



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE DISCIPLINAS COM O USO
DE APRENDIZAGEM ATIVA PARA A FORMAÇÃO DO
ENGENHEIRO**

JÉSSICA MENDES JORGE

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE DISCIPLINAS COM O
USO DE APRENDIZAGEM ATIVA PARA A FORMAÇÃO DO
ENGENHEIRO**

JÉSSICA MENDES JORGE

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
SISTEMAS MECATRÔNICOS**

APROVADA POR:

Profa. Dr. Andrea Cristina dos Santos, PPMEC/UnB
Orientador

Prof. Dr. Jones Yudi, PPMEC/UnB
Membro Interno

Profa. Dr. Dianne Magalhães Vianna, ENM/UnB
Membro Externo

BRASÍLIA/DF, 9 DE DEZEMBRO DE 2020.

Jorge, Jéssica Mendes

Planejamento sistemático de disciplinas com o uso de aprendizagem ativa para a formação do engenheiro / JÉSSICA MENDES JORGE. -Brasil, 2020. 128.

Orientadora: Andréa Cristina dos Santos

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Tecnologia - FT

Programa de Pós-graduação em Sistemas Mecatrônicos -
PPMEC, 2020.

1. Metodologia ativa de ensino. 2. Aprendizagem ativa. 3. Habilidades e competências do engenheiro recém-formado. 4. Ensino de engenharia I. Andrea Cristina dos Santos, orientador. II. Universidade de Brasília. III. Faculdade de Tecnologia.

Dedicatória

*A pessoa que muito me incentivou
na vida e intensamente me acompanhou na
caminhada acadêmica, Nilo Campos.*

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus por tudo o que me foi proporcionado nesses anos de mestrado. Agradeço também a todas as pessoas que fizeram parte desse processo, em especial, agradeço aos meus pais, Adilson e Rosângela, pela incansável compreensão, preocupação e carinho independentes do meu humor. Agradeço aos meus irmãos Larissa, Rafael, Emily e Milena, por serem a minha dose diária de descontração, força e exemplo de determinação. Vocês são brilhantes, obrigada.

Agradeço aos meus colegas de trabalho do LAB que fizeram desse período uma experiência incrível e muito rica de aprendizado, em especial André, Gabriel e Vithor. Ainda na esfera de trabalho, agradeço ao Marcos Nunes pelo apoio e flexibilidade dos meus horários nessa reta final, também agradeço ao Fernando William pela paciência e a Sarah Rodrigues por todos os chocolates para “adoçar” a minha vida.

Agradeço a minha professora, orientadora (desde a graduação) e ex-chefe Andréa Cristina dos Santos, por todos esses anos de convivência, pela paciência para compreender e trabalhar o meu perfil de aluna e posteriormente de engenheira de produção. Agradeço por todas as oportunidades e experiências na Finatec, no LAB, nas disciplinas de produto e principalmente no dia-a-dia, onde tive a oportunidade de observar de pertinho uma professora que nunca deixou de sonhar o melhor para os seus alunos. Obrigada, professora.

Por fim agradeço ao meu “*partner*”, Alexandre Crepory, por todas as matérias que cursamos juntos, todas as tardes de trabalho e estudo compartilhadas no LAB e a todo incentivo que tem me dado até aqui. Você é muito especial, obrigada.

RESUMO

As evoluções tecnológicas, sociais, econômicas e ambientais, estimulam no mercado a demanda por um perfil de engenheiro recém-formado que esteja preparado para lidar com problemas cujas soluções exigem, além de conhecimentos técnicos, a capacidade de sua aplicação na prática, trabalhar com equipes multidisciplinares e ter motivação para aprender e se desenvolver constantemente. Assim, tem-se um cenário que desafia as instituições de ensino de engenharia e seus professores, a planejarem disciplinas que desenvolvam este perfil. Neste trabalho são apresentadas as habilidades e competências que caracterizam o engenheiro recém-formado e as metodologias de ensino aplicadas para desenvolvê-lo, denominadas metodologias de aprendizagem ativa. A relação entre a efetividade desses itens foi medida na prática em um estudo de caso com quatro disciplinas de engenharia da Universidade de Brasília, cujo resultado permitiu constatar que a aprendizagem ativa forma as habilidades e competências do perfil esperado pelo mercado. Com o intuito de auxiliar os professores no planejamento de disciplinas que utilizam metodologias de aprendizagem ativa, foi proposta uma sistemática que orienta a elaboração do plano da disciplina por meio de quatro etapas: descobrir, definir, desenvolver e entregar. Como trabalho futuro, foi sugerida aplicação prática da sistemática e automatização da ferramenta de medição do desenvolvimento das habilidades e competências.

