

Organizadoras:

Adriana Maria Tonini

Tânia Regina Dias Silva Pereira

OS DESAFIOS PARA FORMAR HOJE O ENGENHEIRO DO AMANHÃ

Aprendizagem Ativa, Jogos e
Gamificação, Novas DCN'S e
CDIO, Ensino Remoto.

Autores Coordenadores:

Carlos Eduardo Santi

Daniel Braatz

Dianne Magalhães Viana

Fernando César Meira Menandro

Ilka Maria de Oliveira Santi

Lucio Garcia Veraldo Junior

Messias Borges Silva

Simone Ramires

Valquíria Villas-Boas



OS DESAFIOS PARA FORMAR HOJE OS ENGENHEIROS DO AMANHÃ

Aprendizagem Ativa, Jogos e Gamificação, Novas DCN'S e CDIO, Ensino Remoto.

Organizadoras:

Adriana Maria Tonini

Tânia Regina Dias Silva Pereira

Autores Coordenadores:

Carlos Eduardo Santi

Daniel Braatz

Dianne Magalhães Viana

Fernando César Meira Menandro

Ilka Maria de Oliveira Santi

Lucio Garcia Veraldo Junior

Messias Borges Silva

Simone Ramires

Valquíria Villas-Boas

Este livro foi organizado a partir das Sessões Dirigidas realizadas no XLVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE 2020 e III Simpósio Internacional de Educação em Engenharia – SIEE 2020 – On-line, 01 a 03 de dezembro de 2020.

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 2020

Vanderli Fava de Oliveira (ABENGE)
Cícero Zanoni (UCS)
Vagner Cavenaghi (ABENGE)
Silvia Costa Dutra (ABENGE)
Odilon Giovannini (UCS)
Tânia Regina Dias Silva Pereira (ABENGE)
Adriana Maria Tonini (ABENGE)
Isolda Gianni de Lima (UCS)
Laurete Zanol Sauer (UCS)
Telma Dias Silva dos Anjos (ABENGE/UNEB)
Valquíria Villas Boas (UCS)



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:

Diagramação:

Ficha Catalográfica preparada pela ABENGE

OS DESAFIOS PARA FORMAR HOJE OS ENGENHEIROS DO AMANHÃ:
Aprendizagem Ativa, Jogos e Gamificação, Novas DCN'S e CDIO, Ensino
remoto. / Adriana Maria Tonini e Tânia Regina Dias Silva Pereira –
Organizadoras – Brasília: ABENGE, 2020.

242p

C749 XLVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia
(COBENGE 2020) e III Simpósio Internacional de Educação em
Engenharia (SIEE 2020) – On-line, 01 a 03 de dezembro de 2020 –
ABENGE.

ISBN: 978-65-87897-04-2



1 – Aprendizagem Ativa; 2 - Jogos e Gamificação; 3 - Novas DCN'S
e CDIO; 4 - Ensino Remoto.

I. Título

CDU: 658.5



SUMÁRIO

Apresentação.....	07
Capítulo 1.....	09
EDUCANDO O ENGENHEIRO DO SÉCULO XXI: APRENDIZAGEM ATIVA PARA FORMAÇÃO POR COMPETÊNCIAS NO CONTEXTO DAS NOVAS DCNS	
Valquíria Villas-Boas, Dianne Magalhães Viana, Diana Mesquita, Gabriel Villas Boas de Amorim Lira, Isolda Gianni de Lima, Laurete Zanol Sauer, Leonardo Tavares, Luciano Pereira Soares, Maria Aridenise Maia Macena Fontenelle, Maria do Carmo Duarte Freitas, Marlice Cruz Martelli, Renato Martins das Neves, Rui Manuel de Sá Pereira de Lima, Shirley Cristina Cabral Nascimento.	
Capítulo 2.....	144
USO DE JOGOS E GAMIFICAÇÃO PARA ENSINO E APRENDIZAGEM EM ENGENHARIA	
Daniel Braatz, Fernando César Meira Menandro, André Abelardo Tavares, Angelo Eduardo Battistini Marques, Bruno Vilardi Bueno, Clarissa Notariano Biotto, Eduardo Ferro dos Santos, Esdras Paravizo, Hector Alexandre Chaves Gil, Jean Luca Colombo, João Marcos Bittencout, Keiti Pereira Vidal de Souza, Patricia Antonio, Priscila Mirapalmete Rodegheri, Sheyla Mara Baptista Serra.	
Capítulo 3.....	188
NOVAS DCN'S E A INICIATIVA CDIO: O NOVO FRAMEOWRK PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA NO BRASIL	
Lucio Garcia Veraldo Junior, Messias Borges Silva, André Luiz Tenório Rezende, Edson Pedro Ferlin, Gilmar Barreto, Jorge Luís Rodrigues Pedreira de Cerqueira, Regis Pasini, Ricardo Teixeira da Costa Neto, Sergio Ricardo Mazini, Svante Gunnarson, Waldemar Barroso Magno Neto.	
Capítulo 4.....	211
O NOVO APRENDER NA ENGENHARIA COM ENSINO REMOTO: INOVAÇÃO NOS CURSOS DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA	
Simone Ramires, Ilka Maria de Oliveira Santi, Carlos Eduardo Santi, Aline Eurich da Silva, Anelise T. Hoffmann, Carla Schwengber ten Caten, Denizard Batista de Freitas, Dinara Dal Pai, Elis Regina Duarte, Flávio Kieckow, Giovanni Falcão Mendes, Jocelise Jacques de Jacques, José Luis Duarte Ribeiro, Josuelen de Paula Martins, Karla Silva, Nicole Cecchele Lago, Norimar de Melo Verticchio, Paulete Fridman Schwetz, Pietra Fritsch de Araujo, Stela Xavier Terra, Tanatiana Ferreira Guelbert, Vinícius Steffens Wontroba, Yasmin Monti Winter.	



APRESENTAÇÃO DO LIVRO

Este é o décimo segundo 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 2020 e o SIEE 2020, ocorrido de forma On-line, de 01 a 03 de dezembro de 2020.

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 e relatores das SD's iniciam a interação e a discussão com os autores dos trabalhos selecionados, pelo menos, 30 dias antes do evento, com vista à organização deste. Essa interação continua após a realização das SD's, quando são consolidados os artigos e as discussões ocorridas durante o evento em capítulo do presente livro.

No seu conjunto, os capítulos deste livro, que se alinhavam pela temática relativa aos “OS DESAFIOS PARA FORMAR HOJE OS ENGENHEIROS DO AMANHÃ: Aprendizagem Ativa, Jogos e Gamificação, Novas DCN'S e CDIO, Ensino Remoto”, 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

EDUCANDO O ENGENHEIRO DO SÉCULO XXI: APRENDIZAGEM ATIVA PARA FORMAÇÃO POR COMPETÊNCIAS NO CONTEXTO DAS NOVAS DCNs

Valquíria Villas-Boas
Universidade de Caxias do Sul - UCS

Dianne Magalhães Viana
Universidade de Brasília - UNB

Leonardo Tavares
Faculdade Ari de Sá - FAS

Diana Mesquita
Universidade Católica Portuguesa – UCP

Gabriel Villas Boas de Amorim Lira
Marlice Cruz Martelli
Renato Martins das Neves
Shirley Cristina Cabral Nascimento
Universidade Federal do Pará – UFPA

Isolda Gianni de Lima
Laurete Zanol Sauer
Universidade de Caxias do Sul - UCS

Luciano Pereira Soares
Insper

Maria Aridenise Maia Macena Fontenelle
Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA

Maria do Carmo Duarte Freitas
Universidade Federal do Paraná – UFPR

Rui Manuel de Sá Pereira de Lima
Universidade do Minho – UMinho



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	A APRENDIZAGEM ATIVA E ASPECTOS TEÓRICO- METODOLÓGICOS NA FORMAÇÃO POR COMPETÊNCIAS.....	17
2.1	O que é Aprendizagem? O que é Aprendizagem Ativa?	17
2.2	Quais são as bases teóricas da Aprendizagem Ativa?.....	20
2.3	Algumas condições de aprendizagem para o estudante do século XXI.....	23
2.4	Estudante: o ator principal do processo de aprendizagem.....	27
2.5	Professor: o curador de conhecimento e estrategista do processo de ensino.....	29
2.6	Breve exposição de estratégias e métodos de Aprendizagem Ativa.....	30
2.7	Aprendizagem Ativa e Formação por Competências: um par natural.....	46
3	FORMAÇÃO POR COMPETÊNCIAS, OBJETIVOS EDUCACIONAIS E RESULTADOS DE APRENDIZAGEM.....	46
3.1	3.1 A Taxionomia de Bloom revisada.....	48
3.2	3.2 Avaliação por competência.....	53
4	CONTEXTOS E AMBIENTES DE APRENDIZAGEM ATIVA PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS.....	60
4.1	Dimensões do ambiente de aprendizagem.....	61
4.2	Aspectos do planejamento de ambientes de aprendizagem.....	66
5	RELATO DE EXPERIÊNCIAS E EXEMPLOS DE INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO NA FORMAÇÃO POR COMPETÊNCIAS.....	70
5.1	Desenvolvimento e Avaliação de Competências em Contextos de Aprendizagem Ativa em Engenharia.....	73



5.2	Ensino por Competências no Insper.....	74
5.3	Modelagem por Competência de Disciplina: Relato de Experiência em Produto e Serviço de Informação.....	76
5.4	A Formação por Competências por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas: Experiência com Alunos de Graduação em Engenharia Civil da UFPA.....	79
5.5	Análise da Metodologia e Práticas de Aprendizagem Ativa sobre ótica das Diretrizes de Cursos Nacionais nas Engenharia.....	84
5.6	Formação de Competências em Engenharia: Um Estudo de Caso com Discentes de Engenharia Química na UFPA.....	88
5.7	Delicada Tarefa de Avaliar a Aprendizagem na Formação por Competências.....	93
6	A SESSÃO DIRIGIDA DURANTE O COBENGE 2020.....	97
6.1	Desenvolvimento da Sessão Dirigida.....	97
6.2	Respostas às Questões da Sessão Dirigida.....	100
6.3	Participantes Não Autores da Sessão Dirigida.....	124
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	124
	REFERÊNCIAS.....	125



EDUCANDO O ENGENHEIRO DO SÉCULO XXI: APRENDIZAGEM ATIVA PARA FORMAÇÃO POR COMPETÊNCIAS NO CONTEXTO DAS NOVAS DCNs

1. INTRODUÇÃO

As mudanças no mercado internacional, têm motivado as empresas nacionais a se tornarem mais competitivas e flexíveis. Para tanto, os gestores dessas empresas reconhecem que necessitam de profissionais, em especial de Engenharia, que tenham um perfil de padrão internacional. Isso tem exigido das instituições de ensino superior uma revisão sobre o tipo de formação oferecida aos futuros engenheiros e demais profissionais. Muitas universidades pelo mundo afora têm adotado a formação por competências. Um exemplo emblemático é o *Olin College of Engineering*, situado em *Needham, Massachusetts*, nos Estados Unidos da América, onde o currículo foi construído desde sua fundação para formar engenheiros nos moldes de aprendizagem ativa por competências (SOMERVILLE et al., 2005). Em particular, a melhoria na formação do perfil profissional dos futuros engenheiros requer o desenvolvimento de múltiplas competências além das técnicas e, com elas, habilidades e atitudes.

O termo competência ganha importância por identificar-se com o desenvolvimento, no sujeito, do conhecimento do ambiente, da teoria, da prática operacional (saber) que será manifestada como experiência profissional – habilidade (saber-fazer) e, profissionalmente, como conhecimento tácito e, ainda, no âmbito pessoal, como relação do saber - ser/agir.

Em todo o mundo torna-se indiscutível o surgimento de novos desafios pedagógicos e curriculares no contexto atual do Ensino Superior. Nesse cenário, é possível verificar que o discurso das competências se tem mantido e até tem sido reforçado (ABELHA et al., 2020). Contudo, é um discurso ainda difuso e até ambíguo.

Importa, por isso, aqui clarificar conceitualmente o próprio conceito de competência. *Competência* refere-se à capacidade de mobilizar recursos (conhecimentos prévios, experiências, representações e outros) em uma determinada situação-problema que se encontra circunscrita a um contexto, podendo ser educativo, profissional ou social (ZARIFIAN, 1999; LE BOTERF, 2005; KETELE, 2006). Não se pode falar de competência sem falar de contexto (STOOF et al., 2002), na medida em que é o que torna visível a competência em ação. Por outras palavras,

falar de competências no contexto do Ensino Superior inclui três processos, a definição, o desenvolvimento e a avaliação:

1. Definição de competências: consiste na identificação, seleção e especificação das competências a desenvolver de acordo com o perfil profissional esperado.

2. Desenvolvimento de competências: se refere à criação das condições para garantir contextos de aprendizagem para tal.

3. Avaliação de competências: abrange os processos centrados na observação da competência em ação.

Borges (2013) destaca que o interesse no desenvolvimento de competências como motor para a formação profissional originou-se na Europa, por conta de uma ampla reforma educacional. As universidades dos países signatários pleiteavam mudanças necessárias na Educação Superior Europeia com vistas a assegurar sua competitividade na dinâmica global. Assim, por meio do processo de Bolonha objetivou-se uma harmonização e coordenação dos currículos, para promoção da cooperação internacional, a mobilidade e o intercâmbio dos formandos. Para tanto, foram estabelecidas diretrizes que culminaram em um tratado com reformulação dos currículos das universidades europeias, com base na definição de competências gerais e específicas, subordinando-as às demandas do mercado de trabalho.

Essas discussões relacionam a organização do conhecimento de um curso ou disciplina (análise de conteúdo), com as exigências formativas ou as demandas profissionalizantes (análise de necessidades) e ambos os aspectos implicam em um aprendizado contínuo e integrado (análise de tarefas). Isso propicia que o conteúdo por unidade de formação seja organizado de maneira a atender, além da formação, às estratégias didáticas para favorecer o aprendizado e os perfis profissionais. Assim, a abordagem da formação por competências considera o conjunto de qualificações que a pessoa tem para executar um trabalho, com um nível superior de desempenho (FREITAS, 2003).

Cebrián, Rivas e Domínguez (2007) ao tratarem a competência aplicada ao ensino trazem uma abordagem de vanguarda para o Ensino Superior. Discutem como desenvolver a competência nos planos de estudos que tenham foco: (i) instrumental - capacidade de análise e síntese, gerenciamento da informação, a resolução de problemas e a tomada de decisões; (ii) sistêmico - relacionadas a aplicar os conhecimentos à prática, as habilidades de investigação, a capacidade de aprender; a capacidade de adaptar-se a novas situações; a habilidade para trabalhar de forma autônoma e o desenho e gerenciamento de projetos; a capacidade de relacionamento interpessoal, capacidade para

trabalhar em uma equipe interdisciplinar, a apreciação da diversidade, a multiculturalidade e o compromisso ético.

A avaliação por competências possibilita que o aprendiz vislumbre os conhecimentos, habilidades e atitudes que possui e quais precisam ser aperfeiçoadas. Não esquecendo, é claro, que as competências pessoais devem estar alinhadas com aquelas essenciais da carreira profissional ou da função a ser desempenhada (mundo do trabalho) (FREITAS, 2003).

Aprender a identificar os componentes de competências a serem definidos como objetivos de curso também é o grande desafio do professor de Engenharia e passa pelo conhecimento das competências profissionais e individuais requeridas para o perfil do egresso. A transformação ocorrerá quando o modo de ensinar tradicional for transposto para o de desenvolvimento de competências com adoção das estratégias e dos métodos de aprendizagem ativa. A necessidade de mediação pedagógica vai exigir ampliação nas interações entre professor e estudante, ou seja, o professor tem de planejar os ambientes de aprendizagem à luz da aprendizagem ativa, com atividades a serem realizadas dentro e fora da sala de aula, dinâmicas e estímulo à colaboração entre pares e trabalho em equipe (MICHAEL, 2006).

Ainda segundo Mesquita (2015):

A prática profissional de um engenheiro, para além da aplicação dos conhecimentos técnicos, passa igualmente pelas competências transversais, tais como saber comunicar, liderar, trabalhar em equipa, resolver problemas (Becker, 2006; Moesby, 2005; Nair, Patil, & Mertova, 2009; Pesches & Reindel, 1998). A literatura dá conta da discrepância entre a formação inicial e a prática profissional, nomeadamente no que diz respeito a estas competências (Evans, Beakley, Crouch, & Yamaguchi, 1993; Jackson, 2012; Meier, Williams, & Humphreys, 2000; Pascail, 2006; Sageev & Romanowski, 2001). Importa, por isso, que as competências transversais sejam igualmente contempladas na organização, planificação e desenvolvimento do currículo. A este respeito Martin, Maytham, Case, e Fraser (2005) referem que “non-technical skills cannot be taught isolated from the technical context in which they will be used. Integrated projects are a crucial tool for achieving such ends” (p. 179). (MESQUITA, 2015, p. 1-2).

No Brasil, as novas diretrizes curriculares (DCNs) para os cursos de graduação em Engenharia (BRASIL, 2019), promulgadas em 24 de abril de 2019, indicam que os projetos pedagógicos e currículos devem ser adequados à formação por competências tendo em vista o perfil do egresso. De acordo com as novas DCNs, deve-se:

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

Em comparação com a versão anterior (BRASIL, 2002), as novas DCNs de Engenharia trazem conceitos atuais, tais como:

- formação baseada por competências;
- aprendizagem ativa;
- foco na prática;
- maior flexibilidade na constituição do currículo;
- avaliação formativa;
- formação continuada dos professores;
- programas de acolhimento para os ingressantes.

Além do foco na formação por competências, as novas DCNs enfatizam que a formação em Engenharia deve ser vista principalmente como um processo.

Um processo que envolve as pessoas, suas necessidades, suas expectativas, seus comportamentos e que requer empatia, interesse pelo usuário, além da utilização de técnicas que permitam transformar a observação em formulação do problema a ser resolvido, com a aplicação da tecnologia (BRASIL, 2019).

Nesse contexto, entende-se que o estudante de Engenharia precisa, além de conhecimentos técnicos, desenvolver habilidades procedimentais, atitudinais e socioemocionais. Para tal, é necessário desenhar currículos que levem em conta a adoção de estratégias e métodos pedagógicos mais modernos e mais adequados à nova realidade global, ou seja, estratégias e métodos que propiciem ao estudante ser o ator principal de seu processo de aprendizagem. O estudante, por sua parte, também precisa desenvolver a importante

habilidade de aprender a aprender, e para tal, o professor também precisa ter competência para auxiliar seus estudantes no aprendizado de como autorregular a aprendizagem.

A pandemia da COVID-19 trouxe à tona a necessidade inadiável da utilização de tecnologias da informação na educação em Engenharia e, também, da necessidade da formação continuada dos professores de Engenharia tanto para as estratégias e métodos de aprendizagem ativa quanto para a utilização dos recursos tecnológicos. O professor precisa compreender que, em ambientes de aprendizagem ativa que são concebidos para que os estudantes desenvolvam competências técnicas e transversais, ele deixa de ter o papel principal e central na geração e disseminação dos conteúdos, para adotar o papel de curador de conteúdos, mediador e tutor.

Este capítulo é fruto da sessão dirigida “Educando o Engenheiro do Século XXI: Aprendizagem Ativa para Formação por Competências no Contexto das Novas DCNs” (SD 04), que ocorreu no XLVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE 2020). Esta sessão dirigida teve como principal objetivo criar um espaço onde professores de engenharia pudessem discutir como a aprendizagem ativa está intimamente relacionada à formação por competências e colaborar com subsídios teóricos e exemplos de uma Educação em Engenharia inovadora, e que atenda as demandas futuras por mais e melhores engenheiros. Como objetivos específicos, a sessão dirigida teve os seguintes:

- Dar subsídios teóricos e metodológicos aos participantes para que possam planejar cursos, disciplinas e ambientes de aprendizagem ativa para a formação por competências.
- Reunir experiências bem-sucedidas na formação por competências.
- Discutir a delicada tarefa de avaliar a aprendizagem na formação por competências.

O capítulo aborda: a aprendizagem ativa e os aspectos teórico-metodológicos na formação por competências; aspectos relacionados à formação por competências e à avaliação por rubricas; contextos/ambientes de aprendizagem para o desenvolvimento de competências; relatos de experiências de pesquisadores de universidades brasileiras e portuguesas e exemplos de instrumentos de avaliação do desenvolvimento de competências em ambientes de aprendizagem ativa; a dinâmica desenvolvida na sessão dirigida durante o COBENGE 2020; e considerações finais.

2. A APRENDIZAGEM ATIVA E ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS NA FORMAÇÃO POR COMPETÊNCIAS

As exigências em relação à qualidade da formação de engenheiros na contemporaneidade fazem emergir a necessidade do desenvolvimento de competências relacionadas à conquista da autonomia intelectual, à capacidade de aprender sozinho, de aprender a aprender e de lidar com problemas, sendo criativo e inovador (BRASIL, 2019). Estudos indicam que as estratégias e os métodos de aprendizagem ativa, focados nas ações intelectuais do estudante, em convivência com seus colegas de estudo, com base nas orientações do professor, e baseadas no fazer e compreender, podem promover a tomada de consciência necessária, imprescindível à aprendizagem (BONWELL; EISON, 1991; PRINCE, 2004) e reduzir as taxas de reprovação e evasão em cursos de Engenharia e das áreas das Exatas (FREEMAN et al., 2014).

Nesta seção, apresentamos:

- o entendimento de alguns estudiosos da área da Educação sobre o que é aprendizagem e sobre o que é aprendizagem ativa;
- as bases teóricas da aprendizagem ativa;
- algumas condições de aprendizagem para o estudante de hoje;
- o estudante de Engenharia: o ator principal do processo de aprendizagem;
- o professor de Engenharia: o curador de conhecimento e estrategista do processo de ensino;
- uma breve exposição de estratégias e métodos de aprendizagem ativa para a Educação em Engenharia (como um pequeno glossário);
- a aprendizagem ativa e a formação por competências: um par natural na Educação em Engenharia.

2.1. O que é Aprendizagem? O que é Aprendizagem Ativa?

Na linguagem comum, a palavra "aprendizagem" carrega pelo menos dois significados. Existe um mais geral que significa algum tipo de mudança, geralmente no conhecimento, mas também no comportamento. No entanto, a aprendizagem não pode ser definida apenas em termos de mudanças no comportamento. Há também um



sentido mais intenso do verbo "aprender" que significa memorizar, aprender de cor, ou seja, aprender por intermédio do coração. Dizer que "aprender é mudar" é muito simples. Nem toda mudança é aprendizado. O que normalmente queremos dizer com "aprendizagem" são aquelas mudanças e reforços mais ou menos permanentes ocorridos voluntariamente nos padrões de ação, pensamento e/ou sentimento de alguém (ROGERS; HORROCKS, 2010, p.96). De acordo com Ambrose et al. (2010, p.3):

- Aprender é um processo, não um produto. No entanto, porque esse processo ocorre na mente, só podemos inferir que tenha ocorrido a partir de produções ou ações dos estudantes.
- Aprender envolve mudança de conhecimento, crenças, comportamentos ou atitudes. Essa mudança se desdobra com o tempo; não é fugaz, mas em vez disso, tem um impacto duradouro sobre como os estudantes pensam e agem.
- Aprender não é algo feito para os estudantes, mas algo que eles próprios fazem. É o resultado direto de como eles interpretam e respondem às suas experiências - consciente e inconsciente, passado e presente.

Várias têm sido as tentativas de descrever as diferentes áreas de mudança na aprendizagem. A distinção tradicional tem sido entre aprender conhecimento e aprender habilidades. Estudiosos apontam para a necessidade de incluir as atitudes como uma terceira área e a emoção como uma outra dimensão (ALBARRACIN et al., 2005; ROGERS; HORROCKS, 2010; ZABALA, 2015). Kurt Lewin (1935 apud ROGERS; HORROCKS, 2010, p.97) sugeriu que ocorrem mudanças de aprendizagem em habilidades, em padrões cognitivos (conhecimento e compreensão), na motivação e interesse, e na ideologia (crenças fundamentais).

Robert Gagné (1972 apud ROGERS; HORROCKS, 2010, p.97) identificou cinco domínios ou tipos de resultados de aprendizagem:

- habilidades motoras que requerem prática;
- informação verbal - fatos, princípios e generalizações que, quando organizados em entidades maiores, tornam-se conhecimento;
- habilidades intelectuais - as "discriminações, conceitos e regras" que auxiliam no uso do conhecimento;
- estratégias cognitivas - a maneira como os indivíduos aprendem, se lembram e pensam, as habilidades autogeridas necessárias para definir e resolver problemas;
- e atitudes.

Em outras palavras, a aprendizagem ocorre em várias esferas diferentes. Cabe aqui a pergunta: o que os professores de Engenharia entendem por aprendizagem?

Ainda há, por parte de muitos professores, em todos os níveis, 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. É fato que os processos de ensino e de aprendizagem só se concretizam se ensinar tiver como consequência a aprendizagem. Entretanto, torna-se imprescindível que esteja claro para o professor, comprometido com a boa qualidade de seu trabalho, o que ele entende por aprendizagem, como o ser humano aprende e como ele e seus estudantes podem participar satisfatoriamente desse processo. Em outras palavras, é preciso que o professor tenha claro, para si mesmo, se a aprendizagem se resume à memorização de conteúdos fragmentados e não contextualizados, que dependem de capacidades perceptivas, ou se requer a compreensão da realidade, com base em observação questionadora e possibilidade de argumentação, que permita produzir e estimular a capacidade de criar e de recriar. Somente com tal clareza, o professor poderá atuar de forma satisfatória, especialmente se tem como objetivo principal de suas ações, a aprendizagem dos estudantes.

Assim sendo, neste capítulo, apresentamos nossa concepção sobre o significado de aprendizagem, vista como consequência das ações daquele que quer aprender, ações estas, planejadas, implementadas e mediadas pelo professor. De fato, entendemos que a aprendizagem, assim entendida, pode ser duradoura, significativa e promover o desenvolvimento de competências e habilidades requeridas na formação de profissionais competentes e afinados com os desafios de seu tempo. De acordo com Becker (2012), se a aprendizagem humana ocorre por força da ação do sujeito, ela não pode mais ser debitada ao ensino – nem dos pais, nem dos professores, nem dos governantes. Reside, aqui, um desafio que não pode ser subestimado. Piaget define aprendizagem humana como construção de estruturas de assimilação, ou seja, aprender é construir estruturas de assimilação. Isso é, aprende-se porque se age para conseguir algo; em um segundo momento, para apropriar-se dos mecanismos dessa ação primeira. Aprende-se porque se age e não porque se ensina.

Assim, também, Almeida (2002) enfatiza que a aprendizagem é um processo que precisa ser ativo. A aprendizagem necessita de uma mobilização cognitiva, que surge por meio de um interesse e da necessidade de conseguir atingir determinadas metas.

Isso nos ajuda, no sentido de propor uma das definições de Aprendizagem Ativa que é bastante adequada para exprimir nossa compreensão sobre a mesma: “A aprendizagem ativa é qualquer processo através do qual o estudante deixa de ser audiência para ser ator principal do próprio processo de aprendizagem” (BONWELL; EISON, 1991; MCGREW; SAUL; TEAGUE, 2000). Dessa forma, o estudante não é um receptor de informações, mas engaja-se de maneira ativa na aprendizagem dos conceitos e no desenvolvimento das habilidades e competências, focando seus objetivos, visando à construção do conhecimento.

A aprendizagem ativa pode, assim, ser considerada como resposta a um conjunto de ações ou eventos planejados (o ambiente de aprendizagem) de forma que os estudantes se sintam motivados a aplicar e criar conhecimento, interagir com os pares e compartilhar suas experiências, como parte do processo educacional. Dito de outra forma, a aprendizagem ativa pode ser resultante de qualquer método instrucional que engaje os estudantes no processo de aprendizagem, o que requer, portanto, que eles executem atividades significativas de aprendizagem e raciocinem sobre o que estão fazendo.

Diante desse contexto, é fundamental participar dos processos de ensinar e de aprender com estratégias e métodos de aprendizagem ativa, levando em conta a contextualização e interdisciplinaridade, onde o diálogo e a reflexão do professor sobre sua prática pedagógica estejam voltados para o desenvolvimento, por parte do estudante, de autonomia e de outras habilidades que sejam estruturadoras do pensamento, que conduzam à aprendizagem e que lhes permita "aprender a aprender" e desenvolver habilidades para atuar com competência no século XXI.

2.2. Quais são as bases teóricas da Aprendizagem Ativa?

Nesta subseção, apresentamos concepções relacionadas à aprendizagem ativa, de autores cujas teorias, ainda que com suas especificidades próprias, compactuam e nos fornecem argumentos quanto à eficácia da aprendizagem ativa. As teorias por sua vez têm sua base no modelo epistemológico denominado Construtivismo, que é uma forma de conceber o conhecimento (sua gênese e seu desenvolvimento) e, por consequência, um novo modo de ver o universo, a vida e o mundo

das relações sociais (BECKER, 2012). No modelo construtivista, conhecimento é considerado ação, transformação e estabelecimento de relações. Aprende-se porque se age e não porque se ensina, por mais que o ensino possa colaborar com essa atividade. A fonte da aprendizagem é a ação do sujeito, ou seja, o indivíduo aprende por força das ações que ele mesmo pratica (BECKER, 2012). Assim sendo, seguem algumas ideias de teóricos da aprendizagem alinhados com o modelo epistemológico construtivista e que servem de fundamentação teórica para a aprendizagem ativa.

2.2.1. John Dewey (1859-1952): Dewey acreditava fortemente que as pessoas têm a responsabilidade de tornar o mundo um lugar melhor para se viver por meio da educação e da reforma social (GUTEK, 2014 apud WILLIAMS, 2017). De acordo com Dewey, o objetivo da educação não é a transmissão do conhecimento, mas o compartilhamento da experiência social para que as crianças se integrem à comunidade democrática. Dewey argumentou que o currículo deve ser relevante para a vida dos alunos. Ele via o aprendizado na prática e o desenvolvimento de habilidades práticas para a vida como cruciais para a educação das crianças (WILLIAMS, 2017). Dewey também salientou a importância da continuidade das experiências de aprendizagem das escolas no mundo real e defendeu um maior enfoque nos resultados de aprendizagem de ordem superior e na aprendizagem significativa.

2.2.2. George Polya (1887-1985): Polya (1986) afirma que, para aprender eficazmente, o aluno deve descobrir por si só, uma parte tão grande da matéria ensinada quanto possível, dadas as circunstâncias. Para este autor, o princípio da aprendizagem ativa é o princípio mais antigo e pode ser encontrado desde Sócrates. Para tanto, o papel do professor é propiciar condições para a aprendizagem, propondo estratégias de envolvimento do estudante em ações reflexivas, que ativem as estruturas de pensamento.

2.2.3. Martin Heidegger (1889-1976): Heidegger, para alguns, o maior filósofo do século XX, acreditava que o ensino pode aliar-se à aprendizagem ou opor-se a ela. Segundo Heidegger, o ser humano aprende, esse é o fato fundamental. O ser humano pode ou não ensinar, no entanto, deixar de aprender não poderá jamais. Podemos perguntar por que é mais difícil ensinar do que aprender? De acordo com Heidegger, "... Ensinar é mais difícil do que aprender porque ensinar significa: deixar aprender" (HEIDEGGER, 1952 apud BECKER, 2012).

2.2.4. Jean Piaget (1896-1980): Segundo Piaget, o ensino não é a fonte da aprendizagem. A fonte da aprendizagem é a ação do sujeito; o indivíduo aprende por força das ações que ele mesmo pratica. “Conhecer um objeto é agir sobre ele e transformá-lo, apreendendo os mecanismos dessa transformação, vinculados com as ações transformadoras.” (PIAGET, 1978). Para Piaget (2012) todo o conhecimento está ligado a uma ação. Para este autor, aprendizagem é decorrente da ação própria de quem aprende, operando através de estudo, pesquisa e interações. Assim explica que aprendizagem ativa significa aprender por meio da ação própria de quem aprende, interagindo com o meio, com recursos e com pessoas. Da Epistemologia Genética, de Piaget, decorre o Construtivismo: forma de conceber o conhecimento (sua gênese e seu desenvolvimento) e, por consequência, um novo modo de ver o universo, a vida e o mundo das relações sociais (BECKER, 2012).

2.2.5. David Ausubel (1918-2008): Em Ausubel (1968) encontramos que é necessário relacionar o novo com o que já está no domínio cognitivo do estudante, assimilando e acomodando, ampliando o seu espectro de conhecimento e, ao mesmo tempo, a sua capacidade de conhecer. Diante disso, quando o professor leva em consideração os conhecimentos existentes na estrutura cognitiva do estudante, este passa a ser ativo no processo, dialogando, questionando, argumentando, pesquisando e aprendendo. Ambientes de aprendizagem concebidos à luz da teoria da Aprendizagem Significativa auxiliam os alunos a construir conhecimento com sucesso, pois encorajam a compreensão, não a memorização, além de utilizarem estratégias e métodos de aprendizagem ativa, concentrando-se no resultado do processo de aprendizagem.

2.2.6. Paulo Freire (1921-1997): Segundo Freire, ensinar não é transferir conteúdo a ninguém (FREIRE, 2001). O processo de libertação é confeccionado pelos seus próprios sujeitos e não ensinado por alguém (FREIRE, 1992; 2003). Ainda, de acordo com Freire (2003) o diálogo é o fenômeno humano, cujos elementos constitutivos comportam a ação e a reflexão e, conseqüentemente, pode promover tomada de consciência e aprendizagem. E enfatiza Freire: o diálogo pode promover aprendizagem, se houver uma postura curiosa, aberta, alegre, crítica, reflexiva, comprometida, fraterna, ética, de todos os envolvidos no processo e dispostos a aceitarem o desafio. Quanto ao professor, o desafio é transformar um estudante passivo e ouvinte de informações,

em um estudante que construa seu próprio conhecimento e que tenha a vontade e a oportunidade de vivenciar uma aprendizagem ativa.

Diante das ideias e argumentos desses autores e suas teorias, o conceito de Aprendizagem Ativa se constitui basicamente em uma redundância. Afinal aprendizagem implica ação por parte do estudante.

2.3. Algumas condições de aprendizagem para o estudante do século XXI

Até aqui discutimos sobre aprendizagem, mais precisamente, aprendizagem ativa, um processo sob a responsabilidade de professores e estudantes. Entretanto, para que tal responsabilidade seja reconhecida e assumida por seus atores, identificamos algumas condições que passamos a destacar.

Primeiramente, entendemos ser imprescindível o acolhimento e o reconhecimento do estudante como protagonista do próprio processo de aprendizagem, bem como suas aspirações, possíveis de serem incentivadas, em consonância com a dinâmica social contemporânea, marcada pelas rápidas transformações decorrentes do desenvolvimento tecnológico.

No que tange ao ingresso e permanência, com sucesso, em cursos de Engenharia, o acolhimento aos estudantes implica, também, em garantir o prosseguimento dos estudos a todos aqueles que assim o desejarem, colaborando com uma educação integral, no que concerne, especialmente, às competências e habilidades a serem desenvolvidas pelo engenheiro do século XXI.

Porém, para que seja possível argumentarmos, favoravelmente, à algumas condições de aprendizagem, não podemos deixar de tecer breves considerações sobre as características desses estudantes que, em grande número, chegam à universidade com suas concepções epistemológicas tradicionais e, como não poderia deixar de ser, resistentes a toda e qualquer proposta de modificação da sala de aula que frequentaram na Educação Básica. São bem conhecidos e têm sido amplamente discutidos, comportamentos que revelam: a falta de interesse, de motivação, de comprometimento com a aprendizagem, a falta de hábitos de estudo, o interesse, em primeiro lugar, na obtenção do diploma, dentre outros (ELMÔR-FILHO et al., 2019). Ainda, para Elmôr-Filho e colaboradores, muitos estudantes demonstram depender unicamente do professor, esperando todas as informações do professor, o que, para eles, é a única condição para aprender. Do contrário, toda e qualquer proposta de ensino é recebida com desconfiança e resistência.

Por outro lado, encontramos, no modelo tradicional de ensino, boas chances de aparente sucesso, em avaliações que apenas exigem memorização e imitação, para as quais é suficiente prestar atenção às palavras do professor. Assim, podemos compreender os estudantes, que “prudentermente”, reagem às mudanças metodológicas que nem sempre são coerentes com os critérios de avaliação.

Diante dessa problematização e de evidências que se apresentam no dia a dia da atuação profissional, entendemos que, para que seja possível interpretar e conduzir, de forma eficaz, um ambiente com boas condições de aprendizagem, torna-se imprescindível refletir criticamente sobre a relação existente entre a prática pedagógica e a concepção epistemológica do professor (SAUER; LIMA; SOARES, 2008). Tal reflexão, não raro, leva à necessidade de uma mudança de paradigma, que implica uma mudança da visão de mundo e de entendimento da realidade. Porém, para que nossos estudantes tenham condições de lidar com a nova realidade, é necessária a capacidade de aprender a aprender, o que requer que esteja claro para ambos, professor e estudante, como se dá o “aprender” (SAUER, 2004).

Barkley (2010) explica que “a aprendizagem começa com o envolvimento do estudante”. Para a autora, o engajamento está diretamente relacionado com a frequência com que os estudantes participam das atividades promovidas. Entende, assim, que aqueles que estão envolvidos realmente se importam com o que estão aprendendo; querem aprender e até mesmo excedem as expectativas, indo além do que foi solicitado. Dessa forma, o envolvimento enraizado na motivação repercute na motivação dos professores, que querem que os estudantes compartilhem seu entusiasmo com a sua disciplina. Isso implica, também, em aprendizagem ativa, pois se os estudantes estão engajados, podem estar ativos cognitivamente, enquanto realizam as tarefas da disciplina, o que implica em aprendizagem. Com efeito, a aprendizagem ativa tem sido apontada como condição para melhorar a qualidade do envolvimento dos estudantes. Isto porque os estudantes podem estar ativos, mas agindo com relutância e ressentimento, o que, dificilmente, irá resultar em aprendizagem. Assim sendo, entendemos que boas condições de aprendizagem podem ser resultantes da sobreposição da motivação e da aprendizagem ativa, como ilustrado na Figura 1.

Entretanto, precisamos levar em conta, também, as relações dinâmicas entre razão e emoção, considerando que a neurociência mostra que, ao se emocionar, um estudante, como qualquer pessoa, tem uma capacidade maior de gravar as informações (REZENDE, 2016). De fato, uma das dimensões fundamentais da compreensão da

aprendizagem como capacidade humana fundamental reside na compreensão das relações dinâmicas entre razão e emoção. Esta é entendida como a energética da estrutura cognitiva e revela-se no interesse, na motivação, no sentimento de necessidade. É o cenário, a condição *sine qua non*, o contexto para a aprendizagem. Se não há um marco de relações pessoais, sem ameaças, e de companheirismo, nos sentimos emocionalmente julgados, desprotegidos e não ocorre a aprendizagem (BECKER, 2009).

Figura 1 - Diagrama de Venn - Motivação e Aprendizagem Ativa.



Fonte: Autores - adaptada de ELMÔR-FILHO *et al.* (2019).

Isto não significa que devemos atribuir somente às emoções o motivo de nossas ações, ou que a razão seja menos importante do que as emoções e que deva ser relegada a segundo plano ou deva ser menos cultivada (DAMÁSIO, 2012). Com efeito, pesquisas realizadas indicam que uma redução seletiva da emoção é, no mínimo, tão prejudicial para a racionalidade quanto à emoção excessiva (DAMÁSIO, 2015). De fato, a razão é influenciada pelas emoções que, quando bem direcionadas e bem situadas, parecem constituir um sistema de apoio para o edifício da razão. Segundo Damásio, uma série de experimentos sobre o aprendizado também fornece dados que comprovam o papel da emoção neste processo e exemplifica: se nos contarem duas histórias que diferem apenas pelo conteúdo emocional, lembraremos de muito mais detalhes da “história emocional”. Assim, se levamos em consideração a função importante das emoções, podemos realçar seus efeitos positivos e reduzir o seu potencial negativo.

Piaget (1978, 1983), por sua vez, explica que a afetividade representa a fonte energética da qual depende o funcionamento da inteligência e afirma: para que a inteligência funcione é necessário um motor, que é o afetivo. Ao contrário, o aspecto cognitivo das condutas é caracterizado por sua estrutura. E explica com um exemplo: considere duas crianças, em relação às suas lições de Aritmética. Uma que gosta de Matemática, e progride; a outra, que não a compreende e que tem sentimentos de inferioridade e todos os complexos bem conhecidos, dos fracos em Matemática. A primeira irá bem mais rápido do que a segunda. Mas para ambas, dois e dois farão quatro. Isto não modifica nada da estrutura adquirida.

Assim, ao refletir sobre evidências de conciliação entre razão e emoção, procuramos identificar possibilidades de considerá-las em ambientes de aprendizagem ativa. Com efeito, considerando que o conhecimento se dá pela interação ou pelas trocas do organismo com o meio, Piaget valoriza a relação social como a forma ideal de relação entre indivíduos autônomos, definida pela reciprocidade: a cooperação. No plano social ela implica o respeito mútuo, a solidariedade, a liberdade ou a autonomia de pessoas em interação. Quanto à autonomia, esta é também um processo de construção de sentimentos, na medida em que resulta da interação em um modo de conviver cooperativo onde o sujeito é capaz de relativizar seu ponto de vista em relação aos demais, coordenando suas ações em cooperação com os outros. A cooperação é, também, a condição para a construção, pelo sujeito, das normas morais. Não há dúvida quanto à importância da responsabilidade e da confiança mútua entre estudantes e professores, o que gera ambientes de produção e de construção. Nesses ambientes, o conversar não é só racional, mas também afetivo, constituindo, assim, espaços de convívio e de discussões onde a consensualidade pode resultar do próprio processo interativo. A relação entre razão e emoção que emerge destas possibilidades evidencia sua interdependência, na medida em que compreendemos que, de fato, não há comportamento ou estado puramente cognitivo, sem afeto, nem puramente afetivo, sem o envolvimento de algum elemento cognitivo. Separados um do outro, não haveria interesse, nem necessidade, nem motivação; os problemas não seriam colocados e não haveria ações inteligentes (PIAGET, 1962).

Em ambientes de aprendizagem ativa, o professor pode ser o incentivador e coparticipante de diálogos guiados pelo desejo de escutar e de compreender o interlocutor. Assim, se um problema desafiar a curiosidade e puser em jogo as faculdades inventivas, quem o resolver por seus próprios meios experimentará a tensão e gozará o triunfo da

descoberta. Experiências tais, em uma idade suscetível, poderão gerar o gosto pelo trabalho mental e deixar, por toda a vida, a sua marca na mente e no caráter (POLYA, 1986). Além disso, quando o diálogo é baseado na cooperação, a relação permite a descentração, na medida em que o ponto de vista do outro é levado em consideração.

Diante dessas constatações, entendemos um ambiente de aprendizagem ativa como o lugar comum de professores e estudantes, em que princípios didáticos e psicopedagógicos revelem nossa concepção de aprendizagem como um processo que requer a participação ativa daqueles que querem aprender, entendendo como participação ativa o envolvimento em atividades de interação, cooperação, colaboração e contribuição, que visem ao desenvolvimento da autonomia, da solidariedade, da capacidade de lidar com problemas e com tecnologia e de tomar decisões com conhecimento e confiança (SAUER; LIMA, 2010).

Quando Piaget afirma que uma pessoa jamais resolverá um problema se este não a interessar, compreendemos bem a motivação como o motor afetivo da ação. A partir daí, havendo interesse, a busca de uma resposta pode levar à reflexão e, conseqüentemente, ao desenvolvimento.

Reflexões desta natureza, nos remetem à necessidade de ações efetivas no domínio do conhecimento relacionado com a Engenharia. Com efeito, o desenvolvimento de competências depende, em grande parte, de propostas metodológicas que despertem no estudante a curiosidade e a motivação, necessárias para a aprendizagem, a partir do envolvimento e do reconhecimento de sua importância na formação universitária. Acreditamos que esta é uma das principais medidas a serem consideradas a fim de trazer o conhecimento avançado e sofisticado da Engenharia ao nível de sua devida apreciação e utilização por parte dos egressos dos diferentes cursos de graduação (CLOUGH, 2006; SAUER; LIMA; SOARES, 2008; TOVANI, 2011).

Na próxima subseção, propomos ações a serem promovidas visando à tomada de consciência dos estudantes, como protagonistas do próprio processo de aprendizagem.

2.4. Estudante: o ator principal do processo de aprendizagem

Fazer um curso superior requer autonomia e autoria. Para tanto, é importante que o estudante de Engenharia seja levado a refletir, desde o início da disciplina ou do curso, sobre valores humanos (humildade, respeito, ética, dentre outros) que não devem ser esquecidos, mas, sim,

praticados no Ensino Superior. Temas cada vez mais recorrentes no cotidiano das pessoas conectadas na internet, como o interesse pela "ostentação de famosos nas redes sociais", podem gerar frustrações ou até mesmo depressão (caso não se pondere o teor do conteúdo consumido), visto que em condições normais, dificilmente uma pessoa trabalhadora normal terá uma "vida de *Facebook*", como se diz popularmente, ou seja, dificilmente um "milagre", no sentido da riqueza financeira, irá ocorrer. Mas o milagre da vida (e das pequenas conquistas), este sim, todos nós devemos enaltecer. Aprender também é um desses milagres que somente nós, seres humanos, dotados de inteligência, somos capazes de conquistar.

No entanto, é também um desafio, ainda mais em um mundo cada vez mais complexo que nos exige habilidades e competências, para compreender a realidade em seus diferentes contextos, analisar possibilidades de ação, avaliar resultados à luz de valores que possam contribuir para tornar este mundo um lugar mais solidário e justo e, conseqüentemente, melhor para se viver.

Assim sendo, ao escolhermos uma formação profissional, somos impactados por uma realidade que nos exige a capacidade permanente de aprender. Mas ao refletir sobre aprendizagem, é preciso que cada estudante tenha claro "o que significa aprender?"; "o que o mobiliza para aprender?"; "o que espera do professor para que aprenda?"; "o que considera uma boa aula?"; "como os saberes aprendidos na formação podem ser incorporados no mundo do trabalho?". As respostas para estas e outras questões estão vinculadas às concepções, crenças e valores que o estudante tem sobre seu papel efetivo no próprio processo de aprendizagem. Diante do atual contexto e da velocidade das mudanças que vêm ocorrendo, em todos os âmbitos, adquirir conhecimentos teóricos ou técnicos não é mais suficiente para garantir sucesso profissional. Mais do que nunca as habilidades de interação, de trabalho cooperativo e colaborativo, além da competência de aprender a aprender, ganham importância. Além disso, o comprometimento e a responsabilidade também devem ser elementos que permeiam a formação profissional, em particular da Engenharia. O desenvolvimento de competências atitudinais, que podem não estar aparentemente inseridas em um projeto pedagógico de curso, mas que são igualmente importantes, talvez seja o diferencial no mercado de trabalho. É preciso, pois, que os estudantes invistam no desenvolvimento dessas competências. Há muitas formas de desenvolvê-las. As diferentes metodologias planejadas pelos professores buscam contribuir para esse desenvolvimento. No entanto, é imprescindível que cada um participe e

se envolva nas atividades propostas. Escutar, compartilhar ideias, colocá-las em prática são estratégias de desenvolvimento de competências. Nesse contexto, as estratégias e os métodos que propiciam e valorizam a participação ativa e o protagonismo dos estudantes são imprescindíveis no desenvolvimento dos processos de ensino e de aprendizagem. Dos estudantes, espera-se, pois, o desejo de aprender, o engajamento e o comprometimento. Acreditar no sucesso, na própria capacidade, nos benefícios de enfrentar desafios e na oportunidade que cada um é capaz de gerar, enquanto profissional, é a razão principal da escolha do curso de graduação. No caso particular da Engenharia, nos estudos de preparação para o exercício profissional há muitas incitações que são motivos de satisfação. O saber sobre as razões lógicas do mundo que nos cerca, o entendimento acerca de muitas descobertas, a oportunidade de aprender e de lidar com novas tecnologias, com base na sistematização de conhecimentos, entre tantos outros prazeres, podem explicar o sucesso em uma carreira tão complexa e repleta de desafios.

Tendo em vista que a aprendizagem ocorre por meio de um longo processo que envolve cada estudante com o ambiente, seus colegas e seus professores, é fundamental que alguns pontos sejam observados para que tenham êxito ao término da jornada. Com efeito, o comprometimento de cada estudante com a própria aprendizagem não pode ser apenas baseado no comparecimento a uma aula presencial ou a acessar uma aula virtual. Dependendo, do tipo da aula, o “comparecimento” pouco contribui para uma formação por competências.

2.5. Professor: o curador de conhecimento e estrategista do processo de ensino

Todas as questões até aqui discutidas têm justificado estudos que apontam para a aprendizagem ativa, como modelo pedagógico com potencial para enfrentar os desafios que tanto estudantes quanto professores precisam enfrentar, bem como para uma formação por competências. De acordo com este modelo, o papel do professor é o de se colocar como mediador do processo de aprendizagem, o estudante como interagente e o conhecimento como resultado das ações e interações. As ações docentes devem ter sentido desequilibrador, provocando conflitos e situações problemáticas que estimulem o pensamento e levem o estudante a refletir sobre suas ações.

O professor que se posiciona favoravelmente a uma educação sintonizada com a sociedade contemporânea, e de acordo com o que

Piaget (1978) demonstrou em seus estudos, promove e valoriza a participação do estudante e intervém a partir da formulação de problemas que possam ser discutidos por todos aqueles que estiverem motivados e dispostos a construir o próprio percurso de aprendizagem. Na realidade, a possibilidade de modificação da tradicional sala de aula – baseada no baixo nível de participação dos estudantes, na ênfase em atividades solitárias, na distribuição do conhecimento e na aprendizagem mecânica de conteúdos, como principal objetivo do ensino –, depende de vários fatores, mas o mais importante está relacionado com a atitude de ambos, professor e estudante, quererem e concordarem com os benefícios dessas modificações.

Abordagens construtivistas têm sugerido a presença frequente do professor como orientador e mediador dos processos de ensino e de aprendizagem, questionando, argumentando, aceitando sugestões construtivas, rejeitando atitudes negativas, valorizando todas as respostas, mas, também, atitudes como respeito, generosidade, humildade, coragem, confiança e tantas outras. Enfim, aproximando o currículo, sempre que possível, a partir das questões do estudante, em algo que faça sentido para ele e lhe traga satisfação e a possibilidade de desenvolver competências. Ao estudante caberá, com um papel ativo neste processo, envolver-se e procurar reconhecer os benefícios de sua participação.

Os dilemas dos educadores do século XXI parecem estar resumidos em três questionamentos: O que ensinar? Como ensinar? Para que ensinar? (SILVA; CUNHA, 2002; FEDRIZZI, 2017). Considerando que a educação é muito mais que a transferência de conhecimentos, do professor para o estudante, há uma tarefa, essencial para a educação, que a tecnologia não poderá cumprir. Trata-se de acender a “chama da vontade de aprender, no coração dos estudantes, dar o exemplo e criar vínculos entre professores e estudantes” (DERTOUZOS, 2000). Afirmar e considerar como essas, feitas no final do século XX, ainda continuam válidas, neste mundo repleto de informações, em rápidas mudanças, um mundo no qual a sociedade nem sabe quais serão suas necessidades em cinco anos, muito menos em uma década ou mais.

Ao analisar e problematizar o modo como os estudantes aprendem, entendemos que as possibilidades e os limites de aprendizagem de futuros engenheiros, na maioria das vezes, trabalhadores, bem como condições e possibilidades de aprendizagem, precisam ser considerados. Mais do que nunca, é preciso uma abertura para a educação continuada dos professores de Engenharia, como bem

estabelecido nas novas DCNs, para o trabalho em equipe, valorizando trocas de experiências que promovam reflexões, discussões, críticas e para uma contínua produção de conhecimento sobre este tema por meio da pesquisa em Educação em Engenharia.

2.6. Breve exposição de estratégias e métodos de Aprendizagem Ativa

Nesta subseção, apresentamos um conjunto de estratégias e métodos de Aprendizagem Ativa (AA) adequados à Educação em Engenharia tanto no modelo presencial como no modelo híbrido e que têm um grande potencial para compor um planejamento voltado para a formação por competências. A seguir, listamos algumas estratégias e alguns métodos mais conhecidos e utilizados:

(a) Estratégias:

- *Flipped Classroom* (Sala de Aula Invertida);
- *Peer Instruction* (Instrução pelos Colegas);
- *Just-in-Time Teaching* (Ensino sob Medida);
- *Think-Pair-Share* (Pense-Discuta com um Colega-Compartilhe com o grande grupo);
- *One-Minute Paper* (Relatório do último Minuto);
- *Jigsaw* (Painel Integrado);
- *In-Class Exercises* (Exercícios em sala de aula);
- *Cooperative Note-Taking Pairs* (Tomando Notas Cooperativamente em Pares).

(b) Métodos:

- Casos de Ensino;
- *Problem-based Learning* (Aprendizagem baseada em Problemas);
- *Project-based Learning* (Aprendizagem baseada em Projetos);
- *Scenario-based Learning* (Aprendizagem baseada em Cenários);
- *Service-based Learning* (Aprendizagem baseada em Serviços Comunitários).

Neste capítulo, vamos apresentar as estratégias e os métodos de AA, acima listados, em formato bem resumido, uma vez que explicações detalhadas para a maioria destas estratégias e destes métodos podem ser encontradas em textos como Elmôr-Filho e colaboradores (2019) e em Villas-Boas e Sauer (2019), bem como nas referências originais aqui citadas.

2.6.1. Flipped Classroom (Sala de Aula Invertida): A *Flipped Classroom* ou Sala de Aula Invertida, como é conhecida em português, é uma estratégia de AA que vem sendo usada há muito tempo na área das Ciências Humanas (WALVOORD; ANDERSON, 1998; LAGE; PLATT; TREGLIA, 2000) e, ultimamente, com muito sucesso na área das Ciências Exatas e Engenharia (BISHOP; VERLEGER, 2013; MASON; SHUMAN; COOK, 2013; VALENTE, 2014; KERR, 2015; VELEGOL; ZAPPE; MAHONEY, 2015; OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2016; BAYTIYEH; NAJA, 2017; PAVANELO; LIMA, 2017; KARABULUT-ILGU; JARAMILLO CHERREZ; JAHREN, 2018; ELMÔR-FILHO et al., 2019; RUPPENTHAL; MANFROI; VIÊRA, 2019; HADGRAFT; KOLMOS, 2020; KOLMOS, 2021), tendo ficado realmente famosa com o lançamento do livro *Flip your classroom: reach Every student in Every class Every day* (BERGMANN; SAMS, 2012; BERGMANN; SAMS, 2016).

Wankat e Oreovicz (2015) definiram a Sala de Aula Invertida como uma abordagem pedagógica na qual o processo de ensino e de aprendizagem passa a ser centrado no estudante. Uma abordagem pedagógica é algo mais abrangente do que uma estratégia, pois em uma abordagem podemos lançar mão de estratégias e métodos. Podemos comparar uma abordagem pedagógica com uma sequência didática. No caso da Sala de Aula Invertida, trata-se de uma sequência didática composta de três etapas, as quais chamamos de momentos, denominados: Pré-aula, Aula e Pós-aula. Assim sendo, a abordagem Sala de Aula Invertida pode ser simplificada definida como a abordagem pedagógica na qual os estudantes fazem o trabalho da sala de aula em casa e o trabalho de casa na sala de aula. No momento Pré-Aula, os estudantes são introduzidos ao assunto de estudo por meio de textos a serem lidos, vídeos a serem assistidos, entre outros formatos de exposição de conteúdo. No momento Aula, o tempo na sala de aula é usado para o professor aplicar estratégias e métodos de AA que proporcionem aos estudantes explorar tópicos em maior profundidade e criar oportunidades de aprendizagem significativas e duradouras. No momento Aula, o estudante tem o professor mais disponível para auxiliar nas dúvidas que normalmente surgiam em casa, quando o estudante ia estudar aspectos mais aplicados e complexos do conteúdo em questão. Finalmente, no momento Pós-Aula, o estudante desempenha alguma tarefa de casa sobre os conhecimentos aprofundados em sala de aula e se prepara para a próxima aula.

Com efeito, a abordagem da sala de aula invertida pode fazer a diferença nos processos de ensino e de aprendizagem, pois destinar mais tempo em sala de aula para a aplicação dos conceitos estudados

fora da sala de aula proporciona aos professores melhores oportunidades de colaborar na construção do conhecimento de seus estudantes e de promover melhores condições para o desenvolvimento de habilidades de pensamento de ordem superior e de competências. A sala de aula invertida quebra o paradigma do ensino tradicional, enfatizando a parcela de responsabilidade do próprio estudante por sua aprendizagem e, ao mesmo tempo, promovendo a conscientização dos professores quanto à permanente necessidade de formação continuada. Além disso, à medida que a sala de aula invertida se torna mais popular, novos recursos surgem para dar apoio às atividades fora da sala de aula e mais estratégias e métodos de AA podem ser empregados, nos momentos em sala de aula (ELMÔR-FILHO et al., 2019).

Quando utilizada no modelo híbrido, os momentos Pré-Aula e Pós-Aula não sofrem qualquer modificação. Contudo, o momento Aula, etapa em que os estudantes e o professor estão juntos no mesmo espaço físico no modelo presencial, será desenvolvido utilizando uma plataforma digital que permitirá ao professor desenvolver um ambiente de aprendizagem ativa onde os atores não se encontram no mesmo espaço físico, mas podem da mesma forma interagir e trabalhar cooperativamente em tarefas planejadas para a construção do conhecimento em questão e para o desenvolvimento de competências. Essas tarefas podem ser planejadas com o uso de estratégias e métodos de AA que vamos discutir na sequência.

Nas estratégias que serão descritas a seguir, vamos apresentar as etapas, de cada uma, associadas aos momentos da Sala de Aula Invertida.

2.6.2. Peer Instruction (Instrução pelos Colegas): A *Peer Instruction* (PI) é uma estratégia de AA concebida por Eric Mazur, da Harvard University, nos Estados Unidos da América (MAZUR, 1997; ARAÚJO; MAZUR, 2013; MAZUR, 2015; OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2016; DARIVA et al., 2018; ELMÔR-FILHO et al., 2019) para trabalhar conceitos e concepções alternativas no ensino de Física. Também tem se mostrado excelente para ser usada em disciplinas de outras áreas do conhecimento (KOVAC, 1999; SALEMI, 2009; SIMON; CUTTS, 2012; SCHELL; MAZUR, 2015; VICKREY et al., 2015; PASSERI; MAZUR, 2019), principalmente em turmas com muitos estudantes, para ajudar a tornar as aulas mais interativas e fazer com que os estudantes fiquem cognitivamente ativos em sala de aula. Se utilizarmos a PI associada à Sala de Aula Invertida, teremos as seguintes etapas de desenvolvimento:

(i) No momento Pré-Aula, o professor solicita que os estudantes façam uma leitura prévia do material a ser trabalhado em aula, ou assistam um vídeo, ou ouçam um podcast, ou ainda joguem um jogo sobre o assunto;

(ii) No momento Aula:

- o professor faz uma breve apresentação oral (preferencialmente uma exposição dialogada) sobre os elementos centrais de um dado conceito, ou teoria, é feita pelo professor por cerca de 10 a 20 minutos;

- o professor apresenta aos estudantes uma questão (normalmente de múltipla escolha) qualitativa, denominada Teste Conceitual (conhecida em inglês como *ConceptTests* (Conceptual Tests)), que é cuidadosamente construída para envolver as dificuldades dos estudantes com os conceitos fundamentais da disciplina;

- os estudantes pensam sobre a questão individualmente por 1 a 2 minutos e contribuem com as suas respostas por meio de algum sistema de votação (por exemplo, *clickers*, *flashcards*, *Kahoot*, *Mentimeter*, *Socrative*, entre outros), de forma que a fração da turma que dá cada resposta pode ser determinada e relatada;

- se o número de acertos ficar abaixo de 30%, o professor precisa revisitado o conceito e explicá-lo novamente. Se é maior que 70%, o professor dá a resposta certa e uma breve explicação sobre o porquê aquela é a resposta certa. Se os acertos ficarem em torno de 30 a 70%, os estudantes discutem o problema em grupos de 2 a 4 componentes, por mais ou menos 2 a 4 minutos, tentando convencer seus pares do porquê sua resposta é a correta e, na sequência, o grande grupo vota novamente. Se a porcentagem de acertos, depois da discussão, continuar entre 30 e 70%, o professor deve visitar o conceito e aplicar um novo teste conceitual sobre o mesmo conceito;

- por fim, o professor aborda a questão e suas diferentes respostas, abrindo espaço para uma discussão e esclarecimentos.

