursos de Engenharia para formar profissionais mais aptos/os a lidarem com as demandas da atualidade.

Repensar a educação em Engenharia implica em também (re)pensar toda o modelo educacional. É preciso romper com a educação tradicional (bancária), a começar pela nossa própria formação e demais docentes. Mesmo que haja iniciativas de mudanças, elas ainda se dão em pequena escala. Seria preciso que mudanças mais amplas fossem coordenadas de forma coletiva e com maior agilidade. Faz-se necessário assumir uma postura de autotransformação e se unir aos demais para a organização de grupos ou redes com objetivos comuns.

Nos últimos anos nota-se que, em algumas IES, há mudança na composição das/os estudantes de Engenharia. Hoje há mais discentes do ensino público, mulheres, negros e indígenas. Esse novo perfil vem mobilizando demais discentes para haver uma mudança nos cursos de Engenharia no sentido de buscar atender às demandas da sociedade. Não é possível mais ignorar as crises ambientais e sociais. Dado as exigências da sociedade essa 'mudança se não for realizada por amor, será pela dor' (fala participante no debate). A engenheira e o engenheiro do futuro precisam ser agentes de transformação de seu entorno trazendo impactos positivos.

Para (re)pensar esse(a) profissional de Engenharia é preciso reestruturar os cursos tendo como inspiração melhores práticas de ensino, trabalhar com problemas reais e relevantes em termos socioambientais e de forma articulada com atores sociais e movimentos locais da sociedade civil, sem excluir, mas ampliando as interações com empresas e o governo. Professoras e professores em conjunto com estudantes, em seu processo formativo, são capazes de agir e modificar o seu entorno. No ato da transformação sociotécnica, docentes e discentes se engajam na transformação do mundo, a partir da reflexão e investigação sobre como ele existe hoje e do debate sobre como ele poderia/deveria ser.

Requer-se que reconheçamos que o caminho trilhado até o momento não é o ideal, e é necessário mudar como agimos e interagimos nesse caminho. Não se pode mais separar a tecnologia do social, elas são indissociáveis. Os problemas socioambientais que enfrentamos na atualidade são, em parte, frutos dessa separação na formação da engenheira e do engenheiro. Precisamos mudar essa antologia e rever os princípios e valores para o mundo que desejamos. Uma forma de superar essa ruptura é praticando a Engenharia Engajada, seja por meio da Tecnociência Solidária apresentada por Dagnino, seja por uma

pluralidade de caminhos alternativos nas compilações de iniciativas realizadas por Smith, Tran e Compston (2019), Cruz, Kleba e Alvear (2021) e Alvear, Cruz e Kleba (2021).

Apenas importar conceitos e soluções da Europa e América do Norte, implicaria em estar copiando e colando num contexto completamente diverso, dessa forma, não permitindo resolver os problemas locais de forma efetiva. Mas também há problemas comuns e podemos aprender da experiência de outros, com problemas semelhantes aos nossos. Outro paradigma a ser quebrado é deixar de pensar a formação com base no acúmulo de disciplinas, em sua maioria não integradas, e passar a almejar uma formação interdisciplinar, buscando solucionar problemas reais, e orientada para o desenvolvimento de habilidades e competências: 'O mundo é feito de problemas' (fala de participante no debate). A começar pelos problemas do entorno da Universidade, cabe sistematizar os saberes e conhecimentos à disposição (ou de criar) para o enfrentamento deles. Com isso definimos os projetos engajados como formas de intervenção sociotécnica, visando o desenvolvimento de soluções reais e dialogadas com os saberes das/os participantes daquela realidade, na busca do empoderamento e liberdade. Dessa forma, geram-se novos conhecimentos e oxigena-se a Universidade.