Palavras-chave: *metodologia ativa de ensino; aprendizagem ativa; habilidades e competências do engenheiro recém-formado; ensino de engenharia.*

ABSTRACT

Technological, social, economic, and environmental evolutions in the market stimulate the demand for a newly graduated engineer profile who is prepared to deal with problems whose solutions require, in addition to technical knowledge, the ability to apply them in practice, to working with multidisciplinary teams and the will to constantly learn and develop. Thus, there is a scenario that challenges engineering education institutions and their teachers to plan subjects that develop this profile. This work presents the skills and competences that characterize the newly graduated engineer and the teaching methodologies applied to develop him, called active learning methodologies. The relationship between the effectiveness of these items was measured in practice in a case study with four engineering disciplines from the University of Brasília. The result of which allowed us to verify that active learning develops the skills and competencies of the profile expected by the market. In order to assist teachers in planning disciplines that use active learning methodologies, a systematic approach has been proposed that guides the preparation of the discipline plan through four steps: discover, define, develop and deliver. As a future work, practical application of the systematic and automated tool for measuring the development of skills and competences was suggested.

Key words: *active teaching methodology; active learning; skills and competencies of the newly graduated engineer; engineering teaching.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Pilares das metodologias de aprendizagem ativa.....	35
Figura 2: Resultados da pesquisa do termo “ <i>active learning</i> ” no <i>Web of Science</i>	38
Figura 3: Planejamento do estudo de caso.	62
Figura 4: Comparação geral das respostas dos professores x alunos.....	74
Figura 5: Comparação específica das respostas dos professores e alunos de PSP6.....	74
Figura 6: Comparação específica das respostas dos professores e alunos de PSP2.....	75
Figura 7: Comparação específica das respostas dos professores e alunos de PSP1.....	76
Figura 8: Comparação específica das respostas dos professores e alunos de TEEP.....	77
Figura 9: Comparação das respostas na dimensão metodológica, por disciplina.	84
Figura 10: Modelo <i>Design Thinking</i> - Diamante Duplo.	87
Figura 11: Modelo da sistemática para o planejamento de disciplinas de aprendizagem ativa.	87
Figura 12: Esquematização do modelo de uma disciplina com aprendizagem ativa.	93

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comparação entre disciplinas na dimensão metodológica.	79
Gráfico 2: Comparação entre as disciplinas na dimensão técnica.	80
Gráfico 3: Comparação entre disciplinas na dimensão pessoal.	81
Gráfico 4: Comparação entre disciplinas na dimensão social.	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia.	23
Quadro 2: Competências a serem formadas nos graduandos em engenharia.	23
Quadro 3: Critérios para a formação do engenheiro conforme a ABET.	24
Quadro 4: Objetivos do CDIO, projeto proposto pelo MIT.	25
Quadro 5: Competências e habilidades do profissional do futuro.	26
Quadro 6: Modelos para a formação de engenheiros com base na educação empreendedora.	29
Quadro 7: Modelos com base na formação do engenheiro com base em tecnologias da Indústria 4.0.	31
Quadro 8: Princípios da metodologia da sala de aula invertida.	39
Quadro 9: Abordagens para a aprendizagem baseada em experiências com problemas reais.	42
Quadro 10: Modelos de aprendizagem combinada.	43
Quadro 11: Análise semântica para organização do conhecimento.	54
Quadro 12: Panorama geral das habilidades e competências para o engenheiro do futuro.	60
Quadro 13: Apresentação dos objetos de análise da pesquisa.	63
Quadro 14: Alternativas do formulário de estudo de caso do aluno.	64
Quadro 15: Alternativas do estudo de caso do professor.	64
Quadro 16: Primeiro protocolo de aplicação do estudo de caso.	65
Quadro 17: Segundo protocolo de aplicação do estudo de caso.	66
Quadro 18: Aplicação da sistemática - Etapa 1: Objetivo.	91
Quadro 19: Aplicação da sistemática - Etapa 1: Habilidades a serem trabalhadas.	91
Quadro 20: Aplicação da sistemática - Etapa 2: Conteúdos.	92
Quadro 21: Aplicação da sistemática - Etapa 3: Metodologias de ensino.	93