No momento Pós-Aula, o professor pode preparar mais testes conceituais para serem solucionados em casa e solicitar aos estudantes que se preparem para o assunto a ser desenvolvido na próxima aula. Na verdade, o momento Pós-Aula acaba se juntando ao momento Pré-Aula da próxima aplicação, se o professor aplicar a Sala de Aula Invertida ininterruptamente.

Esta estratégia, além de ter a vantagem de envolver o estudante e tornar a aula mais interessante, tem a enorme importância de dar *feedback* ao professor sobre em que estágio de aprendizagem a turma está e o que os estudantes sabem ou não. Pode ser usada inclusive como instrumento de avaliação dependendo do sistema de votação utilizado.

Quando utilizada no modelo híbrido, os momentos Pré-Aula e Pós-Aula não sofrem qualquer modificação. Contudo, no momento Aula, as discussões entre os estudantes demandam uma plataforma digital que permita a criação de salas de discussão (*breakout rooms*) ou o uso do *WhatsApp* vídeo, caso os estudantes não se importem em compartilhar seus números de telefone.

2.6.3. *Just-in-Time Teaching (Ensino sob Medida):* A *Just-in-Time Teaching* (JiTT) é uma estratégia de AA concebida por Gregor Novak e seus colaboradores da Indiana University, nos Estados Unidos da América (NOVAK et al., 1999; NOVAK, 2011; ARAÚJO; MAZUR, 2013; OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2016; ELMÔR-FILHO et al., 2019) para ser utilizada em disciplinas básicas de Física. Utiliza a Internet para promover o engajamento dos estudantes e maiores níveis de aprendizagem através de uma ligação intencional entre atividades realizadas fora da sala de aula e atividades realizadas em sala de aula. A ideia central da JiTT são os chamados exercícios de “aquecimento” que devem ser realizados utilizando a Internet. Inicialmente, fora da sala de aula (momento Pré-Aula), os estudantes respondem a um pequeno conjunto de questões que são disponibilizadas em um ambiente virtual sobre o material que será tratado na aula que está por vir e apresentando as suas respostas on-line poucas horas antes do início da aula. O professor estabelece um horário de corte para a apresentação das respostas, pois consultará as mesmas para preparar atividades, exercícios e problemas para a classe, visando preencher as lacunas de aprendizagem identificadas nas respostas dadas aos exercícios de “aquecimento”. Por isso, a tradução da JiTT para “Ensino sob Medida”, pois o professor prepara a aula sob medida para as necessidades/dificuldades apresentadas pelos estudantes nos exercícios de “aquecimento”. A JiTT apresenta três etapas, a saber: (i) tarefas de leitura e “exercícios de aquecimento (momento Pré-Aula da Sala de Aula Invertida); (ii) tarefas em sala de aula considerando as tarefas de leitura e os “exercícios de aquecimento” (momento Aula da Sala de Aula Invertida); e (iii) tarefas em grupo envolvendo os conceitos trabalhados nas duas etapas anteriores. A etapa (iii) tanto pode acontecer em sala de aula quanto fora. No último caso, teríamos a etapa (iii) como momento Pós-Aula da Sala de Aula Invertida.

Também pode-se dizer que a JiTT é uma excelente estratégia pedagógica para levar em consideração o conhecimento prévio dos estudantes na elaboração das aulas, além de auxiliá-los no estabelecimento do hábito de estudar antes das aulas. Sem dúvida, a

JiTT é uma estratégia que impacta a aprendizagem do estudante, e tão importante quanto, impacta a efetividade do trabalho do professor.

Como no caso da *Peer Instruction*, quando a JiTT for utilizada no modelo híbrido, os momentos Pré-Aula e Pós-Aula não sofrem qualquer modificação. Contudo, no momento Aula, as discussões entre os estudantes demandam uma plataforma digital que permita a criação de salas de discussão (*breakout rooms*) ou o uso do *WhatsApp* vídeo, caso os estudantes não se importem em compartilhar seus números de telefone.

2.6.4. *Think-Pair-Share* (Pense-Discuta com um Colega-Compartilhe com o grande grupo): A *Think-Pair-Share* é uma estratégia de aprendizagem ativa usualmente referida como TPS. Trata-se de uma estratégia de discussão cooperativa desenvolvida por Frank Lyman e seus colegas da University of Maryland, nos Estados Unidos da América (LYMAN, 1981). Ela recebe este nome a partir das três etapas de ações dos estudantes, com ênfase no que eles devem estar realizando em cada uma das etapas: pense, discuta com um colega, e compartilhe com o grande grupo. Nesta estratégia, o professor faz uma pergunta para a classe e os estudantes devem pensar em uma resposta e anotá-la. Em seguida, os estudantes formam pares e discutem suas respostas. Aleatoriamente, o professor convida alguns estudantes a partilhar suas respostas com o grande grupo.

Na integração da TPS à abordagem da Sala de Aula Invertida, as três etapas são realizadas no momento “Aula”.

Quando a TPS for utilizada no modelo híbrido, as discussões entre os estudantes demandam uma plataforma digital que permita a criação de salas de discussão (*breakout rooms*) ou o uso do *WhatsApp* vídeo, caso os estudantes não se importem em compartilhar seus números de telefone.

2.6.5. *Minute Paper* (Relatório do último Minuto): A Minute Paper (MP) é uma estratégia de AA cuja concepção é creditada a Charles Schwartz, professor de Física da University of California - Berkeley, nos Estados Unidos da América, em 1977 (SCHWARTZ, 1991; TOLLEFSON, 2006), embora vários de seus elementos possam ser encontrados em outros textos (GIBBS; HABESHAW; HABESHAW, 1984; WEAVER; COTRELL, 1985; WILSON, 1986; ANGELO; CROSS, 1993; LIGHT; COX; CALKINS, 2011).

Nesta estratégia, o professor interrompe a aula uns dois a cinco minutos antes de terminar e pede aos estudantes que, anonimamente e

individualmente, escrevam em algum meio de registro, alguma das reflexões dadas a seguir como exemplos:

- o(s) ponto(s) principal(is) da aula;
- o(s) ponto(s) menos claro(s) da aula;
- o conceito mais importante que aprendeu durante a aula;
- a(s) pergunta(s) que gostaria de fazer e não fez durante a aula;
- o exemplo mais significativo, a imagem mais impactante, a informação mais surpreendente, a ideia mais perturbadora da aula.
- o que o estudante mudaria na maneira como abordou [o assunto X, o problema Y, o caso Z] na próxima vez que tiver uma tarefa semelhante;
- que o estudante explique sua experiência ao completar [o projeto X] e o que ele aprendeu sobre como lidar com projetos como este.

Em uma aula presencial, na saída dos estudantes, o professor recolhe as anotações. Depois da aula, o professor analisa as anotações dos estudantes para verificar o entendimento dos mesmos sobre os assuntos tratados em aula. No encontro seguinte, o professor começa a aula, abordando questões comuns que foram anotadas pelos estudantes por meio da MP. O professor também pode proporcionar aos estudantes a opção de incluir seus nomes, para que ele possa tratar de questões individuais por e-mail. Para moderar as expectativas e evitar decepção individual, o professor pode avisar os estudantes, com antecedência, que pode não ser capaz de comentar sobre todos os pontos importantes e questões submetidas. Muitas vezes, é sábio prometer menos retorno do que se pensa que se pode dar. O professor também pode deixar os alunos saberem com antecedência, por exemplo, que serão respondidos os três pontos e as três perguntas mais comumente levantados, mesmo que seja possível dar um *feedback* maior.

Na integração da MP à abordagem da Sala de Aula Invertida, a estratégia é desenvolvida no momento “Aula”.

Quando a MP for utilizada no modelo híbrido, as anotações dos estudantes podem ser feitas via Google Formulários, *Mentimeter*, *Socrative* e outros aplicativos de registro de texto.

2.6.6. Jigsaw (Painel Integrado): A *Jigsaw* é uma estratégia cooperativa de AA que foi concebida por Elliot Aronson e colaboradores da University of California - Berkeley, nos Estados Unidos da América

(ARONSON et al., 1978). Ela também é conhecida no Brasil por Painel Integrado (MASETTO, 2010; ELMÔR-FILHO et al., 2019). Com a *Jigsaw*, os estudantes vão compreender melhor os conceitos estudados e vão melhorar suas habilidades de comunicação e de trabalho em grupo.

A *Jigsaw* consta basicamente de dez etapas que podem ser totalmente desenvolvidas em sala de aula ou, dependendo do planejamento do professor, parte delas pode ser desenvolvida antes da aula. Na integração da *Jigsaw* à abordagem da sala de aula invertida, as cinco primeiras etapas podem fazer parte do momento “Pré-aula”, e as etapas seguintes podem ser realizadas no momento “Aula”. Para o momento “Pós-aula”, o professor pode solicitar aos estudantes que realizem alguma atividade de consolidação do conhecimento, além da preparação usual para o assunto a ser desenvolvido na próxima aula. Elmôr-Filho e colaboradores (2019) apresentam uma descrição detalhada de cada etapa da estratégia e trazem exemplos de diferentes disciplinas de Engenharia. Fatarel e colaboradores (2010) fazem uma descrição detalhada da aplicação da *Jigsaw* no ensino de Cinética Química. Gomes e Da Silva (2015) empregam a *Jigsaw* para estudar a mobilização de estilos de pensamento matemático por estudantes de Engenharia.

Alguns professores podem argumentar que já tentaram utilizar estratégias cooperativas de aprendizagem porque, ocasionalmente, colocaram seus estudantes em pequenos grupos, instruindo-os a cooperar. No entanto, a aprendizagem cooperativa requer mais do que sentar os estudantes ao redor de uma mesa e dizer-lhes para compartilhar, trabalhar em conjunto e serem agradáveis uns com os outros. Tais situações pouco estruturadas não contêm os elementos cruciais e os princípios pedagógicos que fazem a *Jigsaw*, e outras estratégias cooperativas de aprendizagem ativa bem estruturadas, funcionarem tão bem.

2.6.7. In-Class Exercises (Exercícios em sala de aula): A *In-Class Exercises* é uma estratégia cooperativa de AA que foi formalmente apresentada por Richard Felder, da North Carolina State University, nos Estados Unidos da América, em 1997, na reunião anual da Associação Americana de Educação em Engenharia (FELDER, 1997). Nesta estratégia de aprendizagem ativa, o professor solicita aos estudantes que formem grupos de 2 a 4 membros e que indiquem um membro para fazer os registros. Dependendo da complexidade da tarefa, o professor dará de 30 segundos a 5 minutos, ou mais, para a execução da mesma. Alguns exemplos de tarefas são apresentados a seguir:

- lembrar o assunto estudado na aula (ou aulas) anterior(es);
- responder ou gerar uma pergunta;
- iniciar a solução de um problema;
- desenvolver o próximo passo em uma dedução;
- pensar em um exemplo ou aplicação;
- compreender o porquê um determinado resultado pode estar errado;
- gerar uma tempestade de ideias a partir de uma questão (aqui o objetivo é a quantidade, e não a qualidade);
- resumir o que foi tratado em uma aula.

No final da aula, o professor recolhe alguns ou todos os registros gerados pelos grupos. Esta estratégia é muito adequada para turmas com grande número de alunos, mas funciona para todos os tamanhos de turmas e em todos os níveis de aprendizagem.

De acordo com Elmôr-Filho e colaboradores (2019), na integração da *In-Class Exercises* à abordagem da sala de aula invertida, no momento “Pré-aula”, o professor pode já fazer a divisão dos grupos e disponibilizar aos estudantes uma lista de exercícios para que tomem contato com os problemas que serão trabalhados. No momento “Aula”, exposições por parte do professor são intercaladas com exercícios que os estudantes têm de resolver com os colegas do grupo ao qual pertencem. E para o momento “Pós-Aula”, o professor pode atribuir alguma tarefa relacionada com os exercícios trabalhados no momento “Aula” em um nível de maior dificuldade.

Quando a *In-Class Exercises* for utilizada no modelo híbrido, os momentos Pré-Aula e Pós-Aula não sofrem qualquer modificação. Contudo, no momento Aula, as discussões entre os estudantes demandam uma plataforma digital que permita a criação de salas de discussão (*breakout rooms*) ou o uso do *WhatsApp* vídeo, caso os estudantes não se importem em compartilhar seus números de telefone.

2.6.8. Cooperative Note-Taking Pairs (Tomando Notas Cooperativamente em Pares): Pesquisas sobre a tomada de notas revelam que, em geral, tomar notas em sala de aula e rever essas notas mais tarde impactará positivamente a aprendizagem dos estudantes (KIEWRA et al., 1991; BLIGH, 2000; DeZURE; KAPLAN; DEERMAN, 2001). A *Cooperative Note-Taking Pairs* é uma estratégia de AA sistematizada por Johnson, Johnson e Smith (1998) em seu livro “*Active Learning: Cooperation in the College Classroom*”. Nesta estratégia o professor solicita aos estudantes que formem pares para trabalhar juntos durante o período de aula. Depois de um curto segmento de aula, um

colega resume suas anotações para o outro. O outro estudante adiciona informações ou corrige. O objetivo é que todos possam melhorar a qualidade de suas anotações. A *Cooperative Note-Taking Pairs* é uma poderosa estratégia, pois engaja os estudantes com o material que está sendo estudado, ajuda a desenvolver as habilidades para fazer anotações e na interação com os pares possibilita a análise dialogada das notas que foram tomadas.

Na integração da *Cooperative Note-Taking Pairs* à abordagem da Sala de Aula Invertida, a estratégia é desenvolvida no momento “Aula”, mas nada impede que o professor planeje atividades com esta estratégia para o momento Pré-Aula e Pós-Aula.

Quando a *Cooperative Note-Taking Pairs* for utilizada no modelo híbrido, as anotações dos estudantes podem ser feitas via Google Documentos, Google *Jamboard*, *Padlet* e outros aplicativos de registro de texto.

A seguir, vamos apresentar os métodos de AA, acima listados. No caso dos métodos, cuja duração de aplicação varia de uma semana a um semestre, não faremos a associação aos momentos da Sala de Aula Invertida. Isso não significa que não seja possível usar a Sala de Aula Invertida ao mesmo tempo que se desenvolve o estudo de um caso ou de um problema ou a execução de um projeto. O planejamento das aulas quando se utiliza os métodos de AA, naturalmente envolve estudos pré-aula, atividades mais complexas nas aulas e tarefas que o estudante desempenha fora da sala de aula para aprofundar conhecimentos, para avançar na solução de um problema ou no desenvolvimento de um projeto.

2.6.9. Casos de Ensino: O método de Casos de Ensino consiste na abordagem de uma situação-problema, construída com fins educacionais, na qual os estudantes tomam a perspectiva dos personagens para tentar encontrar uma solução (BOEHRER; LINSKY, 1990). Os primeiros usos de casos com fins acadêmicos remontam à Harvard Law School, na Universidade de Harvard nos Estados Unidos da América, na virada do século XX (DeLACEY; LEONARD, 2002) mas também foram muito explorados pela Medicina e pela Administração (HERREID, 1997; ROESCH, 2007).

O uso de Casos de Ensino cria condições para que os estudantes se engajem intelectual e emocionalmente no processo de aprendizagem, pois não consiste somente na descrição de fatos e eventos. O caso conta uma história e, portanto, deve ajustar a sua narrativa de modo que contemple os objetivos educacionais sem explicitá-los no texto

(ROESCH, 2007; BOEHRER e LINSKY, 1990). Uma vez que conta uma história, tem o potencial de engajar os estudantes.

Como comenta Herreid (1997, p. 92, tradução nossa), “Humanos são animais contadores de histórias. Consequentemente, o uso de casos dá ao professor uma vantagem imediata: ele tem a atenção da audiência”. Todavia, contar uma história não é o único papel do professor que trabalha com Casos de Ensino. Este também precisa estar ativo cognitivamente, e mais importante, deve estar promovendo um estudante ativo, estruturando e facilitando o trabalho do estudante sem lhe entregar informações ou dar respostas (BOEHRER e LINSKY, 1990).

É importante ressaltar que um caso não possui somente uma resolução, pois diferentes visões e abordagens podem levar a diferentes resoluções (BOEHRER e LINSKY, 1990; HERREID, 1997). O professor deve ter isso em mente em sua avaliação e não impor o seu modelo de resolução. Um dos objetivos desse método é a resolução do caso da forma mais eficiente possível, mas isso somente não constitui o sucesso da abordagem.

O professor que deseja trabalhar com Casos de Ensino deve compreender que, em se tratando de um método de aprendizagem ativa, não se pode manter os padrões de avaliação do método tradicional (ELMÔR-FILHO et al., 2019). A avaliação precisa ocorrer durante todo o processo, coletando dados sobre a evolução do estudante em todos os aspectos que envolvem a resolução de um problema, sejam eles conceituais, atitudinais ou procedimentais, fornecendo subsídios para o professor refletir e reestruturar sua prática. De maneira mais objetiva, o professor pode solicitar ao grupo um produto final, que geralmente são relatórios ou apresentações orais, e estabelecendo os critérios previamente, pode utilizá-lo como parte da avaliação (ELMÔR-FILHO et al., 2019).

Portanto, o uso de Casos de Ensino na Educação em Engenharia parece ser um bom método para engajar os alunos no seu processo de aprendizagem. Além disso, pode destituir a lógica de um conhecimento estritamente conceitual para um conhecimento também procedimental e atitudinal, possibilitando ao estudante desenvolver várias competências, como as ligadas ao trabalho em equipe, a comunicação oral, a autoconfiança e também a lidar efetivamente com situações do seu cotidiano (BOEHRER e LINSKY, 1990). De toda forma, o cuidado na elaboração do caso e no planejamento da atividade são imprescindíveis para que a atividade cumpra com seus objetivos e para que as competências que se quer que o estudante desenvolva sejam realmente desenvolvidas.

2.6.10. Problem-based Learning (Aprendizagem baseada em Problemas): A Aprendizagem baseada em Problemas, do inglês *Problem-based Learning* (PBL) é um método instrucional de AA, que visa levar os estudantes a aprender sobre um determinado assunto em um contexto de problemas reais, complexos e multifacetados (SAVIN; HOWELL, 2004; GRAAFF; KOLMOS, 2007; VILLAS-BOAS et al., 2016). Trabalhando em equipes, os estudantes identificam o que já sabem, o que precisam saber e como e onde acessar as novas informações que podem levar à resolução do problema. O papel do professor é o de facilitador da aprendizagem, que fornece a estrutura adequada desse processo, fazendo perguntas de sondagem, fornecendo os recursos apropriados, e conduzindo as discussões em classe, bem como planejando as avaliações dos estudantes. A PBL difere das estratégias educacionais convencionais especialmente por ter como objetivo principal a ação do estudante. Seu propósito é potencializar o desenvolvimento de competências essenciais para o sucesso do estudante, tanto na esfera pública como na esfera privada.

A PBL foi proposta na década de 70 pela Escola de Medicina da McMaster University, no Canadá, com o objetivo de promover o engajamento do estudante com sua aprendizagem (AKILI, 2011). Naquele contexto, a partir dos casos clínicos apresentados pelos professores, os estudantes construíam seus conhecimentos buscando respostas para os casos apresentados. Conforme Savin e Howell (2004), enquanto os precursores da PBL foram médicos professores e não psicólogos ou educadores, eles foram influenciados por percepções comuns de como as pessoas aprendem, ou seja, foi o contexto e a cultura da época que levaram à criação desta abordagem. Entretanto, o método foi sendo aperfeiçoado e, de acordo com Booth, Sauer e Villas-Boas (2016), entende-se que a PBL pode ser um caminho viável para ampliar a concepção de ensinar e de aprender, compreendendo que ensinar envolve ações para produção de conhecimentos significativos. Assim sendo, os processos de ensino e aprendizagem, coerentes com esta abordagem, necessitam estar focados cada vez mais nas ações dos estudantes, contando com a mediação do professor.

A matriz conceitual do método PBL deriva do pensamento filosófico de John Dewey (1916), que acreditava que a educação deve considerar, no processo de formação, a formulação explícita dos problemas de disposições mentais e morais em relação às dificuldades da vida social contemporânea. Por isso, para a conquista de propósitos educacionais, o método não descarta a necessidade de aulas “convencionais”.

Entretanto, a sua principal dinâmica ocorre a partir da discussão dos problemas, que é responsável pelo desenvolvimento dos estudos sobre um tema específico do currículo. A discussão dos problemas ocorre principalmente em sessões tutoriais, a partir da formação dos grupos tutoriais, que são, normalmente, constituídos por um professor Tutor e por 6 a 10 estudantes. Dentre esses estudantes, há a escolha de um para ocupar a função de coordenador e de outros dois para ocuparem a função de secretário de quadro e secretário de mesa. Após o coordenador e os secretários serem definidos, o problema a ser trabalhado é apresentado pelo tutor para todos os membros do grupo tutorial e, assim, inicia-se o processo de produção, apreensão, organização, gestão, representação e difusão do conhecimento. A dinâmica do método PBL é constituída, conforme explica Deslile (1997), por sete passos, que são responsáveis por orientar o grupo tutorial em direção à solução dos problemas (DESLILE, 1997; BOUD; FELETTI, 1998; DUCH; GROH; ALLEN, 2001; PINTO; BURNHAM; PEREIRA, 2009).

Conforme Ribeiro e Mizukami (2004) há diferentes maneiras de se implementar a PBL, porém em todas elas há um conjunto de atividades que partem da apresentação de um problema aos alunos, que organizam suas ideias em grupo, procurando compreendê-lo e solucioná-lo com o conhecimento que já possuem. A seguir destacam questões com base no que não compreenderam e planejam uma distribuição de tarefas visando esclarecê-las para, então, compartilhar com o grupo, integrando os novos conhecimentos, relacionando-os com o contexto do problema. Finalmente, realizam sua autoavaliação e a avaliação dos colegas e do processo vivenciado.

2.6.11. *Project-based Learning (Aprendizagem baseada em Projetos):* A Aprendizagem baseada em Projetos, do inglês *Project-based Learning* (PjBL), é um método de AA no qual, grupos de estudantes estão ativamente envolvidos em abordar ou resolver problemas e/ou situações reais da vida profissional. A vantagem desse método é que eles podem aprender a interagir uns com os outros e com a comunidade em torno deles, desenvolvendo habilidades, adquirindo conhecimento, desenvolvendo atitudes e comportamentos que lhes permitam lidar melhor em um cenário de trabalho, após a conclusão de seus estudos (POWELL; WEENK, 2003).

A aprendizagem baseada em projetos, preferencialmente interdisciplinares, surge em função da necessidade de uma mudança da prática pedagógica, centrada no professor, para estratégias e/ou métodos instrucionais de aprendizagem centrados nos estudantes. Na

PjBL, os estudantes constroem significados, atitudes, competências (FERNANDES; FLORES; LIMA, 2012). O método enfatiza o trabalho em equipe, a resolução de problemas e a articulação teórica e prática, através da realização de um projeto que culmina com uma solução, a partir de um problema real, articulada com o futuro contexto profissional (POWELL; WEENK, 2003).

A literatura é explícita quanto à diversidade de tipologias PjBL que curricularmente podem ser consideradas na prática (HELLE; TYNJALA; OLKINUORA, 2006):

- Exercício de projeto (*Project exercise*) – o projeto potencializa a aplicação do conhecimento já construído (tipologia frequente nos cursos de Engenharia);
- Orientação a projeto (*Project orientation*) - o projeto é central e, por isso, materializa uma outra concepção de estrutura e organização curricular, de que são exemplos a Universidade de Aalborg na Dinamarca ou o Olin College of Engineering nos Estados Unidos da América;
- Abordagem de projeto (*Project component*) – o âmbito do projeto é mais alargado e pretende-se que se assumam uma natureza mais interdisciplinar e mais orientada a problemas reais.

A chamada “Abordagem de projeto” (*Project component*) caracteriza o modelo PjBL, desenvolvido nos últimos 15 anos, no Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho, Portugal (LIMA et al., 2017a), há 14 anos e 12 anos, respectivamente, nos Cursos de Engenharia Mecânica e de Engenharia de Produção da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília (VIANA et al., 2011; BALTHAZAR; da SILVA, 2010) e no Curso de Engenharia Biomédica do Departamento de Engenharia da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (CAMPOS; MANRIQUE; DIRANI, 2010), há 8 anos na Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo (PEREIRA et al., 2017), entre outras escolas de Engenharia brasileiras.

Na “Abordagem de projeto”, o desenvolvimento do projeto pode se dar ao longo do ano letivo ou de um semestre. É coordenado e gerido por uma equipe multidisciplinar, ou seja, inclui todos os responsáveis pelas disciplinas que darão suporte ao projeto, os tutores (docentes e/ou especialistas envolvidos). Segundo Fernandes, Flores e Lima (2012), os professores responsáveis pelas disciplinas, que dão apoio ao projeto, têm como principal função ensinar os conteúdos de apoio técnico ao projeto que facilitarão o desenvolvimento de competências planejadas para cada disciplina.



Os principais objetivos da aprendizagem baseada em projetos são (ALVES; MOREIRA; SOUZA, 2007):

- estimular a motivação dos estudantes;
- promover aprendizagem focada no estudante;
- fomentar o trabalho em equipe;
- desenvolver o espírito de iniciativa e criatividade;
- desenvolver capacidades de comunicação;
- desenvolver o pensamento crítico;
- relacionar conteúdos interdisciplinares de forma integrada.

O envolvimento neste processo de ensino e de aprendizagem proporciona o desenvolvimento de competências essenciais para o futuro engenheiro, como, por exemplo:

- resolver problemas,
- apresentar resultados,
- gerir e liderar pessoas,
- desenvolver pensamento crítico,
- planejamento e organização,
- comunicação interpessoal,
- criatividade, entre outros.

2.6.12. Scenario-based Learning (Aprendizagem baseada em Cenários): A Aprendizagem baseada em Cenários, do inglês *Scenario-based Learning* (SBL) é um método instrucional de AA amplamente explorado em áreas de conhecimento como a Medicina e a Educação e consiste na concepção de situações hipotéticas associadas à prática profissional, prevendo a apresentação de soluções para as mesmas (ERRINGTON, 2011; SORIN, 2013). Perante o cenário existente, espera-se que os estudantes assumam diferentes papéis ou abordem diferentes pontos de vista, sendo o objetivo principal a mobilização de um conjunto de recursos (por exemplo, conhecimentos) para a resolução de um determinado problema.

Nesse sentido, a Aprendizagem baseada em Cenários é um método que permite o desenvolvimento de competências por parte dos estudantes. Essas mesmas competências têm de ser definidas em função da prática profissional (ERRINGTON, 2011) e, conseqüentemente, no contexto da disciplina em que se insere, para cumprir com o propósito da aprendizagem. Em outras palavras, na concepção do cenário é fundamental mapear quais as competências que se esperam que os estudantes desenvolvam. Dessa forma, torna-se também possível avaliar as mesmas, em função do processo e do resultado apresentado pelos estudantes.

Este não é, ainda, um método de AA utilizado expressivamente nos cursos de Engenharia (THOMSEN et al., 2010; BARTEL; FIGAS; HAGEL, 2014; SAUD et al., 2017; SERB; SERB, 2019), mas que tem grande potencial para ser utilizado em currículos e disciplinas com foco na formação por competências.

2.6.13. Service-based Learning (Aprendizagem baseada em Serviços Comunitários): A Aprendizagem baseada em Serviços Comunitários, do inglês *Service-based Learning* é um método de AA que sugere uma integração entre a instituição de ensino, a comunidade e os estudantes, estabelecendo uma relação entre a prestação de serviços comunitários e a construção de conhecimento acadêmico (TSANG, 1999; FELTEN; CLAYTON, 2011; PIAZZA et al., 2019). Neste método, os estudantes se engajam em serviços sociais para atender determinadas necessidades da comunidade e têm a oportunidade de se apropriar do conhecimento científico sobre esses problemas, além de desenvolverem o senso de responsabilidade civil.

Sobre o uso de métodos como Casos de Ensino, PBL, PjBL e SBL no ensino híbrido, acreditamos que podem ser utilizados com pequenas ou nenhuma adaptação. Cada dia que passa, as plataformas oferecem mais recursos que possibilitam trabalho em equipe e condições de trabalho no modo online que permitem interação de qualidade entre os estudantes. Obviamente, os professores devem ter sempre em mente que ao planejar um ambiente de aprendizagem no modo híbrido (ou online), os estudantes precisam ter as condições apropriadas para atuar nesses ambientes a partir de seus espaços de estudo.

2.7. Aprendizagem Ativa e Formação por Competências: um par natural

Aprendizagem Ativa e Educação em Engenharia constituem um par natural. Da mesma forma, estratégias e métodos de Aprendizagem Ativa e a formação por competências formam um par natural. Afinal, o engenheiro deve ser educado para conceber, projetar, inovar e construir soluções para problemas do mundo real. Originalmente, o ato de educar, em engenharia, costumava ter ligações muito estreitas com a sua prática, mas de forma gradual a educação em Engenharia passou a ser mais e mais baseada na teoria (GRAAFF; CHRISTENSEN, 2004). Infelizmente, ainda nos dias de hoje, a pedagogia dominante para a Educação em Engenharia no Brasil ainda tem sido “o giz e o discurso”, apesar de toda a pesquisa em Educação em Engenharia que demonstra a sua ineficácia.

Nos últimos vinte anos, em muitos países esta tendência tem sido revertida. Acreditamos que as novas DCNs são uma oportunidade ímpar para que, de uma vez por todas, mais cursos tenham seus currículos concebidos para uma formação por competências, o que inevitavelmente demanda a incorporação das estratégias e métodos de Aprendizagem Ativa para que estes currículos sejam, de fato, executados na sua essência.

3. FORMAÇÃO POR COMPETÊNCIAS, OBJETIVOS EDUCACIONAIS E RESULTADOS DE APRENDIZAGEM

As novas DCNs trazem de forma explícita as características gerais do perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia e relacionam as competências gerais a serem proporcionadas aos egressos ao longo de sua formação. Além disso, estabelecem no Art. 6º que:

O curso de graduação em Engenharia deve possuir Projeto Pedagógico do Curso (PPC) que contemple o conjunto das atividades de aprendizagem e assegure o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso (Brasil, 2019)

O desenvolvimento de competências aparece como o elemento orientador do Projeto Pedagógico do Curso (PPC). Assim, o perfil do egresso está relacionado com a área de atuação do futuro profissional, sendo traduzido por meio de competências gerais e específicas a serem adquiridas ao longo do curso, que por sua vez definem as habilidades e conteúdos concernentes com as unidades curriculares (CN-DCNs, 2020).

Também está explícito nas DCNs que “deve ser estimulado o uso de metodologias para aprendizagem ativa de forma a promover uma educação mais centrada no aluno”.

Nesse sentido, o planejamento do currículo pressupõe definir objetivos educacionais para cada uma das unidades que o compõem, tendo em vista ganhos em conhecimentos, habilidades e atitudes.

Rufino e colaboradores (2020) discutem o conceito de objetivo educacional e é interessante trazer para este âmbito algumas concepções de currículo resgatadas por eles, como a de Tyler, de 1949 (WRAGA, 2017), que declara que se deve partir da realidade na qual o currículo se insere e definir “filtros psicológicos e filosóficos” para o desenvolvimento do aprendiz, sendo os objetivos educacionais definidos,

por sua vez, com base nas mudanças esperadas ao final do processo. Assim, estabelece as seguintes etapas para consecução do currículo: (i) definição dos objetivos; (ii) escolha de experiências; (iii) organização dessas experiências para que possam ser aplicadas (iv) verificação da efetividade das experiências. Os objetivos necessariamente deveriam definir um conteúdo e comportamento específico a ele relacionado.

De acordo com Rufino e colaboradores (2020, p. 7), as críticas relacionadas a essas ideias nas décadas de 70 e 80 são devidas ao “seu foco no currículo e na eficácia das experiências de aprendizagem” uma vez que, na própria concepção de Tyler, os resultados obtidos com as avaliações precisavam ser reprodutíveis.

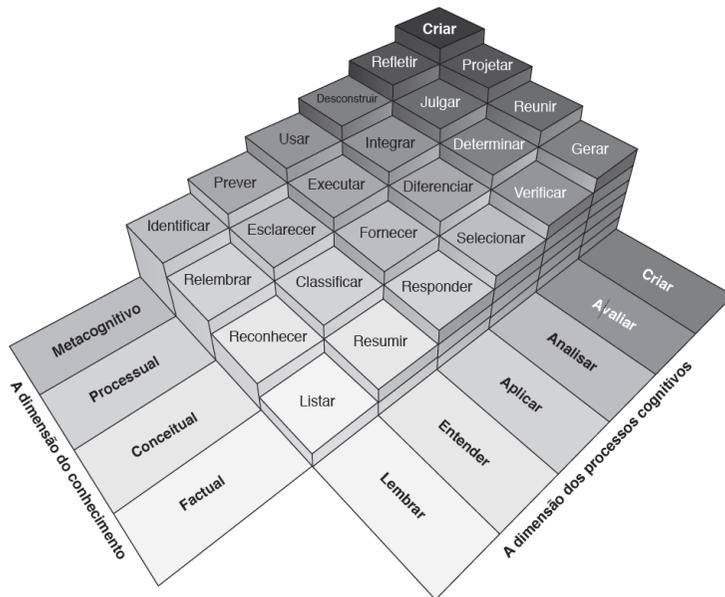
Apesar dessas críticas, tal concepção de objetivo educacional teve repercussão. Na década de 1950, Bloom e colaboradores criaram classificações de objetivos educacionais baseadas nos domínios cognitivo, afetivo e psicomotor. No que se refere ao domínio cognitivo, conceberam um modelo de classificação partindo de níveis mais simples para mais complexos, definidos e ordenados de tal forma que pudessem ser adaptados no contexto do currículo ao se definir objetivos para alcançar esses níveis de maneira sucessiva. Os níveis estabelecidos originalmente são representados de forma simplificada por seis categorias: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação. O resultado desse trabalho ficou conhecido como “Taxionomia de Bloom” e foi usado por muitos educadores como instrumento para auxiliar o planejamento do que se entendia na ocasião como objetivos de aprendizagem, definindo a escolha de conteúdo específico, métodos e estratégias de ensino e aprendizagem e instrumentos de avaliação. (FERRAZ & BELHOT, 2010; ELMÔR-FILHO et al., 2019; RUFINO et al., 2020).

3.1. A Taxionomia de Bloom revisada

A Taxionomia de Bloom passou por uma atualização no ano de 2001 sob a supervisão de Anderson e Krathwohl tendo em vista descrever os níveis com foco nos resultados de aprendizagem, utilizando verbos para expressarem as ações esperadas dos estudantes ao final de cada etapa do processo educacional. Além disso, com a revisão ficou mais compreensível o que pode ser realizado em termos de conhecimento. Isso se tornou possível criando-se uma segunda dimensão relacionada a níveis de conhecimento, desta vez identificada por substantivos. Assim, os substantivos definem a base da dimensão conhecimento e os verbos definem a dimensão relacionada aos processos cognitivos. Os verbos de ação originais da Taxionomia de Bloom foram inseridos como os níveis

que relacionam as duas dimensões, conforme mostra a Figura 2. Os diferentes níveis relacionados às duas dimensões são explanados nos Quadros 1 e 2 (FERRAZ e BELHOT, 2010; ELMÔR-FILHO et al., 2019).

Figura 2 - Natureza bidimensional da Taxionomia de Bloom Revisada.



Fonte: ELMÔR-FILHO et al. (2019).

Quadro 1 - Descrição das categorias da Dimensão Conhecimento.

Dimensão Conhecimento	Descrição
Factual	Relativo aos conhecimentos básicos que o estudante deve ter para realizar e resolver problemas. Refere-se aos fatos que não precisam ser entendidos ou combinados, apenas reproduzidos como apresentados. Por exemplo: conhecimentos da terminologia; de detalhes e elementos específicos.

Conceitual	Associado à correlação dos elementos básicos do conteúdo em um contexto mais elaborado. Após a abordagem de elementos simples, incluindo esquemas e modelos, neste nível eles precisam ser conectados. Formar uma compreensão é mais importante do que aplicar o modelo. Por exemplo: conhecimentos de classificação e categorização; de princípios e generalizações; de teorias, modelos e estruturas.
Processual	Relacionado ao “saber fazer” utilizando métodos, critérios, algoritmos e técnicas. Início do conhecimento abstrato. Por exemplo: conhecimento de conteúdos específicos e habilidades; de técnicas específicas e métodos; de percepção de como e quando usar um procedimento específico.
Metacognitivo	Relativo à capacidade de monitorar e regular a amplitude e profundidade dos próprios processos cognitivos e com isso ter consciência dos conhecimentos consolidados. Uso de conhecimentos já construídos para resolução de problemas e/ou a escolha do melhor método, teoria ou estrutura para tal. Por exemplo: conhecimento estratégico; sobre contextos preferenciais e situações de aprendizagem; autoconhecimento.

Fonte: Adaptado de Ferraz e Belhot (2010).

Neste ponto, é importante fazer um parêntesis. De acordo com Pacheco, citado por Mesquita (2015, p. 62), na perspectiva da organização do currículo por competências, ocorreu uma mudança conceitual de “objetivos” para “resultados de aprendizagem” (*learning outcomes*) por ocasião das transformações pedagógicas suscitadas pelo Processo de Bolonha. Isso pode ser explicado pelo fato de que quando nos referimos a resultados de aprendizagem implica em estudarmos quais as condições, capacidades, recursos, estratégias e métodos de aprendizagem são necessários para desenvolver as competências técnicas ou transversais (MESQUITA, 2015).

Quadro 2 - Descrição das categorias da Dimensão Processo Cognitivo de Aprendizagem.

Processo Cognitivo	Descrição
--------------------	-----------

Lembrar	Relacionado a reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos. Reconhecer requer distinguir e selecionar uma determinada informação; reproduzir ou recordar implica no resgate de informação memorizada. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: reconhecendo e reproduzindo.
Entender	Relacionado a estabelecer uma conexão entre o conhecimento novo e o construído. A informação é entendida quando o estudante é capaz de traduzi-la de forma correta conforme sua compreensão. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: interpretando, exemplificando, classificando, resumindo, inferindo, comparando e explicando.
Aplicar	Relacionado a executar ou usar um procedimento em uma situação específica ou abordar a aplicação de um conhecimento em uma situação nova. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: executando e implementando.
Analisar	Relacionado a dividir a informação em partes de maior ou menor relevância e entender a relação entre elas. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: diferenciando, organizando, atribuindo e concluindo.
Avaliar	Relacionado a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: verificando, julgando, refletindo.
Criar	Significa originar uma nova visão, ou solução, utilizando conhecimentos e habilidades já construídos, e a percepção da interdisciplinaridade e da interdependência de conceitos. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: generalizando, projetando e produzindo.

Fonte: Adaptado de Ferraz e Belhot (2010, p. 9).

Elmôr-Filho e colaboradores (2019) e Ferraz e Belhot (2010) explicam como fazer o planejamento de unidades curriculares baseado nos resultados de aprendizagem.

Um exemplo de uso da taxonomia para descrever os resultados de aprendizagem (RA) de um módulo de uma unidade curricular é fornecido no Quadro 3. O exemplo refere-se ao planejamento dos resultados de aprendizagem para o módulo “União Soldadas” de uma disciplina denominada “Elementos de Máquinas”.

Quadro 3 - Exemplo de aplicação da Taxionomia de Bloom Revisada.

Dimensão Conhecimento	Dimensão Processo Cognitivo de Aprendizagem					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Factual	RA 1		RA 1			
Conceitual	RA 2		RA 2			
	RA 3		RA 3			
			RA 4			
Processual			RA 4	RA 4	RA 5	
Metacognitivo					RA 5	

Fonte: Autores.

A descrição de como pode ser alcançado o resultado de aprendizagem muitas vezes é realizada de forma simplificada em planos de curso:

- Ao término do módulo, o estudante deverá ser capaz de compreender como os conceitos da Mecânica dos Sólidos são aplicados a uniões soldadas, em particular, com soldas de filete e dimensionar juntas sob torção e flexão a partir de esforços estáticos e de fadiga.

A proposta poderia ser melhor detalhada utilizando os verbos que definem os diferentes níveis da Taxionomia de Bloom para o processo cognitivo. Além disso, o uso de verbos no gerúndio possibilita compreender como será alcançado o resultado.

Assim, os resultados de aprendizagem (RA) ficam:

(1) **reconhecer** informações necessárias para o dimensionamento de soldas de topo e de filete sob cargas paralelas e transversais, **identificando** os parâmetros físicos e geométricos e **utilizando** essas informações na solução de problemas simples.

(2) **compreender** as limitações da aplicação de conceitos da Mecânica dos Sólidos às junções soldadas, **esclarecendo** e **utilizando** materiais, procedimentos e normas adequados à cada situação.

(3) **dimensionar** juntas soldadas em torção ou flexão sob cargas estáticas, **observando** os procedimentos, materiais e segurança do projeto.

(4) **analisar** diferentes possibilidades de carregamento, se simples ou combinado, se estático ou dinâmico, **escolhendo** uma situação-problema para exemplificar e **sugerindo** uma possível de solução para o problema.

(5) **avaliar** situações-problema relacionadas a produtos ou aplicações comerciais ou industriais, **resolvendo** o problema proposto e **emitindo** parecer sobre a respectiva solução proposta.

O resultado de aprendizagem 1 remete aos conteúdos básicos da Mecânica dos Sólidos aprendidos previamente. Deste modo pode-se utilizar a sala de aula invertida como estratégia de diagnóstico do conhecimento específico do aluno e a partir dos resultados decidir as atividades que podem ser usadas para desenvolver a habilidade de aplicar os conceitos no caso de juntas soldadas. Isso pode ser feito de forma colaborativa ou individual, presencial ou digital, a depender dos recursos disponíveis.

O resultado de aprendizagem 4 deve ser realizado em ambiente digital, porque este permite uma pesquisa sobre possíveis situações-problema. O estudante precisará relacionar as informações apreendidas até esse ponto acerca das solicitações e esforços na junta com cada situação-problema pesquisada e decidir qual usará como exemplo. Também precisará desenvolver uma proposta de solução a ser postada em um fórum para avaliação pelos pares. Isso pode ser feito de forma colaborativa ou individual. Se colaborativa, pode-se usar também uma ferramenta de videoconferência para decidir sobre a situação a ser disponibilizada. O estudante precisará aplicar os conhecimentos apreendidos para analisar as situações-problema, o que demanda um conhecimento processual.

Deve-se observar a sequência apresentada no Quadro 3 para a dimensão Conhecimento ao aplicar para os resultados de aprendizagem. Já a dimensão Processo Cognitivo, permite uma flexibilidade, por exemplo, alterando a posição do nível “Aplicar”.

Este procedimento facilita o planejamento das aulas/disciplinas (i.e., traçar a metodologia das aulas, a escolha das estratégias e métodos de aprendizagem ativa e os instrumentos de avaliação) para que sejam desenvolvidas as competências almeçadas.

3.2. Avaliação por competências

Para introduzir a discussão sobre avaliação por competências nos cursos de Engenharia se faz necessário resgatar a definição para competência já apresentada na introdução: “*Competência* refere-se à capacidade de mobilizar recursos (conhecimentos prévios, experiências, representações e outros) em uma determinada situação-problema que se encontra circunscrita a um contexto, podendo ser educativo, profissional ou social (ZARIFIAN, 1999; LE BOTERF, 2005; KETELE, 2006)”.

Sendo assim, tanto os responsáveis pela organização dos ambientes de aprendizagem, como o avaliador necessita identificar “famílias de situações-problema” que contribuam para o aprendizado relacionado aos conteúdos específicos.

Ketele (2006) aponta em seu trabalho duas formas de práticas avaliativas centradas em competências: (i) por meio de uma amostra de problemas a serem resolvidos; (ii) por meio de um objetivo que traduz uma competência mais geral, que, por sua vez, integra um conjunto de competências a serem apreendidas.

Consideramos que as duas formas apontadas permitem associar métodos de aprendizagem ativa, como a aprendizagem baseada em problemas (PBL), a aprendizagem baseada em projetos (PjBL), entre outras. A PjBL possibilita uma abordagem contínua ou pontual de avaliação e a qualidade da experiência de aprendizagem depende da qualidade da situação de integração planejada.

Tal percepção corrobora também o entendimento de Freitas (2020) sobre o resultado da avaliação ser fruto da motivação dos estudantes, inferindo-se nesse caso, estar também associada à qualidade da experiência de aprendizagem. Ainda segundo a autora, a avaliação é caracterizada por duas importantes ações: estabelecer critérios, abordagens, análises e desempenho desejado; e obter progresso, resultados e *feedbacks*.

De outro modo, avaliar uma abordagem centrada no desenvolvimento de competências depreende (i) escolher situações-problema significativas e (ii) definir critérios e indicadores (KETELE, 2006).

Um exemplo de situação-problema significativa pode estar relacionado à escolha de um tema para uma atividade de PjBL. Neste método de aprendizagem ativa, a competência é exercida em uma situação de integração durante o processo de desenvolvimento do projeto, ou seja, em uma situação complexa que envolve associação de

saberes de diferentes níveis de conhecimento e de importância e que pode resultar em um produto passível de avaliação.

Já a definição de critérios e indicadores pode ser realizada por meio de rubricas.

A avaliação por competência mediada por rubrica é pouco divulgada no Brasil e o termo rubrica ainda se apresenta muito restrito. De outro modo, em países do chamado “Primeiro Mundo”, desde a década de 80, tem havido um crescente interesse nessa forma de avaliação e o seu uso é corriqueiro (STEVENS; LEVI, 2005).

Como exemplo de procedimento que envolve avaliação por competências mediada por rubricas, adaptamos a proposta de Salerno (2020) e de Salerno e Freitas (2019) que aplica o planejamento de disciplinas no formato de Massive Open Online Courses (MOOCs). Assim, a abordagem por competência na oferta de disciplina presencial ou semipresencial para os cursos de Engenharia poderá envolver as seguintes etapas:

- i. Estabelecer o nome da disciplina e área de conhecimento da Engenharia a qual se aplica;
- ii. Pesquisar nas DCNs da Engenharia e no PPC a existência de informações sobre perfil ou competências do egresso associado à disciplina;
- iii. Conhecer como a disciplina se relaciona no conjunto das demais disciplinas do curso ao qual está inserida;
- iv. Optar por desenhar o resultado de aprendizagem com foco na formação de competência do aluno;
- v. Listar o conteúdo planejado – lembrar-se que os materiais didáticos têm ciclo de vida de informação e, portanto, precisam ser atualizados;
- vi. Estabelecer o conjunto de competências gerais que o estudante desenvolverá com o conteúdo listado;
- vii. Sumarizar, detalhando em blocos, como cada competência será alcançada;
- viii. Traçar as metodologias das aulas e o desenho do ambiente de aprendizagem, escolhendo as estratégias e os métodos de aprendizagem ativa a serem utilizados para alcançar os resultados de aprendizagem;
- ix. Desenhar a forma de avaliar, adotando a avaliação de competências mediada por rubrica.

As rubricas são conceituadas como guias ou escalas de avaliação, onde os níveis são definidos progressivamente em relação ao desempenho que uma pessoa demonstra sobre um determinado assunto

ou aprendizagem (STEVENS; LEVI, 2005). Cebrián (2007) complementa que a rubrica é uma matriz de avaliação, porque mostra informações sobre as competências esperadas de cada indivíduo em um processo, em conjunto com evidências que informam o que é preciso fazer para alcançá-las.

Um dos maiores desafios na mudança de paradigma educacional, reside em substituir a avaliação por provas, por uma avaliação formativa, que evidencie o aprendizado e o desenvolvimento do aprendiz a partir de seus produtos e suas atitudes (VOELCKER, 2012, p.117-118).

Cebrián (2000) afirma que a rubrica permite deixar compreensíveis as competências desejadas para o aprendizado dos estudantes e personalização por parte dos docentes. Fato que pode ocorrer no âmbito do grupo ou individualmente, que aos poucos vão aprendendo a identificar competências mais difíceis de alcançar. As rubricas são registros com critérios e dimensões a serem avaliadas em uma atividade, fazendo com isso atingir níveis de qualidade ou gradações e tipificando padrões de desempenho esperados (FREITAS, 2020).

A avaliação dos estudantes em uma abordagem por competências deve ser baseada em critérios, sendo que os critérios devem estar relacionados com os saberes (conhecimentos), saber fazer (habilidades) e saber ser (atitude).

Ludke (2003, p. 74) apresenta como características fundamentais para elaboração de rubricas, como: facilidade, objetividade, gradatividade, transparência, herança. Esta última, merece reflexão,

por exemplo, se o método de avaliação usado faz com que o estudante seja um mero repetidor de informações, a rubrica estará apenas ajudando a avaliar esses aspectos estabelecidos pelo método de avaliação escolhido (LUDKE, 2003, p. 74).

Del Pozo Flórez (2012, p. 63-64) descreve nove passos para criação de uma rubrica:

- i. Determinar que aprendizagem deve ser medida;
- ii. Determinar o tipo de rubrica: holística ou analítica;
- iii. Decidir níveis de avaliação para cada um dos critérios;
- iv. Descrever os níveis de desempenho específicos;



- v. Construir uma tabela que contenha os aspectos a serem avaliados;
- vi. Verificar se o instrumento é útil para medir aspectos para os quais foi projetado;
- vii. Imediatamente após o desempenho do aluno deve ser atribuído um nível adequado de aprendizagem;
- viii. Solicitar aos alunos que avaliem seu próprio desempenho com a rubrica;
- ix. Confrontar as avaliações de alunos e professor, tentando chegar a um acordo entre os pontos fortes e fracos do aluno (DEL POZO FLÓREZ, 2012, p. 63-64).

A rubrica holística ou global, conforme apresentada na Figura 3, avalia as conquistas (competitividade) em uma única dimensão e é suficiente para definir a qualidade do produto. Repete modelos já existentes e o *feedback* é limitado.

A rubrica analítica, apresentada na Figura 4, requer maior capacidade de elaboração por reduzir incertezas, dar transparência ao processo de avaliação, permitir que o aluno seja mais participativo e ativo, além de estimular com comentários construtivos (FREITAS, 2020).

Além disso,

- (i) propicia ao professor tornar o processo de dar notas mais eficiente, preciso, justo, confiável;
- (ii) proporciona uma avaliação uniforme e padronizada, mesmo se aplicada por professores diferentes;
- (iii) promove a melhora do desempenho e da nota dos alunos, uma vez que estes passam a saber no que devem focar seus esforços.

Figura 3 - Rubrica global do projeto de residência unifamiliar.

Projeto de residência unifamiliar				
Descrição	Insuficiente	Regular	Bom	Excelente
Percentual	25%	50%	75%	100%
1. Quantidade de informações do projeto				
2. Justificativa oral do projeto				
3. Pontualidade nas tarefas entregadas				
4. Cortes e elevações				
5. Uso da informação no projeto				

Fonte: Autores.

Figura 4 - Rubrica analítica.

Fórum: Competências a partir do uso de vídeo fragmento - Animação				
Critérios	Indicadores			
1.1 Abstração				
Apresenta dificuldades em entender a abstração.	Consegue fazer pelo menos duas correlações do vídeo ao tema em estudo.	Entende e faz as correlações propostas no vídeo e surpreende com novas ideias.		
1.2 Fomenta a sensibilização com respeito ao problema abordado				
Aborda que o vídeo não trata da competência.	Sabe sobre o problema abordado no vídeo, mas faz pouca relação sobre este.	O vídeo incentiva a conscientização sobre o problema e isso é mencionado, porém não consegue demonstrar consciência sobre a competência.	O vídeo incentiva a conscientização sobre o problema e isso é mencionado e os argumentos aumentam a conscientização sobre a competência.	
1.3 Argumentos da análise sobre experiência similar				
Sem argumentos que tenha vivenciado.	Há uma justificativa, mas não liga a evidência às conclusões ou o faz sem conhecimento da atividade em equipe.	Há uma justificativa que liga as evidências às conclusões, mas não é suficiente argumentar que exista evidências relatadas do ponto de vista da competência para o trabalho em equipe.	Há uma justificativa que liga as evidências às conclusões. Conceitos corretos suficientes e existência de evidências relatadas do ponto de vista da competência para o trabalho em equipe.	Há uma Justificativa que liga as evidências às conclusões. Conceitos corretos suficientes. Evidências explícitas e exemplos precisos.

Fonte: Autores

A Figura 5 apresenta um exemplo ilustrativo da construção de rubricas em uma planilha. Nesse caso, foram planejadas para a avaliação de um fórum com auxílio da ferramenta - CoRubrics¹. A plataforma permite a construção da rubrica com aspectos quantitativos e qualitativos, permitindo uma avaliação mais detalhada dos resultados de aprendizagem. Dessa forma é possível esclarecer ao estudante os resultados do processo de aprendizagem ativa, as necessidades de maximizar o tempo dedicado ao aprendizado, e promover a criatividade e o pensamento crítico. No caso dos professores, é possível observar o progresso da aprendizagem e adequar o ensino, propiciar ambiente de respeito e regular positivamente o comportamento dos estudantes. Um exemplo de uso da ferramenta CoRubrics é apresentado na Figura 3.3.

Freitas (2020) explica que a CoRubrics reduz a cinco as etapas de construção de uma rubrica:

- (i) determinar os resultados de aprendizagem (competências),
- (ii) identificar os elementos ou aspectos a serem avaliados,
- (iii) definir descritores, escalas e critérios (indicador e evidência),
- (iv) determinar os pesos de cada evidência, e
- (v) refletir sobre a rubrica projetada e seu impacto na aprendizagem - promovendo melhoria contínua.

Finalmente, a rubrica foca no sujeito e no seu processo de aprendizado. Além de mudar o conceito de avaliar - por sua transparência, ela possibilita ao estudante obter grau máximo na disciplina, porém, requer o aprendizado do professor no seu *design* e uso.

Vimos nesta seção que o planejamento do processo educacional é fundamental para uma abordagem por competências e para um currículo mais centrado no aluno conforme explicitado nas DCNs. Precisa ser delineado com cuidado e conformidade. Envolve a definição de objetivos gerais e específicos, a escolha de conteúdos, estratégias e métodos de aprendizagem ativa, estratégias e instrumentos de avaliação adequados. São recursos necessários para mensurar a aprendizagem, possibilitar ações corretivas e formativas e alcançar os resultados esperados. Na próxima seção, veremos como todos esses elementos são agregados para constituir um ambiente de aprendizagem.

¹ Trata-se de uma ferramenta virtual na qual é possível construir rubricas de avaliação por competência de maneira colaborativa - <https://www.corubrics.org/>



Figura 5 – Exemplo ilustrativo de uso da ferramenta CoRubrics.



Fonte: Autores.

4. CONTEXTOS/AMBIENTES DE APRENDIZAGEM PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS

O documento de apoio à implantação das DCNs (CNI, 2020, p. 19) e o Relatório Síntese da Comissão Nacional para Implantação das novas DCNs (CN-DCNs, 2020) não usam o termo ambiente de aprendizagem, e sim cenários ou espaços de aprendizagem, definidos como “espaços destinados às atividades educacionais e ao apoio para professores e profissionais envolvidos com a formação de estudantes”, permitindo que esses últimos vivenciem situações multidisciplinares e de organização e prática de trabalho em equipe. Tais espaços “devem permitir a realização de atividades práticas pelo estudante e servir de suporte às atividades complementares, de extensão e de pesquisa”, exemplificando, mas não limitando estes espaços ou as atividades como do tipo: (i) presencial, considerado convencional, na própria IES; (ii) virtual, por meio de tecnologias digitais de comunicação e informação; (iii) remoto, por meio de atividades práticas em laboratórios remotos; (iv) itinerante, que ocorre em vários locais ou campi; (v) colaborativo, viabilizado por parcerias convencionais, para atividades realizadas na IES.

De fato, a maioria das pesquisas relacionadas a ambientes de aprendizagem focam em suas características físicas ou em tecnologias utilizadas para criar ambientes de aprendizagem pessoais *online* sem considerar as inter-relações entre os espaços, as estratégias e métodos de aprendizagem, e o comportamentos dos estudantes (ACTON, 2018; CLEVELAND; FISHER, 2014).

De acordo com Bates (2021) um ambiente de aprendizagem deve incluir: (i) as características dos alunos; (ii) os conteúdos e objetivos; (iii) as habilidades, competências e as atividades de ensino-aprendizagem; (iv) o apoio ao aluno; (v) os recursos e facilidades; (vi) as estratégias de avaliação; e ainda, (vii) a cultura, na qual o ambiente de aprendizagem está inserido.

Bates (2021) se apoia no Glossário da Reforma Educacional (EDUCATION REFORM GLOSSARY, 2013), que define, de uma forma geral, ambientes de aprendizagem como “os diversos locais físicos, contextos e culturas em que os estudantes aprendem”.

O termo engloba também a cultura de uma escola ou de uma turma - os seus *ethos* e características, incluindo a forma como os indivíduos interagem e se tratam uns com os outros - bem como as formas

como os professores podem organizar um ambiente educativo para facilitar a aprendizagem. (EDUCATION REFORM GLOSSARY, 2013).

Tais formas de organizar um ambiente podem considerar espaços construídos especificamente para este fim ou não, espaços naturais, e utilizar diferentes tecnologias, de áudio, visuais, digitais. De fato, segundo Bates (2021), o aprendizado sucede de maneiras diferentes e em diversos contextos, e como não existe um ambiente ideal, existem inúmeras possibilidades de se planejar um ambiente adequado ao ensino.

Um ambiente de aprendizagem pode ser considerado adequado quando as suas várias dimensões contribuírem para que se atinja os resultados de aprendizagem e, por conseguinte, as competências ideadas, ou seja, que permita construir conhecimento, desenvolver habilidades e favorecer atitudes que contribuirão para o perfil do egresso.

Definidos os resultados de aprendizagem, deve-se planejar as estratégias formativas que permitam desenvolver as competências relacionadas e completar o desenho do ambiente de aprendizagem. Muitas vezes é um processo iterativo, que requer reflexão e redefinição desses resultados.

Deve-se prever ambientes de aprendizagem que possibilitem a implementação flexível de um leque de abordagens. Radcliffe *et al.* (2009, apud ACTON, 2018, p.2) classificam quatro formas de processos de ensino-aprendizagem: (i) didática, centrada no professor; (ii) ativa, centrada no aluno, (iii) discursiva, centrada em discussões e (iv) reflexiva, centrada na síntese individual de ideias, pensamento e reflexão. Todas as formas podem ser contempladas no mesmo ambiente de aprendizagem.

Consideraremos aqui essa visão mais ampla de ambiente de aprendizagem, de acordo com Bates (2021), em que denominações mais específicas como ambiente presencial, ambiente virtual de aprendizagem (AVA), ambiente híbrido estão incluídas.

4.1 Dimensões do ambiente de aprendizagem

Forneiro (2008) define quatro dimensões relacionadas ao ambiente escolar: (i) física, se refere ao aspecto físico do ambiente (se natural, construído, equipamentos, móveis e sua disposição no espaço); (ii) funcional, se refere às diferentes estratégias e métodos de aprendizagem possuem formas diversificadas de se aproveitar e maximizar o potencial

destes espaços; (iii) temporal, organização e uso do tempo planejado para o aprendizado. Espaços e tempo se inter-relacionam e; (iv) relacional, trata-se das relações entre os indivíduos no ambiente de aprendizagem.