É ilusório pensar que é possível trabalhar Ensino, Pesquisa e Extensão separadamente e conseguir um(a) profissional de Engenharia que consiga atuar habilmente com os problemas da atualidade. Muitos currículos são 'inchados', com disciplinas que não dialogam entre si, e que não dialogam com a sociedade, tornando-os 'pesados'. Não é mais admissível uma formação em Engenharia modelada em apenas conteúdos técnicos e abstratos, e em sala de aula. Pois, esse modelo de educação não permite atender as demandas da sociedade, que apresentam problemas que envolvem questões multidimensionais (no âmbito técnico, econômico, social, ecológico, cultural, político, energético). Os problemas precisam ser tratados de maneira sistêmica e holística, da mesma forma, a formação deve ser melhor integrada entre as disciplinas e no campo do Ensino, Pesquisa e Extensão. As inconsistências nos currículos precisam ser debatidas urgentemente para que os cursos de Engenharia possam alcançar de fato (e não apenas na letra dos PPCs) o perfil de egressa e egresso previsto nas DCNs.

O país é diverso, e por essa razão não é possível padronizar os cursos e as disciplinas, caso se deseje trabalhar com as questões da sociedade no entorno. Práticas de Extensão Universitária, seja dentro de uma disciplina, seja em um projeto de Extensão ou programa integrador, têm se demonstrado como ferramentas eficientes para a formação de *soft skills* e na consolidação das *hard skills*. Infelizmente a falta de apoio

institucional (e governamental) à Extensão Engajada ainda é realidade em muitas Universidades.

Apesar dessa SD apresentar experiências em quatro IES, é possível observar ações de Engenharias Engajadas (mesmo que não adotem esse nome) nas cinco regiões brasileiras. Essas experiências estão em estágios diferentes de articulação e robustez institucional. No entanto, todas elas são exemplos palpáveis de que uma nova formação é possível, visando uma Engenharia Cidadã, capaz de atuar na solução criativa e efetiva de demandas urgentes da atualidade, e, ao mesmo tempo, com as competências necessárias para sua inserção profissional no mercado num mundo em constante mudança.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse capítulo foi iluminar desafios e debates sobre temas centrais na formação da/o profissional de Engenharia, a partir das habilidades e competências previstas nas DCNs, e para além delas. As experiências das quatro IES relatadas aqui demonstram que nossas hipóteses de trabalho estão corretas.

A saber, primeiro, projetos de Extensão universitária integrados ao ensino e pesquisa, são implementados em duas das experiências relatadas por muitos anos, e nas demais, estão no *pipeline* para serem empreendidos em futuro próximo e/ou são debatidos em classe a partir de desafios locais/globais como os ODS. Por si só, a aplicação de metodologias inovadoras e capazes de envolver e entusiasmar alunas e alunos, e que rejeitam uma educação bancária, mostram resultados bastante promissores. Metodologias ativas como PBL, com trabalhos em equipe, de mão na massa, diálogos Engenharias-Artes, metodologias que se baseiam na experiência de vida das/os discentes (da reação etc.), são todas muito eficazes em estimular a motivação estudantil e aprimorar diversas habilidades e competências transversais, integrando teoria e prática, *soft* e *hard skills*, nos seus projetos e atividades. Para além disso, mostra-se como fundamental trazer à sala de aula problemas reais e relevantes da atualidade (como o rompimento das barragens de Brumadinho e Mariana, entre outros), estimulando a conexão com a experiência do mundo vivido, a consciência crítica, e noções mais elaboradas de responsabilidade social e ambiental na direção de um(a) profissional que pratique a Engenharia Cidadã.

Entretanto, não sair da sala de aula é necessariamente uma formação limitada no seu alcance. A vivência da Extensão Engajada, da imersão em escolas, redes e comunidades, da interação com as pessoas que ali vivem e seus problemas reais, que lutam com problemas sociotécnicos os mais diversos, a multidimensionalidade e complexidade

que envolve problemas de Engenharia no mundo real, tudo isso só é possível trazer no processo formativo das/os discentes mediante seu envolvimento direto com o mundo exterior aos muros da universidade. As experiências relatadas pelo curso de C&S da UFRJ junto a bancos comunitários, comunidades de surdos, entre outras, e da UnB com escolas, demonstram exatamente esse diferencial.