Quadro 22: Aplicação da sistemática - Etapa 3: Ferramentas.....	96
Quadro 23: Aplicação da sistemática - Etapa 4: Entregar.....	96
Quadro 24: Resultado da demonstração de aplicação da sistemática para a disciplina de TEEP..	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Panorama geral das respostas dos alunos participantes da pesquisa.	67
Tabela 2: Panorama geral das respostas dos professores participantes da pesquisa.	69
Tabela 3: Panorama geral com destaque para o maior número de respostas.	72
Tabela 4: Comparação entre disciplinas na dimensão metodológica.....	78
Tabela 5: Comparação entre as disciplinas na dimensão técnica.....	79
Tabela 6: Comparação entre disciplinas na dimensão pessoal.....	80
Tabela 7: Comparação entre disciplinas na dimensão social.	81
Tabela 8: Comparativo de respostas dos professores (T13, T14 e T15).	83
Tabela 9: Quantidade de alunos por curso.	90
Tabela 10: Quantidade de alunos por semestre.	90
Tabela 11: Fases da disciplina e seus blocos de atividades.....	94

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
1.1.	Objetivos da dissertação	18
1.1.1.	Objetivo Geral	18
1.1.2.	Objetivos Específicos.....	18
1.2.	Estrutura da dissertação.....	18
2.	APRENDIZAGEM ATIVA E AS COMPETÊNCIAS DO ENGENHEIRO	20
2.1.	Habilidades e competências do engenheiro do futuro.....	20
2.2.	Modelos de educação para a formação do engenheiro do futuro	28
2.3.	Metodologias de aprendizagem ativa	32
2.4.	Métodos de aprendizagem ativa	37
2.3.1.	Sala de aula invertida.....	39
2.3.2.	Aprendizagem baseada em problemas	40
2.3.3.	Aprendizagem híbrida (ou aprendizagem semi-presencial).....	43
2.3.4.	Aprendizagem cooperativa.....	45
2.3.5.	Aprendizagem colaborativa	46
2.3.6.	Aprendizagem em equipe liderada por pares.....	47
2.3.7.	Aprendizagem baseada em jogos	48
2.3.8.	Aprendizagem baseada em investigação e verificação.....	50
2.5.	Resumo do capítulo	52
3.	ANÁLISE DAS METODOLOGIAS ATIVAS, HABILIDADES E COMPETÊNCIAS ..	53
3.1.	Organização do conhecimento	53
3.2.	Análise das habilidades e competências do futuro formadas por cada metodologia ..	57

3.3.	Resumo do capítulo	59
4.	DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO	61
4.1.	Definir uma estrutura conceitual-teórica	62
4.2.	Planejar o caso	62
4.3.	Conduzir teste piloto	65
4.4.	Coletar os dados	66
4.5.	Analisar os dados	67
4.5.1.	Análise das respostas dos professores	68
4.5.2.	Análise das respostas dos alunos	71
4.5.3.	Análise comparativa das respostas	73
4.6.	Gerar relatório	78
4.7.	Resumo do capítulo	82
5.	PROPOSTA DE UMA SISTEMÁTICA DE PLANEJAMENTO DE DISCIPLINAS DE APRENDIZAGEM ATIVA	86
5.1.	Sistemática para o planejamento de disciplinas com aprendizagem ativa	86
5.2.	Aplicação da sistemática na disciplina de TEEP	90
5.3.	Resumo do capítulo	99
6.	CONCLUSÃO	101
	REFERÊNCIAS	104
	APÊNDICE I – Análise dos 79 artigos mais relevantes no tema de pesquisa “ <i>active learning</i> ”	109
	APÊNDICE II - Padronização dos termos.	117
	APÊNDICE III – Contagem da padronização e seleção dos mais relevantes.	122
	APÊNDICE IV – Formulário de identificação de habilidades e competências	125
	ANEXO I - Plano da disciplina de TEEP	128

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o mundo vive a Quarta Revolução Industrial, conhecida como a Indústria 4.0, caracterizada pela integração homem-máquina, digitalização e crescimento vertical e horizontal de toda a cadeia de valor de um setor, utilizando tecnologias que permitem, por exemplo, a conexão de sistemas para a oferta de produtos e serviços customizados em plataformas on-line, transferência automática de dados e consumo de dados em tempo real (PETRILLO et al., 2018).