Closs et al. (2021, p.2-4) investigaram ambientes de aprendizagem em suas dimensões física, pedagógica e psicossocial e como elas influenciam nas experiências de aprendizagem do estudante na Educação Superior. Segundo esses autores, a dimensão física “engloba a estrutura física, tecnologias, ferramentas e mobiliário” e “pode estimular ou inibir estratégias de ensino”. A dimensão pedagógica “relaciona-se às atividades, ferramentas, recursos, métodos, estratégias” e meios para facilitar a aprendizagem. A dimensão psicossocial “refere-se à origem ou resultados do comportamento humano” caracteriza-se por envolver questões relacionadas à motivação, envolvimento, satisfação pessoal, relacionamentos.

Concluíram que um ambiente de aprendizagem deve envolver estratégias para apoiar uma aprendizagem mais holística e que um currículo rígido e métodos de avaliação baseados em provas estimulam memorização e ansiedade e prejudicam a experiência de aprendizagem, assim como o desenvolvimento das competências do século 21, que envolvem habilidades como ter flexibilidade e adaptabilidade, ser criativo, e atitudes como autonomia, iniciativa, autodireção, liderança.

O Quadro 4 apresenta o resultado da integração das dimensões definidas por Forneiro (2008) e Closs et al. (2021). Adaptamos e usamos aqui, para exemplificar a descrição de ambientes de aprendizagem no âmbito de disciplinas de graduação.

Essas dimensões podem ser aplicadas em ambientes de aprendizagem em diversos contextos. Aqui utilizamos para exemplificar o contexto de uma disciplina relativo a um trabalho apresentado na Sessão Dirigida 4 do COBENGE 2020.

Em virtude da pandemia de COVID-19, no ano de 2020 houve a necessidade de suspensão das atividades letivas presenciais em várias partes do mundo e uma mudança emergencial para o ensino remoto. Nesse primeiro momento, denominou-se ensino remoto emergencial (ERE) à migração para o ambiente *online* “transferindo e transpondo metodologias e práticas pedagógicas típicas dos territórios físicos de aprendizagem” (MOREIRA; HENRIQUES; BARROS, 2020, p. 352).

Desse modo, incluímos as alterações realizadas no contexto dessas mesmas disciplinas em função da adoção do ERE.

A disciplina Produto e Serviço de Informação, é ofertada no sexto semestre do curso de Gestão da Informação, na Universidade Federal do

Paraná e apresenta como objetivo geral capacitar o estudante para o gerenciamento de projetos nessa área. Propicia o exercício de cidadania e possui caráter extensionista e interdisciplinar.

Quadro 4 - Quatro dimensões do ambiente de aprendizagem.

Dimensões	Descrição e questões orientadoras
física	Aspecto físico do ambiente (se natural, construído, equipamentos, tecnologias, ferramentas, móveis e sua disposição no espaço) Quais são os espaços de aprendizagem necessários ao ambiente de aprendizagem? Quais os elementos necessários aos espaços?
pedagógica	As diferentes estratégias e métodos de aprendizagem ativa e os meios para facilitá-las possuem formas diversificadas de aproveitar e maximizar o potencial destes espaços. Como o espaço físico é utilizado nas diferentes estratégias de aprendizagem ativa empregadas? Como as diferentes abordagens são integradas, inclusive a avaliação?
temporal	Organização e uso do tempo planejado para o aprendizado. Espaços e tempo se inter-relacionam. Como é dividido o tempo entre os espaços?
psicossocial	Origem ou resultados do comportamento humano e as relações entre os indivíduos no ambiente de aprendizagem, Há normas de uso do espaço? Quem são os facilitadores nesses espaços? Como promover a motivação? Como são organizados os grupos para as atividades? Como é a interação entre os indivíduos?

Fonte: Autores.

O planejamento do ambiente de aprendizagem da disciplina requer a captação prévia de um cliente real, preferencialmente, um órgão público ou OSIP para que os problemas deste cliente sejam discutidos e resolvidos no decorrer da disciplina.

Os resultados de aprendizagem são: planejar e elaborar produtos e serviços de informação; desenvolver habilidade para resolver problemas de informação com flexibilidade e adaptabilidade e criatividade, desenvolver atitude investigativa e ética.

As características do ambiente de aprendizagem em termos das quatro dimensões mencionadas anteriormente constam no Quadro 5.

Observa-se que o ERE, neste caso, é mais que uma deslocação de metodologias como sugerido por Moreira, Henriques e Barros (2020),

pois envolveu mudanças nas dimensões física, pedagógica e psicossocial que podem trazer contribuições futuras tendo em vista um espaço híbrido e não somente presencial.

Quadro 5 - Dimensões do ambiente de aprendizagem para Produto e Serviço de Informação.

Dimensões	Produto e Serviço de Informação	
	Presencial	ERE
física	Sala de aula física: laboratório de informática para construção, pesquisa e atividades do projeto – espaço da aula funciona como <i>coworking</i> .	<i>Home office</i> : Equipamentos individuais para acesso a ambiente virtual de aprendizagem - espaço da aula funciona como <i>coworking</i> virtual -equipes trabalham em salas virtuais.
pedagógica	Aulas teóricas e PjBL. Trabalho realizado em equipe com no máximo três componentes. Prever três encontros com o cliente: 1. apresentação do problema (2 horas) 2. seleção das alternativas propostas (2 horas), e discussão dos anseios do cliente e 3. Apresentação geral da solução e entrega do protótipo (4 horas).	Aula invertida e debate; conteúdos teóricos e PjBL. Trabalho realizado em equipe com no máximo três componentes. Prever três encontros com o cliente: 1. apresentação do problema (2 horas) 2. seleção das alternativas propostas (2 horas), e discussão dos anseios do cliente e 3. Apresentação geral da solução e entrega do protótipo (4 horas).
temporal	Carga horária de 30 horas para conteúdos teóricos e mais 30 horas de trabalho de campo com projeto.	Carga horária de 30 horas para conteúdos teóricos (aula invertida e debate) e mais 30 horas de trabalho de campo com projeto.
psicossocial	Os grupos são formados espontaneamente e a interação entre os alunos é realizada em encontros na sala de aula e fora dela.	Os grupos são formados espontaneamente e a interação entre os alunos é realizada em encontros nas salas virtuais e fora delas.

Fonte: Autores.

As características do ambiente de aprendizagem da disciplina Gestão Empresarial, tanto para o ensino presencial quanto para o ERE, são apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6 - Dimensões do ambiente de aprendizagem para Gestão Empresarial.

Dimensões	Gestão Empresarial	
	Presencial	ERE
física	Sala de aula - móveis, projetor, disposição em formato U; pesquisa e atividades do canteiro de obras - projetos, registros, documentos, câmera fotográfica, trena, EPI's.	<i>Home Office</i> . Equipamentos individuais para acesso a ambiente virtual de aprendizagem; sala virtual (<i>Google Meet, Zoom, Google Classroom</i>).
pedagógica	PjBL, casos de ensino, ferramentas e estratégias diversas; (i) filmes, vídeos, sites interativos, portais de notícias, redes sociais; (ii) presença de especialistas; (iii) sala de aula invertida; (iv) seminários.	PjBL, casos de ensino, ferramentas e estratégias diversas; (i) filmes, vídeos, sites interativos, portais de notícias, redes sociais; (ii) participação de especialistas; (iii) sala de aula invertida; (iv) seminários.
temporal	- Sala de aula física: abertura e introdução; discussões das proponentes nos grupos; - Canteiro de obras, agendadas com o tutor e com gerente da obra; o tempo depende da função da(s) visita(s), da disponibilidade de técnico.	Sala de aula virtual: abertura e introdução; discussões em grupo; trabalho em equipe; (i) uso de várias salas virtuais para o trabalho de pequenos grupos; (ii) discussão das proponentes nos grupos; (iii) trabalho em equipe; (iv) atividades extraclasse - filmes/ vídeos, leitura, pesquisa.
psicossocial	- Equipes formadas espontaneamente buscando-se a diversidade; interação social das experiências vividas; aprendizado coletivo com compartilhamento de conhecimento individual; - Canal de comunicação/ grupo de WhatsApp.	- Equipes formadas espontaneamente buscando-se a diversidade; interação social das experiências vividas; aprendizado coletivo com compartilhamento de conhecimento individual; - Regras para o uso da sala de aula virtual; - Momentos de escuta dos discentes.

Fonte: Autores.

A disciplina Gestão Empresarial mencionada é ofertada como componente curricular optativo do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará (UFPA), campus Belém. Apresenta como objetivo geral trabalhar competências relacionadas à gestão empresarial.

O planejamento do ambiente de aprendizagem da disciplina requer encontros presenciais em canteiro de obras para oportunizar vivências com situações-problema em empresas de construção civil. Deste modo, habilidades e competências necessárias para um engenheiro desempenhar um cargo de gestor podem ser potencializadas.

Os resultados de aprendizagem são: capacidade de solucionar problemas relacionados à gestão de obras; desenvolver pensamento crítico e capacidade de trabalhar em equipe, desenvolver atitudes como visão sistêmica, empatia, autonomia.

A falta de acesso ao espaço presencial no período de isolamento social resultou em perdas de aprendizado no que se refere às experiências com situações que ocorrem em um canteiro de obras e à oportunidade de contato com as pessoas *in loco*.

4.2 Aspectos do planejamento de ambientes de aprendizagem

Para apresentar os elementos de um ambiente de aprendizagem de âmbito mais geral, com o objetivo de desenvolver competências, utilizamos um mapa conceitual adaptado a partir da percepção de Bates (2021), que possibilita incluir múltiplas dimensões, níveis associados e o contexto cultural, Figura 6. As dimensões consideradas neste modelo são:

1. **Características do aprendiz**, que estão relacionadas aos seus (i) objetivos e expectativas; (ii) conhecimentos que o aprendiz já traz consigo; (iii) o fato de ser nativo digital ou não; (iv) diversidade; (v) contexto social;

2. **Conteúdos**, relacionados aos conhecimentos necessários para desenvolver as competências, são definidos a partir de: (i) resultados de aprendizagem; (ii) profundidade; (iii) organização; (iv) fontes de informação;

3. **Estratégias e métodos de aprendizagem ativa** são meios para se construir conhecimentos e podem ser definidos a partir de (i) resultados de aprendizagem; (ii) atividades previstas para se alcançar os resultados de aprendizagem;

4. **Apoio ao aprendiz**, suporte necessário para a consolidação do aprendizado e relações interpessoais: (i) *feedback* das atividades realizadas; (ii) orientação para o desenvolvimento das atividades; (iii) apoio de pares (outros estudantes); (iv) aconselhamento;

5. **Recursos**, dimensão relacionada a (i) tecnologias e (ii) facilidades; (iii) tempo; (iv) espaço, (v) assistentes;

6. **Avaliação**, verificação contínua do aprendizado, dimensão relacionada (i) aos objetivos da disciplina; (ii) ao processo de ensino-aprendizagem; (iii) aos resultados de aprendizagem; (iv) a proposta educacional do curso.

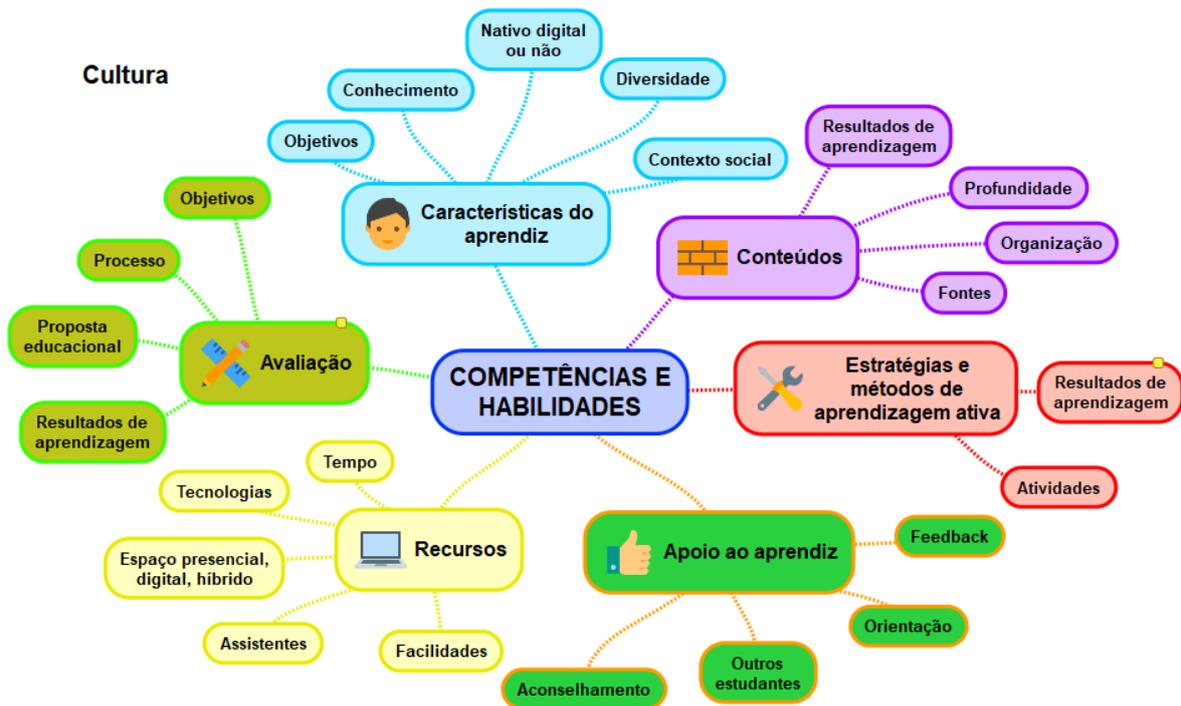
4.2.1 Ambiente de aprendizagem para uma abordagem PjBL

Os elementos apresentados na Figura 6 são utilizados para exemplificar um ambiente construído com foco na aprendizagem baseada em projetos (PjBL) em um modelo implementado na Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília. Neste modelo, um projeto integrador é desenvolvido no âmbito de disciplinas de diferentes cursos. É escolhido um projeto real de engenharia, com o objetivo geral de favorecer o desenvolvimento de competências, habilidades e atitudes ao longo de seu processo de solução utilizando recursos tecnológicos disponíveis e buscando meios para concretizar tais soluções, que são tarefas corriqueiras de qualquer equipe de engenheiros designada em uma empresa. Assim a solução do projeto requer: trabalho em equipe, gestão de projetos e de recursos, responsabilidade social, ambiental e econômica sobre o tema e ao mesmo tempo colocar em prática conhecimentos científicos e tecnológicos recém-apreendidos. É necessário criar um ambiente de aprendizagem que permita ao estudante vivenciar tais situações e com elas exercitar atitudes.

Para se criar um ambiente de aprendizagem que tenha essas características são descritos os seguintes elementos e ações de implementação:

1. Gestão do ambiente baseado na PjBL. Constituir a equipe multidisciplinar responsável (como sugestão, três professores);
2. Cultura. Levando em consideração os aspectos culturais, constituir uma organização engajada capaz de unir beneficiados pelo projeto – por exemplo, uma comunidade ou uma empresa, desenvolvedores e aprendizes – os estudantes -, e apoiadores – os docentes e assistentes;
3. Competências e habilidades. Definir o tema e captar um projeto real a ser solucionado que possua como foco desenvolver as competências, habilidades e atitudes requeridas como resultados de aprendizagem neste processo – características que permitam inovação tecnológica,

Figura 6 - Elementos de um ambiente de aprendizagem no âmbito do ensino por competências.



Fonte: adaptado de Bates (2021).

benefícios para a comunidade e possibilidade de captação de recursos para a execução contribuem para desenvolver competências específicas;

4. Conteúdos. Definir os conhecimentos básicos que darão sustentação ao projeto e definir as disciplinas com conteúdos relacionados a esses conhecimentos para que os estudantes matriculados nestas disciplinas sejam envolvidos e constituam as equipes multidisciplinares;
5. Características do aprendiz. Levar em consideração as características do aprendiz e procurar organizar uma equipe heterogênea em termos de conhecimentos e experiências pessoais (isso pode ser feito por meio de um formulário digital);
6. Estratégias e métodos. Desenhar o ambiente para o modelo PjBL definido e uma metodologia de projetos de engenharia;
7. Recursos. Antes do início do projeto levantar as necessidades e providenciar tecnologias de apoio, visitas técnicas, espaços físicos e digitais, tutoria, apoio técnico, recursos financeiros, se for o caso. Realizar o processo de projeto em um prazo de 12 a 15 semanas dentro do semestre letivo. Uma solução para contabilizar créditos e horário comum entre os estudantes das disciplinas envolvidas é ofertar uma disciplina de 2 créditos para a gestão e acompanhamento;
8. Apoio ao aprendiz. Promover *feedbacks* em pontos de controle do projeto. Promover a orientação e o aconselhamento sempre que solicitadas. Professores responsáveis pela gestão e das disciplinas envolvidas devem ser os orientadores. As equipes são autônomas e devem criar suas regras de convivência interna;
9. Avaliação. Desenvolver um plano de acompanhamento e avaliação dos resultados de aprendizagem (individual), dos resultados técnicos do projeto ao longo do processo de projeto (da equipe) e avaliação de pares.

4.2.2 Ambiente de aprendizagem em unidades curriculares de curso baseado em competências

O mapa conceitual mostrado na Figura 7 foi desenhado com inspiração na experiência relatada sobre a criação de cursos por competências no Insper e foi aqui utilizado para representar os elementos de um processo geral de construção de um currículo por competências, descritos a seguir.

1. Formação/ Contratação do corpo docente. Um ponto importante a ser considerado é a formação da equipe responsável pelo novo programa de curso: os professores devem se identificar com a proposta e estarem abertos a formas não tradicionais de ensino-aprendizagem;

2. Estratégias centradas no estudante. Devem ser previstas experiências de aprendizagem ativa de tal forma a colocar o estudante como centro do processo de ensino-aprendizagem;

3. Objetivos gerais do programa. Tais objetivos devem ser descritos por competências gerais. Uma forma de se chegar a eles pode ser construída por meio de estratégias de *design thinking*, por exemplo, e envolver todos os professores em dinâmicas organizadas com este fim;

4. Características do aprendiz. Devem ser consideradas de modo a se definir resultados de aprendizagem adequados;

5. Mercado de trabalho e *stakeholders*. Desempenham papéis importantes na definição do perfil do egresso quanto às expectativas de formação dos estudantes;

6. Recursos. Consistem dos meios necessários para a organização do ambiente de aprendizagem e envolve as tecnologias, espaço, tempo e apoio técnico e administrativo.

7. Processo de construção do currículo. Com os objetivos das disciplinas definidos, podem ser delineadas as competências específicas, e decididos os resultados de aprendizagem de cada unidade curricular;

8. Unidades curriculares. No que se refere ao ambiente de aprendizagem da unidade curricular, o mapa conceitual é apresentado na Figura 8. No desenvolvimento de competências, a Taxonomia de Bloom auxilia na definição dos resultados de aprendizagem e a adoção de rubricas permite estabelecer critérios e parâmetros para avaliar o processo de aprendizagem. As quatro dimensões do ambiente de aprendizagem apresentadas anteriormente estão contempladas de alguma forma nos elementos constituintes;

5. RELATO DE EXPERIÊNCIAS E EXEMPLOS DE INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO NA FORMAÇÃO POR COMPETÊNCIAS

Nesta seção, vamos apresentar experiências bem-sucedidas na formação por competências relacionadas às novas DCNs e os instrumentos de avaliação da aprendizagem que foram empregados para avaliar o desenvolvimento de competências por parte dos estudantes.

Esta seção dá ênfase às experiências que compuseram a sessão dirigida, às estratégias, aos métodos e aos instrumentos em ambientes de aprendizagem ativa que auxiliem no desenvolvimento e na avaliação das aprendizagens focadas no avanço de competências dos estudantes, no contexto das novas DCNs.

Figura 7 - Elementos de um ambiente de aprendizagem por competências no âmbito de um curso.



Fonte: Autores.

Figura 8 - Elementos de um ambiente de aprendizagem por competências no âmbito de uma disciplina.



Fonte: Autores.

A expectativa é que o relato dessas experiências vivenciadas em diversos contextos pelos autores deste capítulo estimule os docentes das Engenharias a adotarem novas práticas a partir das orientações das DCNs e subsidie o planejamento de um curso ou disciplina com estratégias e métodos de aprendizagem ativa e instrumentos de avaliação para a formação por competência.

5.1. Desenvolvimento e Avaliação de Competências em Contextos de Aprendizagem Ativa em Engenharia

Neste relato de experiência é apresentada uma reflexão sistematizada da investigação desenvolvida em dois contextos distintos: Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho através da Aprendizagem Baseada em Projetos Interdisciplinares (PBL – *Project Based Learning*) e no Mestrado em Gestão de Projetos de Engenharia, da mesma universidade, através da implementação da Aprendizagem Baseada em Cenários. Refletindo sobre o desenvolvimento e a avaliação de competências em contextos de aprendizagem ativa, necessariamente importa também alargar esta reflexão na direção do desenvolvimento profissional e formação docente.

5.1.1. Aprendizagem baseada em Projetos Interdisciplinares (PjBL)

No modelo PjBL, desenvolvido nos últimos 15 anos no Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho, Portugal (LIMA et al., 2017a), destacam-se três dimensões centrais:

- O foco no desenvolvimento de competências técnicas e transversais associadas às disciplinas de apoio direto ao projeto (MESQUITA et al., 2015; LIMA et al., 2017a);
- A interligação a contextos reais associados à prática profissional, a partir do desenvolvimento de projetos em parceria com empresas (LIMA et al., 2017b; LIMA et al., 2017c);
- A importância de refletir sobre a prática, através da pesquisa em Educação em Engenharia.

Na Universidade do Minho, esta última dimensão tem permitido a revisão e melhoria contínua do modelo PjBL ao longo do tempo, a partir da visão dos docentes, dos estudantes e das empresas. No final de cada projeto é fundamental analisar e refletir criticamente sobre a organização e gestão do projeto (por exemplo: acompanhamento aos grupos de alunos), a relação com as empresas envolvidas e, especialmente, o modelo de avaliação pela complexidade que a abordagem de projeto

interdisciplinar determina, pois são vários docentes a avaliar, em diferentes momentos, com concepções próprias de aprendizagem e de avaliação.

Por isso, a avaliação de competências exige, primeiramente, uma definição clara das competências a avaliar, dos instrumentos construídos tendo como referencial as competências que se pretendem avaliar (por exemplo, definição de rubricas), a definição dos momentos de avaliação e seus intervenientes. No entanto, torna-se essencial que o modelo de avaliação seja construído, discutido e reconhecido entre os docentes das disciplinas envolvidas no projeto e, necessariamente, com os estudantes.

5.1.2. Aprendizagem baseada em Cenários

Como mencionado anteriormente na Seção 2 deste capítulo, a Aprendizagem baseada em Cenários ainda não é utilizada expressivamente nos cursos de Engenharia. Contudo, recentemente, foi realizado um estudo no Mestrado em Gestão de Projetos de Engenharia da Universidade do Minho, em Portugal, com o objetivo de desenvolver e aplicar cenários como uma abordagem capaz de promover o processo de desenvolvimento de competências de comunicação em contextos de projetos de Engenharia (TINOCO, 2020). Dos resultados é possível identificar três dimensões centrais que importa aqui enfatizar:

- os cenários promovem, efetivamente, o desenvolvimento das competências esperadas e ainda ofereceram uma experiência de aprendizagem prática, ativa e participativa, a partir da necessidade de tomar decisões de forma fundamentada;
- a concepção dos cenários é, possivelmente, o aspecto mais desafiante, na medida em que exige um planeamento intencional e rigoroso, que seja capaz de articular as competências que se esperam desenvolver, o contexto para as desenvolver e ainda o instrumento para as avaliar;
- identifica-se neste método um enorme potencial por explorar, não só para o desenvolvimento das competências esperadas, mas também no que diz respeito à avaliação das mesmas, na medida em que se torna observável a mobilização dos conhecimentos, das experiências, dos valores, etc. na resolução de um problema que é trazido pelo cenário.

5.2. Ensino por Competências no Insper

O autor deste relato de experiência desenvolvida no Insper afirma que ensino orientado por competências em Engenharia deveria ser algo

natural, contudo, a verdade é que essa forma de propor, planejar e entregar cursos não é simples de realizar. Para tal, corpo docente do Insper buscou várias inspirações na literatura e modelos bem sucedidos internacionalmente para poder criar os seus cursos de graduação na área de Engenharia. Ensino orientado por competências ainda é algo que gera muita insegurança e discussão na comunidade de professores da área. Aqui será relatado como o processo foi realizado, as dificuldades e alguns resultados.

O processo de criação e implementação dos cursos de Engenharia do Insper (SOARES; ACHURRA; ORFALI, 2016) se deu com o apoio de educadores do Olin College of Engineering, cujas discussões já estavam avançadas sobre como formar engenheiros nos moldes de aprendizagem ativa por competências (SOMERVILLE et al., 2005). Docentes do Olin College colaboraram estreitamente com o corpo docente do Insper na concepção do currículo.

O início das interações com a equipe do Olin College foi justamente para estabelecer quais seriam os grandes objetivos do novo programa e descrever esses objetivos como competências a serem desenvolvidas. Com a primeira proposta de quais competências seriam o foco, foram pensados pesos para elas.

A pesquisa para o perfil do egresso apontou a necessidade da formação dos estudantes para o mercado de trabalho, assim foi o setor da indústria o aporte que orientou os programas do Insper. A maioria das empresas concordava sobre a boa formação técnica dos engenheiros, mas indicava a dificuldade dos novos engenheiros para trabalhar em uma equipe, para se comunicarem claramente, para entenderem que os diversos contextos influenciavam muito nas decisões, dentre outros pontos.

O entendimento, então, era de que seria fundamental definir uma proporção do quanto nos cinco anos de curso se deveria dedicar para desenvolver a competência nos estudantes, o que resultou no consenso de que, para as seis competências selecionadas, aproximadamente 50% do curso seria para desenvolver as competências técnicas e o restante para as outras competências, mais relacionadas a 'soft skills'.

Com base nessas definições foram criadas as disciplinas, orientadas por resultados de aprendizado, novamente focados nas competências e com estratégias de aprendizagem ativa, em especial, baseada em projetos (PjBL - *Project Based Learning*).

Com o curso sendo basicamente um curso "mão na massa", os estudantes demonstram experiências agradáveis de aprendizado e a percepção dos professores é de que eles aprendem. Mas para validar os

processos de avaliação é adotado o uso de rubricas. As rubricas são expostas aos estudantes, que assim compreendem seus avanços e onde não foram capazes de demonstrar que aprenderam, e os professores, com isso, conseguem acompanhar e se assegurar dos resultados do sistema de avaliação.

Também serve como avaliação os resultados do Trabalho de Conclusão de Curso, totalmente orientado a problemas reais da indústria, em que estudantes desenvolvem os projetos em parceria com empresas. Nestas interações, muitas empresas convidam estudantes para estagiar ou mesmo para trabalhar, sendo contratados por elas. Finalmente, alguns estudantes demonstram segurança suficiente para empreender, confirmando bons resultados dos cursos do Insper, em que se adotou o ensino por competências.

5.3. Modelagem por Competência de Disciplina: Relato de Experiência em Produto e Serviço de Informação

Neste relato de experiência, a autora apresenta a modelagem por competência de uma disciplina. A abordagem por competência considera o conjunto de qualificações que a pessoa tem para executar um trabalho, com um nível superior de desempenho (FREITAS, 2003).

A disciplina em questão, Produto e Serviço de Informação, de 60h, apresenta características interdisciplinares e é oferecida no sexto semestre do curso interdisciplinar de Gestão da Informação, na Universidade Federal do Paraná e por não apresentar pré-requisito pode ser cursada por alunos dos diferentes cursos da Instituição. Esta disciplina é oferecida desde 2007, modelada por competências desde 2009 e se apresenta como um desafio constante a cada oferta.

5.3.1. Definição de competências

As competências desenhadas na disciplina partem da orientação existente no Projeto Pedagógico do Curso (PPC) sendo determinadas: conhecimento – saber planejar e elaborar produtos e serviços de informação (gerenciar); habilidade para resolver problemas de informação com flexibilidade e adaptabilidade (desenhar e redigir conteúdo para ingressar no mercado profissional) e atitude – desenvolver espírito criativo e investigativo (despertar para as novas oportunidades de produtos e negócios com ética profissional).

5.3.2. Desenvolvimento de competências

Na definição do objetivo geral na ementa consta “capacitar os alunos para a elaboração e planejamento do projeto de serviço e produto (informacional e conceitual), com detalhamento do escopo, atividades, tempos, entre outros”. Assim, o foco do objetivo deixa de ser o conteúdo e passa a ser o estudante.

A carga horária de 60 horas de atividades é dividida com 20% em educação a distância, 20% pesquisa e coleta de dados com o cliente e o restante, teoria e projeto, este último é construído no ambiente de sala que funciona de forma similar a um *coworking*. Em grupos de três, a cada encontro, já com o conhecimento das etapas do projeto com base no estudo prévio da teoria, é realizada a divisão de atividades entre os integrantes e avaliada a necessidade de contactar o cliente.

No primeiro encontro explica-se o formato da avaliação, por competências, e o uso das rubricas para avaliação das atividades conferindo transparência ao processo de ensino-aprendizagem.

Na Figura 9 é apresentado um recorte da disciplina no AVA Moodle acerca da temática “Criatividade e Inovação”, no escopo da disciplina, desenhada com atividades e forma de avaliação por rubrica.

Figura 9 – Recorte do AVA Moodle – Assunto, Atividade e Avaliação.

Criatividade e Inovação

A compreensão do que é a criatividade, como ela é importante para geração de riquezas de uma nação - inovação - é a temática desta aula.

Ao final da temática, você deverá entender que ter ideias não torna ninguém genial ou bem-sucedido. Todos nós temos a capacidade de gerar uma enorme quantidade de novas ideias.

- [LIVRO]: “De onde vêm as boas ideias” Steven Johnson
- [VÍDEO]: “De onde vêm as boas ideias” Steven Johnson
- [TED-PALESTRA] sobre a temática do livro “De onde vêm as boas ideias”
- [PALESTRA PROF SARITA]
- [VÍDEO]: UbatubaSat - Uma Jornada de Conhecimento
- Forum - De onde vem as boas ideias!!!
- [ATIVIDADE 01 - PARTE 1] Análise do documentário "UbatubaSat"
- [ATIVIDADE 01 - PARTE 2]: Casos de Inovação e Criatividade
- [ATIVIDADE 01 - RUBRICA]: Critérios de avaliação

Fonte: FREITAS (2020)

A criatividade é trabalhada a partir da geração de ideias, do conceito e das características de produto e serviço de informação, gestão e desenvolvimento de produtos.

Na disciplina, a mediação pedagógica é a opção adotada e que orienta as ações direcionadas que possibilitam a construção do conhecimento a partir do ensino-aprendizado dos elementos do conteúdo. A cada oferta, o conhecimento é apreendido a partir da captação da realidade – uma unidade pública ou organização não governamental é convidada a ser o objeto de estudo dos participantes. Previamente os problemas de informação são identificados e mapeados em conjunto com o gestor da unidade.

5.3.3. Avaliação de competências

Para ilustrar, o tema é modelado com ênfase na Taxionomia de Bloom – do mais fácil para o mais complexo – trabalha o recordar, entender e aplicar. A avaliação pela rubrica permite conhecer a capacidade de escrita, compreensão textual (recordar) e visual (vídeo), entender e interpretar o texto e, finalmente, aplicar com a correlação das diferentes estratégias, conforme apresentado na Figura 10.

As estratégias pedagógicas são escolhidas com base na Taxionomia de Bloom, sendo usadas a sala de aula invertida e dinâmicas que promovem uma aprendizagem ativa. A partir do quinto encontro, a aprendizagem baseada em problema é assumida, pois diante de um problema real os alunos passam a conversar direto com o cliente e devem entregar um protótipo de produto ou serviço de informação que promova uma solução para uma situação problema apresentada.

O formato da sala como *coworking* é autogerida pelos alunos, o professor faz a mediação e dirige as atividades segundo os planos de entrega para o cliente. Todas as ações pedagógicas são direcionadas e aplicadas em um projeto interdisciplinar em equipe que permite aferir as competências a serem adquiridas ao finalizar o curso.

Os resultados e testemunhos estão publicados por meio de *release* no *site* da universidade e podem ser buscados pelos termos “gestão da informação” ou “produtos e serviços”. Importante destacar que a escolha das instituições adota os critérios de ser pública ou finalidade social como organização da sociedade civil de interesse público (OSCIP), por exemplo, a Prefeitura, com serviço 156, o Museu e Jardim Botânico de Curitiba.

As atividades e suas respectivas rubricas de avaliação ficam disponíveis no repositório do Moodle. As evidências das rubricas apontam como a atividade será avaliada, ou seja, o desempenho

desejado é transparente e cabe ao aluno se dedicar para obter o máximo da disciplina com a entrega de seu protótipo ao cliente.

A disciplina se caracteriza, portanto, como um experimento que associa prática e teoria na formação acadêmica aliada ao mercado. A inclusão de estratégias de aprendizagem ativa e avaliação por competências contribuem para uma formação mais holística e inclusiva, em que o estudante se torna capaz de questionar a realidade, buscar soluções aos problemas, gerir estrategicamente os recursos de informação e tecnologia utilizando o pensamento sistêmico, a análise crítica e o trabalho colaborativo.

5.4. A Formação por Competências por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas: Experiência com Alunos de Graduação em Engenharia Civil da UFPA.

Este relato de experiência se refere ao estudo conduzido na disciplina TE02133-Gestão Empresarial, ofertada como componente curricular optativo do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará (UFPA), campus Belém. A turma era composta por 48 alunos e o período de aulas durou, aproximadamente, oito semanas entre abril e junho de 2016. A metodologia utilizada na disciplina foi a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).

5.4.1. Definição das Competências

A aplicação do método ABP buscou potencializar nos alunos as oito competências gerais propostas nas novas DCNs para os cursos de Engenharia no Brasil (BRASIL, 2019). A partir delas, focou-se em consolidar as seguintes competências específicas, traduzidas em habilidades, alinhadas com os resultados de aprendizagem da disciplina:

1. Habilidade de solucionar problemas;
2. Capacidade crítica;
3. Visão sistêmica de soluções;
4. Trabalho em equipe;
5. Comunicação.

Essas competências objetivam potencializar habilidades técnicas e holísticas nos estudantes, tornando o profissional egresso mais adaptado aos cenários, situações e relações sociais que o mercado de trabalho estabelece. A palavra “potencializar” está relacionada a “aperfeiçoar/melhorar aquilo que já existe” (NEVES, 2005).

Figura 10 – Rubrica de avaliação por competência – Criatividade.

1. Qualidade do texto do trabalho		
1 A estrutura do texto é deficiente; Não apresenta as ideias de forma concisa e clara; Falta coerência e coesão, o que dificulta a compreensão.	2 A estrutura do texto é boa; Apresenta as ideias de tal forma que a compreensão não é prejudicada, mas a coerência e coesão podem ser melhoradas.	3 A estrutura do texto é excelente; Apresenta as ideias de forma concisa, clara, com coerência e coesão.
2. Conteúdo explorado do livro		
1 Até 2 padrões favoráveis à criatividade foram apresentados.	2 Entre 3 e 5 padrões favoráveis à criatividade foram apresentados.	3 Mais de 5 padrões favoráveis à criatividade foram apresentados.
3. Conteúdo explorado do vídeo		
1 O conteúdo do vídeo foi minimamente explorado, impossibilitando a compreensão do projeto.	2 O conteúdo do vídeo foi explorado, sendo possível compreender parcialmente o projeto.	3 O conteúdo do vídeo foi apresentado de forma clara e concisa, possibilitando a compreensão completa do projeto .
4. Conteúdo explorado do vídeo		
1 Até duas cenas/ situações do vídeo foram relacionadas com os padrões facilitadores da criatividade de forma adequada.	2 Entre 3 e 5 cenas/ situações do vídeo foram relacionadas com os padrões facilitadores da criatividade de forma adequada.	3Mais de 5 cenas/ situações do vídeo foram relacionadas com os padrões facilitadores da criatividade de forma adequada .

Fonte: FREITAS (2020)

O estudo considerou o aluno que já possui essas competências, contudo, desenvolvidas em escalas diferentes a partir das características subjetivas de cada indivíduo.

5.4.2. Desenvolvimento de Competências

A ABP foi trabalhada em ciclos de aprendizagem, de forma que cada ciclo era composto pela resolução de problemas empíricos, desenvolvidos pelo professor-tutor com o objetivo de potencializar competências específicas nos estudantes, que foram divididos em seis grupos de oito integrantes, cada. Antes e depois de cada ciclo, os alunos eram autoavaliados individualmente e pelo próprio grupo através de um formulário de avaliação do processo educacional, baseado no modelo proposto por Ribeiro (2015). O confronto de informações pré e pós exposição ao ciclo de aprendizagem possibilitou identificar quais competências foram potencializadas em cada atividade e por qual integrante.

Os problemas empíricos foram selecionados a partir de um canteiro de obras real, localizado na cidade de Belém-PA. Cada grupo ficou responsável por uma temática dentro do canteiro (Planejamento, Custos, Projetos, Produção, Suprimentos e Segurança), investigando e propondo soluções para os mesmos. Ao final de cada ciclo, além das avaliações realizadas pelos alunos, o professor-tutor também orientava os grupos quanto ao desenvolvimento das intervenções propostas. A identificação de competências não potencializadas ou subdesenvolvidas nos ciclos anteriores direcionava o professor-tutor a direcionar os próximos ciclos de aprendizagem no desenvolvimento substancial dessas competências, até que fosse observado pelos próprios alunos, pelos grupos e pelo professor-tutor que a mesma tinha sido potencializada satisfatoriamente.

5.4.3. Avaliação de Competências

A avaliação da potencialização das competências de cada aluno era realizada antes e depois de cada ciclo de aprendizagem de três formas: I) pelo próprio aluno, em um processo de autoavaliação; II) pelo grupo que o mesmo constituía, sendo avaliado pelos seus colegas de equipe, e; III) pelo professor-tutor, que supervisionava os processos de desenvolvimento das atividades propostas. As avaliações eram registradas através de formulários de avaliação do processo educacional, baseado no modelo proposto por Ribeiro (2015). O cruzamento de informações pré e pós exposição ao ciclo de aprendizagem possibilitava compreender quais competências foram potencializadas e quais necessitariam ser trabalhadas nos ciclos subsequentes. Além disso,

também foi possível verificar se a autopercepção, percepção do grupo e do professor quanto à potencialização de competências possuíam semelhanças e/ou diferenças, estabelecendo uma visão sistêmica e multilateral acerca do processo de ensino-aprendizagem conduzido.

Na avaliação do ciclo de aprendizagem final, os grupos deveriam estruturar uma apresentação-síntese sobre as intervenções construídas ao longo dos ciclos anteriores. Essa apresentação foi avaliada pelo professor-tutor e pelo engenheiro responsável pela administração do canteiro observado, que iria verificar a viabilidade e adequação das soluções. Os critérios avaliados nas apresentações foram: A- Motivação; B- Relevância; C- Integração de conhecimentos; D- Potencialização das competências; E- Embasamento; F- Tempo de Resolução do Problema; G- Forma de Apresentação dos Resultados; H- Alcance dos objetivos propostos.

O item “A” foi avaliado ao longo dos ciclos de aprendizagem, quando foi verificado o engajamento dos alunos no desenvolvimento das atividades e a proatividade destes na busca pelas soluções e relacionamentos interpessoais estabelecidos. O item “B” foi avaliado durante a apresentação final, que verificou se as soluções propostas pelo grupo estavam de acordo com as necessidades do estudo de caso para a temática incumbida. O item “C” foi verificado tanto ao longo dos ciclos quanto na apresentação final, avaliando a capacidade de multidisciplinaridade da equipe em resolver problemas específicos. O item “D” avaliou a potencialização das competências recomendadas pelo Ministério da Educação (BRASIL, 2019) através do confronto dos formulários de avaliação do processo educacional respondidos antes e depois de cada ciclo, pelos alunos, pelos grupos, e pelo professor-tutor.

O item “E” foi verificado na apresentação final, quando foram avaliadas a consistência das informações obtidas para resolver o problema, a qualidade das fontes e do entendimento destas na formação das soluções propostas. O item “F” foi avaliado ao longo dos ciclos, constatando uma notória diferença de tempo para resolver as situações expostas. Uma vez que os problemas eram respectivos a temáticas distintas entre grupos, não foi possível a priori estabelecer se essa discrepância era relacionada à dificuldade relativa ao tema observado ou se era oriundo dos próprios alunos. Contudo, o confronto entre os formulários pré- e pós-ciclo de aprendizagem possibilitaram confirmar que o desnivelamento de competências potencializadas era responsável pelo desempenho heterogêneo, mesmo em uma análise intragrupo.

O item “G” avaliou a didática, oratória, poder de síntese e objetividade dos alunos e grupos em apresentar os resultados encontrados, sendo

avaliados na avaliação final. O item “H” avaliou se as proposições do grupo eram viáveis e operacionalizáveis, atestando se as necessidades iniciais do canteiro foram supridas. Nesse item, a participação do engenheiro-gestor do anteirol foi fundamental para atribuir consistência das soluções encontradas, sobretudo quando sugestões de ajustes ou melhorias foram indicadas para as equipes. Visitas in loco possibilitaram ainda que os alunos entendessem se suas soluções seriam veridicamente aplicáveis, relacionando teoria e prática de forma simbiótica.

5.5. Análise da Metodologia e Práticas de Aprendizagem Ativa sobre Ótica das Diretrizes de Cursos Nacionais nas Engenharia

Neste relato de experiência, as autoras apresentam uma experiência vivenciada no ambiente exterior, fora do campus da universidade, que traz impressões que funcionarão como links de acesso à decodificação de futuras informações que foram captadas pela vivência prática experimentada. O exercício de observação passou pela leitura das DCNs sobre a ótica do perfil do egresso desejado e como as atividades propiciam a aprendizagem ativa em três disciplinas oferecidas no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi Árido - UFERSA, a saber: “Tecnologia das Construções” que proporciona aos estudantes conhecimentos das etapas de execução dos serviços de uma obra de construção civil; “Orçamento, Planejamento e Controle de Obras” e “Gestão e Produção da Construção” que abordam desde Qualidade e Produtividade até Norma de desempenho e Construção Enxuta.

5.5.1. Definição de competências

A seguir cabe resgatar o perfil e competências do egresso previsto nas DCNs.

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

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

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

IV - adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;

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

5.5.2. Desenvolvimento de competências

As principais estratégias de ensino utilizadas nas disciplinas foram aulas expositivas com discussão de conceitos e estudos de caso; leitura e interpretação de textos; seminários dos estudantes para apresentação de artigo científico e de estudos de caso e/ou trabalhos práticos realizados por eles e visitas técnicas.

Para identificar os talentos dos estudantes, foi realizada uma atividade denominada “ativação do sensível”, na qual cada participante apresenta um objeto de estimação e a partir dele explana o que vai trazer para o percurso da disciplina. A ideia é que o aprendiz construa suas interpretações particulares fixando o conhecimento ministrado na disciplina. A realidade vivenciada é expressa pela linguagem mediante a manipulação dos signos nos desenhos promoverá a ação reflexiva de processar as informações específicas do conteúdo. Em um processo semiótico o estudante utilizará a informação para fazer generalizações e previsões. Resulta da ação o compartilhar de seus talentos em diferentes formatos (vide Quadro 7 e Figura 11).

Quadro 7 – Recursos Educacionais “ativação do sensível”.

Disciplina	Recurso Educacional Ative seu Talento
Tecnologia das Construções proporciona aos estudantes conhecimentos das etapas de execução dos serviços de uma obra de construção civil técnica e ferramentas básicas para gestão e produção de edificações.	Da visita em canteiros de obra tem-se 240 aquarelas, 1 cordel sobre avaliação de três canteiros de obras e 1 vídeo sobre segurança no canteiro de obras.
Orçamento, Planejamento e Controle de Obras trata tipos de planejamentos de obras, linha de balanço, curva S, tipos de orçamentos.	1 cordel sobre planejamento do tempo no canteiro de obras e 1 vídeo sobre orçamento de obras
Gestão e Produção da Construção aborda: qualidade, produtividade, inovação, tecnologias da informação e comunicação, norma de desempenho e construção enxuta.	15 aquarelas - síntese de conteúdo, 2 paródias de músicas dos Beatles - construções inteligentes, 1 paródia sobre BIM, 1 poesia sobre filosofia Lean e 1 vídeo - gerenciamento

Fonte: Autores.

Figura 11 – Pintura em aquarela e capa de texto de cordel.



Fonte: Maria Aridenise M. M. Fontenelle e Ana Raira G. da Silva.

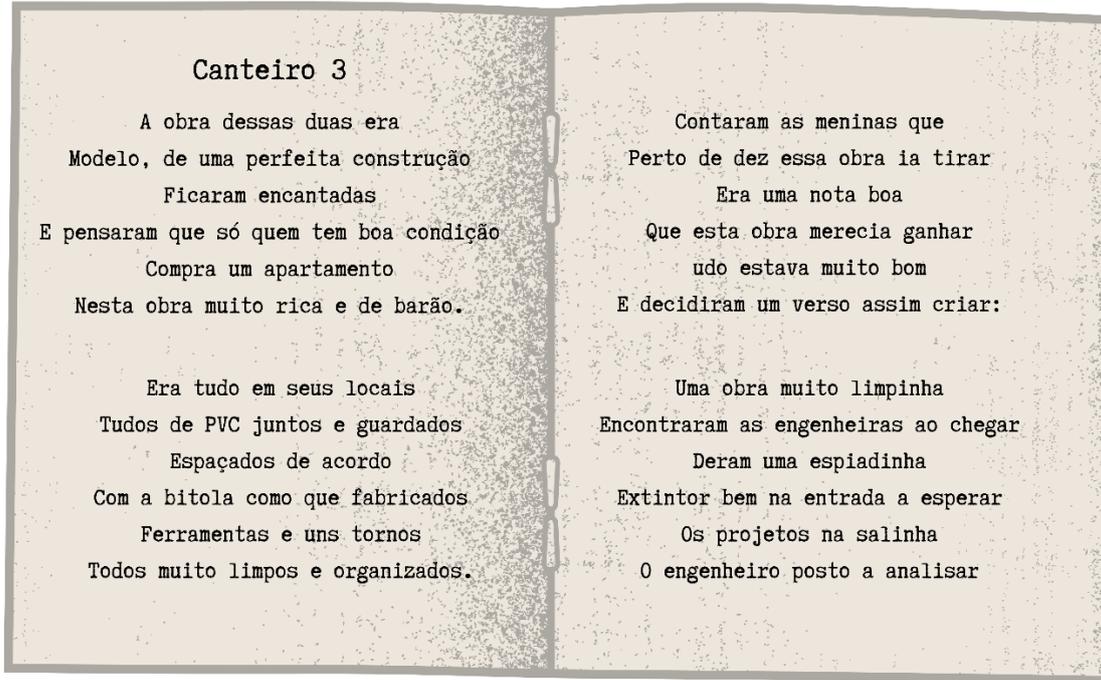
A pintura em aquarela é utilizada como expressão de sentimentos e linguagem não verbal. A criação de signos nas obras de artes produz os conceitos apreendidos e que explicam a realidade e os valores, desejos e fantasias criados no processo geradas pelas experiências vivenciadas e expectativas conquistadas a partir da união da teoria e prática em engenharia (Figura 12).

5m.2.3. Avaliação de competências

O papel de mediação permite desenvolver autonomia para que, juntos ou em pequenos grupos de trabalhos, os alunos tenham uma atitude favorável ao seu crescimento profissional como futuro engenheiro. (Quadro 8).

O professor desempenha a mediação da aprendizagem e cria distintas estratégias para obter benefícios na formação de seus alunos. O estímulo à aprendizagem ativa contribui para o desenvolvimento do da visão holística e humanista resultante das atividades que desenvolvem. As práticas propostas na disciplina estão suportadas na formação ativa com a teoria se aproximando da prática de forma inovadora.

Figura 12 – Exemplo de texto de cordel.



Fonte: Ana Raira Gonçalves da. Silva

Quadro 8 – Práticas Educacionais de Aprendizagem Ativa.

Prática Educacional	Ano de Aplicação	Categorias cognitivas da Taxonomia de Bloom*						DCNs Competência
		Le	En	Ap	An	Av	Cr	
1. Aquarelas	Desde 2018	x	x	x	x	x	x	I, II, III, IV e V
2. Cordel	2016 e 2019	x	x		x	x	x	I, II, III, IV e V
3. Paródias	2018 e 2020	x	x		x		x	I, II, III, IV e V
4. Poesia	2020	x	x		x		x	I, II, III, IV e V
5. Vídeos	2016, 2017, e 2019	x	x	x	x	x	x	I, II, III, IV e V

*(**Le** – Lembrar; **En** - Entender; **Na** – Analisar; **Ap** – Aplicar; **Av** – Avaliar; **Cr** – Criar). Fonte: Autores.

5.6. Formação de Competências em Engenharia: Um Estudo de Caso com Discentes de Engenharia Química na UFPA

A disciplina Laboratório de Engenharia Química II, do curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Pará, é de caráter experimental. Com base no Projeto Pedagógico do Curso (PPC), são desenhadas competências técnicas, que contemplam práticas relacionadas a processos de separação, e outras transversais como expectativa de promover um grande diferencial na formação.

Essas competências transversais são condutas esperadas para a atuação de engenheiro químicos e também para estudantes no seguimento de seus cursos. De acordo com Pereira (2005), um engenheiro precisa possuir conhecimentos fundamentais de engenharia, dominar técnicas de resolução de problemas, saber agir e pensar de forma autônoma. Assim, são competências esperadas: capacidade de pesquisa, capacidade de organização e de gestão de conflitos e do

tempo, trabalho em equipe, autonomia, iniciativa, responsabilidade, resolução de problemas, relacionamento interpessoal, desenvolvimento pessoal, criatividade, comunicação oral e escrita.

As atividades de aprendizagem são organizadas em etapas de familiarização com a disciplinas: abordagem do método, o plano de ensino e método de avaliação; orientações para a elaboração de relatórios; práticas experimentais de processos de separação e, ao final desta etapa, os alunos desenvolvem dentro do laboratório, um trabalho experimental a partir de ideias próprias sobre a destinação correta de resíduos sólidos de diferentes origens e elaboram e apresentam, como produção final, um artigo científico.

Ao final da disciplina são avaliadas criteriosamente as competências técnicas e transversais por meio da análise da qualidade dos relatórios entregues, da participação ativa nas reuniões de orientação, da qualidade do trabalho escrito e da apresentação oral. Os instrumentos de avaliação são elaborados na forma de rubricas, que permitem de forma articulada verificar a clareza dos conteúdos trabalhados e a aprendizagem dos conteúdos estudados, uma vez que as rubricas têm caráter orientador e especificam individualmente o nível de desempenho esperado.

5.6.1. Formação por Competências na Engenharia Química (UFPA)

A componente curricular Laboratório de Engenharia Química II, 68h, é uma disciplina obrigatória, de caráter experimental, que contempla as práticas relacionadas aos conteúdos de Processos de Separação I e II, pertencente ao sexto bloco da grade curricular do curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Pará.

5.6.2. Definição de competências

As competências desenhadas na disciplina partem da orientação existente no Projeto Pedagógico do Curso (PPC). Além das competências técnicas, há a expectativa que os alunos desenvolvam um conjunto de competências transversais, que constituem o grande diferencial na formação. Essas competências estão descritas no Quadro 9.

5.6.3. Desenvolvimento de competências

Juntamente com os objetivos da disciplina, buscou-se proporcionar um ambiente propício a uma aprendizagem significativa, de forma a alcançar a formação de um sujeito mais ativo, crítico, reflexivo e transformador.

A execução das atividades consistiu inicialmente em quatro etapas, na qual a primeira delas esteve relacionada às informações sobre a abordagem do método, o plano de ensino, as reuniões de orientações e métodos de avaliação. Na segunda etapa os alunos assistiram às aulas expositivas relacionadas à elaboração dos relatórios e trabalhos a serem apresentados na forma escrita conforme ABNT. Na terceira etapa os alunos assistiram às aulas experimentais com os conteúdos técnicos relacionados à disciplina Laboratório de Engenharia Química II, que contempla as práticas experimentais dos conteúdos de Processos de Separação I e II. Ao final da terceira etapa os alunos foram incentivados a desenvolver dentro do próprio laboratório, um trabalho experimental a partir de suas próprias ideias, tendo como tema a destinação ambientalmente correta de resíduos sólidos de diferentes origens. A quarta etapa consistiu da fase de elaboração dos trabalhos, no formato de artigo científico, por parte dos alunos. Estão incluídos nessa etapa, a formação aleatória dos grupos, a fase de pesquisa, testes preliminares e estudos de viabilidade.

Ao longo de todo o período letivo as equipes receberam orientações semanais e reuniões periódicas com as professoras e com os tutores, para avaliar e alinhar o andamento do trabalho. O tutor é um aluno veterano do curso que já fez a disciplina e é selecionado através de um processo seletivo.

Quadro 9 - Competências transversais.

Gestão	Capacidade de pesquisa, Capacidade de organização e Gestão do tempo.
Trabalho em equipe	Autonomia, Iniciativa, Responsabilidade, Resolução de problemas, Relacionamento interpessoal e Gestão de conflitos.
Desenvolvimento pessoal	Criatividade, Autoavaliação e Autorregulação
Comunicação	Comunicação escrita e Comunicação oral

Fonte: Autores

5.6.4. Avaliação de competências

Ao final do período letivo foram avaliadas: a qualidade dos relatórios entregues; a participação ativa nas reuniões de orientação; a qualidade do trabalho escrito e a qualidade da apresentação oral.

Foram formados 9 grupos e cada grupo realizou no tempo de aproximadamente quatro meses as atividades solicitadas. Foram elaborados 9 artigos científicos, nos quais os temas abordados foram

desde uma simples caracterização granulométrica, até a obtenção de um material com propriedades cimentícias, conforme descrito no Quadro 10.

Quadro 10 - Resumo dos temas abordados nos artigos.

Resíduo	Ideia central
Portland hidratado	Curva de moagem / Caracterização
	Obtenção de um material com propriedades cimentícias
Caulim ferruginoso / Escória de FeNi / Casca de castanha do Pará	Obtenção de um material com propriedades cimentícias
Carbonato de cálcio	Projeto de um sedimentador
Resíduo de caulim	Adsorção de corante
Lama vermelha	Compósito de resina isoftálica

Fonte: Autores

Em todas as propostas, os alunos tiveram que realizar ensaios em outros laboratórios da UFPA, enfrentaram demora em função da grande demanda, estudaram e aprenderam sobre técnicas de caracterização de materiais, como difração de raios X, fluorescência de raios X, microscopia, entre outras.

Vale destacar que o resíduo chamado de Portland hidratado são corpos de prova produzidos em grande quantidade no Laboratório de Engenharia Civil e descartados, em local comum e visível no campus, após ensaios de compressão.

Alguns resíduos foram doados pelas empresas para estudos, mas a preocupação dos alunos com o descarte dos corpos de prova foi maior, visto que não há um programa de reciclagem para esse material, nem por parte da Faculdade de Engenharia Civil, nem por parte da Prefeitura do campus.

Ao final do período letivo, observou-se um excelente engajamento dos alunos na disciplina, visto que em todas as equipes houve um grande envolvimento e grande concentração na realização das tarefas. Todas as equipes trabalharam satisfatoriamente e entregaram as tarefas na data prevista.

Foram utilizados instrumentos de avaliação na forma de rubricas que possibilitam avaliar habilidades e competências e que permite de forma articulada verificar a clareza dos conteúdos trabalhados e a aprendizagem dos conteúdos estudados. Uma vez que as rubricas têm caráter orientador, especifica individualmente o nível de desempenho esperado.

O Quadro 11 mostra o modelo de uma das rubricas utilizadas na avaliação das competências transversais, nas quais os conceitos I, R, B e E (Insuficiente, Regular, Bom e Excelente) descrevem os níveis de desempenho na realização do trabalho em equipe. Os conceitos são associados a uma escala de valor, de modo que ao final da avaliação, o aluno obtenha uma nota, entre zero e dez, que represente a sua performance naquela competência.

Quadro 11 – Rubrica para avaliar a competência “Trabalho em equipe”.

Trabalho em equipe	I	R	B	E
Autonomia				
Iniciativa				
Responsabilidade				
Resolução de problemas				
Relacionamento interpessoal				
Gestão de conflitos				

Fonte: Autores.

Sabe-se que no trabalho em equipe os objetivos e metas são compartilhados, isso requer respeito às diferenças individuais e o sucesso depende do esforço e envolvimento de todos. Quando o assunto é gestão de conflitos, vale aqui ressaltar que a metodologia permitiu um aprendizado diferenciado: o aprendizado com os erros. Ao final das atividades experimentais, todos entenderam que eles fazem parte da jornada e que colaboram para o crescimento, tanto pessoal quanto profissional.

Observou-se que os alunos aceitaram muito bem a metodologia e a avaliaram como um diferencial do curso, pois noventa por cento consideraram positiva a sua aplicação com nível de aprendizado de bom a excelente.

A utilização da metodologia permitiu que os alunos tivessem um conjunto de competências transversais desenvolvidas em uma velocidade bem superior à que teriam sido através dos métodos tradicionais, pois permitiu que envolvimento dos alunos fosse muito maior em relação aos métodos tradicionais, possibilitando a criação de um esforço coletivo para resolver os problemas.

A avaliação por rubricas mostrou-se bastante eficiente, pois ao final do período letivo, os professores puderam visualizar o amadurecimento dos alunos perante os desafios, a superação das dificuldades encontradas por eles, a oportunidade de poder aplicar os conhecimentos

vistos nas disciplinas anteriores e principalmente, reconhecer que a prática favorece o processo de aprendizagem, uma vez que convoca o estudante a acionar recursos cognitivos, atitudinais e relacionais para a resolução de problemas.

5.7. A Delicada Tarefa de Avaliar a Aprendizagem na Formação por Competências

Ambientes de aprendizagem ativa de conteúdos de Matemática, centrados em estratégias e intervenções e interações sociocognitivas, podem levar à construção de conhecimento por meio de reflexões, desencadeadas por discussões e trocas de ideias, onde a prática mecânica de exercícios é substituída por um cenário de investigação, sendo os estudantes convidados a se envolverem em processos de exploração e argumentação fundamentadas na teoria estudada, e assumindo sua parcela de responsabilidade pelos respectivos processos de aprendizagem. Conforme Lima (2004), um ambiente de aprendizagem de Matemática deve promover situações que levem os estudantes a produzirem significados e a compreenderem conceitos quando realizam atividades matemáticas. Sauer (2004) destaca a importância do diálogo matemático que pode surgir do processo de construção de significados e de argumentação em torno das tarefas propostas, envolvendo a resolução de problemas.

Nesse sentido, a aprendizagem de Matemática pode capacitar os estudantes a entendê-la, não apenas em sua dimensão formal, mas também, e especialmente, em sua dimensão formadora de condutas requeridas para os engenheiros, de acordo com as novas DCNs, como: ser criativo, questionador, apresentar atitude científica (observar, identificar variáveis intervenientes, elaborar e testar hipóteses, analisar dados e informações, propor metodologias de investigação que incluam abordagem da complexidade), gerenciar o tempo (classificar tarefas por prioridade, importância e urgência), comunicar-se com argumentações, fatos, dados de forma esclarecedora; realizar pesquisas bibliográficas, buscando dados e informações, gerenciar conhecimento, resolver problemas, conhecer técnicas ou propor técnicas de resolução de problemas: conjunto de procedimentos que levem à solução de situações-problema (LIMA; SAUER; SOARES, 2007).