Esses dois âmbitos aqui explicitados, o uso de metodologias inovadoras em sala, dando protagonismo e estimulando uma postura proativa nas alunas e nos alunos, e trazendo criticidade nas reflexões da relação entre Engenharia e o mundo presente, entre a tecnologia e seus impactos (positivos ou negativos), e a função essencial da Extensão junto a atores da sociedade civil, são cruciais nas abordagens das Engenharias Engajadas.

Tecendo a Manhã

de João Cabral de Melo Neto

“1.

Um galo sozinho não tece uma manhã:
ele precisará sempre de outros galos.
De um que apanhe esse grito que ele
e o lance a outro; de um outro galo
que apanhe o grito que um galo antes
e o lance a outro; e de outros galos
que com muitos outros galos se cruzem
os fios de sol de seus gritos de galo,
para que a manhã, desde uma teia tênue,
se vá tecendo, entre todos os galos.

2.

E se encorpando em tela, entre todos,
se erguendo tenda, onde entrem todos,
se entretendo para todos, no toldo
(a manhã) que plana livre de armação.
A manhã, toldo de um tecido tão aéreo
que, tecido, se eleva por si: luz balão.”

REFERÊNCIAS

ALVEAR, C.; CRUZ, C.; KLEBA, J. Uma outra Engenharia é possível? In: Alvear, C. A.; Cruz, C.; Kleba, J. B. (Org.) **Engenharias e outras práticas técnicas engajadas – volume 1: redes e movimentos**. Campina Grande: EDUEPB, 2021 p. 5-39. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4908523>

AMADEI, B.; SANDEKIAN, R. Model of Integrating Humanitarian Development into Engineering Education. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.136, issue 2, 2010.

BALTHAZAR, J. C.; SILVA, J. M. A. Aprendizagem baseada em projeto no curso de Engenharia de produção da Universidade de Brasília. In **Second Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE'2010): Creating Meaningful Learning Environments**, Barcelona, Espanha. Proceedings [...]. Guimarães: Graphic Design: Gen – Comunicação Visual, 2010, p. 141-144.

BRASIL. **Lei no 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 2010. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, v. 147, n.147, p.3, 03 ago. 2010. Seção 1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 20 Jul. 2021.

BRASIL. **Resolução CNE/CES nº 7**, de 18 de dezembro de 2018. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. 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 dá outras providências. 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: 27 jul. 2021.

BRASIL. **Resolução CNE/CES n. 2**, de 24 de abril de 2019. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, Seção I, p. 43, 26 abr. 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: 10 maio 2021.

BRAUND, M. The Eurasia proceedings of educational & social sciences. A new STEAM age: **Towards One Culture for Learning Science. (EPESS)**, 2015, v. 2, p. 13-17. Disponível em: <http://dergipark.gov.tr/download/articlefile/331317>. Acesso em: 29 jul. 2021.

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

CEPE. Conselho de Ensino e Pesquisa da Universidade de Brasília. **Resolução CEPE N. 87/2006** - Cria a concessão de créditos para os

cursos de graduação. março, 2006. Disponível em: http://deg.unb.br/images/legislacao/87_2006.pdf. Acesso em: 15 ago. 2021.

CEPE. Conselho de Ensino e Pesquisa da Universidade de Brasília. **Resolução CEPE 118-2020** - Inserção Curricular da Extensão Universitária. dezembro, 2020. Disponível em: <http://dex.unb.br/normativasunb#>. Acesso em: 15 ago. 2021.

COLOMBO, C. R. **Princípios teórico-práticos para formação de engenheiros civis**: em perspectiva de uma construção civil voltada à sustentabilidade. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

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

CROCCO, F., KLEBA, J., COMBINATO, D., OLIVEIRA, N. “Extensão para quê e Extensão para quem? Teoria e práxis em projetos de Engenharia,” VIII Simpósio Nacional De Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Anais**. Belo Horizonte, 2019.

CRUZ, C.; KLEBA, J. B.; ALVEAR, C. A. (Org.) **Engenharias e outras práticas técnicas engajadas – volume 2: Iniciativas de formação profissional**. Campina Grande: EDUEPB, 2021, 605 p.