Alguns dos avanços tecnológicos que impulsionam essa nova era estão nos campos da nanotecnologia, computação quântica, segurança da informação, internet das coisas, realidade aumentada, big data, robôs autônomos, ambientes e ferramentas de simulações, manufatura aditiva, sistemas integrados, computação em nuvem, entre outras (SCHWAB, 2016).

Tais avanços têm impactos: i) na economia, por conta dos lançamentos de novas oportunidades de negócios, serviços e produtos que por sua vez, influenciam mudanças no estilo de vida, trabalho, consumo e comportamento das pessoas; ii) no meio ambiente, o qual exige que as novas soluções de bens, serviços e/ou de sistemas técnicos sejam pensadas de forma sustentável, levando em consideração as mudanças climáticas e a criticidade do uso intensivo de recursos naturais; iii) no âmbito social, caracterizado pelo crescimento populacional, migração, urbanização, diversidade social e cultural (OECD, 2018).

Esse tripé de questões econômicas, ambientais e sociais, traz desafios relacionados a compreensão do novo papel e responsabilidade do engenheiro nos seus campos de atuação, assim como requer o desenvolvimento de soluções para os problemas complexos que caracterizam essa nova era e é isso o que influencia a demanda por engenheiros preparados e capacitados para solucionar tais desafios (EROL et al., 2016).

Considerando um contexto onde as transformações ocorram de forma lenta, estima-se que de 60 a 375 milhões de profissionais ao redor do mundo terão que transitar para novas categorias de trabalho até 2030 (BUGHIN; MANYIKA; WOETZEL, 2017). Tal fato ocorre por conta das denominadas competências técnicas, ou seja, a agregação de conhecimento científico que inclui todos os conteúdos abordados pela engenharia (mecânica, mecatrônica, robótica entre outras), não são por si só suficientes para solucionar os desafios econômicos, ambientais e sociais do cenário das transformações digitais (MAFFIOLI; AUGUSTI, 2003).

Deste modo, escolas de engenharia estão reestruturando seus currículos e modelos de ensino, transitando de um escopo puramente técnico para outro que considera a resolução de problemas do mundo real, interação com diferentes áreas de conhecimento, diferentes contextos e realidades para desenvolver conhecimento, habilidades, atitudes e valores que formem profissionais que compreendam os problemas e necessidades envolvidas em um contexto e sejam capazes de contribuir com soluções para um futuro cada vez mais sustentável (OECD, 2018).

Essa reestruturação tem como característica a transdisciplinaridade, que através da educação empreendedora, responsável por integrar conhecimentos de finanças, negócios, economia, marketing, vendas, comunicação, gestão entre outros, proporciona aos estudantes o desenvolvimento de uma mentalidade que encoraja a criação de novas soluções que podem ser base de um novo negócio ou a implantação de um novo processo interno de uma organização (GARCÍA-RODRÍGUEZ et al., 2016; GRECU; DENES, 2017).

Assim, o perfil do engenheiro recém-formado preparado para atuar no cenário de mudanças da Indústria 4.0, deve ser composto por habilidades técnicas, metodológicas, sociais e pessoais (HECKLAU et al., 2016). Sendo as habilidades técnicas necessárias para a identificação do problema e proposição de soluções. As habilidades metodológicas estão relacionadas a capacidade do engenheiro de colocar na prática o conhecimento técnico, tomar decisões e resolver problemas. As sociais englobam as habilidades para trabalhar em grupo em pensar no impacto social, ambiental e econômico das soluções. E as competências pessoais estão relacionadas a capacidade de automotivação e aprendizagem do engenheiro.