Aos processos de ensino e de aprendizagem junta-se a avaliação, que os integra e complementa, fornecendo um diagnóstico que permite repensar e reformular métodos, procedimentos e estratégias de aprendizagem (VILLAS BOAS et al., 2012).

A concepção de avaliação, como um processo formativo, permite mapear e compreender como está acontecendo a aprendizagem: quais as dificuldades, quais os obstáculos, quais os avanços, que aspectos precisam ser aperfeiçoados, considerando também as emoções que perpassam esse contexto: ansiedades, medos, receios.

Assim, os instrumentos de avaliação são utilizados como possibilidades de dar conta dessas concepções de ensinar com base no desenvolvimento de competências, de aprender com base na compreensão e de avaliar com base no autoconhecimento e na tomada de consciência. E as atividades que os compõem visam à interação entre os estudantes para promover a cooperação, com o sentido de atuar, operar com o outro, compartilhando ideias, significados e conhecimentos, seus e do outro, modificando ambos com base no diálogo, que valoriza todos os tipos de saberes e também o saber do outro.

Algumas estratégias como as descritas a seguir, do cotidiano da sala de aula, favorecem a aprendizagem ativa com potencial para o desenvolvimento de competências que possam ser avaliadas. Estas mesmas estratégias constam em outras publicações (LIMA; SAUER, 2015; SOARES; LIMA; SAUER, 2008).

5.7.1. Produção de resumos: textos ou mapas conceituais em que os estudantes sistematizam suas ideias acerca dos conceitos-chave, elaborados com base em pesquisas bibliográficas, nas explicações do professor e nos seus registros, com suas palavras e que expressem o significado e as possibilidades de aplicação do conteúdo que está sendo estudado, sejam eles teoremas, fórmulas ou regras, na resolução de situações-problema. Essa estratégia auxilia no desenvolvimento da capacidade de elaborar textos e de comunicar suas ideias de forma clara e organizada.

5.7.2. Reconhecimento de dificuldades: situações de análise, realizada pelos estudantes com auxílio do professor, podem proporcionar o desenvolvimento de habilidades de metacognição e de autoconhecimento, que colaboram para o desenvolvimento de competências de natureza psicossocial (ser e estar): relacionar-se com os sentimentos e as emoções, pensar em alternativas para superação, reconhecendo suas qualidades e também erros e fraquezas. Esta estratégia pode incentivá-los a construir um projeto de vida e de aprendizagem.

5.7.3. Autoavaliação: atividade baseada na concepção de autoavaliação entendida como um mecanismo de autorregulação do processo de aprendizagem, pois pode auxiliar o estudante a entender como está acontecendo a sua aprendizagem. Sob esses pontos de vista, uma função importante da autoavaliação é indicar ao estudante (localizar, explicitar) o que precisa ser feito, revisto, estudado, (re)elaborado para superar dificuldades e para o desenvolvimento de estruturas cognitivas. Atividades de autoavaliação podem, então, fornecer ao professor, indicativos de estratégias e intervenções pedagógicas capazes de auxiliar no desenvolvimento da autonomia.

5.7.4. Análise de erros: discussão e reflexão com os estudantes sobre procedimentos adotados em resoluções de problemas, serve ao professor pode utilizar os erros ou acertos como fontes de reconhecimento do que precisa ser (re)elaborado para que sejam superadas as dificuldades. Um erro pode ser mais proveitoso do que um acerto imediato, porque a comparação entre uma hipótese falsa e suas consequências fornece novos conhecimentos e a comparação entre dois erros pode levar à elaboração de novas ideias.

5.7.5. Discussões coletivas: fóruns de discussões em torno atividades que complementam as realizadas em sala de aula ou as propostas em de tarefas extraclasse. Essa estratégia pode abrir espaços para a construção de novos saberes. Nela, estudantes e professores, por meio de problematizações e sistematizações, podem observar, questionar, comentar e dar dicas, promovendo reflexão crítica e elaboração de novas ideias. Para que isso aconteça, as tarefas de aprendizagem devem ser elaboradas de forma a promover a reflexão, a argumentação, a interpretação e a dedução, e não apenas cálculos mecânicos repetitivos e desprovidos de significado. Os fóruns podem envolver estudos complementares de temas iniciados em sala de aula, estudos de introdução a novos temas, depois complementados e continuados em aulas presenciais, tarefas de estudo com vistas à avaliação (individuais e ou em grupos) tais como: resolução de problemas, pré-provas, complemento e aperfeiçoamento de provas, sempre de forma colaborativa.

5.7.6. Desafios em grupos: problemas ou exercícios mais complexos de aprofundamento de estudos propostos para grupos, resolvidos através de discussões compartilhadas, em que todos podem solicitar ou fornecer explicações sobre os passos desenvolvidos ou os recursos utilizados,

argumentando com base na teoria. Os desafios são, preferencialmente, diferentes para cada grupo, possibilitando avançar nas discussões com a troca dos problemas para análise e comentários por pares de grupos ou explicações, de um para outro grupo, dos desafios e das resoluções. Essa estratégia auxilia a mostrar que não existe um único caminho para resolver determinado problema, como é usual pensar no caso da Matemática. Também auxilia o estudante a decidir se um determinado processo de resolução está ou não adequado, bem como se o resultado obtido faz sentido no problema proposto. As interações são, portanto, alimentadas por discussões dos interagentes, professor e estudantes, exigindo esforços na compreensão, no fazer-se entender pelo outro e na clareza na escrita, que é a base da comunicação nesse contexto.

5.7.7. Circuito de questões: uma interação em equipes para o conhecimento e aplicação de conceitos, com discussão sobre os procedimentos aritméticos, algébricos, geométricos e sobre comunicação matemática adequada, que requer o formalismo da sua linguagem própria como expressão das ideias e dos significados que se deseja transmitir. Na aula anterior à do circuito, os estudantes são comunicados sobre a atividade de aprendizagem e de avaliação, podendo se preparar para uma competição lúdica. Em classe a turma é dividida em equipes e a cada rodada as equipes formam dois grupos: as equipes de resolvidores, que sorteia questões para serem resolvidas na lousa e as equipes de avaliadores, que devem acompanhar detalhadamente as resoluções para corrigi-las, também na lousa, comentando e sugerindo aprimoramentos ou correções. Livertos de uma situação mais formal de aprendizagem, e contando com o apoio dos colegas, todos se sentem mais à vontade para discutir, dizer que não sabem e o que não sabem, para pedir e dar palpites, sugestões e ideias. Atividades competitivas, realizadas em equipes, podem indicar o que o estudante pode fazer melhor do que conseguiria fazer por si mesmo e, ainda, que amanhã consiga fazer sozinho aquilo que hoje é capaz de fazer em cooperação.

Todas estas estratégias podem ser adaptadas para serem aplicadas em ambientes virtuais. Para tanto, tais ambientes, com seus espaços de aprendizagem, devem ser organizados com o propósito de, além de fornecer informações relacionadas aos conteúdos, acompanhar os estudantes com intervenções e orientações, mediadas por ferramentas de comunicação, que visam ao desenvolvimento da autonomia e da capacidade de lidar com problemas e com a tecnologia. Além disso, o suporte tecnológico é o que permite a socialização das atividades desenvolvidas, suscitando o desenvolvimento da capacidade de

entender o outro, de cooperar e de atuar em equipe. A distância física não impede a constituição de diálogos, cujos registros possibilitam, ao professor, condições de avaliar a aprendizagem, retomando os processos de pensamento em vários momentos, propondo novos desafios, sempre que oportuno, possibilitando a coconstrução, a coautoria e o registro dinâmico, podendo ser modificado, acrescentado ou transformado, o que se constitui em fonte de avaliação, aperfeiçoamento e desenvolvimento contínuos.

6. A SESSÃO DIRIGIDA DURANTE O COBENGE 2020

A sessão dirigida “Educando o Engenheiro do Século XXI: Aprendizagem Ativa para Formação por Competências no contexto das novas DCNs” (SD 04) ocorreu no dia 03 de dezembro de 2020 no formato online², uma vez que o COBENGE 2020 ocorreu no formato online devido à pandemia da COVID-19. Sete trabalhos compuseram esta SD, como já foi relatado na seção 5, sendo seis trabalhos de universidades brasileiras e um trabalho de uma universidade portuguesa.

A intenção da coordenação era que o desenvolvimento da SD fosse um exemplo de um ambiente de aprendizagem ativa. Para tal, o planejamento concebido levou em conta a abordagem da Sala de Aula Invertida. Assim, para o que seria o momento “Pré-Aula” da Sala de Aula Invertida, todos os autores dos 7 trabalhos foram instruídos a preparar uma apresentação de 5 minutos com as principais ideias de seus trabalhos, a ler os trabalhos dos outros colegas e a preparar perguntas sobre cada trabalho. A ideia era que tivéssemos uma SD com a participação bastante ativa dos autores e muita interação entre eles e os participantes não-autores. A seguir, apresentamos o desenvolvimento da SD durante o COBENGE 2020.

6.1 Desenvolvimento da Sessão Dirigida

A SD foi planejada para um período de 1 hora e 45 minutos, ou seja, 105 minutos. Este encontro remoto entre os organizadores da SD, os autores dos trabalhos e os participantes não autores é o que chamamos de momento “Aula” da abordagem da Sala de Aula Invertida. Os 105 minutos do momento “Aula” foram assim utilizados:

Abertura – Os primeiros 5 minutos foram para a abertura da sessão.

² <http://www.abenge.org.br/cobenge/2020/ProgramacaoCOBENGE2020-3.php>.

1a. Parte do Encontro – Nessa primeira parte da SD, utilizamos 35 minutos para a apresentação dos 7 trabalhos que a compuseram, a saber:

1. Desenvolvimento e Avaliação de Competências em Contextos de Aprendizagem Ativa em Engenharia

Autoria do trabalho: Diana Mesquita e Rui M. Lima

Apresentação por: Diana Mesquita

2. Ensino por Competências no Insper

Autoria do trabalho: Luciano Pereira Soares

Apresentação por: Luciano Pereira Soares

3. Modelagem por Competência da Disciplina Produto e Serviço de Informação: Relato de Experiência

Autoria do trabalho: Maria do Carmo Duarte Freitas

Apresentação por: Maria do Carmo Duarte Freitas

4. A Delicada Tarefa de Avaliar a Aprendizagem na Formação por Competências

Autoria do trabalho: Isolda Gianni de Lima e Laurete Zanol Sauer

Apresentação por: Isolda Gianni de Lima

5. A Formação por Competências por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas: Experiência com Alunos de Graduação em Engenharia Civil da UFPa

Autoria do trabalho: Renato Martins das Neves e Gabriel Villas Boas de Amorim Lima

Apresentação por: Renato Martins das Neves e Gabriel Villas Boas de Amorim Lima

6. Análise da Metodologia e Práticas de Aprendizagem Ativa sobre ótica das Diretrizes de Cursos Nacionais nas Engenharia

Autoria do trabalho: Maria Aridenise Maia Macena Fontenelle e Maria do Carmo Duarte Freitas

Apresentação por: Maria Aridenise Macena Fontenelle

7. Formação de Competências em Engenharia: Um Estudo de Caso com Discentes de Engenharia Química na UFPa

Autoria do trabalho: Shirley Cristina Cabral Nascimento e Marlice Cruz Martelli

Apresentação por: Shirley Cristina Cabral Nascimento

2ª. Parte do Encontro - Nessa segunda parte da SD, utilizamos 30 minutos para perguntas sobre os trabalhos. Houve perguntas para todos os trabalhos e a discussão foi bastante profícua.

3ª. Parte do Encontro - Nessa terceira parte da SD, utilizamos 30 minutos para a discussão dos três objetivos específicos da SD, a saber:

- (i) competências a serem desenvolvidas;
- (ii) as estratégias e métodos de AA e ambientes para desenvolver as competências;
- (iii) e a avaliação da aprendizagem no contexto da formação por competências.

Solicitamos aos participantes da SD (autores dos trabalhos e participantes não autores) que usassem o Jamboard (aplicativo da plataforma Google) para registrar perguntas e/ou reflexões referentes aos três objetivos acima listados, que gostariam de ver abordadas neste capítulo. Apresentamos a seguir, o Jamboard criado pelos participantes da SD (Figura 13):

Figura 13 – Jamboard criado durante a SD 04 – COBENGE 2020.

The Jamboard is organized into three main sections:

- (i) Competências a serem desenvolvidas:**
 - Como determinar as competências prioritárias para cada engenharia? Mychelle Sato IFMT/UFV
 - Luciano/Inger: Como avaliar a presença ou não do tema de aula para desenvolver cada uma das competências propostas?
 - Luciano/Inger: A seleção de competências para serem desenvolvidas para alunos discentes de várias regiões, nacionais? Ou devemos preparar as estratégias para o mundo?
 - Como determinar as competências prioritárias para os profissionais de engenharia dependendo do curso e localidade. Mychelle Sato IFMT/UFV
- (ii) as estratégias e métodos de AA e ambientes para desenvolver as competências:**
 - Como formar os docentes nesses ambientes? Como cada universidade pode garantir a formação contínua dos docentes (Inês de S. Viana - UFPA)
 - É mais importante do que escolher a estratégia 1 ou 2, e o porquê de utilizar determinada estratégia... no fundo, para desenvolver que competências... Diana Mesquita UCP
 - Macarmo/UPFR: contexto presencial e virtual. Lembrando de discutir as estratégias para autoaprendizagem.
 - Luciano/Inger: No Flipgrid Classroom, quais seriam uma melhor estratégia que todos para o aluno se preparar previamente?
 - Eu acredito na diversidade de estratégias ao longo da formação, precisamente para desenvolver diferentes competências. Diana Mesquita UCP
 - Macarmo/UPFR: Competências Docentes (Dicas) - competência comunicacional, metodológica, socioativa e ética.
 - Como formar docentes? (DMN/UFPA)
 - A prova como instrumento de aprendizagem ativa
- (iii) a avaliação da aprendizagem:**
 - Como avaliar a diversidade de alunos na avaliação de aprendizagem? (DMN/UFPA)
 - Luciano/Inger: No Flipgrid Classroom, quais seriam uma melhor estratégia que todos para o aluno se preparar previamente?
 - Eu acredito na diversidade de estratégias ao longo da formação, precisamente para desenvolver diferentes competências. Diana Mesquita UCP
 - Macarmo/UPFR: Como avaliar competência (hábil) de ns diferentes (tipologia de disciplinas)?
 - Será precisamos de avaliar todas as competências de forma sumativa, com nota? Diana Mesquita UCP
 - Eu acho que a questão de avaliação merece uma exploração conceitual porque implica mais do que a avaliação de aprendizagem, mas também a avaliação para a aprendizagem (formativa) e como aprendizes (em
 - Macarmo/UPFR: Trabalhar com conceitos (A.B.C...) e melhor que notas numéricas?
 - Luciano/Inger: Trabalhar com conceitos (A.B.C...) e melhor que notas numéricas?
 - O que a literatura também nos diz: diversificar as formas de avaliar permite avaliar diferentes competências... Diana Mesquita UCP
 - Macarmo/UPFR: Baseada na competência desejada para sua disciplina e que seja mediada por rubricas. Dicas corubric.org
 - Elementos para a composição de rubricas.

Fonte: Autores.

Fechamento: Os últimos 5 minutos do encontro foram utilizados para as considerações finais e o encerramento da SD. Cabe aqui ressaltar que

apesar de a SD ter sido desenvolvida de forma online, obteve-se envolvimento e interação dos participantes. O uso da abordagem da Sala de Aula Invertida para o desenvolvimento da SD se mostrou muito adequado e apontou que mesmo no formato online é possível desenvolver um ambiente de aprendizagem ativa de qualidade, com muita interação entre os participantes.

6.2. Respostas às Questões da Sessão Dirigida

Nesta subseção, nos propusemos a responder e/ou indicar referências que possam responder as perguntas e/ou as reflexões dos participantes da SD que foram registradas no *Jamboard*.

O *Jamboard* como pode ser visto na Figura 6.1 está dividido em três partes, a saber: (i) as competências a serem desenvolvidas pelos estudantes de Engenharia, (ii) as estratégias e os métodos de AA e ambientes para desenvolver essas competências e (iii) a avaliação da aprendizagem no contexto da formação por competências. Assim, as respostas às perguntas e/ou as reflexões, também serão dadas de acordo com esta divisão.

6.2.1. Perguntas relativas (i) às competências a serem desenvolvidas (região com adesivos amarelos)

P1: Como determinar as competências prioritárias para cada Engenharia?

R1: No texto das novas DCNs, não encontramos uma menção específica sobre como determinar as competências prioritárias para cada Engenharia, mas sim uma frase bem geral, que apresentamos a seguir:

Além das competências de caráter geral, devem ser definidas as de caráter específico do curso. Evidentemente que tais competências devem ser desenvolvidas no contexto da habilitação ou ênfase escolhida para o curso. Além disso, o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) deve deixar claro como cada competência é desenvolvida e avaliada no curso.

Existem competências de caráter técnico que são comuns a cada Engenharia, não importa onde o curso está inserido, e estas precisam ser desenvolvidas para que o futuro engenheiro possa atuar a nível nacional e global. Contudo, existe uma necessidade de levar em consideração as

demandas regionais na formação dos engenheiros e para tal um levantamento de demandas de *stakeholders* regionais, ou seja, das partes interessadas na formação dos engenheiros em questão, é absolutamente imprescindível.

P2: Autoestima e capacidade de aprendizagem autônoma.

R2: No texto das novas DCNs, encontramos várias menções em relação à autonomia do estudante, ou seja, sobre sua capacidade de aprendizagem autônoma. Apresentamos algumas a seguir:

VIII. **Aprender de forma autônoma** e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia, bem como em relação aos desafios da inovação.

A metodologia de ensino e aprendizagem merece guardar relação com os princípios acima descritos e assim proporcionar uma relação de ensino-aprendizagem que atenda ao **processo de construção de autonomia**, de forma pluridimensional, que leve em consideração os pilares do conhecimento: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser. (Destques nossos).

É preciso que se tenha claro que as DCNs, ao destacarem a preocupação com um **processo de aprendizagem que garanta autonomia intelectual ao aluno**, que valoriza a utilização de metodologias ativas, que destaca a importância da aprendizagem e do desenvolvimento das competências, está preocupada em construir critérios que possam provocar os cursos de Engenharia a realizar uma formação inovadora, de maneira que esteja garantida, ao final, a excelência do processo de ensino-aprendizagem e se consiga responder aos novos desafios que são apresentados todos os dias, em uma sociedade cada vez mais complexa. (Destques nossos).

O ponto principal é imprimir maior sentido, dinamismo e **autonomia ao processo de aprendizagem** em Engenharia por meio do engajamento do aluno em atividades práticas, desde o primeiro ano do curso. Assim, o aprendizado baseado em metodologias ativas, a solução dos

problemas concretos em atividades, que exijam conhecimentos interdisciplinares, são alguns dos instrumentos que podem ser acionados para elevar a melhoria do ensino e para combater a evasão escolar. (Destques nossos).

Além das recomendações das novas DCNs, trazemos Barkley (2010), que sugere algumas estratégias gerais para os docentes auxiliarem na promoção da autonomia dos estudantes no processo de aprendizagem:

1. Fornecer aos estudantes fundamentos lógicos significativos que lhes permitam compreender o propósito e a importância pessoal das atividades da disciplina / do curso.
2. Reconhecer os sentimentos dos estudantes quando for necessário exigir que eles façam algo que não querem fazer.
3. Dar aos estudantes opções entre várias atividades de aprendizagem que atendam ao mesmo objetivo.
4. Permitir que os estudantes tenham opções para decidir como implementar certos procedimentos em uma aula. Por exemplo, nas aulas de laboratório.
5. Permitir que os estudantes decidam quando, onde e em que ordem concluir as tarefas.
6. Incentivar os estudantes a definir, monitorar e atingir metas autodeterminadas individualmente.
7. Ajudar os estudantes a usar procedimentos de autoavaliação que monitorem o progresso, bem como identifiquem pontos fortes pessoais e barreiras potenciais.
8. Criar oportunidades para os estudantes auxiliarem na construção das atividades de avaliação.
9. Evitar tornar os alunos certos, errados, bons ou ruins com base em suas escolhas, mas enfatizar a importância da responsabilidade.

Quanto à questão da autoestima, Sandler, Silverberg e Hall (1996 apud BARKLEY, 2010) acreditam que a interação professor-aluno afeta não apenas a atmosfera da sala de aula, mas também a aprendizagem individual dos estudantes, autoestima, satisfação, motivação, escolhas de carreira e assim por diante. Para ajudar o corpo docente a desenvolver consciência e sensibilidade em relação a questões como gênero, diversidade, inclusão, afetividade no processo educacional, e vários outros assuntos, muitas instituições oferecem capacitações e oficinas como parte do treinamento e aprimoramento de seus professores.

P3: Trabalhos em equipe e individuais



R3: Os engenheiros e cientistas comprometidos com os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estabelecidos pela ONU (2015) serão necessariamente membros de equipes multidisciplinares. No texto das novas DCNs, há várias menções em relação ao trabalho em equipe, das quais destacamos as seguintes:

Art. 4º O curso de graduação em Engenharia deve proporcionar aos seus egressos, ao longo da formação, as seguintes competências gerais:

VI - **Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares:** a) ser capaz de interagir com as diferentes culturas, **mediante o trabalho em equipes presenciais ou a distância, de modo que facilite a construção coletiva;**

b) **atuar, de forma colaborativa, ética e profissional em equipes multidisciplinares, tanto localmente quanto em rede;** (Destques nossos).

§ 8º Devem ser estimuladas as atividades acadêmicas, tais como trabalhos de iniciação científica, competições acadêmicas, projetos interdisciplinares e transdisciplinares, projetos de extensão, atividades de voluntariado, visitas técnicas, **trabalhos em equipe**, desenvolvimento de protótipos, monitorias, **participação em empresas juniores**, incubadoras e outras atividades empreendedoras. (Destques nossos).

Como mencionado na Introdução deste capítulo, de acordo com Mesquita (2015) “A prática profissional de um engenheiro, para além da aplicação dos conhecimentos técnicos, passa igualmente pelas competências transversais, tais como saber comunicar, liderar, trabalhar em equipa, resolver problemas”. Não há dúvidas de que os professores de Engenharia necessitam se capacitar para propor ambientes de aprendizagem onde o trabalho em equipe seja valorizado e desenvolvido de modo a simular os ambientes profissionais. Utilizar métodos como Aprendizagem baseada em Problemas, Aprendizagem baseada em Projetos, Aprendizagem baseada em Cenários (vide Seção 2 para estes métodos), dentre outros, potencializam o desenvolvimento desta competência imprescindível para o engenheiro atuar com sucesso no mundo do trabalho. Smith (1995) apresentou elementos essenciais de um grupo de aprendizagem cooperativa bem estruturado juntamente com o papel do professor na estruturação de atividades cooperativas baseadas em problemas. Estudo recente por Chowdhury e Murzi (2019)

sugere que o trabalho em equipe eficaz em Educação em Engenharia pode ser desenvolvido quando 11 atributos, apresentados a seguir, estão presentes: meta e valor compartilhados, compromisso para o sucesso da equipe, motivação, habilidades interpessoais, comunicação aberta e eficaz, *feedback* construtivo, composição ideal da equipe, liderança, responsabilidade, interdependência e aderência ao processo de equipe, e desempenho.

Sobre trabalhos a serem realizados individualmente, também é indubitável que estejam presentes dentre as tarefas a serem realizadas ao longo dos cursos de Engenharia pelos estudantes. No texto das novas DCNs, há poucas menções em relação ao trabalho individual, uma vez que este é amplamente consagrado. Destacamos as seguintes:

Parágrafo único. O Projeto Final de Curso, cujo formato deve ser estabelecido no Projeto Pedagógico do Curso, **pode ser realizado individualmente ou em equipe**, sendo que, em qualquer situação, deve permitir avaliar a efetiva contribuição de cada aluno, bem como sua capacidade de articulação das competências visadas. (Destques nossos).

§ 3º O processo avaliativo pode dar-se sob a forma de monografias, exercícios ou provas dissertativas, apresentação de seminários e trabalhos orais, relatórios, projetos e atividades práticas, entre outros, que demonstrem o aprendizado e estimulem a produção intelectual dos estudantes, **de forma individual ou em equipe**. (Destques nossos).

Crawley e colaboradores (2007), na concepção das premissas da iniciativa CDIO (*Conceive – Design – Implement – Operate*) apresentam a importância do trabalho árduo e intenso a ser desenvolvido pelos estudantes de Engenharia. O uso da Sala de Aula Invertida (vide Seção 2 deste capítulo) permite que os estudantes de Engenharia realizem várias tarefas de estudo individual prévias à aula e posteriores à aula. Os currículos podem ser desenhados de tal forma a estabelecer uma cultura de estudo no estudante, prevendo ambientes de aprendizagem ativa que requerem trabalho árduo, intenso e responsável por parte dos estudantes, o que facilitará imensamente a tarefa do professor de Engenharia. Os cursos de Engenharia deveriam prever em seus currículos ensinar os estudantes “aprender a aprender”. Além do que já foi exposto na Seção 2 deste capítulo (“Algumas condições de

aprendizagem para o estudante do século XXI”), podemos trazer aqui algumas ideias sobre a autorregulação da aprendizagem. Para Rosário e colaboradores (2004), o ensino das estratégias de aprendizagem deve ser considerado como uma das chaves principais na promoção da aprendizagem autorregulada. Estudos apontam que a autorregulação apresenta uma estreita correlação com o sucesso acadêmico (ROSÁRIO et al., 2010), portanto, a implementação de programas específicos do ensino das estratégias de aprendizagem, tem por finalidade desenvolver competências nos estudantes que lhes permitam autorregular a sua aprendizagem e obter melhores resultados de aprendizagem. Mais recentemente,

P4: A seleção de competências para serem desenvolvidas pelos alunos depende de fatores regionais, nacionais? Ou deveria preparar os estudantes para o mundo?

R4: No texto das novas DCNs, há poucas menções em relação à abordagem que se deve dar ao curso considerando fatores regionais, nacionais ou globais (e, por conseguinte, também não há nada que trate especificamente de seleção de competências), das quais destacamos as seguintes:

Ao se pensar na implantação de um novo curso, a primeira atitude é verificar a sua necessidade no contexto em que a IES se insere, evidentemente que considerando também **o cenário nacional e mesmo mundial, dada a globalização da área de Engenharia**. (Destques nossos).

Tendo em vista a diversificação curricular, as IES podem introduzir no PPC os conteúdos e os componentes curriculares, visando desenvolver conhecimentos de importância **regional, nacional e internacional**, bem como definir ênfases em determinado(s) campo(s) da Engenharia e articular novas competências e saberes necessários aos novos desafios que se apresentem. (Destques nossos).

Como mencionado na resposta à P1, existem competências de caráter técnico que são comuns a cada Engenharia, não importa a região na qual o curso está inserido, e estas precisam ser desenvolvidas para que o futuro engenheiro possa atuar a nível nacional e global. Contudo, existe uma necessidade de levar em consideração as demandas regionais na formação dos engenheiros e para tal um levantamento de

demandas de *stakeholders* regionais, ou seja, das partes interessadas na formação dos engenheiros em questão, é absolutamente imprescindível. Em resumo, olhos no mundo, pés na região.

P5: Como calcular a proporção ideal do tempo de aula para desenvolver cada uma das competências planejadas?

R5: Ao definir as competências a serem desenvolvidas, o professor deverá escolher a estratégia ou o método de AA que auxiliará no desenvolvimento dessas competências. A proporção do tempo de aula que esta ação ocupará dependerá da estratégia ou do método selecionado. Sabemos que os cursos têm número de horas limitado, bem como as disciplinas. Nesse contexto, o professor precisa planejar suas aulas levando em conta o assunto que vai tratar, as estratégias e/ou os métodos que utilizará e que os estudantes não desempenham as tarefas com a mesma rapidez que o professor.

P6: O que precisamos para mapear / definir as competências do perfil do estudante de Engenharia que desejamos?

R6: Considerando que esta pergunta perpassa, praticamente, todos os tópicos das novas DCNs, vamos diretamente à resposta. Na última década, no contexto do Ensino Superior, é indiscutível o discurso centrado no desenvolvimento de competências dos estudantes, confirmado pela sua relevância para a prática profissional (ABELHA et al., 2020). Tal pressupõe não só as competências técnicas (associadas à área de conhecimento em questão - Engenharia, Psicologia, Medicina, etc.), mas também as competências transversais (associadas a todas as áreas de conhecimento – trabalho em equipe, comunicação, capacidade de tomar decisões, etc.).

Assim, o perfil profissional de um estudante de Engenharia deverá incluir a combinação de um conjunto de competências técnicas e transversais que devem estar alinhadas com os contextos profissionais (MESQUITA et al., 2015). Naturalmente que este perfil tem de ser caracterizado, por um lado, pela sua flexibilidade e, por outro lado, pela sua especificidade. Em outras palavras: a área da Engenharia inclui várias outras áreas, de que é exemplo, a Engenharia Civil, Engenharia de Produção, Engenharia Mecânica, entre outras e até mais emergentes, como a Engenharia de Mobilidade. Apesar da diversidade que impõe a especificidade e identidade própria de cada Engenharia, a verdade é que também existem dimensões comuns inerentes à “Engenharia”.

Desta forma, definir o perfil do estudante de Engenharia implica considerar três dimensões:

1. **Visão** – sobre o perfil esperado na formação inicial. Muito se fala do perfil do egresso, mas pouco se tem sido discutido sobre o perfil que cada instituição de Ensino Superior pretende promover durante a formação inicial em Engenharia. *Qual é o diferencial do curso?*
2. **Colaboração** – discutir e construir esta visão implica um trabalho de colaboração entre docentes, alunos, ex-alunos, empresas e outros *stakeholders*. Esta colaboração materializa-se nas propostas curriculares e pedagógicas que se pretendam que sejam inovadoras, com vista a fornecerem aos estudantes experiências significativas capazes de os prepararem para os desafios da prática profissional.
3. **Pesquisa** – o desenvolvimento de uma proposta curricular e pedagógica inovadora e transformadora, implica pesquisar sobre Educação em Engenharia, mais concretamente sobre currículo, avaliação, aprendizagem ativa, com vista a transformarmos os currículos em mais do que ‘matrizes’; os conteúdos em mais do que objetos de memorização; as avaliações em mais do que provas escritas. Podemos construir um currículo por competências, centrado em uma visão e em um processo de colaboração.

P7: Qual deve ser a ação do professor para o desenvolvimento de competências?

R7: No texto das novas DCNs, encontramos algumas menções em relação ao papel do professor de Engenharia e, em particular, um capítulo inteiramente dedicado ao corpo docente. Apresentamos estes trechos a seguir:

Em parte, isso implica adotar as metodologias de ensino mais modernas e mais adequadas à nova realidade global. as quais se baseiam na vasta utilização de tecnologias da informação e atuam diretamente na vertente mobilidade urbana, aliada ao desenvolvimento de competências comportamentais e à motivação dos estudantes para buscar fontes diversas de conteúdo. Nesse ambiente, **os professores deixam de ter o papel principal e central na geração e disseminação dos conteúdos, para adotar o papel de mediador e tutor.** (Destques nossos).

CAPÍTULO V - DO CORPO DOCENTE



Art. 14. O corpo docente do curso de graduação em Engenharia deve estar alinhado com o previsto no Projeto Pedagógico do Curso, respeitada a legislação em vigor.

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

§ 2º A instituição deve definir indicadores de avaliação e valorização do trabalho docente nas atividades desenvolvidas no curso. (Destques nossos).

Vemos nestes trechos, que a ênfase é dada ao papel do professor como mediador e na necessidade de sua formação continuada. Na seção 2.5 deste capítulo (Professor: o curador de conhecimento e estrategista do processo de ensino), defendemos o modelo no qual o papel do professor é o de se colocar como mediador do processo de aprendizagem, o estudante como interagente e o conhecimento como resultado das ações e interações. Para que o professor de Engenharia esteja preparado para planejar um currículo de curso, uma disciplina ou uma aula que tenha como objetivo o desenvolvimento de competências, é necessário uma abertura para a educação continuada dos professores de Engenharia, como bem estabelecido nas novas DCNs, para o trabalho em equipe dos professores, valorizando trocas de experiências que promovam reflexões, discussões, críticas e para uma contínua produção de conhecimento sobre este tema por meio da pesquisa em Educação em Engenharia. Sugerimos aqui que para um maior aprofundamento do tema que seja consultado o capítulo escrito por Mesquita e colaboradores (2016), “Perfil do professor de Engenharia: desenvolvimento de competências nos contextos de aprendizagem ativa”, que integra o livro “Desafios da Educação em Engenharia: Processos de Ingresso, Perfil do Professor, Aprendizagem Multidisciplinar, Inovação e Proposições” (OLIVEIRA; MATTASOGLIO-NETO; TOZZI, 2016). Este capítulo teve

como principal objetivo contribuir para aprofundar o entendimento sobre e explicitar as competências do professor de Engenharia e as potenciais estratégias para o desenvolvimento dessas competências.

P8: Ser mais crítico e socialmente inserido nos problemas nacionais.

R8: No texto das novas DCNs, encontramos algumas menções em relação à necessidade de o estudante de Engenharia ser crítico e comprometido com as questões sociais, a saber:

Art. 3º O perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características:

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

VI - atuar com isenção e **comprometimento com a responsabilidade social** e com o desenvolvimento sustentável. (Destaques nossos).

Os cursos devem, desse modo, estimular a realização de atividades curriculares, de extensão ou de aproximação profissional, que articulem o aprimoramento e a inovação de vivências relativas ao campo de formação, **podendo oportunizar ações junto à comunidade, ou mesmo de caráter social, tais como clínicas e projetos**. (Destaques nossos).

II. Atividades Complementares

As atividades complementares são componentes curriculares que objetivam enriquecer e complementar os elementos de formação do perfil do graduando e que possibilitam o reconhecimento da aquisição discente de conteúdos e competências, adquiridas dentro ou fora do ambiente acadêmico, especialmente nas relações com o campo do trabalho e **com as ações de extensão junto à comunidade, ou mesmo de caráter social**. (Destaques nossos).

Para Newman (1996, apud DUNNE, 2015), a razão de ser do Ensino Superior é "educar o intelecto para raciocinar bem em todas as questões, para alcançar a verdade e compreendê-la". Em tempos de *fake news*, ensinar a pensar criticamente é uma necessidade em um curso de Engenharia e de qualquer curso de Ensino Superior. Dunne (2015)

discute que competências ou habilidades devemos empregar para compreender a “Verdade”. Ele sugere que o Ensino Superior deve, explicitamente ou por meio de um currículo oculto, que transcende o conhecimento específico do domínio, imbuir o estudante de criticidade. Ele ainda argumenta como a criticidade suplantou o pensamento crítico como condição *sine qua non*, não apenas do Ensino Superior, mas da própria vida, ou seja, mais do que ter pensamento crítico é ser um ser crítico.

Sobre ser socialmente inserido nos problemas nacionais, acreditamos que utilizar métodos como Aprendizagem baseada em Problemas, Aprendizagem baseada em Projetos, Aprendizagem baseada em Cenários e Aprendizagem baseada em Serviços Comunitários (vide Seção 2 para estes métodos), dentre outros, potencializam o desenvolvimento desta competência imprescindível para o engenheiro desenvolver responsabilidade social.

P9: E que competências também devem ser desenvolvidas pelos docentes?

R9: Aqui, como na resposta à P7, sugerimos que para um maior aprofundamento do tema seja consultado o capítulo escrito por Mesquita e colaboradores (2016), “Perfil do professor de Engenharia: desenvolvimento de competências nos contextos de aprendizagem ativa”, que integra o livro “Desafios da Educação em Engenharia: Processos de Ingresso, Perfil do Professor, Aprendizagem Multidisciplinar, Inovação e Proposições” (OLIVEIRA; MATTASOGLIO-NETO; TOZZI, 2016). Neste capítulo, Mesquita e colaboradores (2016) apresentam que a literatura, ainda escassa neste domínio, aponta para um conjunto de competências associadas à prática do docente de Engenharia, que listamos a seguir:

- Ser capaz de elaborar problemas/projetos;
- Entender e acompanhar as motivações dos estudantes;
- Aprender com os estudantes;
- Conduzir estudantes em ambientes colaborativos;
- Modificar espaços de aprendizado;
- Conhecer os pressupostos da aprendizagem ativa;
- Fornecer *feedback* aos seus estudantes;
- Conhecer diferentes estilos de aprendizagem dos seus estudantes;
- Aplicar diferentes ferramentas de avaliação aos estudantes;
- Aproximar-se da indústria para problemas reais;

- Compartilhar experiências com os colegas;
- Ser capaz de sensibilizar os estudantes.

Estas competências são discutidas no capítulo e trazem mais referências que as fundamentam.

P10: Como determinar as competências prioritárias para os profissionais de engenharia dependendo do curso e localidade.

R10: Existem competências específicas de cada Engenharia, não importa a região na qual o curso está inserido, e estas precisam ser desenvolvidas para que o futuro engenheiro possa atuar em qualquer cenário. Ter um coordenador de curso que tenha formação no curso que coordena é imprescindível para a construção do currículo e PPC do curso e para a definição dessas competências “prioritárias”. Contudo, como mencionado nas respostas à P1 e à P4, existe uma necessidade de levar em consideração as demandas regionais na formação dos engenheiros e para tal um levantamento de demandas de *stakeholders* regionais, ou seja, das partes interessadas na formação dos engenheiros em questão, é absolutamente imprescindível.

6.2.2. Perguntas relativas (ii) às estratégias e aos métodos de AA e ambientes para desenvolver as competências (região com adesivos verdes)

P11: como formar os docentes nesses temas. Como cada universidade pode garantir a formação contínua dos docentes

R11: Como mencionado anteriormente na resposta à P7, no texto das novas DCNs, encontramos um capítulo específico dedicado ao corpo docente e, em particular, no primeiro parágrafo, é explicitada a necessidade O curso de graduação em Engenharia deve manter permanente Programa de Formação e Desenvolvimento do seu corpo docente:

CAPÍTULO V - DO CORPO DOCENTE

Art. 14. O corpo docente do curso de graduação em Engenharia deve estar alinhado com o previsto no Projeto Pedagógico do Curso, respeitada a legislação em vigor.

§ 1º **O curso de graduação em Engenharia deve manter permanente Programa de Formação e Desenvolvimento do seu corpo docente, com vistas à valorização da atividade de ensino, ao maior envolvimento dos professores com o Projeto Pedagógico do Curso e ao seu**

aprimoramento em relação à proposta formativa, contida no Projeto Pedagógico, por meio do domínio conceitual e pedagógico, que englobe estratégias de ensino ativas, pautadas em práticas interdisciplinares, de modo que assumam maior compromisso com o desenvolvimento das competências desejadas nos egressos.

§ 2º A instituição deve definir indicadores de avaliação e valorização do trabalho docente nas atividades desenvolvidas no curso. (Destques nossos).

Posicionando-se especificamente em relação às competências de um docente universitário, Masetto (1998, p.11) assim se manifestou: “O exercício docente do ensino superior exige competências específicas que não se restringem a ter um diploma de bacharel ou mesmo de mestre ou doutor, ou, ainda, apenas o exercício de uma profissão. Exige isto tudo, além de outras competências próprias”. Segundo Mesquita e colaboradores (2016):

O professor é, portanto, um agente decisivo na inovação curricular e pedagógica (COWAN, 2006), na medida em que uma lógica curricular por competências implica que a escolha do professor considere estratégias de ensino centradas na aprendizagem do estudante. É neste sentido que se justifica o investimento em formação pedagógica dos professores dos cursos de Engenharia, visando prepará-los para os desafios que os contextos de aprendizagem ativa colocam (MESQUITA, FLORES & LIMA, 2014). Portanto, importa que a formação pedagógica seja contextualizada, isto é, considerando “as situações específicas de cada sala de aula (ESTEVES, 2008), de modo a potencializar a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem e o desenvolvimento de competências dos docentes. (MESQUITA et al., 2016 p. 12).

Assim, entendemos que as escolas de Engenharia que não têm uma estrutura na universidade para formar professores, necessita implementar uma. Parcerias entre as escolas de Engenharia e os departamentos pedagógicos ou as escolas de Educação é algo inevitável nos dias de hoje. Programas de formação também podem vir a ser promovidos por outras instâncias, tal como a ABENGE, ou também por parcerias entre escolas de Engenharia.

P12: É mais importante do que escolher a estratégia X, Y ou Z, é o porquê de utilizar determinada estratégia... no fundo, para desenvolver que competências.

R12: No texto das novas DCNs, encontramos algumas menções em relação à necessidade de o professor de Engenharia utilizar estratégias e métodos de Aprendizagem Ativa, a saber:

5.1. Perfil do egresso e competências esperadas

...Nesse contexto, espera-se a demonstração de como se dará a construção do conhecimento, o processo de aprendizagem de conteúdos e o desenvolvimento das competências, explicitando estratégias de articulação dos saberes, o diálogo pretendido e seu resgate em diferentes dimensões, apresentando os modos previstos de integração entre a teoria e a prática, **com a especificação das metodologias ativas**, que serão utilizadas no processo de formação.

A metodologia de ensino e aprendizagem merece guardar relação com os princípios acima descritos e assim proporcionar uma relação de ensino-aprendizagem que atenda ao processo de construção de autonomia, de forma pluridimensional, que leve em consideração os pilares do conhecimento: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser. (Destaques nossos).

CAPÍTULO V - DO CORPO DOCENTE

Art. 14. O corpo docente do curso de graduação em Engenharia deve estar alinhado com o previsto no Projeto Pedagógico do Curso, respeitada a legislação em vigor.

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



o desenvolvimento das competências desejadas nos egressos.

§ 2º A instituição deve definir indicadores de avaliação e valorização do trabalho docente nas atividades desenvolvidas no curso. (Destques nossos).

5.6. Implementação de políticas de acolhimento Para o desenvolvimento apropriado de competências, há a necessidade de utilização de estratégias e métodos que possibilitem a aprendizagem ativa, preferencialmente em atividades que devem ser desenvolvidas no processo formativo em Engenharia. (Destques nossos).

É possível de identificar a resistência dos estudantes para com as estratégias e os métodos de aprendizagem ativa (FINELLI et al., 2018). Portanto, não é surpreendente que muitos docentes afirmem que são estratégias que “não dão resultado”, “dão muito trabalho”. Estas crenças limitam o potencial da aprendizagem ativa, cujo objetivo se deve centrar primeiramente no *porquê* – *Por que é que vou utilizar esta estratégia? Que competências é que esta estratégia vai permitir que os meus estudantes desenvolvam?*

Esta intencionalidade é determinante para que possamos preparar e influenciar positivamente os estudantes para o processo de ensino e de aprendizagem (THARAYIL, et al., 2018), assim como para garantir o *constructive alignment* – alinhamento entre os elementos nucleares do currículo - objetivos, metodologia, conteúdos, avaliação, recursos – que, quando em sintonia, contribuem para que os alunos alcancem os resultados de aprendizagem estabelecidos (BIGGS, 1996).

P13: Estratégias para levantamento de conhecimentos prévios

R13: As práticas de ensino comprometidas com a aprendizagem ativa dos estudantes, de modo geral, precisam conjugar três princípios básicos:

- os conhecimentos prévios e as experiências dos estudantes;
- o conteúdo a ser ensinado e sua natureza;
- a variação de estratégias e o levantamento de múltiplas hipóteses didáticas.

O ponto de partida do trabalho desenvolvido em sala de aula é o levantamento dos conhecimentos prévios e das experiências dos estudantes. Verificar o que os estudantes sabem é condição fundamental



para favorecer a escolha de estratégias e métodos de AA que permitam ao professor provocar o estudante na construção de conhecimentos novos. Segundo Ausubel (1978):

“Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigüe isso e ensine-o de acordo.”

Sugerimos, a seguir, algumas estratégias para levantamento de conhecimentos prévios:

- Imagem ou vídeo de impacto;
- Roda de Conversa;
- Tempestade de ideias;
- Mapas conceituais.

P14: Contexto presencial e virtual. Lembrando de discutir as estratégias para autoaprendizagem.

R14: Uma vez que o contexto presencial tem sido amplamente discutido ao longo de décadas, sugerimos para uma discussão do contexto virtual, o capítulo 5 (O modelo híbrido e a aprendizagem ativa) do livro *Uma Nova Sala de Aula é Possível: Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia* (ELMÔR-FILHO et al., 2019), e o artigo “Princípios da Educação Online: para sua aula não ficar massiva nem maçante!” do Professor Mariano Pimentel da UniRio, palestrante do COBENGE 2020 (<http://horizontes.sbc.org.br/index.php/2020/05/principios-educacao-online/>).

Sobre autoaprendizagem, trata-se de uma habilidade importantíssima, principalmente, na educação à distância. Acreditamos que os professores de Engenharia podem auxiliar seus estudantes na questão de como aprender a aprender e a melhorar a sua capacidade de aprender. Dunlosky e colaboradores (2013) realizaram uma revisão onde discutiram as dez principais técnicas³ de aprendizagem e oferecem uma proposta de recomendação sobre a relativa utilidade e eficácia delas. Os autores ainda apontam que muitas técnicas eficazes são pouco utilizadas, pois muitos professores não as conhecem e,

³ O uso do termo técnica deve-se à tradução literal da palavra do artigo citado. Uma técnica é um conjunto de operações para registrar uma informação, destacar as partes relevantes, resumir, comparar dados, etc. Uma técnica se converte em uma estratégia quando se utiliza de forma intencional para alcançar um objetivo de aprendizagem determinado (MONEREO, 2005).

consequentemente, muitos estudantes não as utilizam, embora existam evidências sugerindo que tais técnicas podem beneficiar os estudantes a alcançar seus objetivos. Além de discutir as técnicas, os autores apontam dois problemas para responder porque os estudantes não utilizam técnicas eficazes. Um dos problemas é que os alunos não são instruídos sobre quais técnicas são efetivas ou como utilizá-las durante a educação básica. Isto sugere que parte do problema pode ser o fato dos próprios professores não falarem sobre a variedade e eficácia das técnicas de aprendizagem. Um segundo problema é que os professores passam mais tempo ensinando conteúdos e menos tempo ensinando estudantes a desenvolverem técnicas efetivas e estratégias para orientar a aprendizagem (DUNLOSKY et al., 2013). Assim, este é mais um tópico importante a ser incluído nas formações de professores de Engenharia.

P15: Na *Flipped Classroom*, vídeos seriam uma melhor estratégia que textos para o aluno se preparar previamente?

R15: Se considerarmos o perfil do estudante de hoje, vídeos curtos (de duração máxima de 10 a 15 minutos) são os veículos ideais para o momento Pré-Aula da Sala de Aula Invertida. Contudo, devemos diversificar, usando também textos, pois os estudantes precisam exercitar a habilidade da leitura, da interpretação de textos. Neste caso, a literatura recomenda que os textos não sejam muito longos e que sejam acompanhados de algumas poucas perguntas que permitam ao professor avaliar se o estudante se apropriou do conteúdo lido, ou assistido.

P16: Estratégias comuns de avaliação para estudantes e professores

R16: Pergunta respondida junto à P23.

P17: Formação docente

R17: Ver respostas dadas às perguntas P7, P9 e P11.

P18: Eu acredito na diversidade de estratégias ao longo da formação, precisamente para desenvolver diferentes competências.

R18: Ver resposta dada à pergunta P12

P19: A prova como instrumento de aprendizagem ativa

R19: Pergunta respondida junto à P23.

P20: Como formar docentes?

R20: Ver respostas dadas às perguntas P7, P9 e P11.

P21: Competências Docentes Digitais compreendida por: informacional, comunicacional, pedagógica, tecnológica, sociocultural e axiológica.

R21: Para esta pergunta sugerimos os artigos “Princípios da Educação Online: para sua aula não ficar massiva nem maçante!” do Professor Mariano Pimentel da UniRio, palestrante do COBENGE 2020 (<http://horizontes.sbc.org.br/index.php/2020/05/principios-educacao-online/>) e mais dois outros da série por ele escrita (<http://horizontes.sbc.org.br/index.php/2020/06/aprendizagem-em-rede/> e

<http://horizontes.sbc.org.br/index.php/2020/09/ambienciascomputacionais/>). E também o artigo Educação a distância e educação em engenharia: competência docente de Dallabona (2013).

6.2.3. Perguntas relativas (iii) à avaliação da aprendizagem (região com adesivos cor de rosa)

Uma vez que todas as perguntas a seguir se referem à avaliação da aprendizagem em cursos de Engenharia, apresentamos a seguir, as menções à avaliação da aprendizagem nas novas DCNs, ressaltando que há um capítulo dedicado exclusivamente ao assunto:

CAPÍTULO III DA ORGANIZAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA

... Os projetos pedagógicos dos cursos de graduação em Engenharia devem especificar e descrever claramente:

VII - a **sistemática de avaliação das atividades realizadas pelos estudantes;**

VIII - o **processo de autoavaliação e gestão de aprendizagem do curso que contemple os instrumentos de avaliação das competências desenvolvidas, e respectivos conteúdos, o processo de diagnóstico e a elaboração dos planos de ação para a melhoria da aprendizagem, especificando as responsabilidades e a governança do processo; (Destaques nossos).**

CAPÍTULO IV DA AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES

Art. 13. A **avaliação dos estudantes deve ser organizada como um reforço, em relação ao aprendizado e ao desenvolvimento das competências.**

§ 1º **As avaliações da aprendizagem e das competências devem ser contínuas e previstas como parte indissociável das atividades acadêmicas.**

§ 2º **O processo avaliativo deve ser diversificado e adequado às etapas e às atividades do curso,**

distinguindo o desempenho em atividades teóricas, práticas, laboratoriais, de pesquisa e extensão.

§ 3º O processo avaliativo pode dar-se sob a forma de monografias, exercícios ou provas dissertativas, apresentação de seminários e trabalhos orais, relatórios, projetos e atividades práticas, entre outros, que demonstrem o aprendizado e estimulem a produção intelectual dos estudantes, de forma individual ou em equipe. (Destaques nossos).

P22: Como avaliar a diversidade de alunos na avaliação de aprendizagem?

R22: Na construção de rubricas personalizadas ao conteúdo específico de preferência que sejam as rubricas analíticas - mas em constante processo de melhoria.

Além do mais, de acordo com Cid (2017), a avaliação, vista como um veículo de melhoria das aprendizagens, traz em si uma aposta na criação de condições efetivas para a aprendizagem de todos, promovendo uma cultura de sucesso, apoiada no pressuposto de que todos podem aprender. Esta perspectiva configura procedimentos de melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem, recriação do currículo e implica incrementar contextos avaliativos que se contraponham a uma racionalidade técnica, tradicional, e que apostem na avaliação como prática reflexiva da ação, prevenindo a segregação e valorizando a aprendizagem. Quando a avaliação é considerada como um modo de adequação das estratégias pedagógicas focadas nas especificidades dos alunos, cria as condições necessárias para se tornar um veículo de inclusão educacional.

P23: Existem estratégias comuns de aprendizagem e de avaliação? Podem fornecer exemplos? (P16: Estratégias comuns de avaliação para estudantes e professores // P19: A prova como instrumento de aprendizagem ativa)

R23: Entendendo a prova, como instrumento de aprendizagem ativa, não podemos deixar de considerar a responsabilidade de estudantes e professores na condução de estratégias comuns de aprendizagem e de avaliação. Além disto, em muitas situações de ensino e aprendizagem, não só em contextos nacionais, como também internacionais, encontramos evidências que nos fornecem bons argumentos, no que diz respeito ao desenvolvimento de competências, como resultado de avaliações condizentes com as estratégias de ensino adotadas (ELMÔR-FILHO et al., 2019).

Estamos vivendo um momento histórico, com rápidas transformações sociais e tecnológicas, que implicam na rápida superação de métodos e concepções por novos paradigmas. A necessidade premente de “aprender a aprender”, “aprender a conviver”, “aprender a ser” e “aprender a fazer” é resultado da educação inovando seu papel, como agente de mudanças, o que implica novos papéis para estudantes e professores.

O próprio conceito de qualificação profissional vem se alterando, com a valorização, cada vez maior, de competências associadas à visão sistêmica, à capacidade de coordenar informações e de interagir com pessoas, dentre tantas outras. Assim sendo, ensinar para o desenvolvimento de competências, criando condições para que os estudantes as desenvolvam enquanto dão significado aos conteúdos, requer o planejamento de atividades que propiciem discussões/reflexões sobre o significado dos conceitos, bem como sobre suas aplicações.

Nas avaliações, discutindo sobre os erros e partindo destes para (re)construir os conceitos. Com isso, a aprendizagem ativa se destaca por propiciar o desenvolvimento de muitas das competências e habilidades preconizadas pelas novas DCNs (2019), tais como consciência, cooperação, interação, participação ativa, colaboração, ética, capacidade de expressar ideias próprias, envolvimento em atividades de estudo, solidariedade, síntese, pesquisa, socialização de ideias, autonomia, argumentação, valores morais, disposição para rever resultados obtidos, assumir o próprio processo de construção do conhecimento, dentre tantos outros.

Para tanto, a tendência é uma mudança de paradigma, tanto por parte de estudantes, quanto de professores, o que pode gerar, inicialmente, dificuldades na avaliação da aprendizagem.

Assim sendo, os processos avaliativos devem ser contínuos e cumulativos do desempenho do estudante, com prevalência dos aspectos qualitativos sobre os quantitativos e dos resultados ao longo do período sobre os de eventuais provas finais. Tudo isto está de acordo com uma proposta de avaliação que considere o que o estudante já sabe, como está ocorrendo o processo de aprendizagem e os resultados alcançados. Ou seja, defendemos a importância de três modalidades avaliativas: **Avaliação diagnóstica**: evidencia conhecimentos prévios; mapeia o domínio de conteúdos ou lacunas do conhecimento; auxilia na elaboração do planejamento do professor; **Avaliação formativa**: identifica dificuldades de aprendizagem, minimiza deficiências, aperfeiçoa a prática didática; evidencia avanços em relação aos objetivos educacionais e retroalimenta o processo; e **Avaliação somativa**:

evidencia os resultados alcançados, relacionados aos resultados esperados; valida decisões relativas à aprovação ou reprovação.

Por fim, relacionamos, a seguir, instrumentos de avaliação, os quais consideramos como estratégias comuns de aprendizagem e de avaliação. Dentre outros, destacamos: o contrato didático, *feedback* constante, que tem o reconhecido papel de âncora de segurança; a aprendizagem baseada em projetos interdisciplinares (PjBL), a aprendizagem baseada em problemas (PBL ou ABP); autoavaliação constante, análise de erros; one minute paper; elaboração de resumos, com orientações; discussões coletivas via fórum nos AVAs, dentre outras.

P24: Como avaliar o aprendizado realmente e não apenas a percepção dos estudantes? Não duvido da eficácia das Metodologias Ativas em relação às tradicionais, mas como avaliar o aprendizado em si?

R24: Usando as rubricas analíticas, citadas na seção 3 deste capítulo, mas em constante processo de melhoria. Também sugerimos a leitura do capítulo 7 (Avaliação: processo contínuo e formativo) do livro *Uma Nova Sala de Aula é Possível: Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia* (ELMÔR-FILHO et al., 2019), do capítulo “Avaliação dos Estudantes: o que muda e como se adequar as novas diretrizes” de Ferraz, Lordelo e Sampaio (2019), e da seção 5.7 deste capítulo.

P25: Eu acho que a questão da avaliação merece uma exploração conceitual, porque implica mais do que a avaliação das aprendizagens; mas também a avaliação para a aprendizagem (formativa) e como aprendizagem (em que o estudante também participa diretamente); porque caso contrário continuaremos a refletir e a agir em função de um modelo de avaliação centrado na avaliação para a aprendizagem exclusivamente.

R25: A avaliação é por si só um conceito complexo e inclui uma grande carga polissêmica. Por avaliação poderemos ter diferentes concepções e o que realmente importa é que cada docente seja capaz de identificar qual é a sua concepção com base na sua prática - *diz-me como avalias e dir-te-ei quem és* (GUERRA, 2003). Os propósitos da avaliação vão além da **avaliação da aprendizagem** - uma avaliação certificadora e somativa – principalmente, quando falamos de um currículo por competências. Assim importa considerar duas outras funções da avaliação (HADJI, 1994), nomeadamente: **avaliação para a aprendizagem**: uma avaliação formativa, centrada em dinâmicas de *feedback* ao longo do processo permitindo que o estudante seja capaz de regular a sua aprendizagem (“Onde, como e quando posso melhorar

o meu desempenho?”); e **avaliação como aprendizagem** – em que o estudante participa no processo de avaliação, a partir, por exemplo, de modelos de avaliação pelos pares.

Neste sentido, avaliar competências pressupõe integrar as diferentes funções inerentes à avaliação (da / para / como), diversificando os instrumentos a serem utilizados, com vista a avaliar diferentes níveis de competências.

P26: Como avaliar competência/habilidade nas diferentes tipologias de disciplinas?

R26: Com diferentes estratégias de ensino e de avaliação - individual, em pares, autoavaliação etc. Aqui também sugerimos a leitura do capítulo 7 (Avaliação: processo contínuo e formativo) do livro Uma Nova Sala de Aula é Possível: Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia (ELMÔR-FILHO et al., 2019), do capítulo “Avaliação dos Estudantes: o que muda e como se adequar as novas diretrizes” de Ferraz, Lordelo e Sampaio (2019), e da seção 5.7 deste capítulo.

P27: Como aferir o grau de apropriação daquele conhecimento específico por parte do aluno?

R27: O ideal é que o professor tenha conhecimento profundo sobre seu tema ou disciplina, assim pode desafiar diferentemente os alunos conforme o grau de resposta e motivação (rubrica permite esta percepção). Aqui também sugerimos a leitura da seção 3 deste capítulo, do capítulo 7 (Avaliação: processo contínuo e formativo) do livro Uma Nova Sala de Aula é Possível: Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia (ELMÔR-FILHO et al., 2019), do capítulo “Avaliação dos Estudantes: o que muda e como se adequar as novas diretrizes” de Ferraz, Lordelo e Sampaio (2019) e da seção 5.7 deste capítulo.

P28: Trabalhar com conceitos (A, B, C, D...) é melhor que notas numéricas?

R28: Não muda nada, se na concepção de avaliar do professor isso se traduz em nota ou em uma escala.

Em cursos e disciplinas, cujo foco é a aprendizagem ativa e a formação por competências, a avaliação é um processo dinâmico e formativo, que produz continuamente informações sobre o progresso do estudante em direção ao cumprimento das metas de aprendizagem. Essa visão de avaliação reconhece que, quando as informações coletadas são consistentes com os resultados de aprendizagem e são usadas de forma adequada para informar (i.e., realimentar) o planejamento do ensino, ela

pode aprimorar o aprendizado do estudante, bem como documentá-lo. Em vez de ser uma atividade separada do ensino, a avaliação agora é vista como parte integrante dos processos de ensino e de aprendizagem, e não apenas o culminar do ato de ensinar. Aqui também sugerimos a leitura do capítulo 7 (Avaliação: processo contínuo e formativo) do livro Uma Nova Sala de Aula é Possível: Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia (ELMÔR-FILHO et al., 2019), do capítulo “Avaliação dos Estudantes: o que muda e como se adequar as novas diretrizes” de Ferraz, Lordelo e Sampaio (2019) e da seção 5.7 deste capítulo.

P29: O que a literatura também nos diz: diversificar as formas de avaliar permite avaliar diferentes competências.

R29: Sim, isso está associado às diferentes atividades que o professor propõe e do uso das diferentes estratégias e métodos de AA utilizados em conjunto a um bom planejamento baseado, por exemplo, na Taxionomia de Bloom. Para mais neste assunto, sugerimos a leitura do capítulo 8 (O planejamento das aulas e os resultados de aprendizagem do livro Uma Nova Sala de Aula é Possível: Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia (ELMÔR-FILHO et al., 2019)

P30: Será que precisamos avaliar todas as competências de forma somativa, com nota?

R30: Ver respostas dadas às perguntas P27, P28 e P29.