DEUS, S. **Extensão universitária**: trajetórias e desafios. Santa Maria, RS: Editora PRE-UFSM, 2020.

DEX. **Sítio do Decanato de Extensão da Universidade de Brasília**. 2021. <http://dex.unb.br/insercaocurricularunb>.

DWEK, M. **Por uma renovação da formação em engenharia**: questões pedagógicas e curriculares do atual modelo brasileiro de educação em engenharia. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, Rio de Janeiro, 2012.

DODGE, E. J. F.; ORRICO, M. V. M.; SOUZA, P. V. G.; SHAYANI, R. A.; VIANA, D. M. **Project ciclar**: a light, electric powered vehicle for selective waste collection. In: 21st SAE Brasil International Congress and Exhibition, 2012.

ELMÔR, G.; SAUER, L. ALMEIDA, N.; VILLAS-BOAS, V. **Uma nova sala de aula é possível: aprendizagem ativa na educação em engenharia.** Rio de Janeiro: LTC, 2019.

FERRARI, M. V. D; SCARDUA, F. P.; BLUMENSCHNEIN, R. N. Educação para responsabilidade ambiental e social no ensino de Engenharias. In: XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2011, Blumenau/SC. **Anais.** 2011.

FERRARI, M. V. D; SOUZA, J. S. A.; SCARDUA, F. P.; SOUSA, V. M. C.; SIQUEIRA, S. **Método de aprendizagem ativa de temas transversais em Engenharia.** In: 10th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE) and 15th Active Learning in Engineering Education Workshop (ALE), 2018, Brasília. International Symposium on Project Approaches in Engineering Education. Guimarães, Portugal: Department of Production and Systems PAEE association; School of Engineering of University of Minho, 2018. v. 8. p. 797-805.

FRAGA, L. S. **O curso de graduação da faculdade de engenharia de alimentos da UNICAMP: uma análise a partir da educação em ciência, tecnologia e sociedade.** 2007. 86p. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007.

FRANKEL, R. **Por uma engenharia de produção comprometida com a sociedade.** 2009. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio De Janeiro.

FORPROEX. Fórum Nacional de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras. **Plano Nacional de Extensão Universitária.** Encontro Nacional do Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas, 15. Campo Grande: UFMS, 1999.

FORPROEX. Fórum Nacional de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras. **Extensão universitária: organização e sistematização.** Belo Horizonte: Coopmed, 2007.

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

FREIRE, P. **Educação como prática de liberdade.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- HIDALGO-CAPITÁN, A. L., GARCÍA-ÁLVAREZ, S., CUBILLO-GUEVARA, A. P., MEDINA-CARRANCO, N. Los objetivos del buen vivir: una propuesta alternativa a los objetivos de desarrollo sostenible. **Iberoamerican Journal of Development Studies**, v. 8(1): 6-57p. 2019.
- INCROCCI, L. M. C. M.; ANDRADE, T. H. N. O fortalecimento da Extensão no campo científico: uma análise dos editais ProExt/MEC. **Revista Sociedade e Estado**. Vol. 33, N. 1, (janeiro/abril) 2018.
- KLEBA, J. B. Engenharia engajada: desafios de ensino e Extensão. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, 13, 27, p. 172-189, 2017.
- KLEBA, J. B.; REINA-ROZO, J-D. Fostering peace engineering and rethinking development: A Latin American view. **Technology Forecast and Social Change**, 167, 2021, p. 120711. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120711>
- KLEBA, J.; CRUZ, C. Empowerment, emancipation and engaged engineering. **International Journal of Engineering, Social Justice, and Peace**, 8, 2, p. 28-49, 2021. <https://doi.org/10.24908/ijesjp.v8i2.14380>.
- KOIKE, C. M. C. C.; VIANA, D. M.; VIDAL, F. B. Mechanical engineering, computer science and art in interdisciplinary project-based learning projects. **International Journal of Mechanical Engineering Education**, v. 46, p. 83-94, 2018.
- LUCENA, J. C.; SCHNEIDER, J; LEYDENS, J. A. engineering and sustainable community development: critical pedagogy in education for “engineering to help”, Morgan & Claypool Publishers. **Synthesis Lectures on Engineers, Technology and Society** Lecture #11, ed. Caroline Baillie, University of Western Australia, 2010.
- MELO, Y.; COLOMBO, V.; ESPITIA, I.; COSTA, J. Desenvolvimento do capital social comunitário em assentamentos vulneráveis: a experiência da organização Teto (Techo) na Colômbia e no Brasil. In: C. Alvear; C. Cruz; J. Kleba (Org.). **Engenharias e outras práticas técnicas engajadas – Vol 1: Redes e movimentos**. Campina Grande: EDUEPB, 2021, p. 219-250.
- MONTEIRO, S. B. S; VIANA, D. M; GOMES, A. C. F. L.; TORRES, M. H.; SILVA JUNIOR, E. Propostas de melhoria para um centro de triagem de resíduos sólidos operado por catadores. In: XL Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP 2020, Foz do Iguaçu. **Anais**, 2020.