As metodologias utilizadas para incentivar a formação de profissionais com esse escopo maior de habilidades e competências são denominadas metodologias de aprendizagem ativa. Conforme Araújo et al. (2016), essa abordagem é centrada no aluno e caracterizada por um processo de construção do conhecimento por meio da aplicação de atividades práticas que proporcionam experiências com problemas reais, assim como fomentam a criatividade e aprendizagem de forma dinâmica (MENEKSE et al., 2013).

Contudo, um desafio atrelado a essa mudança dos modelos de ensino está na preparação do professor para planejar disciplinas com um modelo de aprendizagem que foge do contexto em que este está habituado pois, uma vez que os professores ainda são formados por uma cultura voltada

ao ensino tradicional, não há um preparo para que estes reproduzam estratégias diferentes daquelas as quais foram submetidos (MEYER et al., 2018).

A exemplo, tem-se a Engenharia Mecatrônica (da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília – FT/UnB), cujo Projeto Político Pedagógico do Curso é caracterizado por uma abordagem focada na dimensão técnica, além de um escopo de professores com conhecimento de metodologias de aprendizagem da engenharia clássica, pelas quais o principal objetivo é a formação por meio de uma base sólida de conhecimentos técnicos, sem menção a formação de habilidades e competências em outras dimensões.

Assim, os cursos de engenharia clássica possuem um público-alvo de professores que, para a transição do modelo de ensino clássico para um modelo de ensino ativo, precisam de um método para compreender como podem implementar as metodologias de aprendizagem ativa em suas disciplinas.

Deste modo, tendo em vista que a demanda do mercado por um novo perfil de engenheiro recém-formado provoca mudanças nas diretrizes curriculares e conseqüentemente, nos modelos de ensino das instituições, que devem migrar da abordagem tradicional de ensino para uma abordagem ativa, essa pesquisa discorre sobre quais são as habilidades e competências que devem compor o perfil do engenheiro do futuro e como o professor deve planejar uma disciplina que utilize metodologias de aprendizagem ativa.

A metodologia utilizada para responder as questões deste trabalho consistiu no desenvolvimento de uma ferramenta para medição das habilidades e competências geradas por metodologias de aprendizagem ativa. Aplicação da ferramenta no estudo de caso realizado com quatro disciplinas de cursos de engenharia da FT/UnB.

Por fim, tendo como base tanto o conhecimento utilizado para o desenvolvimento da ferramenta de pesquisa, quanto o conhecimento adquirido com a experiência da pesquisa, foi proposta uma sistemática para auxiliar o professor no planejamento de disciplinas que motivem a aprendizagem ativa.

1.1. Objetivos da dissertação

1.1.1. Objetivo Geral

O objetivo geral da dissertação é propor uma sistemática para o planejamento de disciplinas que utilizem metodologias de aprendizagem ativa.

1.1.2. Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral, foram estabelecidos os objetivos específicos a seguir:

- Identificar e classificar as habilidades e competências do engenheiro.
- Investigar os elementos teóricos que embasam o uso de metodologias de aprendizagem ativa, assim como as habilidades e competências formadas pelas suas diferentes abordagens.
- Avaliar na prática as habilidades e competências desenvolvidas pelas disciplinas que utilizam metodologias de aprendizagem ativa.
- Propor um método para que o professor possa planejar disciplinas motivadoras de uma aprendizagem ativa.

1.2. Estrutura da dissertação

Esta dissertação é composta pela seguinte distribuição de capítulos:

Capítulo 1 – INTRODUÇÃO: apresenta o contexto do trabalho, as motivações, justificativas e o problema a ser abordado, assim como os objetivos a serem atingidos e a estrutura da dissertação.

Capítulo 2 – APRENDIZAGEM ATIVA E AS COMPETÊNCIAS DO ENGENHEIRO DO FUTURO: aborda a fundamentação teórica dos modelos de aprendizagem ativa, tendo como método para escolha dos modelos abordados um estudo bibliométrico que buscou identificar as abordagens mais citadas na literatura, a fim de classificar as mais relevantes no tema em questão. Tais metodologias são apresentadas considerando os conceitos, formas de aplicação, vantagens e desvantagens. Além disso, este capítulo também aborda as habilidades e competências a serem desenvolvidas nos engenheiros do futuro.