P31: Baseada na competência desejada para sua disciplina e que seja mediada por rubricas. Dicas <https://www.corubrics.org/>

R31: Entendemos que aqui foi dada uma dica para que os professores possam construir e usar rubricas em suas disciplinas. O CoRubrics é um complemento (add-on) das Planilhas Google (Google Sheets), que ajuda os professores no processo de avaliação. É utilizado para avaliar estudantes (ou grupos de estudantes) com uma rubrica desenhada pelo professor e também permite que os estudantes avaliem outros estudantes (avaliação pelos pares). Vejam também a seção 3 deste capítulo para mais explicações sobre rubricas.

Escolas de Engenharia cujo ambiente virtual de aprendizagem é o CANVAS, contam com a possibilidade de construir as rubricas no próprio AVA.

P32: Quais os elementos para composição de rubricas?

R32: Segundo STEVENS e LEVI (2005), uma rubrica de avaliação é uma ferramenta que indica, em uma escala, as expectativas específicas para uma determinada tarefa. Rubricas de avaliação são compostas basicamente por quatro elementos:

- Descrição detalhada da tarefa.
- As dimensões da tarefa, que se referem aos aspectos que serão avaliados.
- Uma escala que descreve diferentes níveis de desempenho.
- Descrição dos diferentes níveis de desempenho em cada uma das dimensões da tarefa. Estes diferentes níveis de desempenho podem ser baseados na taxionomia de Bloom revisada (ANDERSON; KRATHWOHL, 2001), na taxionomia SOLO (BIGGS; COLLIS, 2014) e na taxionomia do aprendizado significativo (FINK, 2003).

Podemos listar algumas vantagens na utilização das rubricas de avaliação, a saber:

- Apesar de o professor ter de investir um tempo considerável na das rubricas, elas representam um ganho de tempo no momento de realizar a avaliação, uma vez que a cada dimensão e nível de desempenho podem ser previamente associados pontuações e pesos;
- A utilização de rubricas tende a melhorar o desempenho dos estudantes, uma vez que permite que o professor explicita de modo claro e inequívoco, aos estudantes, o desempenho que se espera deles. Dessa forma, os estudantes podem direcionar seus esforços de modo muito mais eficaz;
- A rubrica prepara o caminho para um *feedback* rápido e de fácil compreensão, especialmente se foi discutida com os estudantes antes da realização da tarefa. A rapidez e a clareza do *feedback*
- é definitivamente um dos fatores que permite aos estudantes a superação de suas dificuldades;
- Construir rubricas permite aos professores desenvolverem diversas habilidades, tais como: estimula a reflexão a respeito da relação entre os resultados de aprendizagem e as tarefas propostas; torna o trabalho de avaliar mais objetivo; estimula a comunicação dos critérios de avaliação e o *feedback* aos estudantes, fazendo crescer a consciência de sua importância;

gera maior clareza a respeito das dificuldades e do potencial de cada estudante, entre outras.

Vejam também a seção 3 deste capítulo para mais explicações sobre rubricas.

6.3 Participantes Não Autores da Sessão Dirigida

Além dos autores dos trabalhos, a SD contou com a participação ativa de vários congressistas. Parte deles deixaram seus nomes e contatos, os quais listamos a seguir:

- Ana Marta de Souza - UFU - anamartaengenharia@gmail.com
- Claudio Luis Crescente Frankenberg - PUCRS - claudio@pucrs.br
- Paula Renatha Nunes da Silva - UFOPA - paula.silva@ufopa.edu.br
- Keiti Pereira Vidal de Souza - Instituto Mauá de Tecnologia - keiti.vidal@maua.br
- Mychelle Sato - IFMT/UFG - mychellefabiane@hotmail.com
- Marcella Sgura Viana - Curso Superior de Tecnologia em Transporte Terrestre - Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia – Salvador - marcella.sgura@ufba.br
- Sandra Terezinha Urbanetz - IFPR - Campus Curitiba - sandra.urbanetz@ifpr.edu.br
- Neide Pessin - Universidade de Caxias do Sul - npessin@ucs.br
- João Carlos C Barbirato - Eng Civil, Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas, Maceió-AL - jccb@ctec.ufal.br
- Vera Lúcia D. S. Franco - Eng. Mecatrônica -Universidade Federal de Uberlândia - vlfranco@ufu.br
- Tânia Regina Dias Silva Pereira - Universidade do Estado da Bahia – UNEB - ttanreg2@gmail.com

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Explorar o desenvolvimento e avaliação de competências em contextos de aprendizagem ativa em Engenharia é desafiante, mas necessário. Em primeira instância, porque é essa a contribuição da

pesquisa em Educação em Engenharia, como área de conhecimento que abrange todo o espectro de áreas relacionadas com o desenvolvimento de competências de Engenharia e por isso relacionada com o ensino, a pesquisa e a prática em Engenharia. De algum modo, o discurso das competências movimenta-se em todo este espectro e de uma forma cada vez mais evidente.

Nesse sentido, este capítulo ilustra contextos que promovem o desenvolvimento e formas de avaliar competências que estão intencionalmente associadas ao perfil profissional e aos modos de ser estudante dos estudantes de Engenharia.

As práticas pedagógicas aqui descritas revelam a riqueza de formas de conceber os processos de ensino, de aprendizagem e de avaliação, e podem colaborar para que os professores se sintam estimulados a conhecer estratégias e métodos de intervenção pedagógica para promover aprendizagens ativas e significativas, que sejam compatíveis com o desenvolvimento das competências referidas pelas novas DCNs. Ao integrar ambientes de aprendizagem ativa, como os que foram descritos, o estudante pode desenvolver autonomia, raciocínio organizado, autocrítica, habilidades de interpretação de textos, de elaboração de ideias e de análise, dentre outras competências.

Pode-se dizer que, a partir de experiências como essas, os estudantes também começam a mudar a concepção de aprender. Só o fato de estarem lendo, interpretando, refletindo, fazendo perguntas, já é um avanço, ainda que pequeno, em relação à transmissão de conteúdos e de instrumentos de avaliação em que são aferidas certo ou errado às resoluções para a contabilização apenas de uma nota como expressão de aprendizagem e competências desenvolvidas.

E, sem dúvida, a avaliação é um dos aspectos curriculares mais sensíveis, por isso é uma discussão que não finda e é necessária para o alinhamento curricular de competências definidas, desenvolvidas e avaliadas.

Esperamos que este capítulo traga uma contribuição para os professores de Engenharia na implementação das novas DCNs e que seja um documento representativo da sessão dirigida ocorrida no COBENGE 2020.

REFERÊNCIAS

ABELHA, M.; FERNANDES, S.; MESQUITA, D.; SEABRA, F.; FERREIRA-OLIVEIRA, A. Graduate Employability and Competence Development in Higher Education - A Systematic Literature Review Using



PRISMA. **Sustainability**, v. 12, n.15, 5900. doi:10.3390/su12155900, 2020.

ACTON, R. Innovating lecturing: Spatial change and staff-student pedagogic relationships for learning. **Journal of Learning Spaces**, v. 7, n. 1, p. 1-15, 2018.

ALVES, A.; MOREIRA, F.; SOUZA, R. O papel dos tutores na aprendizagem baseada em projectos: três anos de experiência na Escola de Engenharia da Universidade do Minho. *In.*: Barca, A., Peralbo, M., Porto, A., Silva, B.D. e Almeida, L. (Eds.) Libro de Actas do Congresso Internacional Galego-Portugués de Psicopedagogía. **Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Educación**, Coruña: Universidade da Coruña: ISSN: 1759-1770, 2007.

AKILI, W. On implementation of problem-based learning in engineering education: Thoughts, strategies and working models. **Frontiers in Education Conference (FIE)**, IEEE, p. S3B-1-S3B-6. 2011.

ALBARRACIN, D; JOHNSON, B.T.; ZANNA, M.P.; KUMKALE, G.T. Attitudes: Introduction and scope, In: D. Albarracin, B.T. Johnson, B.T. Zanna (Eds.), **The handbook of attitudes**, Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ, p. 3-21, 2005.

ALMEIDA, L. S. Facilitar a aprendizagem: ajudar os alunos a aprender e a pensar. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 6, n. 2, p. 155-165, 2002.

AMBROSE, S. A.; BRIDGES, M. W.; DIPIETRO, M.; LOVETT, M. C.; NORMAN, M. K.; MAYER, R. E. **How Learning Works: Seven Research-Based Principles for Smart Teaching**. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 2010.

ANGELO, T. A.; CROSS, K. P. **Classroom assessment techniques: a handbook for college teachers**. 2. ed. San Francisco: Jossey-Bass, 1993.

ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. (Ed.). **A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives**. New York: Longman, 2001

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.30, n. 2, p. 362-384, 2013.

ARONSON, E.; BLANEY, N.; STEPHIN, C.; SIKES, J.; SNAPP, M. **The jigsaw classroom**. Beverly Hills, CA: Sage Publishing Company, 1978.

AUSUBEL, D. **Educational psychology: a cognitive view**. 1. ed. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2. ed. New York: Holt Rinehart and Winston, 1978.

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.

BARKLEY, Elizabeth F. **Student Engagement Techniques**. A Handbook for College Faculty. Higher and Adult Education Series. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 2010.

BARTEL, A.; FIGAS, P.; HAGEL, G. Using a Scenario-Based Approach for Learning Software Engineering. In: Hagel, Georg; Mottok, Jürgen (eds.): **Proceedings of ECSEE – European Conference Software Engineering Education**. Shaker: Aachen, 2014, p. 167-179

BATES, (Tony) A. W. Appendix 1: Building an effective learning environment, A.2 What is a learning environment? Disponível em: <<https://opentextbc.ca/teachinginadigitalage/part/chapter-5-building-an-effective-learning-environment/>>. Acesso em: 15 abr. 2021.

BAYTIYEH, H.; NAJA, M. K. Students perceptions of the flipped classroom model in an engineering course: a case study. **European Journal of Engineering Education**, v. 42, n. 6, p.1048-1061, 2017.

BECKER, F. **Epistemologia do professor: o cotidiano da escola**. 14. ed. Petrópolis: Vozes, 2009.

BECKER, F. **Educação e Construção do Conhecimento**. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Flip your classroom: reach every student in every class every day**. Eugen, Oregon: International Society for Technology in Education, 2012.

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

BIGGS, J. B. Enhancing teaching through constructive alignment. **Higher Education**, v. 32, n. 3, p. 347-364, 1996.

BIGGS, J. B.; COLLIS, K. F. **Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome)**. Academic Press, 2014.

BISHOP, J. L.; VERLEGER, M. A. The flipped classroom: A survey of the research. In: ASEE national conference proceedings, Atlanta, GA, v. 30, n. 9, p. 1-18, 2013.

BLIGH, D. **What's the use of lectures?** San Francisco: Jossey-Bass, 2000.

BOEHRER, J.; LINSKY, M. Teaching with Cases: Learning to Question. **New Directions for Teaching and Learning**, v. 42, n. 1, p. 41-57, 1990.

BONWELL, C. C.; EISON, J. A. Active learning: creating excitement in the classroom. **ASHE-ERIC Higher Education Report**, n. 1, Washington DC: The George Washington University; 1991.

BOOTH, I. A. S.; SAUER, L. Z.; VILLAS BOAS, V. Aprendizagem baseada em problemas: um método de aprendizagem ativa. In: Valquíria Villas-Boas; José Arthur Martins; Odilon Giovannini; Laurete Zanol Sauer, Ivete Ana Schmitz Booth. (Org.). **Aprendizagem baseada em problemas: estudantes de ensino médio atuando em contextos de ciência e tecnologia**. 1ed. Brasília: ABENGE, v. 1, p. 35-63, 2016.

BORGES, M. C. A. Reforma da universidade no contexto da integração europeia: o processo de Bolonha e seus desdobramentos. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 34, n. 122, p. 67-80, Mar. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-73302013000100004>> Acesso em: 15 abr. 2021.

BOUD, D.; FELETTI, G. **The challenge of problem-based learning**. London: Kogan, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia. **Resolução CES/CNE 11/2002**, publicada no DOU 09/04/2002, Seção 1, p. 32, 2002.

_____. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia. **Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de**



2019 - Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. 2019. Disponível em <<http://www.in.gov.br/web/dou/-/resolu%C3%87%C3%83o-n%C2%BA-2-de-24-de-abril-de-2019-85344528>>. Acesso em: 31 maio 2019.

CAMPOS, L. C., MANRIQUE, A. L., DIRANI, E. A. T. The Thematic Areas of a course in Biomedical Engineering using PBL Methodology, In: 2nd Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education, II PAEE, Barcelona, Espanha, **Proceedings** [...]. Guimarães: Graphic Design: Gen – Comunicação Visual, 2010, p. 83-86.

CEBRIÁN de La S, M. Las redes en la mejora del practicum en la formación inicial de maestros. **Revista Pixel-Bit**, n. 14, p. 5-11, 2000. Disponível em: <<https://recyt.fecyt.es/index.php/pixel/article/view/61140>>. Acesso em: 03 out. 2020.

CEBRIÁN de La S.; M.; RIVAS, M. R.; DOMÍNGUEZ, J. A. A. E-portafolio en el practicum: un modelo de rúbrica. **Comunicación y pedagogía: Nuevas tecnologías y recursos didácticos**, n. 218, p. 8-14, 2007.

CHOWDHURY, T.; MURZI, H. Literature review: Exploring teamwork in engineering education. In **Proceedings of the Conference: Research in Engineering Education Symposium**, Cape Town, South Africa, p. 10-12. 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/334681127_Literature_Review_Exploring_Teamwork_in_Engineering_Education>. Acesso em: 15 abr. 2021.

CID, M. Avaliar para incluir e melhorar as aprendizagens: práticas, obstáculos e possibilidades, **Repositório Universidade de Évora**, 2017. Disponível em: <<https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/22848/1/AVALIAR%20PARA%20INCLUIR%20E%20MELHORAR%20AS%20APRENDIZAGENS.%20PR%C3%81TICAS%2C%20OBST%3%81CULOS%20E%20POSSIBILIDADES.pdf>> Acesso em: 15 abr. 2021.

CLEVELAND, B.; FISHER, K. The evaluation of physical learning environments: A critical review of the literature. **Learning Environments Research**, v. 17, n. 1, p. 1-28, 2014.

CLOUGH, G. W. **Reforming Engineering Education**, The Bridge, Washington, DC: National Academy of Engineering, 2006.

CLOSS, L.; MAHAT, M.; IMMS, W. Learning environments' influence on students' learning experience in an Australian Faculty of Business and Economics. **Learning Environments Research**, p. 1-15, 2021. <<https://doi.org/10.1007/s10984-021-09361-2>>.

CN-DCNs. Comissão Nacional para Implantação das Novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Relatório Síntese**. 63 p., junho, 2020.

CNI, Confederação Nacional da Indústria, Serviço Social da Indústria, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Instituto Euvaldo Lodi, Conselho Nacional de Educação, Associação Brasileira de Educação, Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. **Documento de apoio à implantação das DCNs do curso de graduação em Engenharia**. Brasília: 78 p., 2020.

CRAWLEY, E.; MALMQVIST, J.; OSTLUND, S.; BRODEUR, D.; EDSTROM, K. **Rethinking engineering education**. The CDIO Approach. New York: Springer Science & Business Media, 2014.

DALLABONA, C. A. Educação a distância e educação em engenharia: competência docente. **Anais do XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - Educação em Engenharia na era do conhecimento**. Brasília: Editora ABENGE, Gramado, 2013.

DAMÁSIO, A. **O erro de Descartes**. Tradução de Dora Vicente e Georgina Segurado. São Paulo: Companhia das Letras, 2012.

DAMÁSIO, A. **O mistério da consciência**. Tradução de Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 2015.

DARIVA, V. T.; MACHADO, G. J.; SOARES, M. R. F.; VILLAS-BOAS, V. Desconstrução de Concepções Espontâneas em Física de Estudantes de Engenharia por meio de uma Estratégia de Aprendizagem Ativa. In: XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2018, Salvador. **Educação Inovadora para uma Engenharia Sustentável**. Brasília: ABENGE, 2018. v. 1.

DEL POZO FLÓREZ, J. A. **Competencias profesionales: herramientas de evaluación: el portafolios, la rúbrica y las pruebas situacionales**. Narcea Ediciones, 2012.

DeLACEY, B. J.; LEONARD, D. A. Case study on technology and distance in education at the Harvard Business School. **Educational Technology & Society**, v. 5, n. 2, p. 13-28, 2002.

DERTOUZOS, M. **O que será:** como a informação transformará nossas vidas. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

DESLILE, R. **Use problem-based learning in the classroom.** Virginia: ASCD, 1997.

DEWEY, J. **Democracy and education.** New York: Free Press, 1944. (trabalho original publicado em 1916).

DeZURE, D.; KAPLAN, M.; DEERMAN, M. A. Research on student notetaking: implications for faculty and graduate student instructors. **CRLT Occasional Papers**, v.16, 2001.

DUCH B. J.; GROH S. E.; ALLEN, D. E. Why problem-based learning? A case study of institutional change in undergraduate education. In.: B. Duch, S. Groh, & D. Allen (Eds.). **The power of problem-based learning**, p. 3-11. Sterling, Virginia: Stylus Publishing, 2001.

DUNLOSKY, J.; RAWSON, K. A.; MARSH, E. J.; NATHAN, M. J.; WILLINGHAM, D. T. Improving student's learning with effective techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology. **Psychological Science in the Public Interest**, [S.1.], v. 14, n. 1, p. 4-58, 2013.

DUNNE, G. Beyond critical thinking to critical being: Criticality in higher education and life. **International Journal of Educational Research**, v. 71, p. 86-99, 2015.

EDUCATION REFORM GLOSSARY. Learning Environment. Last update: 08.29.13, 2013. Disponível em: <<https://www.edglossary.org/learning-environment/>>. Acesso em: 15 abr. 2021.

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.

ERRINGTON, E. Mission Possible: Using Near-World Scenarios to Prepare Graduates for the Professions. **International Journal of Teaching and Learning in Higher Education**, v. 23, n. 1, p. 84–91, 2011.

FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. A.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem Jigsaw no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, p.161-168, 2010.

FEDRIZZI, A. As escolas e a sociedade do futuro. In: **Educação 3.0: Novas Perspectivas para o ensino**, Mônica Tim de Carvalho (Org.). São Leopoldo, RS: Editora Unisinos, 2017.

FELDER, R. M. Beating the number games: effective teaching in large classes. **ASEE Annual Conference**, Milwaukee, WI, 1997.

FELTEN, P.; CLAYTON, P. H. Service-learning. **New directions for teaching and learning**, winter 2011, n. 128, p. 75-84, 2011.

FERNANDES, S.; FLORES, M. A.; LIMA, R. M. Aprendizagem baseada em projetos interdisciplinares no ensino superior: implicações ao nível do trabalho docente. In: **Fourth International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE'2012)**. 2012. p. 227-236.

FERRAZ, A. P. 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.

FERRAZ, T. G. A.; LORDELO, S. N. B.; SAMPAIO, R. R. Avaliação dos Estudantes: o que muda e como se adequar as novas diretrizes. In OLIVEIRA, V. F. A. **Engenharia e as Novas DCNs: Oportunidades para formar mais e melhores engenheiros**. Rio de Janeiro, RJ: GEN/LTC, 2019.

FINELLI, C. J.; NGUYEN, K.; DeMONBRUN, M.; BORREGO, M.; PRINCE, M.; HUSMAN, J.; HENDERSON, C.; SHEKHAR, P.; WATERS, C. K. Reducing Student Resistance to Active Learning: Strategies for Instructors. **Journal of College Science Teaching**, v. 47, n. 5, p. 80-91, 2018.

FINK, L. D. **Creating significant learning experiences: An integrated approach to designing college courses**. San Francisco: Jossey-Bass, 2003.

FORNEIRO, Maria L. I. Observación y evaluación del ambiente de aprendizaje em educación infantil: Dimensiones y variables a considerar. **Revista Iberoamericana de educación**, n. 47, p. 49-70, 2008. Disponível em: <https://coleccion.siaeducacion.org/sites/default/files/files/ambientes_de_aprendizaje_maria_lina_iglesias_rie47_12352.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2021.

FREEMAN, S.; EDDY, S. L.; MCDONOUGH, M.; SMITH, M. K.; OKOROAFOR, N.; JORDT, H.; WENDEROTH, M. P. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 23, p. 8410-8415, 2014.

FREIRE, P. **Pedagogia da Esperança**: um reencontro com a Pedagogia do Oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 18. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2001.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 35. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2003.

FREITAS, M. C. D. **Educação corporativa: um método de apoio à decisão para implantação nas organizações empresariais**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2003.

FREITAS, M. C. D. **Modelagem por competência da disciplina produto e serviço de informação: Relato de experiência**. Vídeo (7 min). Sessão Dirigida 4, 14:00 – 15:45. Educando o engenheiro do século XXI: Aprendizagem ativa para formação por competências no contexto das novas DCNs. 03 dez. 2020. Disponível em: <https://cobenge.ciente.live/programacao-completa/dia-3-sessao-dirigida-4/>

GIBBS, G.; HABESHAW, S.; HABESHAW, T. **53 interesting things to do in your lectures**. Bristol: Technical and Educational Services, 1984.

GOMES, E.; DA SILVA, B. A. O Método Jigsaw e a Mobilização de Estilos de Pensamento Matemático por Estudantes de Engenharia. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 6, n. 1, p. 22-32, 2015.

GOMES, H. F. O ambiente informacional e suas tecnologias na construção dos sentidos e significados. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 219, n.1, p. 61-70, 2000.

GRAAFF, E.; CHRISTENSEN, H. P. Editorial: Theme issue on active learning in engineering education, **European Journal of Engineering Education**, v. 29, n. 4, 2004.

GRAAFF, E.; KOLMOS, A. **Management of change**: implementation of problem-based and project-based learning in engineering, Netherlands: Sense Publishers, 2007.

GUERRA, M. S. **Uma seta no alvo. A avaliação como aprendizagem.** Porto: ASA, 2003.

HADGRAFT, R. G.; KOLMOS, A. Emerging learning environments in engineering education. **Australasian Journal of Engineering Education**, v. 25, n. 1, p. 3-16, 2020.

HADJI, C. **A Avaliação, Regras do Jogo.** Das Intenções aos Instrumentos. Porto: Porto Editora, 1994.

HELLE, L.; TYNJÄLÄ, P.; OLKINUORA, E. Project-based learning in post-secondary education - theory, practice and rubber sling shots. **Higher Education**, v. 51, n. 2, p. 287-314, 2006.

HERREID, C. F. What is a case. **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 2, p. 92-94, 1997.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T; SMITH, K. A. **Active learning: cooperation in the college classroom.** Edina, MN: Interaction Book Company, 1998.

KARABULUT-ILGU, A.; JARAMILLO CHERREZ, N.; JAHREN, C. T. A systematic review of research on the flipped learning method in engineering education. **British Journal of Educational Technology**, v. 49, n. 3, p. 398-411, 2018.

KERR, B. The flipped classroom in engineering education: A survey of the research. In: **2015 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)**, p. 815-818. IEEE, 2015.

KETELE, J. M. D. Caminhos para a Avaliação de Competências. **Revista Portuguesa de Pedagogia**, [S. l.], n. 40-3, p. 135-147, 2006. DOI: 10.14195/1647-8614_40-3_5. Disponível em: https://impactum-journals.uc.pt/rppedagogia/article/view/1647-8614_40-3_5. Acesso em: 23 abr. 2021.

KIEWRA, K. A.; DUBOIS, N. F.; CHRISTIAN, D.; MCSHANE, A.; MEYERHOFFER, M.; ROSKELLEY, D. Note-taking functions and techniques. **Journal of Educational Psychology**, v. 83, n. 2, p. 240-245, 1991.

KOLMOS, A. Education for the Future. In: **Engineering for Sustainable Development.** UNESCO & ICEE, p 121-128, 2021.

KOVAC, J. Student active learning methods in general chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 76, n. 1, p. 120-124, 1999.

LE BOTERF, G. **Construir as Competências Individuais e Coletivas**. Resposta a 80 Questões; Edições ASA: Porto, Portugal, 2005.

LAGE, M. J.; PLATT, G. J.; TREGLIA, M. Inverting the classroom: a gateway to creating an inclusive learning environment. **The Journal of Economic Education**, v. 31, n. 1, p. 30-43, 2000.

LIGHT, G.; COX, R.; CALKINS, S. **Learning and teaching in higher education: the reflective professional**. 2. ed. London: Sage Publications, 2011.

LIMA, I. G. **A equilibração dos processos cognitivos na aprendizagem de matemática no ambiente do Mecam**. 2004, 220f. Tese (Doutorado em Informática em Educação) - PGIE, UFRGS, Porto Alegre, 2004.

LIMA, R. M.; DINIS-CARVALHO, J.; SOUSA, R. M.; ALVES, A. C.; MOREIRA, F.; FERNANDES, S.; MESQUITA, D. Ten Years of Project-Based Learning (PBL) in Industrial Engineering and Management at the University of Minho. In: Guerra, A.; Ulseth, R.; Kolmos, A. (Eds.), **PBL in Engineering Education: International Perspectives on Curriculum Change** (pp. 33-52). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, 2017a.

LIMA, R. M.; DINIS-CARVALHO, J.; SOUSA, R. M.; AREZES, P. M.; MESQUITA, D. Development of Competences while solving real industrial interdisciplinary problems: a successful cooperation with industry. **Production Journal**, v. 27(spe), p. 1-14. doi:10.1590/0103-6513.230016, 2017b.

LIMA, R. M.; MESQUITA, D.; ROCHA, C.; RABELO, M. Defining the Industrial and Engineering Management Professional Profile: a longitudinal study based on job advertisements. **Production Journal**. v. 27(spe), e20162299. <http://prod.org.br/doi/10.1590/0103-6513.229916>, 2017c.

LIMA, I. G.; SAUER, L. Z.; SOARES, E. M. S. O processo de avaliação integrando o processo de ensino aprendizagem por competências na educação em engenharia. In: **XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, COBENGE 2007, Curitiba, Paraná, Brasil.

LUDKE, M. O trabalho com projetos e a avaliação na educação básica. In: ESTEBAN, M. T.; HOFFMANN, J.; SILVA, J. F. (Org.). **Práticas avaliativas e aprendizagens significativas**. Porto Alegre: Mediação, p. 67-80, 2003.

LYMAN, F. T. The responsive classroom discussion: The inclusion of all students. In A. Anderson (Ed.). **Mainstreaming Digest**, College Park: University of Maryland Press, p. 109-113, 1981.

MASETTO, M. T. **O professor na hora da verdade**: a prática docente no ensino superior. São Paulo: Avercamp, 2010.

MASETTO, M. Professor universitário: um profissional da educação na atividade docente. In: MASETTO, M. T. (Org). **Docência na Universidade**. 11. ed. Campinas: Papirus, 1998, p. 9-26.

MASON, G. S.; SHUMAN, T. R.; COOK, K. E. Comparing the effectiveness of an inverted classroom to a traditional classroom in an upper-division engineering course. **IEEE Transactions on Education**, v. 56, n. 4, p. 430-435, 2013.

MAZUR, E. **Peer instruction**: a user's manual. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 1997.

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

McGREW, R.; SAUL, J.; TEAGUE, C. **Instructor's manual to accompany physics for scientists and engineers**, 5th ed. New York: Harcourt College Publishers, 2000.

MESQUITA, D. **O Currículo da formação em engenharia no âmbito do Processo de Bolonha: desenvolvimento de competências e perfil profissional na perspectiva dos docentes, dos estudantes e dos profissionais**. 2015, 317f. Tese de doutorado em Ciências de Educação. Universidade do Minho, Guimarães, Portugal, 2015.

MESQUITA, D.; LIMA, R. M.; FLORES, M. A.; MARINHO-ARAÚJO, C.; RABELO, M. Industrial Engineering and Management Curriculum Profile: Developing a Framework of Competences. **International Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 6, n. 3, p. 121-131, 2015. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/38608/1/ijiem_vol6_no3_4.pdf> Acesso em: 15 abr. 2021

MESQUITA, D.; NEVES, R. M.; LIMA, R. M.; FIGUEIREDO, A. C.; SANTOS, A. C. O.; TURRIONI, A. M. S.; CAMPOS, B. C. O.; CALDEIRA, B. C.; GUEDES, F. C.; GIL, H. A. C.; BOOTH, I. A. S.; TURRIONI, J. B.; MARTINS, J. A.; CAPANEMA, J.; SAUER, L. Z.; CAMPOS, L. C.; TEIXEIRA, M. C. M.; PEREIRA, M. A. C.; BARROS, M. V.; CARGNIN-STIELER, M.; MATASSOGLIO NETO, O.; BRAGA, R. A. S.; TAVARES,



S. R.; VILLAS-BOAS, V. Perfil do Professor de Engenharia: desenvolvimento de competências nos contextos de Aprendizagem Ativa. In: Vanderli Fava de Oliveira; Octavio Mattasoglio Neto; Marcos José Tozzi. (Org.). **DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: Processos de Ingresso, Perfil do Professor, Aprendizagem Multidisciplinar, Inovação e Proposições**. 1 ed. Brasília: ABENGE, 2016, p. 9-35.

MICHAEL, J. Where's the evidence that active learning works? **Advances in Psychology Education**. 2006. p. 159-167. Disponível em: <<https://journals.physiology.org/doi/pdf/10.1152/advan.00053.2006>> Acesso em: 13 set. 2020.

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**. Disponível em: <<https://periodicos.uninove.br/dialogia/article/view/17123>> Acesso em: 17 abr. 2021.

NOVAK, G. M.; PATTERSON, E. T.; GAVRIN, A. D.; CHRISTIAN, W. **Just-in-time-teaching: blending active learning with web technology**. New Jersey: Prentice Hall, 1999.

NOVAK, G. M. Just-in-time teaching. **New Directions for Teaching and Learning**, winter 2011, n. 128, p. 63-73, 2011.

OLIVEIRA, T. E.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. Sala de aula invertida (flipped classroom): inovando as aulas de física. **Física na escola**. São Paulo. v. 14, n. 2, p. 4-13, 2016.

ONU, **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**, 2015. Disponível em <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>> Acesso em: 15 abri. 2021.

PASSERI, S. M. R. R.; MAZUR, E. Peer instruction-based feedback sessions improve the retention of knowledge in medical students. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 43, n. 3, p. 155-162, (2019).

PAVANELO, E.; LIMA, R. Sala de Aula Invertida: a análise de uma experiência na disciplina de Cálculo I. **Boletim de Educação Matemática**, v. 31, n. 58, 2017.

PEREIRA M. A.; SILVA; M. B.; PAZETI, M.; CLARO, S. R. Aprendizagem baseada em projetos: o case da escola de engenharia de Lorena – USP. XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Joinville. **Anais [...]**. 2017.

PIAGET, J. The relation of affectivity to intelligence in the mental development of the child. **Bulletin of the Menninger Clinic**, v. 26, n. 3, 1962.

PIAGET, J. **Fazer e compreender**. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

PIAGET, J. **A epistemologia genética**: sabedoria e ilusões da filosofia, problemas de psicologia genética. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

PIAGET, J. **Epistemologia genética**. 4. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2012.

PIAZZA, D.; BARRETO, L. T. P.; POLETO, M.; BERTÉLI, M. O.; PESSIN, N.; CORNELLI, R.; BRANDALISE, R. N.; Trabalho Discente Efetivo como meio de fomentar Autonomia do Estudante na disciplina de Introdução à Engenharia. In: **Anais do XLVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Fortaleza: ABENGE, 2019.

PINTO, G. R. P. R.; BURNHAM, T. F.; PEREIRA, H. B. de B. Uma interpretação do PBL baseada na perspectiva da complexidade. In: XXXVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2009, Recife. **Anais do XXXVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, 2009.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 1986.

POWELL, P. C.; WEENK, W. **Project-led engineering education**. Utrecht: Lemma Publishers, 2003.

PRINCE, M. Does Active Learning Work? A Review of the Research. **Journal of Engineering Education**, v. 93, n. 3, p. 223-231, 2004.

REZENDE, A. C. S. Estudante x estudante: como a neurociência pode ajudar a transformar estudantes em estudantes, 2016. Disponível em: <<http://www.ibfeduca.com.br/campinas/blog/estudante-x-estudante-como-a-neurociencia-pode-ajudar-a-transformar-estudantes-em-estudantes>>. Acesso em: 21 jan. 2021.

RIBEIRO, L. R. C.; MIZUKAMI, M. G. N. Uma implementação da aprendizagem baseada em problemas (PBL) na pós-graduação em Engenharia sob a ótica dos alunos. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**. Londrina, v. 25, p. 89-102, 2004.

RIBEIRO, L. R. C. **A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL): Uma Implementação na Educação em Engenharia na Voz dos**



Atores. 236f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos, 2015.

ROESCH, S. M. A. Notas sobre a Construção de Casos para Ensino. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 11, n. 2, p. 213-234, 2007.

ROGERS, A; HORROCKS, N. **Teaching adults**. 4. ed. Berkshire: McGraw-Hill Education, 2010.

ROSÁRIO, P.; SOARES, S. NUES, J.C. GONZÁLEZ-PIENDA, J.; RÚBIO, M. Processos de auto-regulação da aprendizagem e realização escolar no ensino básico. **Psicologia Educação e Cultura**. v. 8, n. 1, p. 141-157, 2004.

ROSÁRIO, P.; NUNES, T.; MAGALHÃES, C.; RODRIGUES, A.; PINTO, R.; FERREIRA, P. Processos de auto regulação da aprendizagem em alunos com insucesso no 1.º ano de Universidade. **Revista Semestral de Psicologia Escolar e Educacional**, v. 14, n. 2, p. 349-38, São Paulo, 2010.

RUFINO, L. F.; BARROS JUNIOR, S. J.; CUNHA, K. S.; RODRIGUES, K. C. Uma discussão sobre os conceitos de objetivo, habilidade e competência na BNCC do Ensino Médio. **Revista Currículo e Docência**, v. 2, n. 2, 2020.

RUPPENTHAL, S.; MANFROI, L.; VIÊRA, M. M. Experenciando Flipped Classroom na Aprendizagem da Estatística no Ensino Superior. **Anais Centro de Ciências Sociais Aplicadas/ISSN 2526-8570**, v. 6, n. 1, p. 99-110, 2019.

SALEMI, M. K. Clickenomics: using a classroom response system to increase student engagement in a large-enrollment principles of economics course. **Journal of Economic Education**, v. 40, n. 4, p. 385-404, 2009.

SALERNO, B. N. **Modelo de ciclo de vida da informação para planejamento de conteúdo baseado em competência em Massive Open Online Courses**. Dissertação de Mestrado em Gestão da Informação - Universidade Federal do Paraná, Brasil, 2020.

SALERNO, B. N.; FREITAS, M.C. D. Avaliação por competência em cursos online abertos e massivos por meio de rubrica. **Atoz: Novas práticas em informação e conhecimento**, v. 8, p. 27-31, 2019.

SAUD, M. S.; KAMIN, Y.; LATIB, A. A.; AMIN, N. F. A Conceptual Model of Scenario Based Learning for Developing Higher Order Thinking Skills in Engineering Education. **Advanced Science Letters**, v. 23, n. 1, 194-196, 2017.

SAUER, L. Z. **O diálogo matemático e o processo de tomada de consciência da aprendizagem em ambientes telemáticos**. 2004. 202f. Doutorado (Pós-Graduação em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2004. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/6953>>. Acesso em: 26 jan. 2021

SAUER, L. Z.; LIMA, I. G.; SOARES, E. M. Active Learning Strategies in Mathematics for Engineering Education. In: **Active Learning in Engineering Education, ALE2008**, Bogotá D.C., Colômbia. Anais [...]. Bogotá: Universidad de Los Andes, 2008.

SAUER, L. Z.; LIMA, I. G. Razão e emoção em ambientes de aprendizagem: em busca da unidade. In: SOARES, E.M.; VALENTINI, C. B. (Org.). **Aprendizagem em ambientes virtuais: compartilhando ideias e construindo cenários**. 2. ed. Caxias do Sul: EDUCS, 2010.

SAVIN-BADEN, M.; HOWELL, M. C. **Foundations of problem-based learning**. New York: McGraw-Hill Education, 2004.

SCHWARTZ, Charles. **An Academic Adventure**. 1991 Disponível em: <<https://www.ocf.berkeley.edu/~schwartz/Minute.html>>. Acesso em: 11 abr. 2021.

SHELL, J.; MAZUR, E. Flipping the chemistry classroom with peer instruction. **Chemistry education: Best practices, opportunities and trends**, p. 319-344, 2015.

SERB, G. D. P.; SERB, I. P. Applying Scenario Based Learning to Study the Impact of Remanufacturing on the Stepper Motor Control. In **2019 11th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering (ATEE)**, p. 1-4. IEEE, 2019.

SILVA, E. L.; CUNHA, M. V. A formação profissional no século XXI: desafios e dilemas. **Ciência da Informação**, v. 31, n. 3, p. 77-82, 2002.

SIMON, B.; CUTTS, Q. I. Peer instruction: a teaching method to foster deep understanding. **Communications of the ACM**, v. 55, n. 2, p. 27-29, 2012.

SMITH, K. A. Cooperative learning: Effective teamwork for engineering classrooms. In **Proceedings Frontiers in Education 1995 25th annual**

conference. Engineering Education for the 21st Century, IEEE. v. 1, p. 2b5-13-2b5-18, 1995.

SOARES, L. P.; ACHURRA, P.; ORFALI, F. A hands-on approach for an integrated engineering education. **Proceedings of the PAEE/ALE 2016**, p. 294-302, 2016.

SOARES, E. M. S, LIMA, I. G., SAUER, L. Z. Estratégias de aprendizagem ativa em matemática para educação em engenharia. In: **XXXVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, COBENGE 2008, São Paulo, Brasil, 2008.

SOMERVILLE, M., ANDERSON, D., BERBECO, H., BOURNE, J. R., CRISMAN, J., DABBY, D., DONIS-KELLER, H., HOLT, S. S., KERNS, S., KERNS JR. D. V., MARTELLO, R., MILLER, R. K., MOODY, M., PRATT, G., PRATT, J. C., SHEA, C., SCHIFFMAN, S., SPENCE, S., STEIN, L. A., STOLK, J. D., STOREY, B. D., TILLEY, B., VANDIVER, B., ZASTAVKER, Y. The Olin Curriculum: Thinking Toward the Future, **IEEE Transactions on Education**, v. 48, n. 1, p. 198-205, 2005.

SORIN, R. Scenario-based learning: Transforming Tertiary Teaching and Learning. **Proceedings of the 8th QS Asia Pacific Professional Leaders in Education Conference**, 71–81. Bali, 2013.

STEVENS, D. D.; LEVI, A. J. **Introduction to rubrics: an assessment tool to save grading time, convey effective feedback and promote student learning.** Stylus Publishing, LLC., 2005.

STOOF, A.; MARTENS, R. L.; VAN MERRIËNBOER, J. J. G.; BASTIAENS, T. J. The Boundary Approach of Competence: A Constructivist Aid for Understanding and Using the Concept of Competence. **Human Resource Development Review**, v. 1, n. 3, p. 345–365, 2002.

THARAYIL, S.; BORREGO, M.; PRINCE, M.; NGUYEN, K. A.; SHEKHAR, P.; FINELLI, C. J.; WATERS, C. K. Strategies to mitigate student resistance to active learning. **International Journal of STEM Education**, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2018.

THOMSEN, B. C.; RENAUD, C. C.; SAVORY, S. J.; ROMANS, E. J.; MITROFANOV, O.; RIO, M.; DAY, S. E.; KENYON, A. J.; MITCHELL, J. E. Introducing Scenario Based Learning: Experiences from an Undergraduate Electronic and Electrical Engineering Course. In **IEEE EDUCON 2010 Conference**, p. 953-958. IEEE, 2010.



TINOCO, E. **Desenvolvimento de Competências de Comunicação Pessoal em Gestão de Projetos através de Aprendizagem Baseada em Cenários**. Dissertação de Mestrado em Gestão de Projetos de Engenharia, Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Guimarães, Portugal, 2020.

TOLLEFSON, S. **Gone in Sixty Seconds: The One-Minute Paper as a Tool for Evaluation of Both Instructor and Student**, January 1, 2006. Disponível em: <<https://writing.berkeley.edu/article/gone-sixty-seconds>>. Acesso em: 11 abr. 2021.

TOVANI, C. **So what do they really know?** Assessment that Informs Teaching and Learning. Kindle Edition, Stenhouse Publishers: Portsmouth, New Hampshire, 2011.

TSANG, E. (Ed.) **Projects that matter: Concepts and models for service-learning in engineering** (Vol. 5). Stylus Publishing, LLC., 1999.

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

VELEGOL, S. B.; ZAPPE, S. E.; MAHONEY, E. The evolution of a flipped classroom: evidence-based recommendations. **Advances in Engineering Education**, v. 4, n. 3, p. 1-37, 2015.

VIANA, D. M.; SOUZA E SILVA, M. F.; SANTANA, A. C.; ABDALLA Jr., H. Including Integrating Projects in Engineering Curricula. **WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education**, vol. 8, n. 3, p. 73-82, 2011. Disponível em: <<http://www.wseas.us/e-library/transactions/education/2011/54-166.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2021.

VICKREY, T.; ROSPLOCH, K.; RAHMANIAN, R.; PILARZ, M.; STAINS, M. Research-based implementation of peer instruction: a literature review. **CBE—Life Sciences Education**, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2015.

VILLAS-BOAS, V. *et al.* Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia. In: Vanderli Fava de Oliveira, Zacarias Chamberlain, Adriano Péres, Paulo Roberto Brandt, Simone Leal Schwertl. (Org.). **DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: Vocação, Formação, Exercício Profissional, Experiências Metodológicas e Proposições**. 1ed. Blumenau: EdiFURB v. 1, p. 59-112, 2012.

VILLAS-BOAS, V.; MARTINS, J. A.; GIOVANNINI, O.; SAUER, L. Z., BOOTH, I. A. S. (Org.). **Aprendizagem baseada em problemas:**



estudantes de ensino médio atuando em contextos de ciência e tecnologia. 1ed. Brasília: ABENGE, 2016.

VILLAS-BOAS, V.; SAUER, L. Z. Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia em tempos de Indústria 4.0. In OLIVEIRA, V. F. A. **Engenharia e as Novas DCNs: Oportunidades para formar mais e melhores engenheiros.** Rio de Janeiro, RJ: GEN/LTC, 2019.

VOELCKER, M. D. **Tecnologias digitais e a mudança de paradigma na educação: a aprendizagem ativa dos educadores como favorecedora de diferenciação e sustentação da mudança,** 2012, 240p., Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação – UFRGS.

WALVOORD, B. E.; ANDERSON, V. J. **Effective grading: a tool for learning and assessment.** San Francisco: Jossey-Bass, 1998.

WANKAT, P. C.; OREOVICZ, F. S. **Teaching engineering.** Indiana, USA: Purdue University Press, 2015.

WEAVER, R. L.; COTRELL, H. W. Mental aerobics: the half-sheet response. **Innovative Higher Education**, v. 10, n. 1, p. 23-31, 1985.

WILLIAMS, M. K. John Dewey in the 21st century. **Journal of Inquiry & Action in Education**, v. 9, n. 1, p. 91-102, 2017.

WILSON, R. C. Improving faculty teaching: Effective use of student evaluations and consultants. **The Journal of Higher Education**, v. 57, n. 2, p. 196-211, 1986.

WRAGA, W. Understanding the Tyler rationale: Basic Principles of Curriculum and Instruction in historical context. **Espacio, Tiempo y Educación.** v. 4, n. 2, p. 227-252, 2017.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Penso Editora, 2015.

ZARIFIAN, P. **Objectif Compétence. Pour une nouvelle logique.** Editions Liaisons, 1999.

CAPÍTULO 2

USO DE JOGOS E GAMIFICAÇÃO PARA ENSINO E APRENDIZAGEM EM ENGENHARIA

Daniel Braatz

Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

Fernando César Meira Menandro

Universidade Federal do Espírito Santo - UFES

Angelo Eduardo Battistini Marques

Bruno Vilardi Bueno

Hector Alexandre Chaves Gil

Keiti Pereira Vidal de Souza

Patricia Antonio

Instituto Mauá de Tecnologia - IMT

André Abelardo Tavares

Jean Luca Colombo

Centro Universitário Satc – UniSatc

Clarissa Notariano Biotto

Esdras Paravizo

Priscila Mirapalmete Rodegheri

Sheyla Mara Baptista Serra

Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

João Marcos Bittencout

Universidade Federal Fluminense - UFF

Eduardo Ferro dos Santos

Universidade de São Paulo – USP



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	146
2	TÉCNICAS DE DESENVOLVIMENTO DE JOGOS.....	146
3	EXPERIÊNCIAS DE APLICAÇÕES DE JOGOS E GAMIFICAÇÃO NA FORMAÇÃO DE ENGENHARIA NO BRASIL.....	148
3.1	Caso 1 - "Game of Projects": a gamificação na disciplina de fundamentos de engenharia.....	148
3.2	Caso 2 - ENADE Time Attack: um jogo focado na cooperação e no resgate do conhecimento.....	154
3.3	Caso 3 - Adaptação e aplicação do jogo da variabilidade para ambiente virtual.....	158
3.4	Caso 4 - Jogo de maquete de escritório para previdência social para discussão de práticas de projeto e ergonomia.....	165
3.5	Caso 5 - O uso de cédulas como moeda de troca ao engajamento de estudantes de engenharia.....	170
3.6	Caso 6 - Estratégias de gamificação para atividades de ensino e aprendizagem em engenharia de produção.....	175
4	DISCUSSÃO.....	180
5	CONCLUSÃO.....	182
	REFERÊNCIAS.....	183

USO DE JOGOS E GAMIFICAÇÃO PARA ENSINO E APRENDIZAGEM EM ENGENHARIA

1. INTRODUÇÃO

As formas lúdicas de se aprender sempre estiveram presentes na experiência humana. Seja nas cantigas de roda, nas brincadeiras infantis ou nos esportes, ou em jogos de tabuleiro ou computacionais, crianças, jovens e adultos sempre se utilizaram da diversão para desenvolver ou melhorar suas habilidades em diversas áreas. Não é surpresa, portanto, que os jogos atraíam a atenção de educadores como oportunidades de melhoria no processo de ensino-aprendizagem.

Nas engenharias, esse movimento existe, ainda que de forma incipiente, há quase 50 anos. As primeiras tentativas de desenvolvimento de jogos para o ensino e aprendizagem nas engenharias datam da década de 1960, e visavam simular atividades típicas de engenharia para possibilitar aos alunos o desenvolvimento de habilidades e competências inerentes à prática profissional.

São chamados de jogos sérios (do inglês *serious games*) os jogos que se propõe a funções outras que unicamente a diversão. Quando jogos sérios se propõe a atuar junto às atividades educativas, é possível chamá-los de jogos educativos. Já o termo gamificação (que se utiliza do prefixo inglês derivado do termo *game* - jogo) diz respeito à incorporação de elementos lúdicos no processo de ensino e aprendizagem, e não necessariamente à criação de um jogo.

Na educação em engenharia, no Brasil, muito vêm se fazendo nos campos de jogos sérios e de gamificação. Neste capítulo procuraremos mostrar um pouco do que está sendo desenvolvido, testado e utilizado em cursos de engenharia no Brasil, juntamente com algumas técnicas para o desenvolvimento de jogos (e gamificação de conteúdo) para utilização em disciplinas de engenharia.

2 TÉCNICAS DE DESENVOLVIMENTO DE JOGOS

No desenvolvimento de jogos, assim como em qualquer projeto, devem-se avaliar os objetivos e funções do projeto antes da determinação do conceito de projeto a ser utilizado. O projeto conceitual deriva, portanto, das possíveis implementações para concretização dos objetivos e execução das funções propostas para o referido projeto (DYM

et al., 2010). A partir de um projeto conceitual são desenvolvidas as soluções preliminares de projeto, que virão a ser detalhadas ao longo do desenvolvimento do mesmo.

No desenvolvimento de jogos sérios, no entanto, a preocupação com apenas um conjunto de objetivos pode prejudicar consideravelmente o desenvolvimento. Isso se dá devido à concomitante importância de dois fatores nos jogos sérios: a diversão e a educação. Tão importantes quanto os objetivos educacionais são os objetivos lúdicos, e vice-versa. De nada adianta desenvolver um programa (ou um jogo de tabuleiro, ou de cartas) educacional que cubra todo um programa de ensino se esse jogo não conseguir atrair a atenção e o compromisso de estudantes interessados. Por outro lado, não interessa nem aos educadores nem aos estudantes um jogo que, apesar de ser divertido (e, possivelmente, conter muito ou todo o material de um tópico de engenharia), não auxilie na fixação dos conteúdos ou desenvolvimento de habilidades a que se propõe a disciplina.

O que faz um jogo atrair a atenção e dedicação dos participantes é a diversão que este proporciona, e o que propicia a aprendizagem é o atendimento aos objetivos pedagógicos. Estes diferentes objetivos não são, no entanto, antagônicos: podem se conciliar em um projeto adequado de gamificação ou de jogo sério. O essencial é que sejam atendidos em paralelo e com igual importância.

Diversos pesquisadores vêm lidando com essa temática, e alguns métodos existem para garantir o atendimento tanto aos objetivos referentes aos jogos quanto aos objetivos educacionais. Aqui serão apresentados os objetivos conforme descritos por Arnab et al. (2015), juntamente com os exemplos apresentados e discutidos na sessão dirigida “Uso de jogos para o ensino e aprendizagem em engenharia” do Cobenge 2020. Dentre os métodos mais citados para o desenvolvimento de jogos pode-se mencionar a Abordagem MDA – *Mechanics, Dynamics, Aesthetics framework* (HUNICKE; LEBLANK; ZUBEK, 2004) – , que é aplicável para jogos em geral, a Abordagem em 4 Dimensões (4DF) – *Four Dimensional Framework* (DE FREITAS; JARVIS, 2009) – e o enfoque em mecânica de aprendizagem e mecânica de jogo (LM-GM) – *Learning Mechanics - Game Mechanics* (LIM et al., 2013; ARNAB et al., 2015; ARNAB; CLARKE, 2017) –, ambos aplicáveis ao desenvolvimento de jogos sérios. Enquanto o método LM-GM fornece sugestões a respeito de como mapear aspectos pedagógicos na mecânica de jogo, o método 4DF trabalha as considerações de avaliação e projeto de jogos sérios. Nesses métodos as regras associadas aos jogos, a mecânica de jogo e os objetivos pedagógicos são incluídos durante o desenvolvimento de

forma a possibilitar ganhos tanto na facilidade (e diversão) de jogo quanto na aprendizagem.

3 EXPERIÊNCIAS DE APLICAÇÕES DE JOGOS E GAMIFICAÇÃO NA FORMAÇÃO DE ENGENHARIA NO BRASIL

Conforme mencionado anteriormente, muito se tem feito no Brasil no desenvolvimento de jogos para o ensino. Os artigos de Silva, *et al.* (2016) e de Menandro e Arnab (2020), apresentam alguns destes jogos desenvolvidos para o ensino em áreas de engenharia.

A seguir são apresentados os exemplos enviados e discutidos durante a sessão dirigida no Cobenge 2020. Esses exemplos cobrem diversas características presentes no desenvolvimento e utilização de jogos sérios e de atividades de gamificação no ensino e aprendizagem, tais como competitividade e competição, uso de recompensas, simulação de atividades práticas de forma não somente a possibilitar a realização destas atividades como também a discussão das práticas profissionais, cooperação entre os participantes, entre tantas outras.

Cabe destacar que as apresentações das experiências no formato textual (seja um artigo ou capítulo de livro, como é neste caso) nunca conseguirão expressar a experiência que de fato ocorre durante a aplicação de um jogo ou atividade gamificada. Recomenda-se fortemente que os interessados nessa temática busquem vivenciar diferentes experiências como alunos/jogadores/participantes para que tenham uma percepção mais real da efetividade pedagógica e lúdica de cada estratégia.

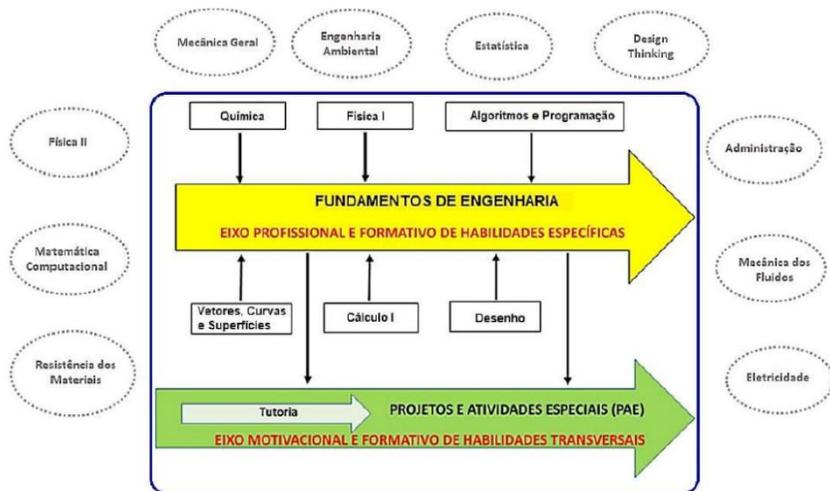
3.1 Caso 1 - "*Game of Projects*": a gamificação na disciplina de fundamentos de engenharia

A gamificação pode ser compreendida como uma estratégia que, quando bem planejada e utilizada, consegue estimular seus participantes a serem mais engajados e produtivos. E, por isso, está cada vez mais presente no contexto atual. Com isso, a disciplina Fundamentos de Engenharia (oferecida aos ingressantes dos cursos de Engenharia do Instituto Mauá de Tecnologia – IMT) utiliza a gamificação em um de seus projetos, com o objetivo de promover o engajamento na disciplina, estimulando o aprendizado do conteúdo e o espírito de equipe.

O *Game of Projects* (GOP) foi aplicado em 2019 na disciplina Fundamentos de Engenharia (EFB604), que tem como objetivo ser o eixo condutor profissional e formativo de habilidades específicas utilizando os conhecimentos adquiridos nas disciplinas do Ciclo Básico desde a 1ª

série do curso de Engenharia, como ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Imagem representativa da estrutura do 1º ano dos cursos de Engenharia



Fonte: Autores.

Em 2019, 507 estudantes estavam matriculados em Fundamentos de Engenharia, sendo 421 estudantes do período diurno e 86 estudantes do período noturno. Os estudantes foram divididos em 10 grupos, com média de 50 estudantes em cada grupo, sendo 8 grupos do período diurno e 2 grupos do período noturno.

Já em 2020, 533 estudantes estavam matriculados no curso, sendo 444 estudantes do período diurno e 89 estudantes do período noturno. Os estudantes foram divididos em 16 turmas, com média de 34 estudantes em cada turma, sendo 14 turmas do período diurno e 2 turmas do período noturno. Essa subdivisão em turmas é aplicada para que os estudantes possam ter aulas em ambientes menores e de forma mais aplicada e personalizada (laboratórios).

A disciplina de Fundamentos de Engenharia, na matriz curricular do ciclo básico, possui 2 aulas/semana (100 minutos/aula), sendo uma aula destinada aos conceitos da disciplina de acordo com o Plano de Ensino, por exemplo, modelos matemáticos, transformações de unidade, linearização de gráficos, etc., e outra aula onde aplicamos os conceitos na resolução de problemas do cotidiano da engenharia.

O GOP é o projeto de gamificação da disciplina Fundamentos de Engenharia em que cada grupo de estudantes representa um time. Em 2019 o GOP foi aplicado em aulas com aproximadamente 50 estudantes, e em 2020 com no máximo 30. A disciplina criou uma identidade visual para essa dinâmica (Figura 2), bem como cada time desenvolveu o seu avatar (Figura 3). Durante as etapas (*STEPS*) os times conquistam pontos de acordo com o seu desempenho nos *STEPS*.

Figura 2 - Logo do GOP



Fonte: Autores.

Figura 3 - Avatares 2020



Fonte: Autores.

Os *STEPS* são as fases do GOP, uma atividade em que os estudantes devem trabalhar em equipe para cumprir o que for solicitado.

Essas atividades podem variar muito no formato, podendo ser atividades cooperativas usando o *Kahoot!*⁴ ou resolução e entrega de exercícios contextualizados. Essas atividades são desenvolvidas pelo corpo docente e monitores da disciplina. Um dos monitores foi escolhido como líder para a gestão das atividades GOP.

Para o uso da gamificação é muito importante a transparência e regras claras. Por isso, foi feita previamente aos estudantes uma apresentação em que as regras são explicadas e qualquer alteração era enviada pela plataforma de aprendizagem (OpenLMS⁵) e diretamente para os representantes de cada turma. Para reforçar a transparência, após cada *STEP* é publicado o ranking e pontuação das equipes.

A pontuação do GOP é gerada pelos *STEPS*, em que cada *STEP* dá 1000 pontos para o 1º colocado e 50 pontos a menos para cada colocação abaixo do primeiro lugar. O ranqueamento se dá pela disposição decrescente da pontuação do time no *STEP*. Para os questionários do Kahoot!, é calculada a pontuação de cada time levando em conta a pontuação no questionário e a presença dos estudantes na turma. Ademais, são concedidos benefícios acadêmicos aos vencedores, servindo como uma motivação a mais para o engajamento, com o objetivo de aumentar a eficácia da gamificação para o aprendizado em engenharia. Esses benefícios são concedidos para o primeiro lugar de cada *STEP* (cada *STEP* tem um benefício diferente) e podem ser tanto vagas para cursos e palestras, ou mesmo nota bônus em atividades de Fundamentos de Engenharia e outras disciplinas do ciclo básico dos cursos de engenharia no Instituto Mauá de Tecnologia.

A fim de resgatar e motivar as equipes com resultados não tão expressivos, foi proposta uma dinâmica para possibilitar a “virada do jogo”, ou seja, a turma que teve uma colocação superior ao *STEP* anterior recebeu 50 pontos bônus por colocação. Outra característica do GOP são as dinâmicas de fim de semestre. O último *STEP* de cada semestre tem uma dinâmica diferente, que leva alguns estudantes de cada time para uma sala em que eles representam seus times e competem diretamente contra as outras equipes, conforme ilustrado na Figura 4. Isto cria um ambiente de competitividade saudável e gera ainda mais engajamento para esses estudantes.

⁴ Sistema de questionário online, com controle de tempo, disponível em: <https://kahoot.com>

⁵ OpenLMS é a plataforma digital utilizada pelo Instituto Mauá de Tecnologia para conteúdo online.

Figura 4 - Equipe resolvendo o problema proposto



Fonte: Autores.

O evento de encerramento do *Game of Projects* em 2019 foi denominado de “STEP Final” e foi elaborado para que os estudantes realizassem uma série de atividades dinâmicas, de forma a render uma pontuação significativa para o time. Primeiramente houve um *Kahoot!* abordando todos os assuntos trabalhados no decorrer do ano, em seguida, foi aplicada uma atividade para calcular a trajetória de um foguete. Após todos os cálculos necessários demonstrados aos professores, os estudantes deveriam sair para buscar o foguete que havia “caído” em algum lugar pelo campus do Instituto Mauá de Tecnologia (Figura 5). A pontuação do STEP Final foi de 0 até 2000 pontos e contou com o benefício acadêmico de 0,5 pontos na prova do 4º bimestre de Fundamentos de Engenharia, sendo que todos que participaram receberam um certificado de participação.

Figura 5 - Um dos foguetes encontrado no campus do IMT

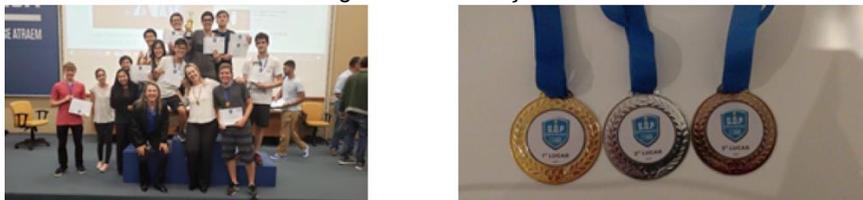


Fonte: Autores.