OLIVEIRA, Vanderli Fava (org.). **A Engenharia e as novas DCNs: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros**. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

PARECER CNE. Parecer homologado CNE/CES nº 1, de 23 de abril de 2019. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Abril, 2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/janeiro-2019-pdf/106581-pces001-19/file>. Acesso em: 15 ago. 2021.

PNE. **Plano Nacional de Educação**, 2014. Disponível em: <http://pne.mec.gov.br/18-planos-subnacionais-de-educacao/543-plano-nacional-de-educacao-lei-n-13-005-2014>. Acesso em 15/08/2021.

ROBERTSON, T.; SIMONSEN, J. Participatory Design - An introduction. In: SIMONSEN, J.; ROBERTSON, T. (Eds.) **Routledge International Handbook on Participatory Design**. London & New York: Routledge, 2013, p. 1-17.

SARMENTO, F. J. **As novas diretrizes curriculares nacionais dos cursos de Engenharia: desafios e oportunidades**. Ed. Francisco João Sarmento, João Pessoa, 2020. E-book.

SHAYANI, R. A; de OLIVEIRA, M. A. G; VIANA, D. M. **Teaching electric machines using project based learning focusing in solutions to real problems of mankind**. In: Proceedings of 9th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE) and 15th Active Learning in Engineering Education Workshop (ALE). Guimarães: Rui M. Lima, Valquíria Villas-Boas, André Luiz Aquere e João Mello, 2018. p. 569-576.

SISMONDO, S. Science and technology Studies and an Engaged Program. In: HACKETT, E. J.; AMSTERDAMSKA, O.; LYNCH, M; WAJCMAN, J. (eds). **The Handbook of Science and Technology Studies**. (3 ed), Cambridge (MA): MIT Press, p. 13-31, 2008.

SMITH, J.; TRAN, A.; COMPSTON, P. Review of humanitarian action and development engineering education programmes. **European Journal of Engineering Education**, 2019. DOI: 10.1080/03043797.2019.1623179

UNGARI, V. A experiência da Enactus Brasil. In: C. Alvear; C. Cruz; J. Kleba (Org.). **Engenharias e outras práticas técnicas engajadas – Vol 1: Redes e movimentos**. Campina Grande: EDUEPB, 2021, p. 251-284.

UNO. **Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development**. New York: United Nations, 2015.

VIANA, D. M.; SILVA, M. F. S. E; SANTANA, A. C; ABDALLA JUNIOR, H. Including integrating projects in engineering curricula. **Wseas Transactions on Advances in Engineering Education**, v. 8, p. 73-82, 2011.

VILLAS-BOAS, Valquíria; VIANA, Dianne; TAVARES, L.; MESQUITA, Diana; LIRA, G. V. B. A.; MARTELLI, Marlice; NEVES, R. M.; NASCIMENTO, Shirlwy; LIMA, Isolda; SAUER, Laurette; SOARES, L. P.; FONTENELLE, Maria; FREITAS, Maria. **Educando o Engenheiro do Século XXI: Aprendizagem Ativa para Formação por Competências no Contexto das Novas DCNs**. 134p., ABENGE, 2021 (No Prelo).