Capítulo 3 - ANÁLISE DAS METODOLOGIAS ATIVAS, HABILIDADES E COMPETÊNCIAS: relaciona os modelos de aprendizagem ativa com as habilidades e competências do engenheiro do futuro, para identificar (com base na literatura) o que cada modelo

desenvolve nos alunos. Esta relação é apresentada por um quadro, que categoriza as habilidades e competências em quatro dimensões: metodológica, técnica, pessoal e social.

Capítulo 4 – APLICAÇÃO DE UM ESTUDO DE CASO NA FT/UNB: relata todo o processo de planejamento e aplicação do estudo de caso para investigar na prática quais habilidades e competências são desenvolvidas pelas disciplinas que utilizam metodologias de aprendizagem ativa nos cursos de engenharia da Faculdade de Tecnologia (FT) da Universidade de Brasília (UnB).

Capítulo 5 – PROPOSTA DE UMA SISTEMÁTICA DE PLANEJAMENTO DE DISCIPLINAS DE APRENDIZAGEM ATIVA: apresenta a sistemática proposta para a elaboração do planejamento de disciplinas com metodologias de aprendizagem ativa, assim como a aplicação prática da proposta em uma das disciplinas do estudo de caso.

Capítulo 6 – CONCLUSÃO: descreve a conclusão do trabalho a fim de expor uma reflexão sobre os objetivos atingidos e sugestões de trabalhos futuros.

2. APRENDIZAGEM ATIVA E AS COMPETÊNCIAS DO ENGENHEIRO

Estamos em um período no qual a sociedade é movimentada pela alta tecnologia, sendo que essa, juntamente com as novas tecnologias, vem crescendo cada dia mais, encurtando o período da comercialização e exigindo engenheiros capacitados para atuarem diante desse novo cenário. Deste modo, o mercado requer para atuação, engenheiros formados com capacidade para encarar as reais necessidades do mundo (OECD, 2018).

Esse assunto vem à tona quando se olha para o paradoxo do qual os engenheiros recém-formados têm dificuldades para encontrar empregos e o mercado industrial tem dificuldades de contratar bons engenheiros recém-formados. Isso ocorre por que a maioria das instituições mantém o formato de ensino direcionado pela teoria e não pela prática, principalmente quando se fala nos cursos nos cursos clássicos de engenharia, o que gera uma grande lacuna entre o perfil do engenheiro formado na universidade versus o perfil de engenheiro que o mercado precisa (ZHANG; LIU, 2009).

Para atender essa demanda é necessário o desenvolvimento de habilidades e competências além do escopo técnico durante o processo de formação de um engenheiro, o que fomenta a demanda por uma reforma no modelo de educação em engenharia, uma vez que o modelo de ensino tradicional não entrega o que o mercado espera (REIS; FLEURY; CARVALHO, 2019).

Diante do cenário apresentado, este capítulo descreve os elementos teóricos identificados na literatura a respeito de quais são as habilidades e competências que devem compor o perfil profissional de um engenheiro para atender ao mercado, quais são os modelos de educação apresentados na literatura e quais são os elementos metodológicos por traz destes modelos.

2.1. Habilidades e competências do engenheiro do futuro

A motivação para a diversificação dos modelos de aprendizagem é relacionada as demandas do mercado por profissionais de engenharia dotados de competências que os permitam resolver problemas complexos compreendendo as necessidades e requisitos de cada parte envolvida ou afetada, tomando decisões e gerando valor de forma consciente e responsável, tendo capacidade de liderança, trabalho em equipe e sendo capaz de interagir com diferentes áreas de conhecimento (GARAY-RONDERO; RODRÍGUEZ CALVO; SALINAS-NAVARRO, 2019).

Lemâitre (2018) relata que as habilidades e competências requeridas por uma empresa, estão relacionadas ao seu desempenho e capacidade de inovação, que varia de acordo com o tipo de ambiente da empresa, podendo este ser estável ou dinâmico. As empresas com ambiente dinâmico têm altos níveis de competição, o ciclo de vida do produto é de curto prazo e a aceitação no mercado em relação ao produto ou serviço ofertado pode variar. Contudo, a incerteza é o fator que lidera todos os processos e para manter a competitividade, a empresa deve ser composta por profissionais que dominem não somente habilidades e competências técnicas, mas que também tenham conhecimentos relacionados a outras áreas.