Ao final do evento, as pontuações foram computadas e foram anunciados os 3 primeiros colocados em relação a somatória de todos os pontos ao longo do ano, de modo que os participantes desses grupos

presentes na atividade, receberam uma premiação simbólica (Figura 6).

Figura 6 – Premiação



Fonte: Autores.

Para analisar a percepção dos estudantes sobre o *Game of Projects* de 2019, foi criado um formulário com perguntas, em que respostas eram limitadas a sim ou não. O formulário obteve um número de 88 respostas (aproximadamente 25% dos estudantes). Para a primeira questão, "Você acredita que o GOP promoveu o engajamento entre os estudantes do seu Grupo?", apenas 45% dos estudantes entenderam que o grupo de fato colaborou no jogo.

Também percebemos uma grande diferença nas percepções dos estudantes entre o diurno e o noturno, na pergunta "Você recomendaria que o GOP continuasse a ser aplicado nos próximos anos?", 90% dos estudantes das turmas vencedoras (do período diurno, e que mais se engajaram no jogo) dizem que sim, ao passo que nas turmas com pior desempenho (período noturno) apenas 14% indicaram o jogo como atividade para o ano seguinte.

O mesmo ocorre com a comparação entre as respostas da pergunta "O GOP promoveu melhoria no seu aprendizado?" entre as turmas mais bem colocadas, 66% dos estudantes entenderam que sim e entre as turmas mal colocadas apenas 12%.

Por fim, percebe-se que, mesmo com a polarização na opinião dos grupos, fazendo com que o GOP fosse mais bem aproveitado nas equipes em colocações mais elevadas, os estudantes de 2019, em geral, acharam que o GOP influenciou positivamente nas aulas (63%) – sendo que a premiação é importante para engajamento no projeto.

Observa-se que o uso da gamificação no ensino de engenharia, assim como o uso em outras situações, tem sua eficácia na geração do engajamento dependendo da forma como ele é projetado. Percebe-se, por exemplo, nos grupos com colocações mais altas no GOP 2019, um engajamento superior, comparado com os grupos com ranking mais baixo. Da mesma forma, esses grupos com engajamento maior

mostraram ter conseguido aprender mais do que os grupos com engajamento menor, tanto pela autoavaliação dos estudantes, quanto pelo rendimento nas atividades em aula.

Essa diferença pode ser identificada pelo próprio ranking progressivo do GOP 2019, em que os grupos que estavam em colocações mais baixas provavelmente se desinteressaram no GOP por estarem perdendo, assim diminuindo o engajamento no projeto e, por consequência, se mantendo em colocações baixas até o final. Em contrapartida, o grupo “07 diurno”, começou bem no ranking e, vendo que tinha chances de ganhar, conseguiu engajar cada vez mais os estudantes, alcançando o primeiro lugar disparado no final do GOP.

Assim, o Game of Projects mostrou que para a melhor eficácia da gamificação aplicada no ensino de engenharia, ou seja, para conseguir engajar mais os estudantes, intensificando o aprendizado, o projeto de gamificação deve ser montado de modo a promover o engajamento de todas as equipes. Para isso, é importante tomar medidas como: transparência - criação de regras claras, para que todos entendam bem o que está acontecendo, além de manter um ranking atualizado para os estudantes; benefícios atrativos, para que os estudantes que não se engajam apenas pela competição, busquem melhorar a pontuação do grupo por um benefício acadêmico, o que traz mais estudantes para o projeto; possibilidade dos grupos em colocações mais baixas ganharem - esse ponto é muito importante e se mostrou difícil de alcançar no GOP, uma vez que quando uma equipe começa o jogo perdendo (e como o jogo depende do ranking, sempre haverá uma equipe em último lugar), é muito provável que os estudantes percam o interesse no jogo - assim esse ponto seria algo a melhorar em uma outra possível aplicação da gamificação no ensino da engenharia.

3.2 Caso 2 - ENADE *Time Attack*: um jogo focado na cooperação e no resgate do conhecimento

Conforme dados disponibilizados pelo Relatório de Curso, relativo ao desempenho dos estudantes dos cursos de Engenharia Elétrica da UniSATC no ENADE 2017, a média nacional na formação Geral e Específica foi respectivamente de 56,4 e 33,4 (INEP, 2018). Observa-se um desempenho muito aquém do esperado, principalmente na parte específica, considerando que as médias para aprovação dos estudantes nos cursos de graduação estão geralmente acima de 6,0. Uma possível causa a este baixo desempenho pode estar relacionada à dificuldade em

resgatar os conceitos com maior grau de complexidade vistos ao longo do curso de engenharia.

A Engenharia Elétrica da UniSATC vem buscando novas ferramentas para aprimorar as formas as quais os acadêmicos aprendem. Há uma preocupação, também, em se utilizar métodos para que se possa medir e acompanhar a evolução dos estudantes ao longo do tempo. Uma das ferramentas utilizadas neste processo de acompanhamento é a Prova Interdisciplinar (PID). Ela é uma prova multidisciplinar que ocorre semestralmente e é realizada numa única noite, durante três horas, cujos conteúdos abrangem todas as disciplinas do curso a partir da quinta fase. A elaboração das questões é feita com a participação de todos os professores do curso e a seleção das questões é feita pelo NDE (Núcleo Docente Estruturante).

Da mesma forma que no ENADE, há subdivisões por áreas do conhecimento geral e específico. Procura-se dimensionar a prova de tal forma que se mantenha um nível de dificuldade das questões distribuído ao longo da prova na seguinte proporção: 25% (fácil), 50% (média) e 25% (difícil). Ao longo dos anos, a análise dos resultados da PID mostrou-se convergente com o resultado obtido pelos estudantes do curso na prova do ENADE. Desta forma, como diagnóstico, a PID mostrou-se bastante eficiente em prever o resultado dos estudantes no ENADE. Entretanto, a PID apenas não é suficiente para mudar o desempenho dos estudantes. Ademais, além da utilização da PID como diagnóstico, observou-se a necessidade de mudanças metodológicas de ensino, no sentido de tornar o aluno mais ativo em todo o processo de aprendizagem. Neste sentido, a PID também foi modificada, buscando não servir somente como um diagnóstico, mas também como uma ferramenta em que os alunos participam de forma mais ativa no processo. Ela foi reestruturada e dividida em duas etapas: Primeiro Dia (Aplicação da PID) e Segundo Dia (Revisão da PID e Resolução da RPID).

A RPID é uma prova menor, com apenas 5 questões, desenvolvida para revisar os conceitos mais complexos explorados na prova PID. No intuito de criar uma maior interatividade, no segundo dia, os professores revisam as cinco questões mais complexas da prova PID, tiram as dúvidas e ao final desta revisão, uma outra prova é aplicada, a RPID. As questões da RPID abrangem os mesmos conceitos das 5 questões que foram revisadas. Este histórico de avaliações e adaptações serviu como base para a criação de um game, chamado “ENADE *Time Attack*”, visto que a gamificação vem se mostrando um possível caminho para se trabalhar com conceitos complexos no contexto da engenharia (VAZ, 2019; OLIVEIRA; JUNIOR, 2019; XAVIER; XAVIER, 2018).

Baseando-se nas aplicações das provas PID e RPID, uma das características identificadas ao longo do tempo foi que boa parte dos alunos respondiam as questões na sequência a qual a prova foi concebida. Além disto, os alunos tinham uma predileção às perguntas cuja contextualização era menor, evitando responder questões mais longas.

Buscando orientar os alunos a uma melhor alternativa na resolução das questões, desenvolveu-se um diagrama que foi entregue antes do jogo para que eles pudessem otimizar o tempo de resolução de prova e aplicá-la no jogo. Desta forma, orientou-se a resolverem inicialmente as questões das quais eles teriam maior afinidade e facilidade, sem se preocupar com a ordem das questões, e nem com a extensão do texto. Como teste, esta metodologia foi aplicada por meio de uma atividade antes do jogo, em que cada aluno deveria analisar diferentes questões do ENADE e identificar a área e a dificuldade de cada questão.

No funcionamento deste game, os participantes são divididos em duplas pré-selecionadas, cada dupla é composta por um aluno que tirou a maior nota e outro com a menor nota na PID, este processo é repetido até que todas as duplas estejam formadas. Este tipo de seleção assim se deu no sentido de estimular a troca de conhecimentos entre a dupla. Para cada dupla, são entregues de 5 a 10 questões, 5 a 10 folhas de gabarito oficiais, e 3 *tokens* de ajuda enumerados de 1 a 3.

Cada dupla tem 60 minutos para resolver as questões. A resolução de cada questão tem que ser entregue em uma das folhas de gabarito, e deve conter não apenas a alternativa escolhida para cada questão, como também uma breve justificativa e/ou resolução. Após resolvida uma questão, a dupla deve chamar um dos professores responsáveis para averiguar se a folha de gabarito foi preenchida seguindo as regras estipuladas (eles não são informados se a resolução estaria correta ou não).

Uma vez entregue a questão, um quadro de resolução é preenchido, de maneira que todos os participantes possam acompanhar o progresso de cada dupla.

Ao longo da prova, os alunos poderão utilizar os *tokens* para pedir ajuda a um professor de sua escolha. Os *tokens*, enumerados de 1 a 3, podem ser usados apenas uma vez, sendo que, ao ser utilizado, o professor selecionado irá remover o *token* da dupla. O professor irá então, durante 3 minutos, ajudar a dupla na resolução de apenas uma questão, à escolha da dupla. O professor não pode dar a resposta da pergunta, mas deverá responder as perguntas dos alunos, pertinentes à resolução.

O jogo ENADE *Time Attack* acaba quando todas as duplas entregam todas as questões ou quando atingidos os sessenta minutos. Ao final da atividade, a pontuação de cada dupla é aferida de acordo com a seguinte regra:

$$P_d = 3 \cdot [Q_d + (3 - T_d)] + 60 - t_d \quad (1)$$

sendo:

- P_d – Pontuação da dupla d ;
- Q_d – Número de questões corretas da dupla d ;
- T_d – Número de tokens de ajuda utilizados pela dupla d ;
- t_d – Tempo total de prova da dupla d , em minutos.

Caso haja empate, o desempate é feito da seguinte maneira:

- Ganha a dupla com maior Q_d ;
- Depois a dupla com menor t_d .

Ao final da aplicação do jogo, as questões do simulado são revisadas pelos professores, de maneira que os alunos possam identificar seus erros, e suas principais dificuldades. Por fim, há um fechamento da atividade, com a premiação das melhores duplas.

O jogo ENADE *Time Attack* foi realizado duas vezes em 2019. Na Figura 7, apresenta-se uma foto dos alunos participando do jogo e o resultado na Quadro 1.

Figura 7 – Participação dos acadêmicos no game ENADE Time Attack



Fonte: Autores.

Quadro 1 - Resultado ENADE Time Attack - cinco questões

Colocação	Duplas	Acertos	Tokens Utilizados	Tempo (min)	Pontos
1º	Dupla 04	3	0	42	36
2º	Dupla 03	3	0	48	30
3º	Dupla 01	3	1	46	29

4º	Dupla 02	3	0	53	25
5º	Dupla 05	3	1	49	23
6º	Dupla 11	3	0	52	23
7º	Dupla 08	3	0	60	18
8º	Dupla 09	2	1	59	16
9º	Dupla 10	2	1	60	15
10º	Dupla 07	2	2	56	13
11º	Dupla 06	2	1	60	12

Fonte: Autores

No caso da versão do jogo com cinco questões, os alunos conseguiram terminar o jogo antes do tempo máximo, ao passo que, para a versão de 10 questões, nenhuma dupla conseguiu terminar antes do tempo. Além disso, com 5 questões, foi permitido abordar tópicos mais complexos, permitindo revisar conceitos os quais eles têm mais dificuldade.

O uso dos *tokens* foi implementado para aumentar o engajamento dos alunos com os professores, e permitir a resolução da prova de maneira mais rápida. Porém, para inserir um componente estratégico, usar os tokens diminui a pontuação dos alunos. Além do critério do tempo, para a segunda aplicação do jogo, os alunos participaram mais ativamente. Na primeira atividade participaram 22 alunos, enquanto na segunda aplicação do jogo, participaram 23. Entretanto, alguns alunos na primeira atividade chegaram durante a execução da atividade, e foram alocados para duplas que já estavam realizando o jogo. Já para a segunda atividade, os alunos foram muito mais pontuais, permitindo a criação de mais duas duplas, o que evidencia a aceitação dos alunos à atividade.

3.3 Caso 3 - Adaptação e aplicação do jogo da variabilidade para ambiente virtual

O “*Parade of Trades*” ou “*Parade Game*”, no Brasil conhecido por “Jogo da Variabilidade”, é um jogo desenvolvido para demonstrar os impactos causados pela variabilidade e dependência entre atividades sobre o ambiente produtivo da construção civil, no qual existem múltiplas equipes trabalhando numa sequência linear, onde o produto do trabalho de uma equipe é entregue à próxima equipe (CHOO; TOMMELEIN, 1999). Trata-se de um jogo com base em exercícios (*drill-based*) que são

jogos simples para observar um fenômeno ou processo específico (DESHPANDE E HUANG, 2011).

O jogo é amplamente utilizado em salas de aula e treinamentos pelo mundo afora, como demonstrou Rybkowski *et al.* (2018). Apesar de ser um jogo baseado em simulação computacional, o *Parade Game* pode ser jogado em uma configuração da sala de aula presencial ou usando um computador. Segundo Deshpande e Huang (2011), este jogo pode ser aplicado ao Planejamento e Controle da Produção (PCP) e utilizado como ferramenta de aprendizagem e educação em engenharia civil.

O jogo foi criado por Greg Howell para ensino de gestão de serviços de construção na Universidade do Novo México no início de 1994. Em 1998, o *Parade Game* foi desenvolvido como parte de pesquisa sobre construção enxuta e gerenciamento de materiais (TOMMELEIN, RILEY; HOWELL, 1999). Nessa versão, o jogo acontece no ambiente computacional utilizando-se da estratégia do jogo de dados e da linguagem de programação Stroboscope, que é um acrônimo para *State and Resource Based Simulation of Construction Processes*. Trata-se de uma linguagem de programação de simulação projetada especificamente para modelar operações de construção de qualquer complexidade (MARTINEZ, 1996). Alarcón e Ashley (1999) também desenvolveram uma versão do *Parade Game* utilizando como programação de simulação o @Risk.

O *Lean Construction Institute* (2020) comercializa um kit do jogo para aplicação presencial contendo 7 conjuntos de 35 chips coloridos; 7 conjuntos de dados - cada conjunto tem 10 no total; 3 vermelhos, 3 azuis, 3 pretos, 1 verde; 49 folhas de cálculo; 7 folhas de pontuação de 7 páginas; 1 manual de instrução; 1 CD *Parade of Trades*. A simulação de computador permite que os alunos experimentem várias alternativas, a fim de aguçar sua intuição em relação à variabilidade, rendimento do processo, *buffers*, produtividade e dimensionamento da equipe (TOMMELEIN, RILEY E HOWELL, 1999).

Uma versão criada pelas ASKM & Associates, LLC e Navilean LLC sob *Copyright Creative Commons license - Attribution-ShareAlike 4.0 International* (CC BY-SA 4.0) foi apresentada no XXVIII Congresso do *International Group for Lean Construction* (IGLC 2020) na sessão de jogos de construção enxuta. O *template* desenvolvido em Excel (Microsoft) foi disponibilizado pela facilitadora do jogo aos participantes das simulações.

O desafio aportado pela pandemia de COVID-19 no início de 2020 trouxe às disciplinas de graduação oferecidas na modalidade remota a necessidade de encontrar formas de adaptar o jogo novamente ao

ambiente virtual sem o uso de simulações computacionais. De acordo com Deshpande e Huang (2011), os motivos para não adoção do jogo com simulação computacional incluem (1) desconhecimento das capacidades das ferramentas de simulação, (2) dificuldade em obter os recursos necessários (ou seja, computadores e softwares de simulação) e (3) incapacidade do instrutor de usar a tecnologia mais recente.

Com o início das aulas remotas em caráter emergencial, as autoras do artigo aplicaram o jogo na disciplina de Planejamento e Controle de Obras (PCO) do curso de Engenharia Civil da UFSCar. E, para verificar a eficácia do jogo adaptado ao ensino virtual, as autoras desenvolveram um questionário em conjunto com os pesquisadores da célula de educação da rede *Young Researchers for Architecture, Engineering and Construction Industry* (YR4AECI – www.yr4aeci.org). O mesmo questionário foi aplicado pré e pós jogo. Os resultados demonstraram um acréscimo de 20% na assertividade das respostas relacionadas aos conceitos envolvidos no jogo. Dessa forma, é possível inferir que o jogo cumpriu seu papel de complementar o ensino dos conceitos de variabilidade, *buffers*, capacidade de processamento, processamento efetivo, entre outros que são trabalhos ao longo de toda disciplina de PCO.

O jogo consiste na execução de sete pacotes de atividades, executadas de forma linear e sequencial que devem ser realizados em cada pavimento de um edifício de 35 andares. Os pacotes de atividades obedecem a rede de precedência representada no topo da Figura 8.

Figura 8: Rede de precedência das atividades simuladas no jogo



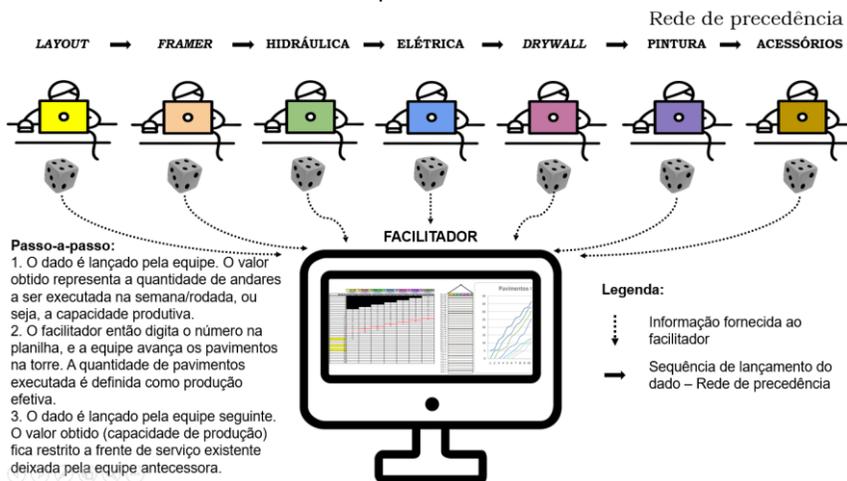
Fonte: Autores.

O jogo tem os seguintes objetivos: compreender o efeito da variabilidade dos processos nas relações de dependência no fluxo de trabalho; distinguir a capacidade de processamento das equipes da produção efetivamente realizada; compreender o que são e para que servem os *buffers*; e, interpretar um gráfico de linhas de fluxo (*flowline* em inglês) das atividades do jogo.

Para absorção dos conceitos por parte dos alunos, o jogo deve ser jogado em duas rodadas, cada uma disponível nas abas do *template* e os resultados obtidos nas mesmas devem ser comparados com a aba de produção estável. A dinâmica do jogo é baseada no jogo de dados, sendo

utilizado o dado cúbico de seis faces. O valor mostrado no dado após seu lançamento definirá a capacidade produtiva da equipe numa semana ou rodada. A Figura 9 ilustra a dinâmica do jogo.

Figura 9 - Versão do *Parade Game* jogada no ensino remoto emergencial da disciplina de PCO.



Fonte: Autores.

Para o desenvolvimento do jogo são necessárias 8 pessoas, sendo um o facilitador e os outros sete os representantes de cada pacote de atividade. Tendo isso em vista, compreende-se que a última atividade, Acessórios, só iniciará na sétima semana de atividades, ou seja, na sétima rodada do jogo. A capacidade de produção de cada equipe em cada rodada é designada pelo número sorteado no dado que é arremessado pelo representante desse serviço. Entretanto, será necessário analisar antes se houve liberação das frentes de trabalho pelas equipes das atividades predecessoras. Sendo assim, a capacidade máxima de processamento de um serviço será de 6 pavimentos em uma semana (rodada), e a mínima de 1, conseqüentemente, a produtividade média de cada equipe é de 3,5 pavimentos por semana. Utilizando a produtividade média para as sete atividades nos 35 pavimentos do edifício-base deste jogo, conclui-se que a primeira atividade, Layout, será concluída em todos os pavimentos na semana 10 e que a última

atividade, Acessórios, será concluída na semana 16, tendo o gráfico de linhas de fluxo paralelas.

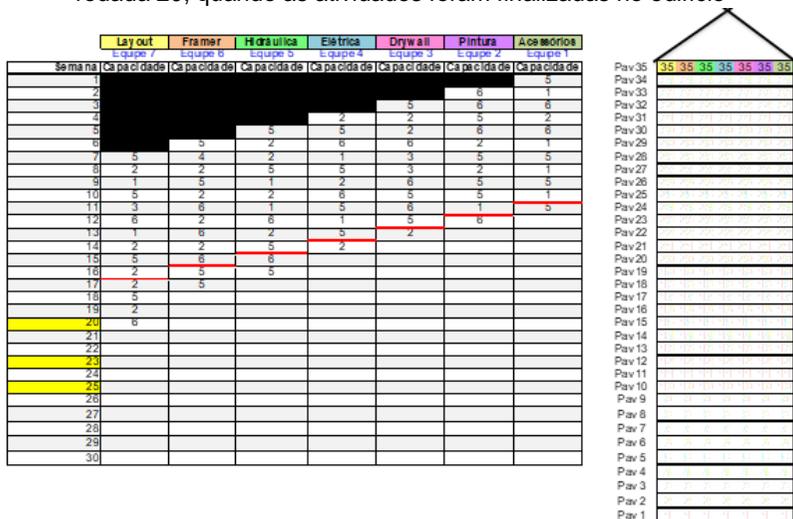
Se considerarmos que todas as atividades tenham capacidade máxima de processamento (seis pavimentos por semana), a primeira atividade será concluída antes da sexta semana e a última atividade antes da 12^a semana. Se considerarmos a menor capacidade de processamento (1 pavimento por semana), o prazo final da edificação se estende a 41 semanas. Como o jogo proposto é baseado nas chances que um dado cúbico de seis faces pode resultar a cada jogada, o prazo final do edifício deve ser de 12 a 41 semanas.

A atividade foi desenvolvida no primeiro dia de aula da disciplina semestral que ocorreu em setembro de 2020 com a presença virtual de 60 alunos. Devido à pandemia de COVID-19, as aulas foram ofertadas remotamente em caráter emergencial e não obrigatório utilizando-se a plataforma Google Meet. A atividade foi proposta ao final da primeira aula e ocorreu em quatro momentos distintos.

Em um primeiro momento, os alunos receberam o link de acesso a um questionário virtual de avaliação de aprendizagem do conceito de variabilidade, composto por sete questões de múltipla escolha, sendo “Não sei a resposta” uma das alternativas de resposta. Foram coletadas 54 respostas desse questionário.

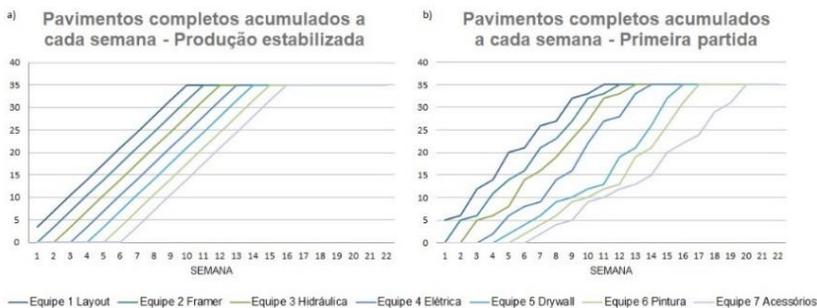
No segundo momento, o jogo foi apresentado aos alunos por compartilhamento de tela da professora, e foram descritos seus objetivos e regras. A primeira partida do jogo foi desenvolvida tendo a professora da disciplina como facilitadora e sete estudantes voluntários como representantes de cada uma das atividades da rede de precedência da Figura 9. As informações de produtividade das equipes foram coletadas pela facilitadora utilizando o *template* disponibilizado em MSExcel. Na planilha eletrônica foi possível acompanhar o caminhar das atividades nos diferentes pavimentos do edifício a cada rodada (Figura 10). Conforme descrito anteriormente, os estudantes representantes de cada atividade anunciavam o valor obtido ao arremessar o dado “virtualmente” (foi utilizado um site designado para tal). Os resultados obtidos nesse primeiro jogo foram expressos no gráfico apresentado na Figura 11b e as informações apresentadas por ele, junto dos conceitos de variabilidade e *buffers* foram explorados junto dos estudantes.

Figura 10: Cenário do jogo desenvolvido com a mediação da professora na rodada 20, quando as atividades foram finalizadas no edifício



Fonte: Autores.

Figura 11: Gráficos de linhas de fluxos de produção estabilizada (a) e realizada na partida mediada pela professora (b)



Fonte: Autores.

No terceiro momento, os sete estudantes que participaram da partida facilitada pela professora, facilitaram uma nova partida com outros estudantes. Eles utilizaram o Google Meet para criarem salas de reunião e convidaram sete estudantes para unir-se a eles. Após a conclusão dessa nova partida pelas sete equipes criadas, os gráficos das equipes que atingiram o menor e o maior tempo de execução do prédio foram

comparados e discutidos novamente, observando as características das linhas de fluxo da produção estável (Figura 11a) e reforçando os conceitos de variabilidade e *buffers*.

O quarto e último momento foi dedicado a responder novamente o questionário apresentado no Quadro 5 a fim de aferir o aprendizado dos conceitos trazido após o jogo.

As respostas pré e pós jogo fornecidas ao questionário foram analisadas e comparadas. Sumariamente, a Figura 12 apresenta o gráfico com o percentual de acerto por pergunta antes e após o desenvolvimento do jogo (barras verticais), assim como o percentual de estudantes que assinalaram a alternativa “Não sei a resposta” antes e após o desenvolvimento do jogo (linhas horizontais). Observa-se que para todas as questões propostas, houve aumento de 20% nos acertos entre as respostas fornecidas pré e pós a realização do jogo, isso reforça a ideia de que o uso de jogos na educação é uma importante ferramenta para ensino e aprendizado de conceitos.

Figura 12: Percentual de acertos dos estudantes ao questionário pré e pós jogo e alternativa “Não sei a resposta”



Fonte: Autores.

Entretanto, observa-se que, para as questões 3 e 6, menos da metade dos estudantes selecionaram a alternativa correta mesmo após a realização do jogo. Isso indica que os conhecimentos necessários para responder corretamente tais questões não foram suficientemente

explorados no jogo para parcela majoritária dos estudantes, apesar do ganho de conhecimento ocorrido.

As questões 3 e 6 exploram, respectivamente, o conceito de linha de fluxo e como a variabilidade influencia na tomada de decisões. Estes conceitos foram abordados após a aplicação do jogo e foram postos em foco em outras aulas da disciplina, de forma que a maioria dos estudantes pôde compreender esses conceitos e futuramente aplicá-los ao planejamento e controle das obras.

A experiência de adaptação do jogo *Parade of Trades* ao ambiente virtual se mostrou bem-sucedida, contando com o engajamento dos estudantes e o uso de ferramentas complementares que facilitaram o ensino no modo remoto.

3.4 Caso 4 - Jogo de maquete de escritório para previdência social para discussão de práticas de projeto e ergonomia

O próximo exemplo trata-se de um jogo de projeto de um escritório. O jogo propõe objetivos relativos as situações de trabalho futura e é realizado com um tabuleiro feito em manufatura aditiva (impressão 3D). O jogo utilizado foi adaptado de uma criação dos professores Pascal Béguin e Joel Maline, e trazido por alunos que fizeram sua formação na França com um destes professores. O jogo simula o projeto de integração de escritórios de atendimento da previdência social.

A proposta do jogo envolve o agrupamento de unidades de atendimento da previdência social. Essas equipes vinham trabalhando em locais diferentes seriam reunidas em um escritório único. A proposta apresentada para equipe envolve agrupar 14 trabalhadores de diferentes áreas de atendimento (saúde, atendimento para idoso, afastamento da doença e cotização social), mais quatro gerentes e um profissional que atua no recebimento e postagem de dossiês pelo correio.

A proposta de projeto é apresenta para o grupo visando o atendimento de quatro objetivos de projeto, sendo eles: o agrupamento dos profissionais em um ambiente; layout que favorece a comunicação; um layout que favoreça a homogeneização dos processos e que contribua para que os profissionais de diferentes especialidades se tornem polivalentes ao longo do tempo.

Para o desenvolvimento do projeto, o grupo utiliza uma maquete em escala 1/25. A planta da sala é representada em uma planificação em papel semelhante ao de desenho técnico. As paredes, janelas e portas são todas indicadas no desenho referente unicamente aos elementos

arquiteturais da sala. Os móveis, por sua vez, foram feitos utilizando equipamento de manufatura aditiva com material ABS.

O jogo já foi aplicado em diferentes turmas de graduação como no curso de Design, Engenharia de Produção e Terapia Ocupacional e em turmas de pós-graduação em Ergonomia – em especial na UFF e UFRJ. O jogo começa com uma introdução detalhada da proposta com uma duração média de 20 minutos. Nessa introdução é explicado a situação atual de trabalho, a mudança visada e os objetivos do projeto. É dado um destaque especial aos recursos físicos do projeto como o tamanho da sala, os tipos de móveis disponíveis, a posição da janela, a direção do sol entre outros fatores. O tempo de execução do jogo pode variar em função do tempo disponível, o mais comum é que ocorra em um período entre quarenta e cinco e noventa minutos.

Em seguida, cada grupo apresenta sua proposta mostrando como abordou cada objetivo e respondem a dúvidas e provocações feitas pelos demais colegas e professores. Em seguida, é feita uma discussão dos principais pontos de aprendizado do jogo e conclusões que os professores gostariam que os alunos chegassem com o jogo.

O propósito da dinâmica é evidenciar a importância do conhecimento do trabalho para a resolução do projeto de sistema de trabalho. Contudo, esse objetivo é construído em cima de algumas armadilhas proposta nos jogos. Tudo na apresentação inicial e o tabuleiro em si compõe uma distração do ponto central da discussão: as mesas em diferentes tamanhos, a posição da porta, a janela e a informação de que bate o sol da manhã da sala. A principal delas é a composição dos armários. Cada um dos quatro setores precisa de 5 m² de espaço de estocagem de documentos e o profissional que faz a triagem de outros 10 m². Não é incomum os grupos passarem vários minutos discutindo a quantidade de armários necessários para atender a demandas e os melhores tipos de armários disponíveis. A própria representação do espaço valoriza a dimensão espacial (objetivo inerente de toda maquete). A armadilha reside no fato que os objetivos de projeto não estão relacionados com aspectos do espaço, mas com a organização do trabalho.

Dentre os quatro objetivos do projeto, o de integração das equipes está dado pelo simples fato de reunirem as equipes no espaço; o objetivo de comunicação, por sua vez, é propositalmente vago. Os dois objetivos que são o interesse do jogo expressão a necessidade de homogeneizar os processos e, principalmente: tornar as equipes polivalentes. Ou seja, fazer com que os agentes das diferentes unidades comecem a tratar uniformemente os procedimentos (que institucionalmente são os

mesmos processos). E favorecer que os agentes de diferentes áreas possam apreender sobre o trabalho das demais áreas e, eventualmente, se tornarem capazes de tratar todas as demandas da unidade.

Para que o grupo possa tratar desses objetivos é preciso parar de discutir layout e discutir organização do trabalho. Nesse momento, eles toparam em uma segunda armadilha: quase nenhuma informação sobre o trabalho deles é passada além de formulação geral e alguns procedimentos. Em geral, quando os grupos chegam nessa etapa começam a formular uma série de perguntas em que consiste o trabalho dos gerentes, como os agentes resgatam o histórico de atendimento e como podem ensinar seus colegas a tratar das demandas que recebem. Invariavelmente as respostas são insuficientes e eles se veem elucubrando possibilidades do que acontece e de como esse trabalho poderia ser realizado em um novo contexto.

O interesse do jogo é justamente sensibilizá-los para o conhecimento do trabalho para resolver problemas de projeto. Não seria difícil resolver a proposta ignorando os objetivos propostos relacionados ao trabalho e organizar o espaço com conceitos variados de *openspace*, setorização técnica (ex. agentes de 3º idade em um canto e saúde no outro) ou um layout que reflita a frequência de comunicação entre as unidades. São os objetivos propostos que direcionam o olhar dos alunos para o trabalho e o provocam a colocar novas questões para o projeto.

A dinâmica da proposta apresentada preconiza um momento no conteúdo da discussão do grupo para resolver o problema de projeto. Esse movimento tem o interesse pedagógico de que os alunos percebam a limitação de uma abordagem para se voltar para outras questões. O movimento de discussão em geral segue esse fluxo, já tendo sido inclusive mapeado em um trabalho de iniciação científica referentes as aplicações iniciais (CRESPO *et al.*, 2017).

Num momento inicial é preciso estabelecer o entendimento da proposta, objetivos e recursos disponíveis. Nesse momento os grupos revisam as informações, consultam o material de apoio oferecido e frequentemente fazem questões ao professor para confirmar informações.

Os grupos então tendem a se voltar para a questão mais imediata: o layout do escritório. Começam então a fazer contas para definir a quantidade de armários, discutem questões de escala e logo supõe que a quantidade de armários será o desafio do projeto. Alguns alunos observando que o conteúdo é de Ergonomia se preocupam com questões como iluminação achando que pode ter alguma relevância para a proposta. Não é incomum alunos também se preocuparem com a relação

da posição da mesa do gerente com sua equipe fazendo alguma alusão a controle e acompanhamento. Outros grupos começam a organizar as quatro unidades separadas em zoneamentos no novo escritório.

Eventualmente eles se dão conta que não vão atender os objetivos de projeto se preocupando com posição das mesas. Isso pode tanto ocorrer na discussão entre eles; tanto por provocações simples do professor acerca dos objetivos. Impossibilitados de resolver o problema de projeto com as informações dadas, passam a discutir sobre o trabalho dos agentes, dos gerentes e do agente de triagem de dossiê. Nessa etapa surgem várias frustrações: eles desconhecem os conteúdos do trabalho e o professor não tem maiores respostas para oferecer. Eles começam a preencher as lacunas com representações que eles possuem acerca trabalho análogos.

Eventualmente os integrantes entendem que construíram uma representação da situação futura de trabalho satisfatória. Eles começam então a propor maneiras de organizar o espaço com base em estratégias de rodízio, troca de procedimentos ou experimentam novas lógicas de organização misturando os agentes técnicos (por exemplo, ao invés de reunir os agentes de saúde juntos, reunir os agentes que atendem uma determinada região). Mesmo que a discussão volte para o layout, o layout agora é um recurso para viabilizar uma estratégia de trabalho e não um objetivo em si.

Um primeiro assunto que recorrentemente aparece é saber o gabarito ou a resposta ideal. É interessante essa demanda dos alunos, talvez várias disciplinas de graduação coloquem forte ênfase na “resposta certa”. Bem, não há e tão-pouco importa. Mesmo que o professor faça comentários sobre as propostas não há qualquer interesse de avaliar ou classificar as propostas. Isso por que em projeto também não existem respostas certas, apenas respostas aceitáveis dentro dos limites e restrições colocadas.

O segundo ponto é evidenciar as armadilhas do jogo e a necessidade de olhar para o trabalho. Muitos alunos relatam em outros projetos (na faculdade ou em seus estágios) que muitas vezes são elaboradas sem qualquer preocupação com o trabalho. Uma frequente observação em ergonomia são os projetos desenvolvidos em uma lógica tecnocentrada que valorizam a otimização dos recursos técnicos e deixa o trabalho como uma variável de ajuste para depois (Maline, 1994). Logo, esse jogo ajuda a sensibilizar o olhar para a questão do trabalho humano. Sem que o grupo se desvencilhe da questão para tratar da organização do trabalho, não há como atender os objetivos propostos.

O terceiro e último ponto central é evidenciar que projetistas tomam decisões de projeto em cima de modelos da realidade que são irreais, insuficientes ou incompletos. O fato de o jogo apresentar poucas informações sobre o trabalho obriga o grupo a realizar suposições sobre como as pessoas poderiam trabalhar. Eles as fazem tendo como referência modelos de funcionamento da realidade genéricos em que se supõem serem verdadeiros. O que também acontece em projetos das reais. A discussão sobre as formulações do trabalho feitas pelos diferentes grupos ajuda a evidenciar que cada grupo imaginou um diferente sistema de funcionamento da realidade. Enquanto alguns grupos interpretam que o trabalho dos gerentes envolve o cuidado de indicadores gerais e reportar informações para instancias superiores; em outros grupos os gerentes também atendem demandas e eventualmente se tornarão polivalentes. Da mesma forma que algum deles pudessem estar certos, o mais provável é que todos estejam errados. Não há como substituir o conhecimento das situações de trabalho sem desenvolver o estudo onde o trabalho ocorre. E ao não realizar esse estudo, corre-se o risco de projetar para um mundo que existe apenas na cabeça dos projetistas.

Outro ponto recorrente recai sobre as estratégias de comunicação. Aparentemente pelo simples fato de os agentes estarem juntos na mesma sala a comunicação iria melhorar e eles aprenderiam sobre o trabalho dos colegas. Uma observação comum é que o jogo nunca foi apresentado como uma competição e que, apesar dos grupos de alunos estarem próximos um dos outros, raramente existe qualquer interação entre eles. O que de certa forma reforça o ponto anterior: não apenas os projetistas assumem modelos que supõem serem reais, mas como assumem modelos de funcionamento que não se aplicam a eles.

O jogo pode permitir outros pontos de discussão de ergonomia e projetos. Simulação, suportes de simulação e interação social no projeto podem receber mais ou menos ênfase em função do interesse do professor.

A dinâmica usada nesse exemplo atende um interesse pedagógico de sensibilizar o olhar para a atividade de trabalho. Durante a discussão da dinâmica em si os alunos percebem as armadilhas que caíram e reconhecem que o jogo ajuda a sensibilizar para algo que antes não costumavam observar.

O jogo em si tem alguns gatilhos importantes, elaborados para criar distrações. Independentemente do resultado final, a discussão ao final do jogo transforma a experiência daquilo que foi vivenciado. Essa articulação entre o conteúdo do jogo e a discussão ao final dela é de

extrema importância para que essas dinâmicas gamificadas atendam um interesse pedagógico e não sejam apenas um “jogo entre alunos”.

3.5 Caso 5 - O uso de cédulas como moeda de troca ao engajamento de estudantes de engenharia

A próxima experiência trata-se de uma estratégia de gamificação utilizada na disciplina de Fundamentos de Engenharia de Saúde e Segurança do Trabalho, oferecida na Escola de Engenharia de Lorena, da Universidade de São Paulo (USP). A disciplina utiliza uma estratégia de monetização, em formato de cédulas como moeda de troca, que permitem ao aluno a compra de benefícios oferecidos pelo professor.

A estratégia visa buscar a atenção do aluno, o engajamento e a motivação. As cédulas possuem diversos fatores que promovem a assiduidade, a disciplina e a atenção aos conteúdos propostos na ementa.

Durante a disciplina já é de prática o desenvolvimento de ações extramuros como parte da avaliação final da disciplina, em diferentes organizações, em situações reais. Estas ações inclusive receberam o Prêmio Proteção Brasil em 2019 na categoria Ações Institucionais em Saúde e Segurança do Trabalho, concedido pela Revista Proteção (SANTOS, 2019).

As atividades extramuros constituem-se em produção de vídeos, apostilas, laudos e análises de riscos, com orientações às organizações quanto as condições de saúde e segurança do trabalho. Tem como objetivo inserir o graduando na realidade prática da engenharia por meio de projetos, desenvolvendo atividades que permitem o contato com situações reais, além de contribuir com as organizações na resolução de problemas.

Dentre as organizações atendidas estão empresas, clubes, e até mesmo entidades sociais. Os alunos, recebem durante a disciplina os conceitos base relacionados aos fundamentos da saúde e segurança do trabalho, direcionados a formação de engenheiros, e a partir de ações práticas, visitam as organizações da região, estabelecendo o contato inicial para apresentação do projeto, as análises de campo, as coletas de dados, organização dos documentos que serão entregues e a apresentação final dos trabalhos, apresentando as empresas um diagnóstico acerca de seus riscos e propostas de melhoria. Com estas práticas, os alunos desenvolvem competências e habilidades, que em um futuro próximo, podem colaborar efetivamente para a solução de problemas de toda a sociedade.

Embora existam estas vantagens nas atividades práticas, fazer com que os alunos tenham assiduidade e participação em aulas presenciais é um imenso desafio. Para lidar com este desafio, é que a estratégia de uso de cédulas como moeda de troca foi desenvolvida e é apresentada.

A gamificação aqui apresentada está relacionada a aplicação de técnicas e mecanismos de jogos no processo de ensino e aprendizagem, buscando alcançar um maior engajamento dos alunos em uma temática de grande importância para a formação de engenheiros: a saúde e segurança do trabalho.

No ensino presencial, sabemos como é uma tarefa árdua trazer a atenção dos alunos a conteúdos passados em sala de aula. A informação hoje está disponível a todos na internet, e garantir a atenção dos jovens já é um assunto que vem sendo discutidos em toda e qualquer reunião pedagógica.

Muitos professores ainda utilizam recursos audiovisuais com apresentações lineares, e sistemas de avaliação baseados em provas tradicionais, nas quais um conceito de zero a dez, baseado em provas teóricas, ou até mesmo práticas, separam os aprovados, os reprovados, e os em recuperação.

Às vezes é necessário investir em algumas técnicas que podem promover o engajamento dos alunos na aula, como a atenção ao que o professor está expondo, a interação com perguntas e respostas, a entrega prevista de trabalhos, e a frequência assídua. Neste ponto, a gamificação pode ser uma grande aliada (FIGUEIREDO *et al.*, 2015).

O termo gamificação é definido como o uso de elementos de jogos, como pontuação, missões, desafios, *badges*, *ranking*, em ambientes que não são de jogos (DA SILVA *et al.*, 2014). Esses elementos podem influenciar a motivação e a qualidade do ensino e da aprendizagem, refletindo assim, em engajamento e motivação de estudantes.

Alguns autores propõem a gamificação para uso em processos avaliativos (BERNARDO, 2018), podendo as pontuações serem substituídas por notas em avaliações, pois a gamificação pressupõe a utilização de elementos tradicionalmente encontrados nos games como sistemas de recompensas, cooperação, diversão, interatividade, dentre outros (KRIUKOVA & AMERIDZE, 2020).

Dentre as principais vantagens do uso de gamificação na educação, destacam-se o feedback imediato de acertos e erros, a informação sob demanda, a auto-regulação da aprendizagem, o trabalho em equipe e a aprendizagem colaborativa (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2013).

Sendo assim, dentre outras atividades que não são diretamente associadas aos jogos, mas que tem as mesmas finalidades de tentar

obter o mesmo grau de envolvimento e motivação, encontramos as práticas pedagógicas.

Professores podem usar o tradicional avaliar através de um modelo pedagógico de gamificação, que faça referência a um enfoque integral do aluno e que busca aumentar o compromisso e a implicação dos mesmos com os conteúdos curriculares para o aperfeiçoamento de sua compreensão conceitual (BERNARDO, 2018).

A disciplina ao qual o método é utilizado, denominada de Fundamentos de Engenharia de Saúde e Segurança do Trabalho, é oferecida aos cursos de Engenharia Química, Engenharia de Materiais, Engenharia de Produção, Engenharia Física e Engenharia Ambiental. Tem como objetivo conscientizar os alunos da importância de uma política de gestão empresarial para assegurar a prevenção de acidentes e doenças do trabalho.

Para o estabelecimento de pontos, foram desenvolvidas cédulas como moeda de troca. Uma estratégia que promove a atenção a estas moedas, foi criar cédulas físicas com imagens de rosto de outros professores dos alunos aos quais os mesmos têm certa empatia (constatada em avaliação dos discentes). Sendo assim, as cédulas, valores e imagem de professor são relacionadas:

- Nome da Moeda: DollEEL – Uma analogia a moeda dólar, com o final EEL – Escola de Engenharia de Lorena.
- Estampa da Cédula: Foto de professores empáticos aos alunos, conforme mostra a Figura 13.

Figura 13. Estampa de Cédulas



Fonte: Autores.

Para garantir o sistema antifraude, o professor utilizou de linhas de impressão de marca d'água e carimbo de relevo nas cédulas, sendo estes não divulgados aos alunos. Para que o aluno adquira as cédulas, as regras foram então estipuladas pelo professor, conforme o Quadro 2:

Quadro 2. Receitas que podem ser obtidas pelos alunos

Ação	Valor Pago
Chegada pontual na aula	1
Permanência até o final da aula	1
Formulação de questão em aula	1, no máximo 2 por dia
Resposta a questão e aula	1, no máximo 2 por dia
Entrega de trabalho em prazo	2
Valor a ser pago por trabalho	Até 10, de acordo com a qualidade do trabalho
Compartilhamento de assunto pertinente a disciplina em mural	Até 2, de acordo com a avaliação da pertinência do assunto avaliado pelo professor
Interação com mural	1, em interação lógica
Trabalho entregue em situação real – extra muro	Até 3, de acordo com a avaliação pelo professor

Fonte: Autores.

O uso das cédulas é feito por meio de compras de um cardápio de produtos e de fatores surpresa, de acordo com os itens Quadro 3. O fator surpresa se refere aos valores estipulados em prova teórica, que são entregues no dia da avaliação.

Quadro 3. Cardápio de Itens de Compra

Produto	Valor a Pagar
Abono de falta (por falta)	4
Questão de prova	Preço com variação entre 1 e 10, de acordo com a questão
Dispensa de Prova	100
Prova com consulta a material (anotações prévias)	50

Fonte: Autores.

Os elementos dos jogos utilizados nas cédulas foram os seguintes (DICHEVA, 2015):

- Realizações: Recompensas para cumprir os desafios propostos.
- Avatares: Representação visual das cédulas, envolvendo professores empáticos a turma.
- *Badges*: Catálogo oferecido ao aluno para troca das cédulas por terem seus objetivos alcançados, como um troféu ou medalha condizente com este elemento.
- *Boss Fights*: Parte difícil do jogo, que é pré-requisito para a dispensa da avaliação.
- Níveis: Graus diferentes de dificuldade para cada produto.
- Pontos: Contagem de pontos acumulados durante a disciplina, que pode ser utilizado como moeda de troca e elemento surpresa na avaliação final.

Importante ressaltar que existem muitos elementos disponíveis e que ainda podem ser inseridos na estratégia. A estratégia teve início no segundo semestre de 2019. Foi uma estratégia de simples aplicação, ao qual foi testada em uma turma específica. Percebeu-se no geral a excelente aceitação por meio da verbalização dos alunos dada na avaliação final da disciplina (avaliação institucional de percepção dos alunos). Destaque para algumas delas:

- “Excelente método. Adoramos”.
- “Todo professor deveria adotar essa estratégia”.

- “Não faltou em uma aula”.
- “Estudo antes de ir para a aula só para poder interagir”.

No que se refere a aprovação na disciplina, apenas alunos que não atenderam compromissos da disciplina não tinham bons valores em caixa, e acabaram por ir mal na prova. Em recuperação, apenas um deles conseguiu a aprovação, por sinal era um aluno que não acumulou 10 DOLLEEs. A assiduidade e a interação nas aulas foram perceptíveis. Em todas elas houve a participação dos alunos com o assunto do dia. Não houve nenhum tipo de fraude no uso das cédulas.

Para o ano de 2020 a mesma seria utilizada em todas as disciplinas e turmas do professor. Infelizmente devido à pandemia a estratégia foi suspensa, já que envolvia notas (cédulas) físicas. No modelo remoto, não foi adotada devido ao ensino em caráter emergencial e de adaptação abrupta, porém quem já tinha a cédula pode convertê-la em pontos adicionais na primeira avaliação.

Embora não se tenha concluído a avaliação da estratégia com base nas variáveis esperadas, considera-se importante a discussão do modelo, pois por meio desta pode-se planejar a evolução do mesmo. Como não foi possível realizar a aplicação no ensino remoto em 2020, uma nova estratégia está sendo desenvolvida pelo professor na tentativa de uso em aulas virtuais e em ensino híbrido.

Percebeu-se que os objetivos iniciais da disciplina propostos na ementa e nos elementos de gamificação foram atingidos. Estes podem ser percebidos nas verbalizações, na assiduidade, interação, e nas solicitações dadas posteriormente de continuidade no ensino remoto emergencial.

Como proposta de avanços do trabalho, destaca-se a proposta de continuidade no ensino presencial em outras turmas e disciplinas, o uso da estratégia em ensino remoto e no ensino híbrido, assim como o desenvolvimento de um aplicativo de celular com controle de receitas e despesas por parte do aluno sob a gestão do professor.

3.6 Caso 6 - Estratégias de gamificação para atividades de ensino e aprendizagem em engenharia de produção

A seguir apresenta-se uma experiência que tem por objetivo discutir as estratégias de gamificação que podem ser empregadas para o desenvolvimento de atividades de ensino-aprendizagem no campo da Engenharia de Produção em um contexto amplo e, de forma específica, nas disciplinas de Ergonomia e Projeto de Fábrica.

Os campos do conhecimento mobilizados e articulados no desenvolvimento do presente estudo são o da gamificação e o de *game design*. A gamificação é uma estratégia de promoção de engajamento que se utiliza de elementos de jogos (e.g. pontos, emblemas, *rankings*, colaboração/competição, etc.) em contextos sérios, i.e., que não são jogos (WERBACH; HUNTER, 2012). Exemplos cotidianos da gamificação vão desde os avatares e interações promovidas no aplicativo de rotas *Waze* até as estratégias de pontuação e progressão aplicadas no aplicativo de ensino de línguas *Duolingo*.

Pesquisadores em áreas relacionadas às engenharias se utilizam da gamificação em uma série de contextos, como por exemplo na adoção de práticas/modelos de servitização (SHI *et al.*, 2017), negócios e gestão (WANICK; BUI, 2019) e ensino/aprendizagem de manufatura sustentável e indústria 4.0 (DESPEISSE, 2018b; PARAVIZO *et al.*, 2018).

Em seu livro sobre a aplicação da gamificação em contextos de negócios, Werbach e Hunter (2012) apresentam uma hierarquia dos elementos de jogos que podem ser empregados. Segundo os autores essa hierarquia é composta pelas dinâmicas (aspectos de alto nível do sistema gamificado que guiam o seu desenvolvimento), mecânicas (processos básicos que promovem o engajamento das pessoas e geram um sentimento de evolução) e os componentes que são aspectos pontuais que implementam as mecânicas e dinâmicas. Werbach e Hunter (2012) listam ainda alguns exemplos de dinâmicas (narrativa, relacionamento, etc.), mecânicas (desafios, competição, turnos, cooperação, sorte, etc.) e componentes (avatares, *rankings*, desafios, emblemas, pontuação, etc.) que podem ser incorporados em sistemas gamificados.

Por outro lado, o *game design* é o campo do conhecimento que discute o processo de concepção e desenvolvimento de jogos, sendo que o objetivo primário de um jogo é a diversão dos jogadores. Schell (2014) apresenta em seu livro uma série de lentes pelas quais se pode analisar e compreender o processo de desenvolvimento de jogos.

Para Schell (2014), quatro elementos básicos são articulados no desenvolvimento de jogos: as mecânicas (relacionada às regras e processos do jogo que apresentam as possibilidades de jogabilidade aos jogadores); a narrativa (contemplando a história e sequência de eventos que se desenrolam no jogo); a estética (associada aos aspectos visuais, sonoros, táteis e até mesmo sentimentais relacionado ao jogo); e a tecnologia (materiais físicos ou softwares usados para o desenvolvimento e uso de fato do jogo).

Dado o potencial de engajamento que jogos apresentam, pesquisadores investigam seu uso enquanto ferramentas no processo de ensino/aprendizado, conforme discutido por Gee (2005). Nesse contexto, surge na literatura a classe de *serious games*: jogos cujo objetivo principal não é a diversão, mas sim a transmissão de algum conhecimento ou formação dos participantes (USKOV; SEKAR, 2014).

Cabe ressaltar que o processo de *game design* (seja orientado à diversão ou objetivos de aprendizado) visa obter um jogo completo, que proporciona uma experiência planejada e com temporalidade específica aos jogadores. Tal objetivo difere da gamificação na medida em que seu resultado é a aplicação das mecânicas de jogo em um sistema que não é um jogo em si.

As possibilidades da gamificação e *game design* possibilitaram o desenvolvimento de atividades de ensino e aprendizagem no âmbito das disciplinas de Ergonomia e Projeto de Fábrica por pesquisadores do Departamento de Engenharia de Produção da UFSCar, sendo a análise dos jogos realizada a partir das três classes de elementos de gamificação (dinâmicas, mecânicas e componentes) apresentadas por Werbach e Hunter (2012).

A primeira atividade desenvolvida consiste em um *workshop* de 4 horas para um total de até 40 participantes divididos em 8 grupos de 5 pessoas. O objetivo da atividade, apresentada pela primeira vez em Braatz et al. (2016), é compreender uma situação problema baseada em um caso real e propor um projeto de melhorias, considerando as questões relacionadas a ergonomia e organização do trabalho presentes no caso.

Para o desenvolvimento da proposta, cada grupo possui um tabuleiro, peças de mobiliário e equipamentos impressos em 3D, além de canetas piloto e material de apoio. Além disso, é disponibilizado um ambiente virtual criado em game engine (Unreal Engine) para que os participantes possam explorar a situação problema utilizando joystick para interagir com o cenário virtual 3D do local.

O *workshop* se desenrola em 3 rodadas, sendo que a cada rodada as propostas geradas pelos alunos são avaliadas pelos facilitadores do workshop e uma pontuação é atribuída a cada grupo. A pontuação reflete a quão adequada é a solução proposta para o problema, além do gasto monetário necessário para realização.

Ao final do workshop os grupos apresentam as propostas e discutem os pontos positivos e limitações de cada proposta, além de retomarem os conceitos teóricos de ergonomia e projeto. A Figura 14 ilustra os materiais e trabalho em grupo com alunos em um workshop.

Figura 14 – Exemplo de aplicação do workshop ErgoPRO



Fonte: Autores.

A segunda atividade desenvolvida, consiste num jogo de tabuleiro cuja aplicação se desenvolve em grupos de até 6 pessoas, durante cerca de 1 hora. O objetivo de atividade é familiarizar os alunos com a temática de Projeto de Unidades Produtivas, em especial a disposição dos setores numa fábrica a nível de block-layout e as decisões associadas como aproximação ou distanciamento dos setores dadas suas particularidades (que são detalhadas na disciplina com a técnica denominada matriz/carta de relações preferenciais).

O desenvolvimento do jogo se baseou na estrutura do jogo de tabuleiro tradicional “*Between two castles of Mad King Ludwig*”. Na atividade proposta os participantes devem colaborar com os seus vizinhos imediatos para conceber suas fábricas compartilhadas, considerando os setores e áreas disponíveis.

Ao final do jogo, calcula-se a pontuação de cada fábrica com base nas relações de proximidade e distanciamento que foram respeitadas na construção da fábrica. Nesse momento, discute-se como a teoria e técnicas empregadas no processo de projeto de situações produtivas têm relação e podem ser compreendidas a partir da atividade. A Figura 15 ilustra os materiais do jogo, ao término de uma sessão.

Figura 15 – Registro de estado final do jogo Entre Fábricas



Fonte: Autores.

Para a comparação das atividades, os elementos de gamificação propostos por Werbach e Hunter (2012) analisados nos jogos foram as dinâmicas, mecânicas e componentes. As dinâmicas são os elementos de alto nível que dão a linha geral da atividade gamificada (e.g. restrições, emoção, narrativa, etc.). As mecânicas são os processos básicos que fazem com que a atividade se desenvolva e gere engajamento (e.g. desafios, aleatoriedade, competição, cooperação, etc.). Os componentes são implementações específicas e pontuais das mecânicas e dinâmicas (e.g. rankings, níveis, pontos, times, etc.). O Quadro 4 apresenta a síntese comparativa dos elementos de gamificação empregados nas atividades.

Quadro 4 - Análise comparativa dos elementos de gamificação empregados em atividades de ensino de engenharia

Elementos de gamificação	Atividade 1 - ErgoPRO	Atividade 2 - Entre Fábricas
Dinâmicas	Restrições (dinheiro e espaço limitado), progressão (evolução entre as rodadas) e relacionamentos (interação dentro do grupo)	Restrições (dos setores disponíveis e seu posicionamento) e emoções (competitividade entre os jogadores e necessidade de colaborar com vizinhos)

Mecânicas	Desafio (situação problema a ser resolvida), competição (entre grupos) e cooperação (dentro do grupo)	Aleatoriedade (nos setores/áreas que são virados pelos participantes), feedback (possibilidade de estimar pontuação em tempo real), turnos (sequenciais, simultâneos), competição entre jogadores e colaboração com vizinhos.
Componentes	Rankings (da pontuação dos grupos), pontos (a partir da avaliação das propostas) e times (que trabalham em conjunto).	Coleção (dos setores e áreas), desafios pontuais (<i>quests</i> para conseguir bônus específicos), pontos .

Fonte: Autores.

Conforme evidenciado na análise comparativa, verifica-se que diferentes elementos de gamificação podem ser articulados no desenvolvimento de atividades de ensino no contexto da engenharia, possibilitando uma grande flexibilidade no seu desenvolvimento.

A aplicação de jogos e atividades gamificadas em disciplinas da engenharia possui um amplo potencial. No entanto, é necessário que docentes destes cursos tenham uma maior compreensão dos aspectos teórico conceituais que dão suporte para tal aplicação, em especial para evitar situações que podem gerar um efeito negativo sobre os participantes – seja por falta de interesse e engajamento (ao falhar nos aspectos lúdicos da gamificação e dos jogos) ou por não contribuir para a formação (caso não atenda aos objetivos pedagógicos da disciplina/curso).

4. DISCUSSÃO

A temática do ensino de engenharia tem sido muito discutida no contexto atual, onde novas tecnologias e mudanças socioeconômicas acontecem diuturnamente. Tradicionalmente, o processo de ensino aprendizagem nas engenharias é dominado pelo estilo “giz e fala”, onde docentes ministram palestras para turmas numerosas de uma única disciplina (CAMPUS; PENRITH, 2003). Em decorrência dessas abordagens tradicionais, habilidades importantes para egressos de engenharia como comunicação, trabalho em equipe, visão holística (em termos sociais, ambientais e econômicos) e aplicação de conhecimentos na prática, são pouco desenvolvidas no decorrer dos cursos.

Dada essa problemática, diversos estudos nos últimos anos apresentam tentativas de empregar novas abordagens para o ensino de engenharia, desde práticas relacionadas a aprendizado baseado em problemas ou projetos (*problem-based learning*, *project-based learning*) (CAMPUS; PENRITH, 2003; PEREIRA; BARRETO; PAZETI, 2017), sala de aula invertida (KARABULUT-ILGU; JARAMILLO CHERREZ; JAHREN, 2018), ensino baseado em jogos (*game-based learning*) e simulação (BODNAR; CLARK, 2017; BRAGHIROLI *et al.*, 2016; DESPEISSE, 2018a), visando uma maior integração do desenvolvimento das competências técnicas e sociais dos discentes, pautado pelo viés prático dessas abordagens.

As discussões acerca dessa temática no país culminaram, em abril de 2019, com a instituição pelo Ministério da Educação das novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) de Cursos de Engenharia no Brasil, atualizando e redefinindo o perfil dos egressos dos cursos, suas competências esperadas e as atividades de avaliação e acompanhamento dos discentes.

Essas novas DCNs trazem uma série de pontos que impactam diretamente a estrutura dos cursos de engenharia, suas disciplinas e metodologias de ensino, como destacado nos trechos a seguir (que versam sobre o perfil do egresso, as competências que os cursos de engenharia devem proporcionar aos discentes e organização dos cursos; com grifos dos autores):

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

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

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

[...]