Um exemplo dessas outras áreas é citado por Bughin, Manyika e Woetzel (2017), que apontam os profissionais da área de automação, evidenciando que terão a necessidade de atualizar seu conhecimento em relação a: percepção sensorial, capacidades cognitivas (como por exemplo: reter a informação, reconhecer e gerar novos padrões), solucionar problemas, planejar e otimizar atividades, ser criativo, saber articular, coordenar equipes, além do desenvolvimento da inteligência emocional e habilidades sociais.

Desta forma, entende-se que as denominadas competências técnicas, ou seja, a agregação de conhecimento científico que inclui todos os conteúdos abordados por áreas tradicionalmente técnicas, como por exemplo as engenharias mecânica, mecatrônica, robótica, entre outras, não são as únicas áreas de conhecimentos importantes a serem formadas em futuros profissionais (MAFFIOLI; AUGUSTI, 2003).

Estudantes que estão bem preparados para o cenário em que irão atuar como profissionais são agentes transformadores, com uma postura holística e expansiva onde o trabalho é encarado como um sistema complexo de tarefas e ações interdependentes e as soluções são alcançadas por meio de um processo de aprendizagem com os erros, tomada de decisão assumindo as responsabilidades e riscos, atuação fora da zona de conforto, gestão sobre as incertezas e aptidão para aprender continuamente (BUGHIN; MANYIKA; WOETZEL, 2017).

O processo de formação dos estudantes deve considerar o desenvolvimento de um conjunto de habilidades e competências: i) técnicas, uma vez que o conhecimento técnico/disciplinar ainda continuará sendo importante por ser o fator diferencial de cada profissional; ii) cognitivas, relacionadas a forma de pensar, perceber e processar a informação (pensamento crítico, pensamento criativo, aprender a aprender, auto regulação); e iii)

metodológicas, referentes a capacidade da aplicação do conhecimento na prática, assim como o uso de novas tecnologias (GUERRERO; PALMA; LA ROSA, 2014).

Nesse conjunto, também se faz necessária a inclusão e o desenvolvimento de habilidades interpessoais, ou seja, o engenheiro deve saber trabalhar em equipe, ter um olhar que considera diferentes perspectivas, entender e respeitar diferentes opiniões, assim como reconhecer as experiências de outros profissionais. Em consequência, também é necessária a habilidade de comunicação, principalmente quando relacionada a apresentação de novas ideias e resultados de forma compreensível por profissionais de diferentes níveis e áreas de formação (BUGHIN; MANYIKA; WOETZEL, 2017).

É importante citar que a competência vai além da aquisição de conhecimento e desenvolvimento de habilidades, pois envolve a mobilização de conhecimento, habilidades, atitudes e valores em torno de problemas complexos. Deste modo, o processo de formação do aluno deve levá-lo a desenvolver novos conhecimentos por meio de uma capacidade de pensar além dos limites das disciplinas e fazer o link entre elas e as demandas reais (OECD, 2018).

Deste modo, as instituições de ensino de engenharia devem considerar no planejamento sistemático das disciplinas que compõem o currículo do curso, metodologias de aprendizagem que desenvolvam competências não só da área técnica, mas que também permitam experiências pessoais e sociais por meio da resolução de problemas reais, além de inserirem conhecimentos de áreas não tradicionais da engenharia como negócios, finanças, gestão, política, estudos sociais e entre outros que caracterizam o ensino para formar o engenheiro apto a atuar em contextos de problemas complexos (ABDULWAHED, 2017).

Assim, as habilidades e competências a serem desenvolvidas nos engenheiros recém-formados, devem ser planejadas no Projeto Pedagógico do Curso (PPC), que deve atender as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCNs de Engenharia), conforme a Resolução nº 2 de abril de 2019 do Ministério da Educação (MEC) (Resolução CNE/CES 2/2019, publicada no Diário Oficial da União, Brasília, 26 de abril de 2019, Seção 1, pp. 43 e 44), as quais abordam como características para o perfil do graduando em engenharia (Quadro 1):

Quadro 1: Perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia.

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;
II	Estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;
III	Ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;
IV	Adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;
V	Considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;
VI	Atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.

Fonte: Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019, Capítulo II, Artigo 3º.