III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços),

componentes ou processos: a) ser capaz de conceber e projetar soluções criativas, desejáveis e viáveis, técnica e economicamente, nos contextos em que serão aplicadas;

[...]

Deve ser estimulado o uso de metodologias para aprendizagem ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno (BRASIL, 2019, p. 43-44).

Os impactos que essas novas DCNs terão sobre o ensino das engenharias já começaram a ser explorados, buscando-se a identificação das potencialidades e limitações dessa nova formulação. Braatz *et al.* (2019), por exemplo, relacionam as contribuições da cultura maker, manifesta a partir de atividades práticas em cursos de engenharia de produção, para o ensino de projeto no contexto das novas DCNs. De forma similar, Veloso *et al.* (2019), discutem a aplicação de metodologias ativas e ensino híbrido em cursos de engenharia, ressaltando a sua aderência às novas DCNs e o potencial de prover aos alunos situações práticas análogas à que se aproximam de problemas reais.

Podemos encontrar a proposição de várias dinâmicas na literatura. Por exemplo, o jogo *Delta Design* desenvolvido por Bucciarelli (1991), apresenta uma situação hipotética de projeto (*design*) em que um grupo formado por integrantes com atribuições diferentes deverão negociar e colaborar para atingir um objetivo comum. A riqueza e complexidade do jogo é tanta que mesmo o autor tendo desenvolvido um guia para instrutores com temas para discussão, os momentos pós jogo geralmente possibilitam a discussão de outras temáticas trazidas pelos alunos a partir de suas experiências; ou mesmo pelo professor em função de sua área de atuação.

5. CONCLUSÃO

O presente capítulo, construído a partir de muitas mãos e resultado de uma sessão dirigida ocorrida no Cobenge 2020, evidencia a importância da discussão da temática do ensino de engenharia para melhor adequação da oferta de disciplinas visando diferentes contextos, incluindo o ensino remoto (em partes impulsionado pela pandemia de 2020), à realidades dos atuais estudantes (nascidos em um ambiente digital com grande acesso à informações) e, finalmente, às novas DCNs.

Este capítulo apresentou algumas iniciativas de uso de jogos e de técnicas de gamificação no âmbito do ensino e aprendizagem em engenharia no Brasil. Foram apresentadas iniciativas de uso da gamificação com 2 focos principais: a promoção do engajamento dos estudantes com o processo de aprendizagem (como nos Casos 1, 2 e 5), e a promoção de experiências de ensino de caráter prático com foco em uma temática particular (como nos casos 3, 4 e 6). Destaca-se que todas

as iniciativas apresentadas aqui salientam o potencial da gamificação para auxiliar no envolvimento dos estudantes. Esperamos que essa apresentação possa motivar os interessados e fornecer algumas ferramentas para a construção de novas iniciativas.

A utilização de dinâmicas gamificadas em sala de aula é uma forma de propor aos alunos incorporarem conceitos, ferramentas e métodos a partir da vivência simulada. Ao lançar mão de propostas dentro de uma perspectiva de métodos ativos de ensino, o professor quebra a estratégia linear de ensino de transferência de conteúdo. Essa situação permite ao aluno lidar com situações complexas que vão demandar o engajamento de competências variadas além das questões técnicas propostas no currículo pedagógico. A interatividade com situações problemas propostos pelo professor por meio de atividades gamificadas demandam dos alunos a reflexão sobre os temas discutidos em aula. Deste modo eles precisaram mobilizar conceitos e modelos aprendidos para formular suas decisões (BRAGHIROLI *et al.*, 2016).

As atividades gamificadas podem estimular o interesse dos alunos ao tema de diferentes formas. Mesmo que o jogo tenha suas regras e objetivos pedagógicos, nunca se pode controlar como os problemas serão interpretados pelo grupo e sob quais critérios serão discutidos e resolvidos. Jogos e dinâmicas variadas permitem atrair novos alunos para aprendizagem de conceitos, despertar o interesse e motivá-los a apreender o conteúdo da disciplina (BRAGHIROLI *et al.*, 2016).

Os resultados obtidos com tais técnicas estão diretamente relacionados com o uso adequado e planejado dos distintos elementos de gamificação abordados por diversos pesquisadores da área. Outrossim, jogos e atividades gamificadas não devem ser desenvolvidas apenas com caráter lúdico ou com menor grau de compromisso com a qualidade de ensino, visão crítica e tantas outras habilidades e competências que os cursos de engenharia devem desenvolver em seus egressos.

REFERÊNCIAS

ALARCON, L. F.; ASHLEY, D. B. Playing games: Evaluating the impact of lean production strategies on project cost and schedule. In: Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC). *Anais...* p. 263-274, 1999. Berkeley, California, USA.

ARNAB S, CLARKE S. Towards a trans-disciplinary methodology for a game-based intervention development process: Towards a trans-

disciplinary methodology. **British Journal of Educational Technology**. 2017;48(2):279-312. doi:10.1111/bjet.12377

ARNAB S, LIM T, CARVALHO MB, *et al.* Mapping learning and game mechanics for serious games analysis. **British Journal of Educational Technology**. 2015;46(2):391-411. doi:10.1111/bjet.12113

BERNARDO, Saulo Fernando. Avaliação Por Gamificação, Por que Não? In: Proceedings of 16th Congresso Internacional de Tecnologia Na Educação. **Anais...** Recife, Senac. 2018. p. 1-15.

BODNAR, C. A.; CLARK, R. M. Can game-based learning enhance engineering communication skills? **IEEE Transactions on Professional Communication**, v. 60, n. 1, p. 24–41, 2017.

BRAATZ, D. *et al.* Contribuições da cultura Maker para o ensino de Engenharia de Produção no contexto das Novas Diretrizes Curriculares. XXXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais...**Santos: ABEPRO, nov. 2019. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/publicacoes/artigo.asp?e=enegep&a=2019&c=39189>>. Acesso em 12 mar. 2021.

BRAATZ, D.; BRITO, E. P.; TONIN, L. A.; SILVA, S. L. Ensino de ergonomia e projeto: experiências de aplicação de uma dinâmica de concepção de espaço de trabalho. In: Congresso Brasileiro de Ergonomia – ABERGO, **Anais...**, 2016.

BRAGHIROLI, L. F., RIBEIRO, J. L. D., WEISE, A. D., PIZZOLATO, M., 2016. Benefits of educational games as an introductory activity. In: industrial engineering education. **Computers in Human Behavior**, Mai. 31, Vol.58, p. 315 – 324.

BRASIL. Resolução Nº 2, de 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 156, n. 80, p. 43-44, 24 abr. 2019.

BUCCIARELLI, L. L. “**Delta Design Game**”, MIT, 1991. Disponível em: <<http://web.mit.edu/sp753/www/delta.html>>. Acesso em: 12 mar. 2021.

CAMPUS, K.; PENRITH, S. Engineering education - is problem-based or project-based learning the answer? **Australasian Journal of Engineering Education**, v. 3, p. ISSN 1324-5821, 2003.

CHOO, H. J.; TOMMELEIN, I. D. Space scheduling using flow analysis. In: Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC). **Anais...** p. 299-312, 1999. Berkeley, California, USA.

CRESPO, T.B.; Bittencourt, J.M.; Duarte, F.J.C.M. Aplicação da manufatura aditiva no desenvolvimento de jogos de concepção para

dinâmicas de ensino. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2017, **Anais...** JOINVILLE/SC - BRASIL, 2017. v. 37.

DA SILVA, **Andreza Regina Lopes et al. Gamificação na educação.** Pimenta Cultural, 2014.

DE FREITAS S, JARVIS S. Towards a development approach for serious games. In: Connolly T, Stansfield M, Boyle L, eds. Games-Based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces: Techniques and Effective Practices. **IGI Global**; 2009. doi:10.4018/978-1-60566-360-9

DESHPANDE, A. A.; HUANG, S. H. Simulation games in engineering education: A state-of-the-art review. **Computer Applications in Engineering Education**, v.19, n.3, p.399-410, 2011. <https://doi.org/10.1002/cae.20323>

DESPEISSE, M. Games and simulations in industrial engineering education: a review of the cognitive and affective learning outcomes. (E. M. Rabe, A.A. Juan, N. Mustafee, A. Skoogh, S. Jain, and B. Johansson, Ed.) **Proceedings** of the 2018 Winter Simulation Conference. 2018a.

DESPEISSE, M. Teaching Sustainability Leadership in Manufacturing: A Reflection on the Educational Benefits of the Board Game Factory Heroes. **Procedia CIRP**, v. 69, n. May, p. 621–626, 2018b.

DICHEVA, Darina et al. Gamification in education: A systematic mapping study. **Journal of Educational Technology & Society**, v. 18, n. 3, 2015.

DOMÍNGUEZ, Adrián et al. Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. **Computers & education**, v. 63, p. 380-392, 2013.

DYM, C. L. *et al. Introdução à Engenharia: uma abordagem baseada em projeto.* 3ª. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

FIQUEIREDO, Mercia; PAZ, Tatiana; JUNQUEIRA, Eduardo. Gamificação e educação: um estado da arte das pesquisas realizadas no Brasil. In: Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. **Anais...** 2015. p. 1154.

GEE, J. P. Good video games and good learning. **Phi Kappa Phi Forum**, v. 85, n. 2, p. 33–37, 2005.

GUÉRIN, F., LAVILLE, A., DANIELLOU, F., DURAFFOURG, J. & KERQUELEN, A. **Compreender o Trabalho para Transformá-lo: a Prática da Ergonomia.** 3 ed. São Paulo, Editora Edgard Blücher, 2006.

HUNICKE R, LEBLANC M, ZUBEK R. MDA: **A Formal Approach to Game Design and Game Research.** In: Proceedings of the Challenges in Game AI Workshop, 2004:5.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Relatório de Curso** - ENADE 2017. Brasília: MEC, 2018.

KARABULUT-ILGU, A.; JARAMILLO CHERREZ, N.; JAHREN, C. T. A systematic review of research on the flipped learning method in engineering education. **British Journal of Educational Technology**, v. 49, n. 3, p. 398–411, 2018.

KRIUKOVA, Y. S.; AMERIDZE, O. S. **Gamification in higher education**. 2020.

LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE (LCI). **Parade of trades simulation**. 2020. Disponível em: <https://leanconstruction.org/pages/parade-of-trades-simulation/>. Acesso em: 14 jun. 2021.

LIM T, LOUCHART S, SUTTIE N, et al. Strategies for effective digital games development and implementation. In: Baek Y, Whitton N, eds. Cases on Digital Game-Based Learning: Methods, Models, and Strategies. **IGI Global**, 2013. DOI: 10.4018/978-1-4666-2848-9.

MALINE, J. **Simuler le travail**. Une aide à la conduite de projet. 1ªed. Montrouge: ANACT, 1994.

MARTINEZ, J. C., STROBOSCOPE: **State and Resource Based Simulation of Construction Processes**. 1996. Tese de Doutorado, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, 1996. Disponível em: <http://www.ioannou.org/stroboscope/strobo-pubs>

MENANDRO, F. C. M. e ARNAB, S. "Game-Based Mechanical Engineering Teaching and Learning - A Review," Smart and Sustainable Manufacturing Systems 5. **Published ahead of print**, 14 October 2020, <https://doi.org/10.1520/SSMS20200003>.

OLIVEIRA, Átila Girão, JUNIOR, Edson Holanda Teixeira DIGITAL HEIST: UM JOGO ANALÓGICO PARA ENSINO DE CIRCUITOS DIGITAIS. Bruno Rodrigues Alves Bezerra (UNIFOR-CE) In: XLVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia e 2º Simpósio Internacional de educação em Engenharia. **Anais...**Fortaleza, CE, 2019.

PARAVIZO, E. et al. Exploring gamification to support manufacturing education on industry 4.0 as an enabler for innovation and sustainability. **Procedia Manufacturing**, v. 21, p. 438–445, 2018.

PEREIRA, M. A. C., BARRETO, M. A. M. e PAZETI, M. Application of Project-Based Learning in the first year of an Industrial Engineering Program: lessons learned and challenges. **Production**. v.27, 1-13, 2017.

RYBKOWSKI, Z. K.; FORBES, L. H.; TSAO, C. The evolution of lean construction education (Part 1 of 2): At US-based universities. In: Proc.

26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC). **Anais...** p. 1013-1023, 2018. Chennai, Índia.

SANTOS, Eduardo Ferro. Práticas de Alunos de Engenharia na Elaboração de Laudos de Saúde e Segurança do Trabalho. Prêmio Proteção 2019. **Revista Proteção**, 2019.

SCHELL, J. **The Art of Game Design: A Book of Lenses**. 1. ed. Burlington: Morgan Kaufmann Publishers, 2014.

SHI, V. G. et al. Using gamification to transform the adoption of servitization. **Industrial Marketing Management**, v. 63, p. 82–91, 2017.

SILVA RRL DA, ZATTAR IC, CLETO MG, STEFANO NM. The use of games and simulation as engineering in education of alternative methods in Brazil: A literature review. **Espacios**. 2016; 37(5):1-1.

TOMMELEIN, I. D.; RILEY, D. R.; HOWELL, G. A. Parade game: Impact of work flow variability on trade performance. **Journal of construction engineering and management**, v. 125, n. 5, p. 304-310, 1999. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1999\)125:5\(304\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1999)125:5(304))

USKOV, A.; SEKAR, B. Serious games, gamification and game engines to support framework activities in engineering: Case studies, analysis, classifications and outcomes. **IEEE International Conference on Electro Information Technology**, p. 618–623, 2014.

VAZ, Cleiton - SAGACIDADE®: Jogo de Tabuleiro como Metodologia Ativa Para o Ensino De Engenharia Na Educação 4.0 In: XLVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia e 2º Simpósio Internacional de educação em Engenharia. **Anais...** Fortaleza, CE, 2019.

VELOSO, C. S. M. et al. Educação empreendedora e as novas diretrizes curriculares nacionais em engenharia. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 11, p. 23263–23268, 2019.

WANICK, V.; BUI, H. Gamification in Management: analysis and research directions Background. **International Journal of Serious Games**, v. 6, n. 2, p. 57–74, 2019.

WERBACH, K.; HUNTER, D. **For the win - How Game Thinking Can Revolutionize Your Business**. 1. ed. Philadelphia: Wharton Digital Press, 2012.

XAVIER, André F. de Almeida; XAVIER, Paloma de O. Campos. Derinó e Otimizando: jogos para a aprendizagem das derivadas em cálculo diferencial. In: XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia e 1º Simpósio Internacional de educação em Engenharia. **Anais...** Salvador, BA, 2018.

CAPÍTULO 3

NOVAS DCN'S E A INICIATIVA CDIO: O NOVO *FRAMEWORK* PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA NO BRASIL

Lucio Garcia Veraldo Junior
Centro Universitário Salesiano de São Paulo – UNISAL

Messias Borges Silva
Universidade Estadual Paulista – UNESP

Edson Pedro Ferlin
Centro Universitário UniDomBosco – UniDomBosco

Regis Pasini
Faculdade Armando Alvares Penteado – FAAP

Gilmar Barreto
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

André Luiz Tenório Rezende
Jorge Luís Rodrigues Pedreira de Cerqueira
Ricardo Teixeira da Costa Neto
Waldemar Barroso Magno Neto
Instituto Militar de Engenharia – IME

Svante Gunnarson
Universidade de Linköping

Sergio Ricardo Mazini
Centro Universitário Toledo Araçatuba – UNITOLEDO

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	190
2	NOVAS DCN'S NA ENGENHARIA	191
2.1	Estratégias de ensino por competências.....	192
3	INICIATIVA CDIO.....	194
3.1	PBL – <i>Problem Based Learning</i>	197
3.2	PrBL – <i>Project Based Learning</i>	201
4	CORRELAÇÃO DAS DCN'S E INICIATIVA CDIO.....	203
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	205
	REFERÊNCIAS.....	206



NOVAS DCN'S E A INICIATIVA CDIO: O NOVO FRAMEWORK PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA NO BRASIL

1. INTRODUÇÃO

O uso de metodologias ativas de aprendizado está sendo discutido cada vez mais por instituições de ensino superior (IES) no Brasil e no mundo. Os avanços tecnológicos e o perfil diferenciado dos novos estudantes são algumas das razões pelas quais muitas IES estão repensando seus processos de ensino e de aprendizagem. Neste contexto, o uso de metodologias ativas em cursos de engenharia, tem sido objeto de constantes discussões e questionamentos por parte dos professores e IES. Os desafios enfrentados pelas IES estão cada vez mais relacionados ao perfil do estudante que ingressa no ensino superior, às melhorias nos processos de ensino e aprendizagem e no perfil profissional que será formado. Portanto, o uso de metodologias ativas de aprendizagem desempenha um papel fundamental na participação dos estudantes e na qualidade da educação.

Assim, os objetivos da IES são de caracterizar a aprendizagem dos estudantes por meio do protagonismo adotando metodologias em que estes se envolvam em atividades com apoio de materiais relevantes para autoconhecimento, conquistar melhores níveis de qualidade, em qualquer estágio e área de ensino, desafiando professores a buscar novas alternativas para suas propostas pedagógicas. A Iniciativa CDIO (Conceived-Design-Implement-Operate) na busca da melhoria da educação de engenharia fornecendo ferramentas acadêmicas e pedagógicas para que todo engenheiro graduado deve ser capaz de: Conceber-Projetar-Implementar-Operar produtos, processos e sistemas complexos de engenharia.

Outro tópico relevante é a utilização da abordagem CDIO para adequação dos cursos de Engenharia, que a partir de agora estão inseridas na sua essência nas novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN's) das Engenharias, esta proposta tem como objetivo estabelecer métodos de desenvolvimento das competências na formação do engenheiro. Outro ponto relevante está associado às formas de avaliar este desenvolvimento por meio de ferramentas que estabelecem quanto o estudante realmente adquiriu as características das competências propostas nas atividades educacionais por meio de projetos. A avaliação do estudante de Engenharia cumpre um papel central em sua formação e desempenha função importante no processo ensino-aprendizagem.

Portanto, estudantes devem saber ou ser capazes de fazer para atingir resultados de excelência, demonstrando que adquiriram os níveis desejados de competências desenvolvidas por meio de atividades apropriadas para os estudantes, estabelecendo as competências da Engenharia necessárias para o mercado de trabalho no mais alto nível de proficiência.

2. NOVAS DCN'S NA ENGENHARIA

No ano de 2019 foram publicadas as novas DCNs para o ensino das engenharias que têm como objetivo formar engenheiros aptos a atuar no mercado de trabalho atual e futuro possibilitando que as IES tenham mais flexibilidade da concepção dos seus cursos, permitindo que estas ofereçam cursos para atender necessidades regionais, por exemplo. Além disso, as atuais DCNs enfatizam a importância do ensino por meio do desenvolvimento das competências, diferentemente das DCNs anteriores que focavam principalmente no cunho conteudista das unidades curriculares.

As DCNs atuais também priorizam a importância da aplicação das metodologias de aprendizagem ativa e cabe aqui uma reflexão sobre o risco do mau uso destas poderosas ferramentas: algumas metodologias de aprendizagem ativa, se aplicadas indiscriminadamente, mesmo que do modo planejado, podem afastar o estudante ainda mais do interesse pelo seu próprio desenvolvimento e aprendizado. É consenso não apenas na área da engenharia que o aprendizado constante ao longo da vida profissional é uma necessidade e o despertar pelo interesse no estudo, mesmo que no sentido amplo, deve começar já no início da sua vida acadêmica, sendo o período da graduação fundamental, pois é neste período que o estudante começa a ingressar na área da sua profissão.

Para Crawley *et al* (2007), os objetivos para os cursos de graduação em Engenharia, tem as seguintes propriedades:

- Ter a prática moderna da engenharia de modo que as intenções do objetivo fluam naturalmente nos papéis reais da profissão dos engenheiros;
- Ser abrangente o suficiente de modo desenvolvendo ao máximo as práticas na educação em engenharia;
- Ser completo e consistente, na medida em que todos os conhecimentos, habilidades e atitudes esperados para a graduação do engenheiro estejam incluídos;
- Ser apresentado de forma suficientemente detalhada em que os tópicos específicos possam ensinados e aprendidos,

estabelecendo as bases para o planejamento do currículo e avaliação baseada em resultados;

- Ser ligado a um processo de pesquisa que estabelecerá níveis de proficiência amplamente acordados que seria esperado de um engenheiro graduado;
- Expressar por meio de uma linguagem específica e formal, os objetivos de aprendizagem, o que deverá conduzir a uma interpretação coerente e avaliável do nível desejado de proficiência.

Para Morán (2015) é muito importante que as metodologias de ensino e aprendizagem sejam acompanhadas por objetivos pretendidos pela IES e aprendizagem dos estudantes. Se a IES quer que seus estudantes sejam proativos, é necessário adotar metodologias em que estes se envolvam em atividades, com cada vez mais interesse, em que tenham que tomar decisões e avaliar os resultados, com apoio de materiais relevantes para autoconhecimento.

Conquistar melhores níveis de qualidade, em qualquer estágio e área de ensino, desafia professores a buscarem novas alternativas para suas propostas pedagógicas. Há uma pressão para que as IES passem por uma transformação pedagógica, de maneira a alterar as necessidades conceituais dos tempos atuais (FRANCISCHETTI, 2014).

Segundo Toledo *et al* (2013), isso não significa que as IES precisam ser as melhores em todas as dimensões da qualidade, porém é preciso determinar prioridades, já que dificilmente existe uma organização com tantos recursos capazes de executar a excelência em todas as dimensões. O mais importante é que cada IES pesquise quais são as dimensões de qualidade mais valorizadas e adotar estratégias em seus sistemas de operações de serviços para geração desse valor.

Entender e reconhecer que empresas têm sua própria cultura e é preciso aceitá-las e se adaptar a elas, também é algo fundamental. Além das culturas particulares das empresas, é de grande relevância considerar o porte destas. Pode haver uma grande diferença, seja de responsabilidade ou de expectativas, entre grandes e pequenas empresas, onde podemos encontrar times de especialistas (grandes empresas) ou times multifunções (pequenas empresas) (BUTLER e REID, 2020).

2.1 Estratégias do ensino por competências

Em GIZ (2020) é utilizada a expressão “perfis de competências” que consideram habilidades em áreas da engenharia (mecânica, eletrônica,

automação e controle, telecomunicações), gestão, *soft skills* (comunicação, trabalho em equipe, aptidão de se adaptar às constantes mudanças), administração, tecnologia da informação e, dentre outros, habilidades em sistemas de engenharia (fábrica inteligente), *softwares* industriais e tecnologia da informação, pois o texto é voltado às necessidades da Indústria 4.0. Em Woollacott (2009) é abordada a relação entre competência e desempenho, em que a competência descrita como sendo os atributos adquiridos ou desenvolvidos (aptidão, capacidade ou características) e o desempenho como sendo o resultado da aplicação destes atributos.

Neste contexto, um dos grandes desafios das IES em engenharia atualmente é estruturar um ensino voltado ao desenvolvimento de competências. Não há um único modelo que pode ser indicado como o ideal. É prudente que cada IES desenvolva seu próprio modelo, inspirado por vezes em experiências de outras IES, mas sem reproduzir um modelo sob o risco de fracassar nos seus objetivos. É preciso considerar as características da IES, características ou perfis dos seus estudantes, características do mercado de trabalho que estes estudantes ingressarão ou que almejam.

Há iniciativas em que os estudantes alternam iguais períodos nas IES e em empresas ao longo da graduação, como o modelo dual alemão (FÜRSTENAU, PILZ e GONON, 2014) e propostas que possibilitam a vivência em empresas durante períodos de férias (BUTLER e REID, 2020). Nestes exemplos, além das competências desenvolvidas, algumas citadas neste texto, há a oportunidade de o estudante desenvolver uma postura e ética profissional. Ainda segundo os autores, a IES oferece em diversas oportunidades a chance de o estudante conversar com profissionais das empresas, que compartilham experiências e possibilitam aos estudantes ampliar o horizonte de possibilidades de atuação.

Algumas iniciativas que têm por objetivo desenvolver habilidades de comunicação verbal e trabalho em grupo são aplicadas nas IES de engenharia há muito tempo. O que difere das propostas mais recentes é que estas atividades sejam desenvolvidas em um contexto da prática da engenharia e é esse contexto da prática da engenharia que tem se mostrado como uma alternativa adequada ao desenvolvimento de competências. Dependendo da IES, sua localização e relações, uma maior ou menor integração efetiva com empresas para a vivência de experiências práticas. Independente das relações da IES com empresas, é extremamente importante que sejam proporcionadas atividades, sejam por meio de projetos, eventos, metodologias ou mesmo na estruturação

de disciplina, que reproduzam ou busquem se aproximar do contexto da prática da engenharia.

Segundo Crawley *et al* (2014), a iniciativa *CDIO* se apresenta como uma possibilidade de reprodução do contexto da prática da engenharia para diferentes IES pois possui flexibilidade que a permite ser implantada tendo uma empresa parceira da IES para o desenvolvimento de projetos, pode ser implantada ainda em projetos integradores sem a participação de empresas, por exemplo, ou até mesmo como um projeto de disciplina. Ainda segundo os autores, possibilita atingir o que é preconizado pelas DCNs porque visa proporcionar ao estudante um aprendizado dos conceitos teóricos a partir de experiências que se assemelham àquelas que os futuros engenheiros encontrarão no exercício da sua profissão.

3. INICIATIVA CDIO

Analisando as necessidades da Educação em Engenharia segundo as exigências e conselhos da indústria e de outras partes interessadas em relação aos conhecimentos, habilidades e atitudes desejadas dos futuros engenheiros sintetizando em listas de atributos, as IES foram conduzidas por uma necessidade mais básica, ou seja, a razão pela qual a sociedade precisa de engenheiros, em primeiro lugar (CRAWLEY, BRODUER e SODERHOLM, 2008). Os autores descrevem o ponto de partida da Iniciativa CDIO na atualização da necessidade subjacente de educação de engenharia acreditando que todo engenheiro graduado deve ser capaz de: Conceber-Projetar-Implementar-Operar produtos, processos e sistemas complexos de engenharia.

Segundo Crawley *et al* (2007), a Iniciativa CDIO tem desempenhado papel fundamental na concepção de currículo, ensino e avaliação em educação de engenharia. Como uma declaração formal dos resultados de aprendizagem pretendidos de um curso de engenharia, foi capaz de:

- Destacar os objetivos gerais do curso de Engenharia;
- Fornecer o quadro para aferição dos resultados;
- Fornecer o guia para a concepção do currículo;
- Sugerir métodos apropriados de ensino e aprendizagem;
- Fornecer as metas para a avaliação da aprendizagem do estudante;
- Servir de quadro para a avaliação global do curso; e
- Propor uma educação inovadora na engenharia centrada nos estudantes e focada nos resultados.



A Iniciativa tem três objetivos gerais de modo a desenvolver os estudantes para que possam demonstrar (ZAMYATINA *et al*, 2014):

- Conhecimento aprofundado dos princípios básicos relacionados à engenharia de sua profissão;
- Especialização em desenvolvimento e uso de novos produtos e sistemas;
- Compreensão da importância e do valor estratégico do desenvolvimento tecnológico da sociedade.

É válido destacar duas importantes reflexões apresentadas em Crawley *et al* (2014) que reforçam o argumento da importância e validade da iniciativa CDIO. Uma delas se refere à evolução do ensino de engenharia, em especial a partir da segunda metade do século XX. Com o passar dos anos, os professores com vivência na prática da engenharia foram sendo substituídos por professores que os autores chamam engenheiros cientistas. É inegável a importância destes professores no desenvolvimento da engenharia, mas, em contrapartida, contribuiu para aumentar o distanciamento do estudante com o exercício da profissão. Outra reflexão abordada é que gestores sem a formação em engenharia passaram a tomar decisões e a ocupar cargos em áreas típicas da engenharia, contribuindo, conforme os autores, para uma diminuição na eficácia das inovações. Contribuiu para esta substituição de engenheiros por profissionais com outras formações acadêmicas uma possível deficiência observada nos engenheiros em liderar.

No que se refere à primeira reflexão, mesmo que iniciativas eficazes sejam tomadas por IES para terem em seu quadro de professores que unem sólida formação acadêmica com vivência em engenharia, o tempo necessário para mudar as características dos professores em engenharia pode ser muito longo, continuando a comprometer a formação dos engenheiros. A iniciativa *CDIO*, por aproximar o estudante por meio de uma aprendizagem por experiências, demonstra ter potencial para suprir a distância entre o ensino e a prática.

Referente à deficiência em liderança mencionada em Crawley *et al* (2014), esta integra um conjunto de habilidades e competências que hoje são exigidas de um engenheiro e que vão além dos seus conhecimentos técnicos. O que se deve buscar é a formação de engenheiros com competência para atuar nos diferentes níveis hierárquicos de uma empresa (BANKEL *et al*, 2003) e que estejam aptos a serem protagonistas, principalmente, na tomada de decisões em áreas técnicas, sendo que competência pode ser entendida como o conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes (CNI, 2020).

A profissão de engenheiro vai além do conhecimento e reprodução de técnicas, modelos e ferramentas. O engenheiro deve ser preparado para busca de solução de problemas, para as quais, necessitará da incessante procura de saberes e da colaboração entre profissionais das diversas áreas de conhecimento. Segundo Masetto (2009), o diálogo, a troca de experiência e situações-problema criam um intercâmbio interessante entre a aprendizagem e a sociedade real.

O desenvolvimento de projetos e o estudo de situações reais vem ao encontro dos objetivos fundamentais do processo ensino e aprendizagem, pois coloca o estudante como ator principal de sua aprendizagem. Ainda deve-se destacar que uma característica básica é a questão da multidisciplinariedade, além de explorar os vários níveis do processo cognitivo, principalmente os do nível metacognitivo, descrito na Taxonomia dos Objetivos Educacionais de Bloom (BLOOM, 1956) e revisada por Anderson (ANDERSON & KRATHWOHL, 2001).

A multidisciplinariedade está fundada em um saber-fazer, em que se pressupõe uma abordagem prática consolidada por uma forte conceituação teórica, que é um dos quatro pilares da educação (FERLIN *et al.*, 2005). O assunto multidisciplinariedade é explorado em diversas referências, dentre as quais pode-se citar Ferlin *et al.* (2004), Pilla *et al.* (2010) e Teixeira *et al.* (2010).

Segundo Ferlin (2001), a multidisciplinaridade fortalece a motivação dos estudantes, pois eles passam a entender a relação entre disciplinas numa visão prática-teórica. Para Ferlin *et al.* (2005):

A teoria é a base para a prática, e esta por sua vez desenvolve, justifica e experimenta novos conceitos que se tornam novas teorias ou formulações proporcionando uma nova prática, e assim sucessivamente (p. 1).

E nesse contexto é que se insere o PBL (*Problem-Based Learning*) ou aprendizagem baseada em problemas (ABP) que é uma metodologia de ensino e aprendizagem que utiliza problemas e projetos reais – coerentes para com a futura atuação dos estudantes como profissionais e cidadãos – para iniciar, focar e motivar a aprendizagem dos conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Essa é uma característica importante tendo em conta que pesquisas sobre perfis profissionais indicam claramente a necessidade de que os cursos de engenharia promovam habilidades (trabalho em grupo, comunicação oral e escrita e resolução de problemas) e atitudes (ética, responsabilidade profissional e social, adaptabilidade e disposição para

a aprendizagem contínua e autônoma), além de garantirem uma base conceitual sólida aos estudantes.

3.1 PBL – Problem Based Learning

A Aprendizagem Baseada em Problemas, ou seja, o PBL foi implantado inicialmente na faculdade de Medicina da Universidade canadense McMaster, na década de 1960. Uma característica marcante de processos que envolvem PBL é que neles os estudantes tornam-se responsáveis por definir os objetivos educacionais, os meios que vão utilizar, o que vão aprender e com o que vão trabalhar (BARRET, 2010).

Os conceitos fundamentais para PBL, difundidos por Center for Teaching and Learning da Stanford University (STANFORD, 2001), são:

- apresentação inicial de problemas do tipo “precariamente estruturados” ao invés de totalmente pré-especificados;
- ensino centrado no estudante ao invés de centrado no professor;
- trabalhos em grupos ao invés de individualizados; d) professores como facilitadores ao invés de disseminadores de conhecimentos.

Alguns fundamentos práticos do PBL, destacados em Melo (2013) são:

- os problemas expostos aos estudantes devem ser, de preferência, “precariamente estruturados” (*ill-structured problems*), que são os que permitem que se desenvolva várias soluções potenciais, autênticos (reais), ou seja, devem ser os problemas enfrentados pelos profissionais;
- os estudantes devem ser envolvidos em práticas e problemas autênticos, sendo obrigados a desenvolverem ações autênticas para solucioná-los;
- os estudantes devem trabalhar em pequenos grupos (em torno de cinco membros; nunca além de oito);
- os grupos devem ser liderados/orientados por um tutor/facilitador dos trabalhos, que deve fornecer ao grupo estratégias de aprendizagem e nunca ser um provedor de soluções prontas;
- os grupos devem ser interdisciplinares, contando, se possível, com colaboradores de outras áreas de conhecimentos inter-relacionadas.

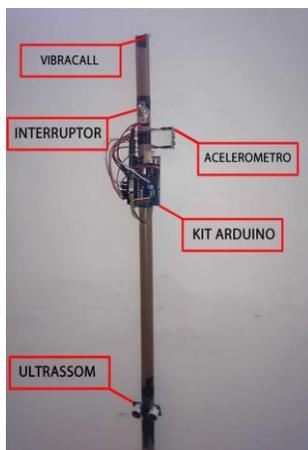
3.1.1 Caso 1 – Projeto Integrador

O Curso de Engenharia da Computação da Faculdade Padre João Bagozzi, em Curitiba/PR tem ao longo dos 8 primeiros semestres do curso a disciplina Projeto Integrador que aumenta sua complexidade com o andamento do percurso formativo.

A disciplina de Projeto Integrador é uma unidade curricular integradora, desenvolvida ao longo do semestre, congregando as demais disciplinas do período, com o objetivo de agregar os saberes de várias disciplinas/áreas em um projeto multidisciplinar desenvolvido ao longo do semestre letivo. Nesse aspecto a disciplina de Projeto Integrador se enquadra no modelo denominado de PBL Híbrido, no qual a disciplina tem um papel central no processo enquanto as demais disciplinas do período dão suporte para o desenvolvimento do projeto multidisciplinar.

O projeto desenvolvido na disciplina de Projeto Integrador I é o projeto “Bengala eletrônica para cegos” (SILVA *et al*, 2014), que é um dispositivo eletrônico/computacional desenvolvido para auxiliar a locomoção de pessoas com deficiência visual, utilizando sensores ultrassônicos, acelerômetros, e com resposta vibro-tátil, mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Foto do projeto bengala eletrônica para cegos.

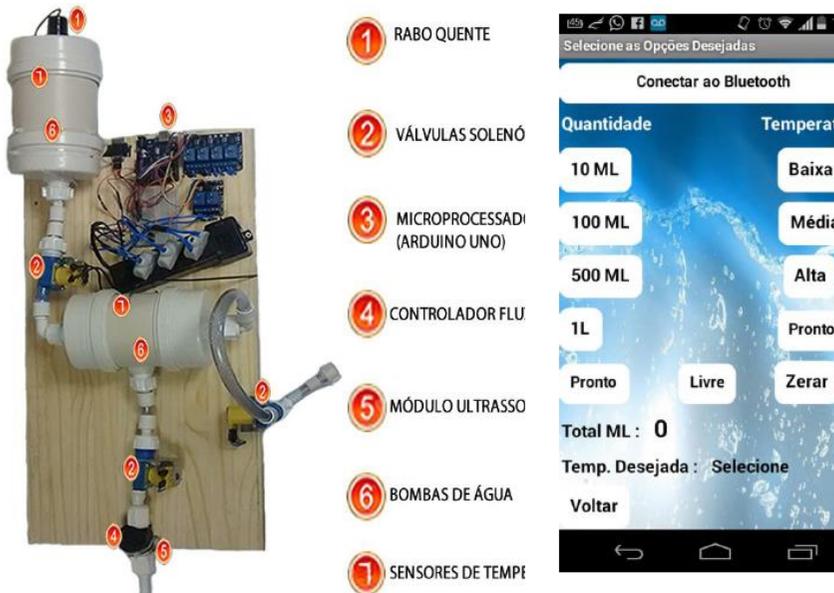


Fonte: (SILVA *et al*, 2014)

Já no projeto desenvolvido na disciplina de Projeto Integrador IV é o projeto “Sistema Misturador Automatizado e Controle de Processos de Escoamento de Água” (GREINERT *et al*, 2015), que é um sistema

(embarcado) eletrônico microprocessado com conexão com um dispositivo *mobile*, que além de automatizar e facilitar algumas ações operacionais, também ajuda na redução do consumo e gastos relacionados à água em residências, comércios e indústrias, mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Foto do projeto Misturador Automático e de Controle de Escoamento de Água.



Fonte: GREINERT *et al*, 2015.

3.1.2 Caso 2 – Disciplina PBL

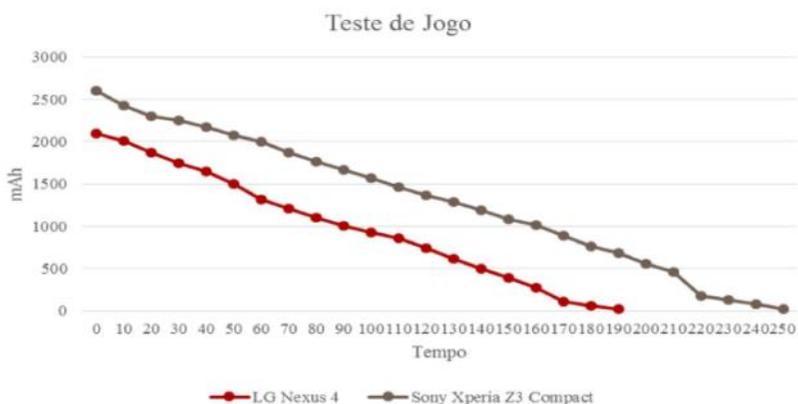
O Curso de Engenharia da Computação da UNINTER em Curitiba/PR tem ao longo dos 8 primeiros semestres do curso a disciplina PBL que aumenta o grau de dificuldade com o andamento do percurso formativo.

A disciplina de PBL (FERLIN, 2016) é uma unidade curricular integradora, desenvolvida ao longo do semestre, congregando as demais disciplinas do período, com o objetivo de proporcionar ao estudante a construção de conhecimento científico sobre determinada área, por meio

do planejamento, organização e execução de proposta acerca de uma situação-problema previamente formulada/escolhida no contexto profissional. Nesse aspecto a disciplina de PBL tem um papel central no processo enquanto as demais disciplinas do período dão suporte para o desenvolvimento do estudo multidisciplinar de um problema.

Na disciplina de PBL I referente ao 1o semestre é o “*Consumo de Bateria de Smartphones em Jogos e Redes Sociais*” (FABRI *et al*, 2017), que consiste em testes de consumo de bateria de *smartphones* nas condições de uso em jogos e uso de *internet* acessando redes sociais, mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Gráfico do Teste de descarga de bateria com o jogo SimCity (capacidade mAh x tempo em minutos)



Fonte: FABRI *et al*, 2017.

Outro projeto desenvolvido na disciplina de PBL é o “*Benchmark de Computadores Desktop Gamer/Designer*” (HECHT *et al*, 2017), que traz uma abordagem de comparação de diferentes perfis de teste de *hardwares*, a fim de determinar o melhor em desempenho para as tarefas pré-determinadas, em dispositivos voltados para jogos e dispositivos voltados para edição de imagem, mostrado na Figura 4.

Figura 4 – Tabela do Custo por frame em R\$

Processador	Custo por Frame	Custo por Frame
	GTX 750 PI	GTX 980
i7 4790k	50,10	39,21
i7 4790	49,27	38,48
i5 4670k	39,78	36,20
i5 4460	37,20	35,15
i3 4150	27,46	33,58
Intel Dual-Core g3220	22,77	35,80
AMD 8350	35,58	36,23
AMD 6300	30,16	34,06
AMD 4300	30,20	39,30

Fonte: HECHT *et al*, 2017.

3.2 PrBL – Project Based Learning

O Project Based Learning é considerado uma metodologia ativa que coloca o estudante no centro do processo de aprendizagem, identificando um potencial problema que pode ser resolvido por meio de um projeto (Lima *et al*, 2014). Masson *et al*. (2012) propõe que a aprendizagem baseada em projetos é uma abordagem sistêmica, que envolve os estudantes na aquisição de conhecimentos e competências por meio de um processo de investigação de questões complexas, tarefas autênticas e produtos, cuidadosamente planejadas com vista a uma aprendizagem eficiente e eficaz.

A aplicação de projetos interdisciplinares nos primeiros semestres dos cursos de graduação possibilita um maior engajamento por parte dos estudantes, bem como uma maior motivação para os estudos (Koch *et al*, 2016). As práticas de aprendizagem proporcionadas pela aprendizagem baseada em projetos vem sendo alvo de estudos e demonstram os benefícios da aplicação para os estudantes. (DeFillippi, 2001).

3.2.1 Caso 3 – Projeto Integrado

O curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Toledo Araçatuba – UNITOLEDO em Araçatuba/SP, foi lançado após um

levantamento feito na região sobre a demanda por profissionais qualificados para atuarem na indústria regional.

A aplicação da Aprendizagem Baseada em Projetos relatado neste estudo ocorreu no segundo semestre de 2017, na época, com a turma do 6 semestre por meio de um Projeto Integrado, desenvolvido ao longo do semestre, que teve como principais objetivos: a integração entre as disciplinas do referido semestre, a utilização de uma metodologia *hands-on* na qual foi utilizada a Aprendizagem Baseada em Projetos e o desenvolvimento de competências, além da integração ocorrida com outro curso da IES, Fisioterapia, que auxiliou no desenvolvimento e avaliação dos novos produtos. Entre as competências propostas para o desenvolvimento ao longo do projeto integrador apresentaram-se habilidades pessoais e interpessoais.

O professor responsável por conduzir o Projeto Integrador foi o professor da disciplina denominada Planejamento, Programação e Controle da Produção I, que possui como objetivo principal apresentar a teoria e prática da produção de produtos de diversos segmentos industriais. As demais disciplinas participantes do Projeto Integrador, que fazem parte do semestre letivo foram: Gestão de Estoques, Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, Sistemas de Informação, Processos de Fabricação e Construção II e Resistência dos Materiais II.

Como temática para a aplicação da Aprendizagem Baseada em Projetos, foi escolhido o segmento de órteses, onde os estudantes, divididos em equipes de 5 integrantes deveriam desenvolver um modelo de órtese para atender a uma demanda da clínica de fisioterapia da própria IES.

A utilização de metodologias ativas de aprendizagem no curso de Engenharia de Produção vem sendo discutida pelo colegiado do curso, que reúne o coordenador do curso, professores e um representante dos estudantes. O professor responsável pela disciplina que conduziu o projeto ao longo do semestre, realizou algumas reuniões com os demais professores do referido semestre a fim de apresentar a proposta e buscar contribuições das demais disciplinas para o projeto que foi desenvolvido. As etapas do projeto integrador tiveram como base os princípios do *framework* CDIO, conforme relatam Edström e Kolmos (2014), *conceive, design, implement e operate*. O processo de fabricação e o produto desenvolvido foram fabricados no Laboratório de Práticas Produtivas I do curso de Engenharia de Produção.

De acordo com o método de coleta dos dados destinado a demonstrar a expectativa e percepção dos estudantes, e consequentemente o desenvolvimento de competências, foram

coletados os dados dos 18 estudantes participantes do projeto, no início do projeto com o objetivo de colher as expectativas dos estudantes e ao final do projeto foram coletados novamente os dados com o objetivo de colher as percepções dos estudantes, onde notou-se uma evolução pelo total de estudantes que demonstraram um maior nível de proficiência nas competências após a realização do projeto.

3.2.2 Caso 2 – Disciplina Design-Build

O curso de Engenharia Mecânica do Instituto Militar de Engenharia – IME no Rio de Janeiro/RJ, aproveitando a ideia da *Linköping University* (Suécia), possui no seu programa formativo três disciplinas *design-build*, apresentados da seguinte forma:

- Disciplina de Introdução à Engenharia, que ocorre nos 3º e 4º períodos. Inclui conteúdos sobre metodologia de gerenciamento de projetos, aulas sobre apresentação oral e escrita, liderança e negociação. Nesta disciplina é previsto projeto acadêmico de engenharia, onde cada equipe de alunos realiza um trabalho *design-build* com requisitos técnicos pré-estabelecidos;
- Disciplina de Iniciação Científica, prevista para os 6º e 7º períodos, foi reestruturada e atualmente propõe projetos acadêmicos *design build* mais avançados para seus alunos. Como exemplo, foi oferecido um projeto de aeromodelo com requisitos simples, como comprimento máximo do vão, carga útil máxima para transporte em voo, prazo para teste de voo e apresentação escrita e oral do relatório final.
- Disciplina de Projeto final de Curso, que acontece nos 9º e 10º períodos. Nesta disciplina, problemas de engenharia reais da engenharia militar e da indústria são submetidos aos alunos em forma de projetos. Os alunos aplicam a metodologia de projetos para produzir e implementar soluções complexas e adequadas aos requisitos propostos.

Com estas atividades diferenciadas foi possível perceber o entusiasmo, a aplicação dos conceitos teóricos aprendidos na concepção e construção do protótipo, a organização para o trabalho em equipe e, o mais importante, a consolidação da aprendizagem interdisciplinar da engenharia.

4. CORRELAÇÃO DAS DCN'S E INICIATIVA CDIO

Os cursos de engenharia iniciaram o processo de elaboração do currículo por meio de um estudo cuidadoso do CDIO Syllabus 2.0, a fim de compará-lo com os resultados de aprendizagem estabelecidos pela legislação educacional brasileira e no caso do IME pelo Exército Brasileiro.

Os conhecimentos, habilidades e atitudes determinados pelas Novas DCNs dos Programas de Graduação em Engenharia (MEC, 2019) e pelo Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA, 1973), apresentam forte sinergia.

Dessa forma, a figura 5 correlaciona as demandas das DCNs e do CONFEA com as competências e conhecimentos propostos pelo CDIO Syllabus.

Figura 5 – Competências x CDIO Syllabus

Competências estabelecidas pelas DCN'S e pelo CONFEA		CDIO Syllabus
Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia	→	<i>Conhecimento teórico e raciocínio</i>
Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados	→	<i>Habilidades e atributos pessoais e profissionais</i>
Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia		
Identificar, formular e resolver problemas de engenharia		
Desenvolver e / ou usar novas ferramentas e técnicas		
Compreender e aplicar ética e responsabilidade profissional	→	<i>Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação</i>
Assumir a postura de busca permanente por atualização profissional		
Comunicação eficaz em formas escritas, orais e gráficas	→	<i>Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação</i>
Trabalho em equipes multidisciplinares		
Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos	→	<i>Conceber, projetar, implementar e operar sistemas no contexto empresarial, social e ambiental – processo de inovação</i>
Supervisionar a operação e manutenção de sistemas		
Avaliar o impacto das atividades de engenharia no contexto social e ambiental		
Avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia		

Fonte: Autores

De acordo com o processo de implementação do CDIO (Iniciativa CDIO, 2017), a seleção dos conhecimentos, habilidades e atitudes que

os estudantes de engenharia devem ter ao deixar a IES é uma etapa importante na construção do alinhamento construtivo (Biggs, 1996) para o projeto pedagógico do curso (CDIO Standard 2).

Para o ensino superior de engenharia, a lei brasileira que determina os resultados da aprendizagem é chamada de DCNs para Programas de Graduação em Engenharia (MEC, 2019).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância das competências necessárias ao exercício da engenharia parece ser uma unanimidade na opinião das IES de ensino e, principalmente, do mercado de trabalho. Isso tem levado várias IES de engenharia no exterior e mais recentemente no Brasil, a colocar nas suas pautas de discussão, a necessidade de se repensar os currículos dos cursos de engenharia para oferecer aos estudantes, oportunidades de desenvolver habilidades e atitudes que juntamente com os conhecimentos teóricos, resultaram nas competências necessárias à atuação do engenheiro no mundo contemporâneo.

É possível identificar diferentes iniciativas e estratégias utilizadas pelas IES que visam o desenvolvimento de competências e diferentemente dos currículos tradicionais que guardavam muita semelhança entre as IES, agora, abre-se várias possibilidades para contribuir com a formação voltada para competências e neste texto, foi apresentada uma proposta que leva para o nível de uma disciplina, parte do contexto da prática da engenharia. O desafio que se apresenta é construir um curso com todas as disciplinas alinhadas a proposta apresentada.

Esta abordagem favorece o aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem, pois os estudantes são agentes ativos nesse processo desenvolvendo as competências tanto técnicas quanto transversais. Também se percebe que a multidisciplinariedade é um elemento ativo no processo de busca e descoberta do saber agregando conhecimentos tanto teóricos e quanto empíricos.

A aplicação de novos métodos de ensino e aprendizagem deve ser amplamente discutida com professores e coordenadores de cursos, a fim de identificar primeiro quais habilidades eles pretendem desenvolver e como identificar qual metodologia é mais bem aplicada. O alinhamento e treinamento de todo o corpo de professores para o uso de novas metodologias na sala de aula é extremamente importante e a IES deve fornecer ações que contribuam para a implementação de novas metodologias e recursos no processo de ensino e aprendizagem.

Pesquisas adicionais devem ser feitas para identificar o perfil do estudante que entra no ensino superior, a fim de avaliar a mudança de paradigma e o problema do abandono escolar e como o uso de metodologias de aprendizagem ativa pode contribuir positivamente para essas questões.

Por fim, todo esse processo de implantação do CDIO foi considerado adequado às necessidades preconizadas pelas Novas DCNs para o ensino de engenharia.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, L.W.; KRATHWOHL, D.R. **A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing**. New York-USA: Longman, 2001.

BLOOM, B.S. (Ed.). **Taxonomy of Educational Objectives: The classification of Educational Goals: Handbook I, Cognitive Domain**. New York-USA: Longman, 1956.

BANKEL, J., BERGGREN, K., BLOM, K., CRAWLEY, E. F., WIKLUND, I., OSTLUND, S. The CDIO syllabus: a comparative study of expected student proficiency. **European Journal of Engineering Education**, v. 28, n. 3, p. 297-315, 2003.

BARRET, T. The Problem-Based Learning Process as Finding and being in Flow. **Innovations in Education and Teaching International**, v. 47, n. 2, p. 165-174, 2010.

BIGGS, J. Enhancing teaching through constructive alignment, **Higher Education**, v. 32, p. 347-364, 1996.

BUTLER, W. M., REID, K. J. Introducing Engineering Students to Industry. **AIAA Scitech 2020 Forum**. Orlando, FL, 2020.

CNI. **Documento de apoio à implantação das DCNs do curso de graduação em engenharia**. Brasília: CNI, 2020. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2020/6/documento-de-apoio-implantacao-das-dcns-do-curso-de-graduacao-em-engenharia/>>. Acesso em: 30 set. 2020.

CONFEA, Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (1973). Disponível em: <<http://normativos.confed.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=266>>. Acesso em: 09 out. 2020.



CRAWLEY E.F., MALMQVIST J., OSTLUND S., & BRODEUR D. **Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach**. New York, NY: Springer, 2007.

CRAWLEY, E.F., BRODEUR, D. R., SODERHOLM, DIANE H. The education of future aeronautical engineers: conceiving, designing, implementing and operating. **Journal of Science Education and Technology**, v. 17, n. 2, p. 138-151, 2008.

CRAWLEY E. F., MALMQVIST J., OSTLUND S., BRODEUR D. R., EDSTRON, K. **Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach**. 2 ed. New York, NY: Springer, 2014.

DEFILLIPPI, R. J. Introduction: Project-based Learning, Reflective Practices and Learning. **Management Learning** 32(1); 51, 2001.

EDSTRÖM,K.; KOLMOS,A. PBL and CDIO: Complementary Models for Engineering Education Development. **European Journal of Engineering Education**. doi:10.1080/03043797.2014.895703, 2014.

FABRI, C.P.; GONÇALVES, H.R.K.; MACEDO, G.; DE PAULO, L.G.; CICHACZEWSKI, E. Metodologia PBL na Introdução à Engenharia da Computação: Consumo de Bateria de Smartphones em Jogos e Redes Sociais. In: CONTECC 2017 - Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. **Anais...** Belém-PA, 2017.

FERLIN, E.P. The computer engineering project course. In: ICEE 2001 – International conference on engineering education, v. 6B5, p. 17-19. **Anais...** Oslo–Norway, 2001.

FERLIN, E.P.; PILLA Jr, V.; CUNHA, J.C. A Multidisciplinariedade Aplicada no Ensino no Curso de Engenharia da Computação. In: COBENGE 2004 - XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. **Anais...** Brasília-DF, 2004.

FERLIN, E.P.; PILLA Jr, V.; SAAVEDRA, N. The Theory-Practice Partnership. In: ITHET 2005 - 6th IEEE Annual International Conference. **Anais...** Juan Dolio-Dominican Republic, 2005.

FERLIN, E.P. A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL-Problem-Based Learning) Aplicada na Educação em Engenharia: um Estudo de Caso no Curso de Engenharia da Computação. In: COBENGE 2016 - XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. **Anais...** Natal-RN, 2016.

FRANCISCHETTI, I. Active Learning Methodologies: An Experience for Faculty Training at Medical Education. **Creative Education**, v. 5, n. 21, p. 1882, 2014.

FÜRSTENAU, B., PILZ, M., GONON, P. **The Dual System of Vocational Education and Training in Germany** – What Can Be Learnt About Education for (Other) Professions. Em *International Handbook of Research in Professional and Practice-based Learning*, Springer International Handbooks of Education. Dordrecht, NL. P. 427-460, 2014.

GIZ - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH. Employee Qualification as Key Success Factor in Digitalised Factories – A Sino-German Skill Development Guide. Bonn, 2020. Disponível em: <https://www.plattform-40.de/PI40/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/China/employee-qualification.pdf?__blob=publicationFile&v=4>. Acessado em: 01 out. 2020.

GREINERT, E.; SILVA, E.; ZANARDI, M.O.; FERLIN, E.P. Sistema Misturador Automatizado e Controle de Processos de Escoamento de Água. In: CINTEC 2015 - 6º Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica do IFSP. **Anais...** Itapetininga-SP, 2015.

HECHT, R.S.; MACHADO, M.V.; BARA, K.C.; DE MORAES, G.L.; CICHACZEWSKI, E. Metodologia PBL em Fundamentos da Engenharia da Computação: Benchmark de Computadores Desktop Gamer/Designer. In: CONTECC 2017 - Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. **Anais...** Belém - PA, 2017.

KOCH, F. D., DIRSCH-WEIGAND, A., AWOLIN, M., PINKELMAN, R., J. & HAMPE, M. J. Motivating first-year university students by interdisciplinary study projects. **European Journal of Engineering Education**. 42(1), 17-31, 2016.

LIMA, R. M., CARVALHO, D., CAMPOS, L. C., MESQUITA, D., SOUSA, R. M., ALVES, A.C. Projects with the Industry for the Development of Professional Competences in Industrial Engineering and Management, PAEE'2014 - Sixth International Symposium on Project Approaches in Engineering Education, 1: ID13.1 - ID13.11, 2014.

MASETTO, M.T. **Atividades pedagógicas no cotidiano da sala de aula universitária**: reflexões e sugestões práticas. Disponível em http://www.escoladavida.eng.br/anutacaopu/Formacao%20de%20Professores/atividades%20pedagogica%20no%20cotidiano_da_sala_de_aula.htm. Acesso em: 10 out. 2020.

MASSON, T. J., MIRANDA, L. F. de, JR., A. H. M., CASTANHEIRA, A. M. P. Metodologia de Ensino: Aprendizagem Baseada em Projetos (PLB). Proceedings of the XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, COBENGE, **Anais...** 2012.

MEC, Ministério da Educação e Cultura (2019). Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=128041-pces948-19&category_slug=outubro-2019&Itemid=30192, Acesso em: 04 out. 2020.

MELO, R.C. Estratégias de ensino e aprendizagem baseadas em problemas (PBL) no ensino tecnológico. In: VIII Workshop de Pós-graduação e Pesquisa do Centro Paula Souza. **Anais...** São Paulo-SP, 2013.

MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. Coleção Mídias contemporâneas. **Educação e Cidadania**, Vol I, EPG, 2015.

PILLA Jr, V.; FERLIN, E.P. Os Níveis de Aprendizagem da Taxonomia de Bloom Aplicados em uma Disciplina de um Curso de Engenharia da Computação. In: COBENGE 2010 - XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. **Anais...** Fortaleza-CE, 2010.

SILVA, E.; VITALINO, L.; ZANARDI, M.O.; FERLIN, E.P.; CICHACZEWSKI, E. Bengala para Detecção de Obstruções ao Caminhar para uma PCD Visual. In: CRICTE 2014 - XXVI Congresso Regional de Iniciação Científica & Tecnológica em Engenharia. **Anais**. Alegrete-RS, 2014.

STANFORD UNIVERSITY. Speaking of teaching. **Stanford University Newsletter on Teaching**, v.11, n. 1, 2001.

TEIXEIRA, M.R.W.; CUNHA, J.C.; CICHACZEWSKI, E.; AGUIAR, G.F.; FERLIN, E.P. Situações-Problema como Prática de Multi, Inter e Transdisciplinaridade na Engenharia da Computação da Universidade Positivo. In: COBENGE 2010 - XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. **Anais...** Fortaleza-CE, 2010.

TOLEDO, J.C. et al. **Qualidade: Gestão e Métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

WOOLLACOTT, L. C. Taxonomies of Engineering Competencies and Quality Assurance in Engineering Education. em “A. Patil & P. Gray (Eds.), **Engineering education quality assurance: A global perspective**.” New York, NY: Springer. p. 223–234, 2009.



ZAMYATINA, O. M., *et al.* "Information technologies in engineering education: project activity and competence assessment." SGEM2014 Conference on Psychology and Psychiatry, **Sociology and Healthcare, Education**. Vol. 3. No. SGEM2014 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-24-7/ISSN 2367-5659, September 1-9, 2014, Vol. 3, 411-418 pp. STEF92 Technology, 2014.



CAPÍTULO 4

O NOVO APRENDER NA ENGENHARIA COM ENSINO REMOTO: INOVAÇÃO NOS CURSOS DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA

Simone Ramires
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Ilka Maria de Oliveira Santi
Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo - FATEC

Carlos Eduardo Santi (Relator)
Universidade de São Paulo (USP)
Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo (FATEC)

Anelise T. Hoffmann
Carla Schwengber ten Caten
Giovanni Falcão Mendes
Jocelise Jacques de Jacques
José Luis Duarte Ribeiro
Nicole Cecchele Lago
Paulete Fridman Schwetz
Pietra Fritsch de Araujo
Stela Xavier Terra
Vinícius Steffens Wontroba
Yasmin Monti Winter
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Aline Eurich da Silva
Elis Regina Duarte
Josuelen de Paula Martins
Karla Silva
Tanatiana Ferreira Guelbert
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Denizard Batista de Freitas
Flávio Kieckow



Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões -URI

Dinara Dal Pai
Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Norimar de Melo Verticchio
Instituto Federal de Minas Gerais - IFMG



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	215
2	ENSINANDO A FERRAMENTA COMPUTACIONAL REVIT ATRAVÉS DE UM CURSO À DISTÂNCIA: UMA ALTERNATIVA EM TEMPO DE PANDEMIA.....	217
2.1	Introdução.....	217
2.2	Modelo pedagógico e desenvolvimento do curso.....	218
2.3	Implementação.....	220
2.4	Análise e discussão dos resultados.....	220
2.5	Consideração finais.....	222
3	ENSINO REMOTO: ENGENHARIA 4.0 COM FILME E PIPOCA.....	223
3.1	Introdução.....	223
3.2	Engenharia e o novo ensinar.....	223
3.3	Habilidades do engenheiro 4.0 a partir da cinematografia.....	224
3.4	Consideração finais.....	227
4	ENSINO REMOTO EMERGENCIAL DURANTE A PANDEMIA DO CORONAVÍRUS: FATORES IMPORTANTES PARA O APRENDIZADO DE ESTUDANTES DE ENGENHARIA.....	227
4.1	Introdução.....	227
4.2	Procedimentos metodológicos.....	228
4.3	Resultados.....	231
4.4	Conclusões.....	234
5	MUDANÇA DE COMPETÊNCIA DO DISCENTE A PARTIR DO ENSINO REMOTO EMERGENCIAL.....	234
5.1	Introdução.....	234
5.2	Realidade da mudança de práticas no ensino em 2020.....	235
5.3	Habilidades e perfil do egresso.....	236



5.4	Consideração finais.....	238
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	239
	REFERÊNCIAS.....	240

O NOVO APRENDER NA ENGENHARIA COM ENSINO REMOTO: INOVAÇÃO NOS CURSOS DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo foi organizado a partir dos resultados dos trabalhos apresentados e discutidos em Sessões Dirigidas (SDs) do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE. Isso significa a consolidação dessa modalidade de apresentação e discussão de trabalhos em congressos científicos. O COBENGE 2020, ocorreu no formato virtual no período de 01 a 03 de dezembro de 2020.

A proposta da SD recebeu diversos trabalhos relacionados a temática “O novo aprender na Engenharia com Ensino Remoto (ER): inovação nos cursos de Engenharia e Tecnologia” e teve como objetivo discutir e analisar algumas experiências e iniciativas com o ER, ou seja, se houve boa compreensão e adaptação das novas metodologias de ensino por parte dos docentes sobre a nova forma de ensinar e planejar as suas disciplinas.

A partir da apresentação dos trabalhos, percebe-se que os docentes conseguiram adaptar os ementas e projetos pedagógicos em função da nova demanda, considerando o uso das tecnologias digitais no contexto emergencial à características peculiares de cada Universidade e Estado. Também situações adversas de estrutura, como por exemplo, a qualidade da internet, equipamentos ou até mesmo alunos sem acesso ou condições de estudo no contexto domiciliar.

No seu conjunto, os capítulos deste livro, que se alinham pela temática “Os desafios para formar hoje os engenheiros do amanhã” constituem-se em importante material produzido por autores de diferentes instituições, que foram significativamente enriquecidos pelas discussões com grupos em cada sessão. Dessa forma, o livro representa não só a visão de seus autores, mas os resultados dos debates, ideias e conclusões que estes autores submeteram à discussão nas suas respectivas SDs.

Outro aspecto relevante, é que os desafios impostos pela pandemia do COVID-19 no ano de 2020 foram um marco para os docentes, principalmente no que se refere a propor e adaptar o ensino em cursos de Engenharia e Tecnologia, com o propósito de se tomar conhecimento dos modelos implantados em diferentes instituições.

As instituições viram-se obrigadas, temporariamente, a cancelar o ensino presencial, tendo em vista a proteção de sua comunidade acadêmica dos riscos representados pela doença Covid-19 e, nesse sentido, implantar o ensino remoto emergencial. No entanto, a rápida transição do ambiente de ensino exige a discussão de propostas inovadoras para os modelos de ensino, com o objetivo de auxiliar na construção de sistemas educacionais mais favoráveis ao aprendizado e que estejam, ao mesmo tempo, apoiados pelas melhores tecnologias disponíveis.

Alguns questionamentos foram levantados durante a SD, por exemplo, a necessidade de manter a estrutura curricular durante a pandemia e, se os conselhos de ensino e pesquisa deveriam estruturar atividades ativas e reflexivas para o combate ao coronavírus, tendo então participação da comunidade acadêmica. Houve perguntas que foram motrizes para o debate crítico, como: Quais disciplinas ou projetos podem ser inseridos nesse novo método de aprendizagem? Qual a possibilidade do ensino nas IES se tornar híbrido após a pandemia?

Vale ressaltar, também, que os questionamentos são diversos e o *Novo Aprender* foi imposto de forma abrupta, sem uma avaliação aprofundada das características e necessidades dos Discentes e Docentes, assim como das dificuldades ocasionadas pela pandemia a cada indivíduo. Sendo assim, a troca de conhecimentos sobre as formas de ensinar, tanto durante quanto pós pandemia, adquiriram ainda mais relevância.

Nesse sentido, esse capítulo apresenta, nas diferentes sessões, alguns trabalhos realizados por pesquisadores docentes, para que houvesse interesse, estímulo e participação nas aulas durante o ER. Na sessão dois (2) é apresentado o trabalho “Ensinando a ferramenta computacional REVIT através de um curso à distância: Uma alternativa em tempos de pandemia”, o qual apresenta o desenvolvimento e avaliação de um curso à distância para o ensino de uma ferramenta computacional para projetos de engenharia e arquitetura. Na sessão três (3) discute-se o artigo “Ensino Remoto: Engenharia 4.0 com filme e pipoca”, que apresenta uma forma de trabalhar as habilidades do Engenheiro 4.0 por meio da cinematografia. Na sequência, é relatada e discutida uma pesquisa que busca identificar os principais fatores para o aprendizado de estudantes de engenharia durante o período de ensino remoto, na sessão quatro (4). E, para incrementar o capítulo, na sessão

cinco (5), traz-se uma discussão sobre as competências dos professores e aquelas que os discentes necessitam desenvolver para o ERE. O fechamento do capítulo dá-se na sessão seis (6) com as considerações finais, boa leitura.

2. ENSINANDO A FERRAMENTA COMPUTACIONAL REVIT ATRAVÉS DE UM CURSO À DISTÂNCIA: UMA ALTERNATIVA EM TEMPOS DE PANDEMIA

2.1. Introdução

Tradicionalmente, os projetos de engenharia e arquitetura vêm sendo representados a partir de ferramentas computacionais com base na concepção *Computer Aided Design* (CAD), que substituiu a reprodução em papel pelo computador.

Entretanto, nos últimos anos, uma quebra de paradigma vem ocorrendo na concepção e representação desses projetos. O conceito de *Building Information Modeling* (BIM) representa uma nova geração de ferramentas que proporcionam uma modelagem orientada a objeto e gerenciam a informação da construção no ciclo de vida do projeto (BAZJANAC, 2006). BIM pode ser visto como um processo virtual que engloba todos os aspectos, disciplinas e sistemas de uma edificação dentro de um único modelo virtual, permitindo que todos os membros da equipe do projeto possam colaborar com mais precisão e eficiência do que usando processos tradicionais. Esta abordagem visa à competitividade e melhoria contínua no desenvolvimento do produto (AZHAR, 2011). Esta nova concepção requer de seus usuários habilidade de domínio específico para que os objetos modelados mostrem o comportamento inteligente, impondo, ainda, uma prática que transcende as questões operacionais do trabalho (PIKAS, 2013). Torna-se importante, portanto, capacitar os profissionais da área, bem como os alunos oriundos dos cursos de graduação das universidades, na utilização destas ferramentas.

Por outro lado, verifica-se que a evolução dos recursos tecnológicos causou uma mudança na sociedade, trazendo um impacto direto na forma de ensino e aprendizagem. Dentro deste conceito, a educação e seus modelos atuais colocam a necessidade de valorizar as interações e um maior protagonismo do estudante (CASTELLS, 2009). Além disso,

com as restrições impostas pela Covid-19, foi preciso repensar as práticas pedagógicas e a introdução massiva da tecnologia no ambiente educacional, para que fosse possível promover a continuidade do ensino.

Dentro deste contexto, a utilização da Educação a Distância (EaD) surge como uma excelente alternativa, pois expande novas possibilidades de aprendizado por meio de metodologias ativas, comunidades de aprendizagem, redes de convivência para o desenvolvimento de competências e habilidades e uma formação mais reflexiva e autônoma (OZCAN,2016). Além disso, possibilita a flexibilização de tempo e espaço para o aluno com acesso à internet, proporcionando o acesso à educação a locais onde não era possível considerar-se qualquer tipo de instrução.

No entanto, a qualidade dos cursos à distância é uma indagação que permanece. O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento e avaliação de um curso à distância para o ensino da ferramenta computacional para a representação de projetos de engenharia e arquitetura denominada REVIT. Essa ferramenta foi desenvolvida pela empresa Autodesk Inc. dentro do conceito BIM, permitindo a modelagem orientada ao objeto da edificação. Desta forma, procura-se oportunizar um espaço de ensino e aprendizagem, onde as tecnologias digitais, associadas a um modelo pedagógico eficiente, são articuladas para uma formação profissional condizente com o que é esperado da educação superior e do mercado de trabalho nos dias de hoje.

2.2. Linguagens e ambientes de programação

O modelo pedagógico foi desenvolvido com base no referencial teórico consultado, bem como na *Learning Pyramid*, desenvolvida pelo *National Training Laboratories*, Bethel, Maine. Esta pesquisa optou por utilizar mais de um estímulo, permitindo uma postura mais ativa no processo de aprendizagem. Além disso, foi utilizada como base a teoria de Nonaka (2019), que afirma que o conhecimento ocorre em um movimento constante e espiralado, e que deve ser socializado, articulado, combinado para, então, internalizar-se, tornando-se parte da base do conhecimento de cada indivíduo.

A Figura 1 mostra a estrutura do modelo pedagógico proposto. A análise da Figura 1 permite observar que foram feitas quatro diferentes propostas de aprendizado:

a) textos explicativos com ilustrações, através de arquivos gerados em formato pdf, com o intuito de facilitar seu acesso;

b) atividades práticas, orientadas passo-a-passo, a serem desenvolvidas utilizando a ferramenta computacional REVIT (disponível gratuitamente em versão estudantil);

c) soluções de atividades, apresentadas em formato de vídeo, gerado a partir de capturas de tela do REVIT. Os vídeos procuram explorar ferramentas que não foram trabalhadas nas atividades orientadas;

d) atividade desafio, onde o aluno deve desenvolver um projeto proposto no REVIT, utilizando o conteúdo trabalhado no tópico estudado.

Figura 1 – Estrutura do modelo pedagógico proposto



Verifica-se, ainda, que, durante o processo de aprendizagem, o aluno responde a dois questionários auto avaliativos com o objetivo de verificar a construção de seu conhecimento. O terceiro questionário tem caráter avaliativo e libera o avanço no curso através de um recurso de restrição.

O curso foi criado no ambiente virtual de aprendizagem (AVA) MOODLE UFRGS COLABORAÇÃO e pode ser visualizado no link <https://www.youtube.com/watch?v=QBqAVeQ06RA>.

2.3. Implementação

Finalizado o desenvolvimento do curso no AVA, passou-se a validação do modelo pedagógico para a verificação de sua adequação. Foram formados dois grupos de alunos de graduação do curso de Engenharia Civil, com variações de perfis e sem conhecimento prévio de REVIT. Durante a realização de cada curso, os estudantes foram monitorados pela equipe formada pelo professor e tutores de forma individual. Foi criado um canal de comunicação entre os alunos e tutores, através do aplicativo de mensagens instantâneas Whatsapp, para possibilitar a formação de uma comunidade de aprendizagem.

Os alunos foram avaliados durante o curso através de três critérios distintos:

- Projeto desenvolvido pelo aluno durante a realização do curso;
- Resultado do terceiro Questionário, respondido pelo estudante ao final de cada tópico;
- Trabalho avaliativo individual, realizado ao final do curso.

A primeira implementação, a partir de agora denominada Grupo 1, ocorreu durante o semestre 2019/2 e o trabalho avaliativo foi realizado de forma presencial, conforme diretrizes do MEC para cursos à distância. Já a segunda implementação, a partir de agora denominada Grupo 2, ocorreu durante o período da pandemia do Covid-19. Isto foi um impeditivo para a realização do trabalho avaliativo de forma presencial. A equipe de pesquisa optou, então, por realizá-lo de forma virtual, utilizando a plataforma *Google Hangouts*. Essa plataforma online permite o compartilhamento da tela do aluno em tempo real, independente do estudante possuir ou não uma câmera em seu computador. Isto possibilitou que os alunos, durante a realização do trabalho avaliativo, fossem monitorados pela equipe durante todo o processo, minimizando a possibilidade de comunicação entre discentes ou consulta a qualquer tipo de material instrucional.

2.4. Análise e discussão dos resultados

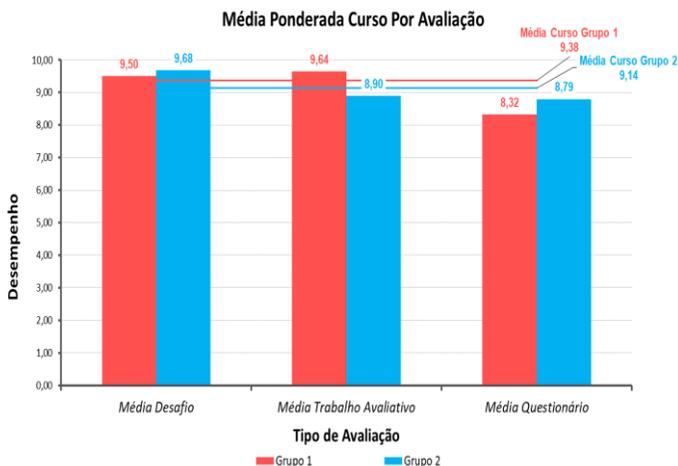
Os dados obtidos foram analisados estatisticamente com a ferramenta computacional IBM SPSS *Statistics*. A análise do desempenho dos alunos foi realizada por meio de histogramas, para melhor visualização dos resultados e para efeitos de comparação.

Foram atribuídos pesos diferenciados para cada tipo de avaliação, em função das diferentes propostas de construção do conhecimento que

cada uma oportunizou. Os pesos adotados foram definidos com base nas propostas de um Grupo Focal, formado por especialistas na área de avaliação em EaD. O Grupo Focal definiu que o trabalho avaliativo deveria receber um peso igual a 3, para a atividade desafio foi sugerido um peso igual a 2 e para o Questionário 3 ficou estabelecido que o peso deveria ser igual a 1.

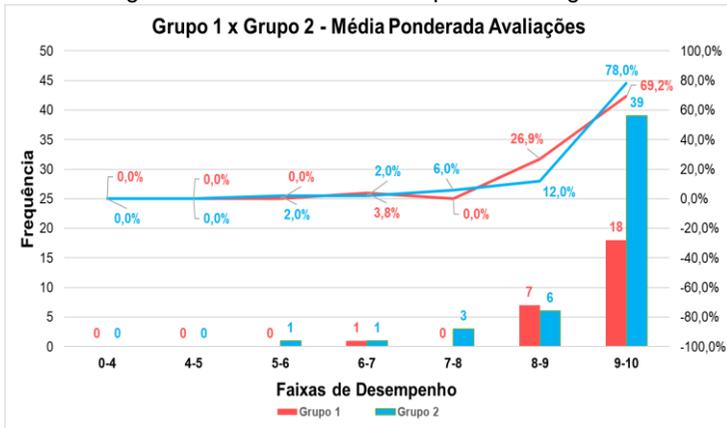
A Figura 2 permite a comparação da média simples de cada grupo para cada tipo de avaliação. A análise dos histogramas evidencia que a média ponderada geral do curso do Grupo 1 foi ligeiramente superior à do Grupo 2, apesar dos dois grupos terem uma média que pode ser considerada bastante elevada (superior a 9). Observa-se, ainda, que a média do trabalho avaliativo realizado pelo Grupo 2 foi inferior à do Grupo 1 em 8%. Esta diferença, apesar de não poder ser considerada significativa, ocorreu, provavelmente, em função do trabalho avaliativo do Grupo 2 ter sido realizado de forma online. A possibilidade de perda de conexão, a eficiência das máquinas dos alunos não serem iguais às de um laboratório na universidade e as diferentes condições de ambiente de cada aluno são prováveis explicações para esta diferença de desempenho. Considerando-se as médias ponderadas dos dois grupos, constata-se que o desempenho médio do curso foi de 9,26.

Figura 2 – Gráfico das médias por tipo de avaliação



A Figura 3 estabelece um comparativo entre os dois grupos por faixas, a partir dos resultados de desempenho dos alunos.

Figura 3 – Gráfico das médias ponderadas gerais



A análise da Figura 3 permite concluir que, ainda que a média do curso do Grupo 1 tenha sido maior que a do Grupo 2, a concentração de alunos com desempenho na faixa 9-10 foi mais elevada no Grupo 2 (78%).

Torna-se importante destacar que o grupo criado no aplicativo *Whatsapp*, atingiu plenamente seus objetivos. A equipe de pesquisa observou uma interação constante entre os alunos, com o compartilhamento de dúvidas e descobertas.

2.5. Considerações finais

Este estudo desenvolveu um modelo pedagógico, utilizado para a criação de um curso à distância, cuja finalidade era o ensino da ferramenta computacional REVIT, utilizada por profissionais das áreas de engenharia e arquitetura para a representação de seus projetos.

Foram realizadas duas implementações desse curso, com grupos diferentes de alunos, para a verificação de sua adequação. As análises estatísticas realizadas demonstraram que o desempenho dos alunos foi bastante satisfatório, evidenciando a eficácia do curso para a aprendizagem do REVIT com as implementações realizadas até este momento.

Este trabalho indica, portanto, que a utilização da EaD, através de um modelo pedagógico adequado, pode ser considerada como uma excelente alternativa para inovar o ensino nos cursos de Engenharia. Segundo Moran (2003), a inovação, através das novas propostas educacionais, proporcionará resultados promissores em termos de realização afetiva, profissional e econômica para alunos, professores e o mercado de trabalho.

3 ENSINO REMOTO: ENGENHARIA 4.0 COM FILME E PIPOCA⁶

3.1 Introdução

Este trabalho tem como objetivo instigar o aluno a conhecer as habilidades do Engenheiro 4.0 através da cinematografia. Através de uma pré-seleção de filmes divulgados durante a pandemia devido ao COVID-19. Essa ação foi uma alternativa para ampliar os conhecimentos de forma divertida, bem como distrair os alunos. Foi desenvolvida no curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia da UTFPR Câmpus Ponta Grossa no período de abril até setembro de 2020. Com esta atividade os alunos conheceram mais sobre as habilidades requeridas pelo novo engenheiro e tiveram momentos de lazer e integração entre os participantes.

3.2 Engenharia e o novo ensinar

Os debates nacionais e internacionais no ensino de engenharia colocam como prioridade o desenvolvimento de novas competências aos alunos. De acordo com Schaefer e Minello (2016), há uma necessidade crescente das universidades se adaptarem e criarem estratégias de ensino que permitam despertar em seus alunos, o espírito empreendedor (VERZAT; BACHELE, 2006) que pode ser estimulado através da educação empreendedora.

Colombo e Bazzo (2001) complementam esse pensamento, afirmando que o engenheiro precisa ser inovador, ter talento criativo e potencial inventivo. Além disso, sua ação pode trazer efeitos positivos ou negativos para a humanidade, neste sentido há a demanda por um profissional com visão de mundo e consciente de que o fruto do seu

⁶ Projeto financiado por Bolsa PROREC UTFPR Ponta Grossa.

trabalho desencadeia um efeito borboleta, portanto requer consciência de toda a complexidade envolvida em cada projeto.

Desde os tempos pré-históricos a ludicidade é algo que faz parte do conhecimento humano estando ligados à base epistemológica humana e diretamente relacionados à afetividade, cultura e lazer. Deste modo, o uso de práticas lúdicas, constroem uma práxis emancipadora e integradora, favorecendo a aquisição de conhecimento (DUARTE & ISHIDA, 2016).

Instigar o aluno a conhecer as habilidades do Engenheiro 4.0 através de uma prática lúdica, como filmes durante a pandemia devido ao COVID-19 foi uma alternativa desenvolvida no curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia da UTFPR Câmpus Ponta Grossa.

3.3 Habilidades do Engenheiro 4.0 a Partir da Cinematografia

No mês de abril de 2020, foi realizada uma pesquisa por e-mail, com os alunos do curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Ponta Grossa, para avaliar as dificuldades dos alunos no período de Pandemia. No total, 57% dos alunos responderam e, destes, observou-se que mais de 90% afirmou que se sentiam ansiosos, preocupados, e entediados nesse período. Quando questionados sobre o que gostariam que fosse realizado de atividades nesse período, a resposta de mais de 50% dos alunos foi que tivessem atividades para desenvolver algum tipo de conhecimento.

Desta forma, surgiu a ideia de realizar, mensalmente, uma atividade que permitisse ao aluno ocupar seu tempo e também aprender um pouco mais sobre as habilidades do engenheiro 4.0. Pretendia-se com isso, tentar diminuir o tédio e fazer com que, através dos encontros virtuais, os alunos pudessem interagir e comentar sobre os filmes, sobre as soft skills requeridas para novo profissional de engenharia, bem como conversar sobre suas preocupações.

Foi feita a seleção de filmes que, posteriormente, foram divulgados através de e-mail e redes sociais. A Figura 4 ilustra uma das artes de divulgação.

A divulgação era realizada com 15 dias de antecedência ao encontro virtual, para que os alunos pudessem assistir aos filmes.

O encontro virtual era realizado na plataforma google class.

O Quadro 1 apresenta a lista de filmes e habilidades discutidas em cada um dos encontros.

Figura 4 – Arte de divulgação



Quadro 1. Filmes Sugeridos e Habilidades Discutidas no Encontro

Filme	Habilidades Observadas
Invictus	Comunicação, Liderança, Percepção de Urgência, Capacidade de tomar decisões, Capacidade de resolver problemas
O homem que mudou o jogo	Liderança, Comunicação, Trabalho em equipe, Capacidade de resolver problemas
A rede social	Liderança, Criatividade, Visão geral, Percepção de urgência
Estrelas além do tempo	Liderança, Trabalho em equipe, Percepção de urgência, Proatividade, Capacidade de tomar decisões
O menino que descobriu o vento	Percepção de urgência, Proatividade, Capacidade de tomar decisões, Criatividade, Visão geral, Capacidade de resolver problemas
Um senhor estagiário	Comunicação, Trabalho em equipe, Percepção de urgência, Proatividade, Capacidade de tomar decisões, Capacidade de resolver problemas, Criatividade, Visão geral, Relacionamento interpessoal
Meu nome é rádio	Comunicação, Liderança, Capacidade de resolver problemas, Relacionamento Interpessoal
O jogo da imitação	Liderança, Trabalho em equipe, Criatividade, Percepção de urgência, Visão geral
Sociedade dos poetas mortos	Comunicação, Criatividade, Visão geral, Relacionamento Interpessoal

No início de cada encontro era solicitado aos participantes que indicassem uma palavra que descrevesse a engenharia 4.0. Com a utilização da ferramenta *mentimeter*, era organizada uma nuvem com essas palavras (Figura 4). A partir desta nuvem eram iniciadas discussões sobre as habilidades requeridas do engenheiro 4.0. Esta introdução era realizada a cada encontro, a fim de contemplar novos participantes, e a opinião geral do grupo que ampliava a cada encontro.

Figura 4 – Nuvem de palavras gerada em um encontro.



Depois desta etapa, os alunos eram questionados sobre quais filmes conseguiram assistir. Para posteriormente iniciar as habilidades observadas em cada um dos filmes, os encontros tiveram a duração aproximada de 50 minutos.

As discussões sobre as habilidades encontradas eram registradas em um formulário, através de um *formulário Google*. Neste formulário, para cada filme eram apresentadas as habilidades para que os alunos pudessem selecionar: Comunicação, Liderança, Trabalho em equipe, Percepção de Urgência, Proatividade, Capacidade de Tomar Decisões, Criatividade, Visão Geral, Capacidade de Resolver Problemas, Relacionamento Interpessoal e a opção: não assisti esse filme.

Na maioria das vezes as habilidades identificadas no primeiro momento eram apenas: liderança, criatividade e trabalho em equipe. Conforme iniciavam as discussões os participantes conseguiam através da descrição de algumas cenas relembrar e associar as outras habilidades que eram apresentadas.

Também era discutido o gênero do filme, bem como se gostaram ou não do filme e de participar da atividade. Alguns relatos foram que apesar do gênero do filme não ser o preferido do participante, ele assistiu, pois existia um objetivo: ampliar o conhecimento, além de se distrair e divertir.

Ao final de cada encontro os alunos relataram que gostaram da atividade e que era um momento de interagir, que com a pandemia sentiam falta de conversar e a atividade gerava esta oportunidade.

Com o passar dos meses e início das atividades não presenciais na UTFPR Ponta Grossa, o número de participantes foi diminuindo ao longo do tempo. Quando questionados sobre essa desistência por parte de alunos que sempre participaram, estes responderam que estavam sem tempo para assistir os filmes, devido a grande demanda das aulas em formato não presencial.

3.4 Considerações finais

Com a atividade desenvolvida foi possível observar que o uso de práticas lúdicas pode auxiliar na construção do conhecimento e novas habilidades.

O uso de filmes neste período de pandemia permitiu ao aluno se distrair e também interagir com os colegas, aproximando alunos de diferentes semestres.

Ações que utilizam novas formas de aprendizagem e que sejam mais prazerosas para os participantes devem ser inseridas no contexto acadêmico, especialmente neste período com tantas indecisões e preocupações devido à pandemia.

4 ENSINO REMOTO EMERGENCIAL DURANTE A PANDEMIA DO CORONAVÍRUS: FATORES IMPORTANTES PARA O APRENDIZADO DE ESTUDANTES DE ENGENHARIA

4.1 Introdução

A propagação do coronavírus afetou importantes setores da economia, incluindo os sistemas de ensino do mundo inteiro (VU et al., 2020). Uma solução rapidamente implementada por autoridades educacionais para mitigar os prejuízos da interrupção do ensino foi a utilização da tecnologia da informação para adequar o sistema educacional de ensino superior durante o período de isolamento social (HUANG et al., 2020), a partir da oferta de ensino remoto e on-line (KRISHNAMURTHY, 2020). Enquanto alguns estudiosos argumentam que o ensino remoto representa uma medida contingencial (VU et al., 2020), outros defendem a transformação radical nos sistemas educacionais, estimulada pela pandemia e conduzida por inovações digitais (LIPOMI, 2020).

Nesse sentido, o estudo de Krishnamurthy (2020) destaca que esse contexto evidenciou a necessidade de desenvolver novos modelos de aprendizado, fundamentados na utilização da tecnologia. Especificamente, o autor desperta a atenção das autoridades educacionais para reestruturar o ensino, o aprendizado, a avaliação e a certificação das instituições. No entanto, inúmeros desafios estão associados à rápida reforma dos currículos acadêmicos (HUANG et al., 2020). A baixa conectividade à internet e um ambiente de estudo desfavorável para os estudantes, por exemplo, compreendem um grande desafio para os grupos socialmente vulneráveis (KAPASIA et al., 2020). A preparação insuficiente e inadequada das universidades também representa um desafio, visto que muitos professores precisam desenvolver novas habilidades para que possam transmitir o conhecimento nos ambientes virtuais (LOMICKA, 2020).

Além disso, o estudo de Huang et al. (2020) direciona os professores para o desenvolvimento de abordagens pedagógicas efetivas, que mantenham os alunos motivados e engajados durante o período de aprendizado on-line. Este direcionamento é fundamentado pelas taxas de abandono no ensino à distância, as quais são superiores ao cenário do ensino ministrado nos campi das universidades, segundo os autores. Considerando isso e, dada a falta de evidências empíricas e a necessidade de conhecimento acerca do ensino e aprendizagem digitais sob a perspectiva dos estudantes (TESAR, 2020), o presente trabalho contempla uma pesquisa com alunos de graduação matriculados nos cursos de engenharia de uma universidade brasileira. A pesquisa tem por objetivo identificar os fatores importantes para o aprendizado durante o período de ensino remoto. Mais especificamente, a percepção de importância de atributos propostos em diferentes cenários foi investigada, tendo em vista identificar aqueles que mais contribuem para o aprendizado. Dessa forma, os resultados podem orientar os gestores e professores do departamento de engenharia das universidades com relação à implementação das práticas mais favoráveis para o aprendizado durante o período de distanciamento social. Além disso, as descobertas podem auxiliar o desenvolvimento de estratégias para a criação de modelos educacionais remotos sustentáveis, baseados em práticas de qualidade que potencializam o aprendizado dos estudantes.

4.2 Procedimentos metodológicos

A pesquisa foi conduzida por meio de um planejamento experimental, o qual permite estudar os efeitos isolados dos fatores investigados, assim como os efeitos combinados de dois ou mais fatores.

Estes foram estudados a partir de um projeto fatorial 2^k completo, onde quatro fatores, relacionados ao aprendizado no ensino remoto, foram investigados a dois níveis. Os cenários propostos foram analisados para identificar os fatores responsáveis pela maximização da variável resposta, ou seja, a percepção de importância para o aprendizado. Assim, o primeiro fator selecionado incide sobre as metodologias de aprendizagem, as quais foram intensificadas pela aceleração das tecnologias de informação e comunicação (HUANG et al., 2020).

Dentro desse panorama, a aula invertida é uma das metodologias, onde o aluno possui contato prévio com o conteúdo e a aula torna-se o lugar de aprendizagem aberta, com perguntas, discussões e soluções de problemas em grupos (LIPOMI, 2020). Neste contexto, o professor se comporta como um orientador do aprendizado, visto que este é cocriado a partir das contribuições dos professores e alunos (LIPOMI, 2020). Por outro lado, as aulas diretas são caracterizadas pela transmissão do conhecimento ao aluno durante o período estabelecido para a realização da aula e, após a finalização, o aluno deve estudar o conteúdo exposto e realizar exercícios de fixação para assimilar o conteúdo (BACICH; MORAN, 2018).

A plataforma de comunicação também tem sido discutida e compreende o segundo fator do planejamento experimental. Moreira et al. (2020) afirmam que os professores foram impelidos à gravação das suas aulas por meio de sistemas de videoconferência. A literatura sugere algumas plataformas, como o Zoom (HUANG et al., 2020; LIPOMI, 2020) e Google Meet (KAPASIA et al., 2020). A pesquisa de Kapasia et al. (2020), por exemplo, revelou que 73,7% dos alunos de ensino superior entrevistados não costumavam ter contato com qualquer plataforma digital para o estudo antes do surto do COVID-19. Entretanto, em poucos meses, essas ferramentas passaram a ocupar uma posição central nas configurações de ensino (LOMICKA 2020).

Outro aspecto importante para o ensino remoto é a dinâmica da aula, a qual, em função da transição do ambiente físico para o digital, acarretou mudanças nas interações de sala de aula (JOHNSON et al., 2020). De acordo com as descobertas de Knight (2020), a priorização do aprendizado por pares e das interações em grupos tornam favorável o sucesso do ensino on-line. A Tabela 1 apresenta os fatores controláveis selecionados para o experimento e seus respectivos intervalos de investigação.

Tabela 1 – Fatores controláveis do experimento e respectivos intervalos de investigação

Fatores controláveis	Nível inferior (-1)	Nível superior (+1)
Abordagem da aula	Direta	Invertida
Plataforma	Google Meet	Zoom
Dinâmica das atividades	Individual	Em grupo
Gênero dos estudantes	Feminino	Masculino

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

A Tabela 1 apresenta o método da aula, a plataforma utilizada e a dinâmica das atividades, isto é, os fatores que estão sendo discutidos na literatura para a implementação e aperfeiçoamento do ensino remoto. Além disso, considerando os dados do INEP (2019) relacionados à predominância do gênero feminino em instituições públicas e privadas de ensino superior no Brasil, representada por aproximadamente 57%, optou-se pela inclusão do gênero como fator controlável, para verificar se existem diferenças significativas na percepção de importância entre estudantes do gênero masculino e feminino.

Com o objetivo de evitar a variabilidade experimental ou a inflação do termo do erro (MONTGOMERY, 2017), fatores constantes foram definidos. Assim, o tempo de duração da aula foi fixado em 3 horas e o experimento foi aplicado somente com estudantes de graduação matriculados em cursos do Departamento de Engenharia. O planejamento experimental foi realizado por meio do software estatístico Minitab versão 19. Os cenários foram avaliados por meio de uma Escala Likert de 7 pontos, onde a pontuação 1 significa “pouco importante”, enquanto a pontuação 7 corresponde a “muito importante”. O instrumento foi enviado aos estudantes através dos e-mails das secretarias de cada curso do Departamento de Engenharia da universidade. Os dados foram coletados entre durante o mês de julho de 2020. Assim, 368 respostas foram coletadas. No entanto, ao observar inconsistências no preenchimento de algumas questões, 12 respostas tornaram-se inviáveis para a análise dos dados. Dessa forma, o conjunto de dados reúne 356 respostas válidas.

Com relação à análise dos dados, a análise de variância (ANOVA) foi utilizada para testar se uma variação entre os níveis dos fatores controláveis definidos representava uma diferença significativa na

variável resposta (percepção de importância para o aprendizado no ensino remoto).

4.3 Resultados

Os resultados da ANOVA revelaram que existe uma relação estatisticamente significativa entre as variáveis ao nível de confiança de 95% e valor-p <0,05, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados da análise de variância

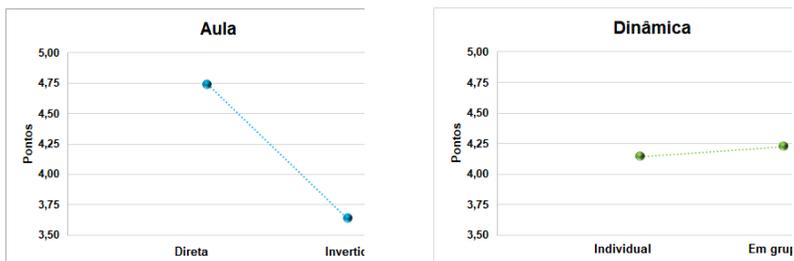
Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Modelo	10	5,306	0,531	180,44	0
Linear	4	4,92	1,230	417,91	0
Aula	1	4,881	4,881	1658,67	0
Plataforma	1	0,010	0,011	3,6	0,116
Dinâmica	1	0,027	0,027	9,09	0,03
Gênero	1	0,001	0,009	0,29	0,611
Interações de 2 fatores	6	0,391	0,065	22,12	0,002
Aula*Plataforma	1	0,020	0,020	6,81	0,048
Aula*Dinâmica	1	0,009	0,008	3,02	0,143
Aula*Gênero	1	0,199	0,199	67,67	0
Plataforma*Dinâmica	1	0,002	0,002	0,56	0,486
Plataforma*Gênero	1	0,004	0,000	0,17	0,7
Dinâmica*Gênero	1	0,160	0,160	54,51	0,001
Erro	5	0,015	0,003		
Total	15	5,324			
R ²	99,72%				
R ² ajustado	99,17%				
S	0,054				

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

A Tabela 2 mostra que há uma relação entre o aprendizado com dois efeitos principais e três interações. O coeficiente R² indica que o modelo explica 99,72% da variabilidade da percepção de importância dos fatores investigados com relação ao aprendizado. Nesse sentido, ao analisar os

efeitos principais, é possível observar que a percepção de importância varia, significativamente, de acordo com a abordagem da aula e a dinâmica estabelecida pelo professor. Mais especificamente, esses fatores influenciam a percepção de importância dos fatores ao nível de significância estatística de $\alpha = 0,05$. Ou seja, a plataforma e o gênero analisados de forma isolada não são responsáveis por influenciar a percepção de importância dos estudantes de engenharia. A Figura 5 apresenta os gráficos dos efeitos principais para os fatores que apresentaram significância estatística.

Figura 5 – Efeitos principais dos fatores controláveis significativos



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

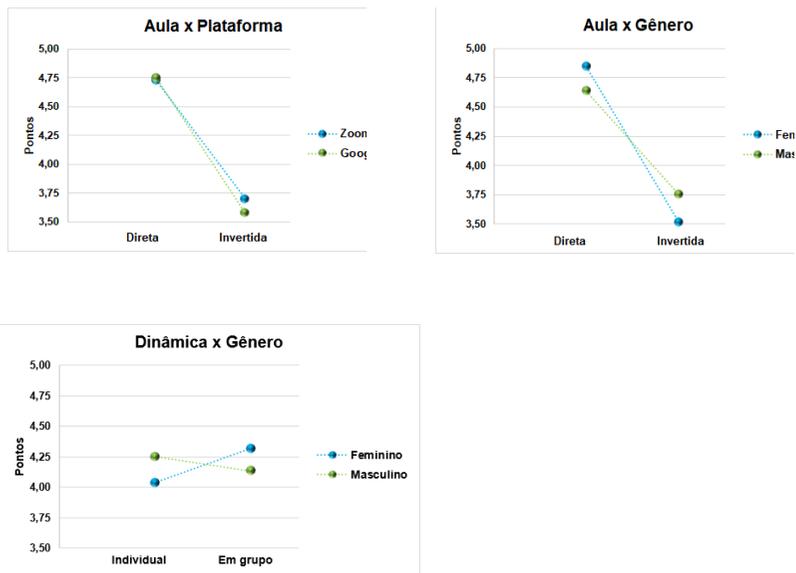
Os gráficos dos efeitos principais mostram que os estudantes destinaram pontuações mais altas aos cenários em que a aula é ministrada de forma direta, ou seja, aulas diretas contribuem mais para o aprendizado do que aulas invertidas. Os achados estão alinhados com as recomendações de Huang et al. (2020) e Lomicka (2020), os quais encorajam a utilização do ensino aberto para envolver os alunos na cocriação do conhecimento.

Além disso, a dinâmica da aula conduzida em grupos também foi considerada mais importante para o aprendizado do que trabalhos realizados de forma individual. Isso corrobora com o estudo de Lomicka (2020), o qual relata que a separação física, a qual pode desencadear sentimentos de isolamento e desconexão, pode ser combatida através da interação entre pequenos grupos. Nesse sentido, a operação do ensino por meio de grupos proporciona segurança aos alunos e disposição a participar das aulas, ou seja, há oportunidades substanciais de experiências de aprendizagem significativas para todos os alunos envolvidos (KINIGHT, 2020; LOMICKA, 2020).

Com relação aos efeitos da interação de dois fatores, a Figura 6 mostra que a importância percebida pelos estudantes é alterada de

acordo com a modificação dos níveis desses fatores, isto é, o efeito de um fator sobre a variável resposta depende do nível do segundo fator.

Figura 6 – Efeitos das interações significativas entre dois fatores



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Os resultados revelam que a aula invertida afeta mais a percepção de importância dos estudantes quando a plataforma analisada é o Zoom. Especificamente, embora a percepção de importância para a plataforma Zoom seja menor tanto quando a abordagem da aula é direta quanto invertida, ela é ainda menor com a aula invertida. Assim, observa-se uma relação de dependência entre a abordagem da aula e a plataforma utilizada, visto que quando a abordagem da aula passa de direta para invertida, a percepção de importância dos estudantes é alterada, de acordo com o nível do segundo fator, ou seja, da plataforma.

Ainda, quando a abordagem da aula interage com o gênero dos estudantes observa-se que a aula direta apresenta maiores pontuações de importância para alunos do gênero feminino. Em outras palavras, as aulas diretas favorecem o aprendizado dos estudantes do gênero feminino. O mesmo ocorre para a interação entre dinâmica e gênero. Isso porque estudantes do gênero feminino atribuíram maior importância para

a dinâmica em grupo em comparação aos estudantes do gênero masculino. Estes consideram a dinâmica de trabalho individual levemente mais importante para o aprendizado do que a dinâmica em grupos.

4.4 Conclusões

Os resultados encontrados proporcionam o entendimento da percepção dos estudantes de engenharia com relação à importância dos fatores associados ao ensino remoto para o aprendizado. Os achados fornecem evidências para auxiliar os professores do Departamento de Engenharia da universidade a ministrarem suas aulas no ambiente on-line. Assim, as descobertas apoiam métodos diretos e incentivam a dinâmica de trabalho em grupos para potencializar o aprendizado.

Além disso, tendo por referência a natureza conclusiva dos resultados, as descobertas podem ajudar pesquisadores e educadores de outras universidades a aprimorarem as experiências de aprendizagem dos estudantes durante o período de isolamento social ocasionado pelo surto do COVID-19. Os resultados também podem atuar como insumo para a elaboração de futuras estratégias e políticas relacionadas ao ensino remoto, tendo em vista melhorar o desempenho das atividades de ensino e aprendizagem em circunstâncias semelhantes. Finalmente, sugere-se que uma pesquisa com grupos focais seja conduzida para entender a preferência dos estudantes de engenharia pelas aulas diretas, uma vez que a literatura encoraja os profissionais da educação a investirem nas metodologias de aula assíncronas e aprendizagem ativa.

5 MUDANÇA DE COMPETÊNCIA DO DISCENTE A PARTIR DO ENSINO REMOTO EMERGENCIAL

5.1 Introdução

Em 2020, o mundo está lidando com uma realidade sem precedentes, que apela para a criatividade e mesmo a boa vontade de todos. Em termos de educação, o que se consegue visualizar, neste cenário, é resultado de uma evolução digital ocorrida, especialmente, nas últimas décadas, que nos permite uma comunicação síncrona e assíncrona e o compartilhamento de dados visuais e sonoros com rapidez e acurácia. A realidade restritiva deste ano em função da pandemia, trouxe a todos a necessidade de uma reflexão sobre as competências dos professores e aquelas que os discentes necessitam

desenvolver. Dentro deste tema, argumenta-se que o ERE trouxe possibilidades favoráveis para perfis de egressos mais conscientes do seu processo de aprendizagem e mais preparados para o que é esperado deles no mercado de trabalho.

5.2 Realidade da mudança de práticas no ensino em 2020

A pandemia do Covid-19, trouxe um novo desafio às instituições de ensino: como dar prosseguimento ao processo educacional com a exigência de um isolamento social. Nesta conjuntura, surgiu o conceito de Ensino Remoto Emergencial (ERE). Uma forma de ensino, que por suas características e particularidades, diferencia-se da proposta educacional denominada de Educação a Distância (EaD).

O ERE caracteriza-se pela adaptação das aulas presenciais, utilizando Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) para estabelecer uma comunicação síncrona com os alunos (HODGES et al., 2020). O processo é centrado no conteúdo, que é ministrado pelo mesmo professor da aula presencial física. Embora haja um distanciamento geográfico, a aula ocorre em um tempo, em geral, síncrono, seguindo princípios do ensino presencial. A comunicação é predominantemente unidirecional, do tipo um para muitos, no qual o professor protagoniza videoaula ou realiza uma aula expositiva por meio de sistemas de webconferência. Dessa forma, a presença física do professor e do aluno no espaço da sala de aula geográfica são substituídas por uma presença digital numa sala de aula digital. Tudo o que é concebido e disponibilizado é registrado, gravado e pode ser acessado e revisto posteriormente. O objetivo principal nestas circunstâncias não é recriar um ecossistema educacional online robusto, mas sim fornecer acesso temporário e de maneira rápida durante o período de emergência ou crise (MOREIRA; SCHLEMMER, 2020).

Já a EaD é diferente e pode ser definida como um processo de ensino e aprendizagem, mediado por tecnologias, onde professores e alunos estão separados espacial e/ou temporalmente, pressupondo o apoio de tutores de forma atemporal, carga horária diluída em diferentes recursos midiáticos e atividades síncronas e assíncronas. Este conceito educacional exige o desenvolvimento de modelos pedagógicos próprios e não apenas a adaptação de modelos derivados do ensino presencial. Além disso, a EaD requer a construção de práticas que sustentem a gestão da distância pedagógica (SCHWETZ et al., 2020). Esta proposta de ensino e aprendizagem consiste então, em um processo que enfatiza a construção e a socialização do conhecimento; a operacionalização dos princípios e fins da educação, de forma que qualquer pessoa,



independentemente do tempo e do espaço, possa tornar-se agente de sua aprendizagem, devido ao uso de materiais diferenciados e meios de comunicação, que permitam a interatividade (síncrona ou assíncrona) e do trabalho colaborativo (MOREIRA; SCHLEMMER, 2020).

Por outro lado, embora o ERE não contemple o mesmo nível de independência do discente como no EaD, pode-se argumentar que estimula a autonomia do estudante no sentido de atuação, de concentração nas atividades acadêmicas, mesmo que em tarefas simples como consulta prévia ao material, além de disciplina para aproveitar ao máximo os momentos síncronos. O espaço onde a aprendizagem acontece não é mais a instituição de ensino, mas sua residência, requerendo organização, foco de atenção e responsabilidade. Estas são características já reconhecidas como necessárias aos futuros profissionais. Então, o que se pretende argumentar neste artigo são as contribuições e transformações que o contexto do ERE pode promover neste sentido.

5.3 Habilidades e perfil do egresso

As Diretrizes Nacionais Curriculares (DCN) para os cursos de Graduação em Engenharia, definidos pelo Ministério da Educação (MEC), levam em consideração o cenário nacional e mundial, tendo em vista a globalização da área de Engenharia, definindo que o perfil do egresso “deve se voltar para uma visão sistêmica e holística de formação” ... comprometendo-se “com os valores fundamentais da sociedade a qual se insere” (Parecer CNE, 2019).

Define também as competências necessárias ao profissional egresso. Entende-se como competência o conjunto de conhecimentos (saber conhecer), habilidades (saber fazer) e atitudes (saber ser) necessários para a realização de uma determinada função com eficiência e eficácia (TORREZAN, 2019). Entre estas competências, estão: “formular e conceber soluções compreendendo as necessidades dos usuários”; “implantar, supervisionar e controlar as soluções de engenharia”; “comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica”; “trabalhar e liderar equipes multidisciplinares”; “aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, tecnologia e desafios da inovação” (Parecer CNE, 2019).

No atual contexto, a adaptação das disciplinas presenciais para o modo remoto tem permitido que estas habilidades destacadas sejam trabalhadas de forma intensa. Sobretudo, o aprendizado de forma autônoma, em que o aluno passa a ser o protagonista da construção de

seu conhecimento. Consequentemente, necessita de maior tempo de dedicação e organização, pois está aprendendo a estudar e buscar o conhecimento sozinho, no seu tempo e ritmo, sob a orientação do professor e do material por ele disponibilizado. Esta forma de estudar é nova para muitos alunos, o que torna este processo de adaptação também um aprendizado.

Outra habilidade que é exercitada na modalidade remota é a de comunicar-se nas formas escrita, oral e gráfica. Grande parte das interações entre os participantes (alunos, professores e monitores) se dá pelo Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), utilizado nas disciplinas através de mensagens, fóruns, e-mail, assim como, oralmente nos momentos síncronos. O aluno deve ser capaz de expressar o conhecimento construído, através de linguagem adequada e com ideias compreensíveis, tanto nos momentos de esclarecimento de dúvidas quanto nos momentos em que é avaliado.

Existe um movimento, iniciado há pouco mais de uma década, para o uso de metodologias ativas de ensino aprendizagem em cursos de engenharia ao redor do mundo, refletindo na formação de um aluno egresso com habilidades e competências que o mercado de trabalho atual está buscando. Os desafios da formação, no presente, de um profissional para um futuro cada vez mais incerto nas relações de trabalho, pressupõe a preparação de um profissional protagonista da sua formação e que seja capaz de se adaptar a mudanças cada vez mais aceleradas das práticas profissionais. Segundo Schwab (2016), a máquina e a inteligência artificial estão progressivamente substituindo o trabalho mecânico e repetitivo que exige precisão. Assim, muitas formas de trabalho que pressupõem habilidades físicas e competências técnicas específicas deixarão de existir, dando lugar a outras formas de trabalho que exigirão, sobretudo, habilidades sociais, criativas e constante adaptação a mudanças.

Conforme dados do *The Future of Jobs Report 2018*, as habilidades necessárias ao profissional do futuro incluem estratégias ativas de aprendizagem, solução de problemas complexos, inovação, pensamento analítico, proficiência em novas tecnologias e análise sistêmica. Ao mesmo tempo, habilidades humanas como criatividade, pensamento crítico, liderança e inteligência emocional serão cada vez mais desejadas e valorizadas em um mercado de trabalho que inclui a inteligência artificial (WORLD ECONOMIC FORUM, 2018). O mercado de trabalho busca profissionais que saibam trabalhar em rede, sejam criativos e empáticos, tenham fluência e pensamento computacional.

Godsman (2018) sugere que, nas próximas duas décadas, o cultivo do conhecimento acadêmico deixará de ser o objetivo principal das universidades. Esse universo também se tornará um espaço para aprender a colaborar, ser criativo e flexível, aplicando os conhecimentos de diversas formas, em contextos de aprendizagem interdisciplinar e em contato com a realidade. Em um cenário onde as profissões estão sendo transformadas rapidamente, será necessário aprender de forma permanente, ou seja, para as universidades, já não basta ensinar “o que aprender”, é necessário ensinar “como aprender” (HARARI, 2019). Neste sentido, as aulas remotas podem ser vistas como uma oportunidade para os próprios alunos refletirem sobre suas escolhas.

O ERE modificou o ambiente no qual as relações de aprendizagem acontecem: as residências dos envolvidos no processo. Para o estudante, é possível apenas aparentar uma presença que não existe em um conjunto de câmeras fechadas, ou a opção por não assistir uma videoaula inteira. Por outro lado, também pode-se assistir aos vídeos e repetir trechos de aulas mais de vez e estudar de forma concentrada, reconhecendo que o esforço é para sua própria formação. Neste contexto, cabe ao discente estar consciente de suas ações e principalmente atentar para que, nas telas, há muitos elementos competindo pela sua atenção.

Para Razzouk e Shute (2012), a preparação do estudante para o futuro do trabalho não deve focar na memorização ou repetição de conceitos, mas na criação de oportunidades para ele interagir com o conteúdo, pensar sobre ele de forma crítica e usá-lo para construir novos conhecimentos. Essa mudança de perspectiva reforça o foco na construção de uma consciência compartilhada entre docentes e estudantes sobre o processo de aprendizagem, exigindo o desenvolvimento de habilidades diferentes daquelas tradicionalmente exercitadas e valorizadas nos espaços acadêmicos.

5.4 Considerações finais

A partir do exposto, verifica-se que o ERE trouxe a necessidade de mudanças nas competências de docentes e discentes para a vivência de uma experiência de aprendizagem significativa. Em um cenário onde as interações ocorrem por meio de TICs, as limitações das práticas pedagógicas tradicionais focadas na transmissão dos conteúdos ficam evidentes. Cabe ao profissional da docência apropriar-se das ferramentas computacionais como forma de promover a construção do conhecimento. Da mesma forma, também o discente precisa se tornar

sujeito do processo de ensino e aprendizagem. Para isso, é necessária autonomia, desejo de aprender, organização e planejamento do estudo.

Diante das incertezas quanto ao futuro da educação que marcam o presente, as universidades precisam estimular essas mudanças nas competências de docentes e discentes, seja na modalidade de ensino presencial, seja nas modalidades a distância (EaD e ERE). Nesse sentido, a utilização das TICs deve valorizar as interações humanas, possibilitando que os alunos se tornem atores criativos e colaborativos no processo de construção do saber.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Neste Capítulo do Livro, foi demonstrado que, ao mesmo tempo que o Ensino Remoto representa um desafio aos estudantes e professores em muitas frentes, é uma oportunidade de desenvolvimento e adequação do uso de novas tecnologias, didáticas e fomento de pesquisas na área de ensino.

Dentre esses, há fatores importantes, como o engajamento, desempenho, atenção e preparação de toda a comunidade acadêmica para os novos moldes do ensino. Também proporciona o estímulo ao intercâmbio de conhecimento entre instituições de ensino superior a fim de obter melhores práticas na educação e, primordialmente, os potenciais de Inovação no ensinar nos cursos de Engenharia e Tecnologia.

Neste processo, é importante salientar que é necessário haver uma educação continuada de todos os docentes em relação às didáticas e metodologias de ensino, assim como o uso de tecnologias diversas para melhor integração e aprendizado dos estudantes. Esses que, tanto no contexto do ensino presencial quanto no Ensino Remoto, precisam se sentir ativos em sua trajetória de construção de conhecimento, incluídas assim atividades que estimulem diferentes competências, habilidades e a criatividade.

Não obstante, há outros desafios pertinentes à pandemia, como as consequências do distanciamento social dos estudantes e professores na saúde mental e, por conseguinte, no desempenho acadêmico. Para ilustrar esse efeito, em um questionário aplicado pela UFRGS a graduandos de engenharia no Brasil, foi obtido o resultado de que 33,9% deles tiveram sintomas amplificadas de ansiedade no contexto de ER, assim como 32,3% apontaram uma carga excessiva de atividades demandadas e 9,7% indicaram que o distanciamento de colegas e professores foi um fator de significativa dificuldade no seu processo de aprendizado.



Em relação ao uso de tecnologias no contexto de ensino de engenharia no Brasil, foi obtido que 16,1% dos estudantes precisam compartilhar o seu computador ou outro aparelho eletrônico com seus familiares durante o período de aulas. Além disso, o tempo em frente a esses dispositivos é um fator de incômodo a longo prazo aos estudantes. Em outra pesquisa da UFRGS, identificou-se que apenas 33,4% dos estudantes de Engenharia estavam satisfeitos ou muito satisfeitos com o ensino remoto emergencial. Resultado este impulsionado pelos desafios supracitados.

Diante dos fatos e discussões expressas neste capítulo, conclui-se que tanto o professor quanto o aluno têm um potencial e responsabilidade de transformarem o ensino, além de alinharem e potencializarem o uso de inovações em aulas remotas. Ademais, demarca-se que este ainda é um processo inicial, mas que propõe mudar a maneira de ensinar de forma permanente, mesmo pós pandemia, dando base também para futuras soluções, como o Ensino Híbrido.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, E. M. L. S.; FLEITH, D.S. Criatividade na educação superior: fatores inibidores. Avaliação: revista de avaliação do ensino superior, Sorocaba, v. 15, n. 2, p. 201-206, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aval/v15n2/a11v15n2.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2020.

BACICH, L.; MORAN, J. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. [recurso eletrônico] / Organizadores. Porto Alegre: Penso, 2018.

BRASIL, Ministério da Educação – Conselho Nacional de Educação – Diretrizes Nacionais Curriculares do Curso de Graduação em Engenharia. Parecer CNE nº1/2019. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=109871-pces001-19-1&category_slug=marco-2019pdf&Itemid=30192 Acesso em: set/2020.

BRUNO-FARIA, M. F., VARGAS, E. R., & MARTÍNEZ, A. M. Criatividade e inovação nas organizações: desafios para a competitividade. São Paulo: Atlas, 2013.

CASTRO, M. S. F. Desenvolvimento da criatividade no ensino superior: percepções da criatividade docente e discente na formação acadêmica.



Revista Liberato. Educação, Ciência e Tecnologia, v. 16, p. 26-46, 2015. Disponível em: <
http://www.liberato.com.br/sites/default/files/arquivos/Revista_SIER/v.16%2C%20n.26%20%282015%29/04-art29-criatividade-30-set.pdf>
Acesso em: 05 mai. 2020.

COLOMBO, Cíliana Regina; BAZZO, Walter Antônio. Da complexidade no trabalho do engenheiro, o repensar de sua formação. In: 7o. Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Porto Alegre, RS. Anais... Porto Alegre: PUCRS. 2001.

DUARTE, E. R.; ISHIDA, S. P. Ludicidade no ensino de ciência e formação de cidadania utilizando peças teatrais. In: V SINECT - Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2016, Ponta Grossa.

GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 4 ed. 10. Reimpre. São Paulo: Atlas S.A, 2007.176p.

GODSMAN, Fiona. Change is inevitable: it's time to disrupt the higher education system. In: DAVEY, Todd et al. (org). The Future of universities thoughtbook: 40 perspectives on how engaged and entrepreneurial universities will drive growth and shape our knowledge-driven future until 2040. Amsterdam: University Industry Innovation Network, p. 26-28, 2018.

HARARI, Y. N. 21 Lições para o século 21. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

HODGES, C. et al. The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning, EDUCAUSE, 2020. Disponível em: <<https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>>. Acesso em: jun/ 2020.

HUANG, R; TLILI, A; CHANG, T. W; ZHANG, X; NASCIMBENI, F; BURGOS, D. Disrupted classes, undisrupted learning during COVID-19 outbreak in China: application of open educational practices and resources. **Smart Learning Environments**, 7(1), p. 1-15, 2020.

INEP. Resumo Técnico do Censo da Educação Superior 2017. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2019.

JOHNSON, N.; VELETSIANOS, G.; SEAMAN, J. U.S. faculty and administrators' experiences and approaches in the early weeks of the COVID-19 pandemic. **Online Learning Journal**, 24(2), p. 6-21, 2020.

KAPASIA, N.; PAUL, P.; ROY, A.; SAHA, J.; ZAVERI, A.; MALLICK, R.; BARMAN, B.; DAS, P.; CHOUHAN, P. Impact of lockdown on learning status of undergraduate and postgraduate students during COVID-19 pandemic in West Bengal, India. **Children and Youth Services Review**, 116, p. 1-5, 2020.

KNIGHT, S.W.P. Establishing professional online communities for world language educators. **Foreign Language Annals**, 53(2), p. 298-305, 2020.

KRISHNAMURTHY, S. The future of business education: a commentary in the shadow of the covid-19 pandemic. **Journal of Business Research**, 117, p. 1-5, 2020.

LIPOMI, D.J. Video for Active and Remote Learning. **Trends in Chemistry**, 2(6), p. 483-485, 2020.

LOMICKA, L. Creating and sustaining virtual language communities. **Foreign Language Annals**, 53(2), p. 306-313, 2020.

LONGO, W. P. PRODENGE: Uma Experiência Inovadora para o Progresso do Ensino e da Pesquisa em Engenharia. Anais do 2º Seminário Fluminense de Engenharia, Niterói, 1996.

MONTGOMERY, D. C. Design and Analysis of Experiments. 9th Ed., Wiley: London, 2017.

MOREIRA, A. J.; SCHLEMMER, E. Por um novo conceito e paradigma de educação digital onlife. Revista UFG, 20(26). Disponível em: <https://doi.org/10.5216/revufg.v20.63438> (2020). Acesso em: set/2020

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

RAZZOUK, Rim. SHUTE, Valerie. What is design Thinking and why is it important? Review of Education Research, v. 82, n, 3, p. 330-348, 2012.

SCHAEFER, R.; MINELLO, I. F. Educação Empreendedora: premissas, objetivos e metodologias. Rev. Pensamento Contemporâneo em Administração 10, 2016.

SCHWAB, Klaus. A quarta revolução industrial. Trad. Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016.

SCHWETZ, P. F. et al. Ensino Remoto Emergencial: desafios e estratégias para a retomada, 2020. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/212562>. Acesso em: set/2020

SILVEIRA, M. A. A Formação do Engenheiro Inovador: uma visão internacional. Rio de Janeiro: Ed. PUC-Rio, Sistema Maxwell, 2005.

SOTERO, A. C.; RAMOS, L. O. L. O Bacharelado Interdisciplinar: uma experiência de equidade e pertinência social na UFBA/Salvador em andamento. Anais do XI Congresso Luso Brasileiro de Ciências Sociais, Salvador, BA. Brasil, 07-10 de agosto de 2011.

TESAR, M. Towards a Post-Covid-19 'New Normality?': physical and social distancing, the move to online and higher education. **Policy Futures in Education**, 18(5), p.556-559, 2020.

TORREZZAN, Cristina Alba Wildt. Modelo para avaliação de desenvolvimento da habilidade espacial em desenho técnico (MADHE). 2019. 186p. Tese (Doutorado em Design) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

VERZAT, C., BACHELET, R. Developing an Entrepreneurial Spirit among engineering college students: what are the educational factors?. *International Entrepreneurship Education* 11, 2006.

VU, C.T.; HOANG, A. D; THAN, V.Q; NGUYEN, M.T; DINH, V.H; LE, Q.A. T; LE, T.T.T.; PHAM, H.H.; NGUYEN, Y.C. Dataset of Vietnamese teachers' perspectives and perceived support during the COVID-19 pandemic. **Data in Brief**, 31(1), p.1-9, 2020.

WORLD ECONOMIC FORUM, 2018. The future of jobs report 2018. Geneve: World Economic Forum, 2018.

ia (RBECT), Ponta Grossa, v. 9, n. 2, p. 1-10, mai/ago. 2016.