A resolução também apresenta o escopo de competências que o curso de engenharia deve desenvolver nos alunos (Quadro 2):

Quadro 2: Competências a serem formadas nos graduandos em engenharia.

Art. 4º O curso de graduação em Engenharia deve proporcionar aos seus egressos, ao longo da formação, as seguintes competências gerais:	
I - Formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto:	a) ser capaz de utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos;
	b) formular, de maneira ampla e sistêmica, questões de engenharia, considerando o usuário e seu contexto, concebendo soluções criativas, bem como o uso de técnicas adequadas;
II - Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação:	a) ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras.
	b) prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos;
	c) conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo.
	d) verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas;
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;
	b) projetar e determinar os parâmetros construtivos e operacionais para as soluções de Engenharia;
	c) aplicar conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia;

IV - Implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia:	a) ser capaz de aplicar os conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar a implantação das soluções de Engenharia.
	b) estar apto a gerir, tanto a força de trabalho quanto os recursos físicos, no que diz respeito aos materiais e à informação;
	c) desenvolver sensibilidade global nas organizações;
	d) projetar e desenvolver novas estruturas empreendedoras e soluções inovadoras para os problemas;
	e) realizar a avaliação crítico-reflexiva dos impactos das soluções de Engenharia nos contextos social, legal, econômico e ambiental;
VII - Conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício:	a) ser capaz de compreender a legislação, a ética e a responsabilidade profissional e avaliar os impactos das atividades de Engenharia na sociedade e no meio ambiente.
	b) atuar sempre respeitando a legislação, e com ética em todas as atividades, zelando para que isto ocorra também no contexto em que estiver atuando;
VIII - Aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação:	a) ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias.
	b) aprender a aprender.

Fonte: Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019, Capítulo II, Artigo 4º.

Compreendendo também as abordagens fora do contexto nacional, o Conselho de Acreditação de Engenharia e Tecnologia (*Accreditation Board of Engineering and Technology - ABET*, uma organização não governamental com sede nos Estados Unidos, que credencia programas de educação em ciências naturais e aplicadas, computação e engenharia) define que os cursos para a formação de engenheiros deve conter no seu plano, atividades para desenvolver no aluno as habilidades *hard* (cognitivas e físicas) e as habilidades *soft* (sociais e pessoais), apresentadas no Quadro 3 (GUERRERO; PALMA; LA ROSA, 2014).

Quadro 3: Critérios para a formação do engenheiro conforme a ABET.

Habilidades “hard”	Capacidade de aplicar conhecimentos de matemática, ciências e engenharia.
	Capacidade de planejar e conduzir experimentos, assim como analisar e interpretar dados.
	Capacidade de projetar um sistema, componente ou processo para atender necessidades desejadas, dentro de restrições realistas como econômicas, ambientais, sociais, política, ética, saúde e segurança, fabricação e sustentabilidade.
	Capacidade de identificar, formular e resolver problemas de engenharia.
	Capacidade de usar as técnicas, habilidades e ferramentas de engenharia.
	Capacidade de atuar em equipes multidisciplinares.

Habilidades “soft”	Compreender responsabilidades éticas e profissionais.
	Capacidade de se comunicar efetivamente.
	A ampla educação necessária para entender o impacto das soluções de engenharia em um contexto global, econômico, ambiental e social.
	Um reconhecimento da necessidade e capacidade de participar na aprendizagem ao longo da vida.
	Conhecimento dos assuntos contemporâneos.

Fonte: adaptado de GUERRERO, PALMA e LA ROSA (2014). Página 834.

Um outro modelo também identificado por Guerreiro, Palma e La Rosa (2014) é o CDIO (do inglês *conceber, projetar, implementar e operar*), proposto pelo Instituto de Tecnologia de Massachussets – MIT. O modelo tem como objetivo incentivar o aprendizado de conteúdos fundamentais e avançados da engenharia, em um ambiente com referências claras sobre a função prática do profissional de engenharia em um contexto de aprendizado adequado.

Os objetivos do CDIO são: domínio profundo do conhecimento em técnicas fundamentais; liderança na criação e operação de novos produtos, processos e sistemas; compreensão da importância e do impacto estratégico da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico na sociedade (ZHANG; LIU, 2009). As competências e habilidades geradas por cada objetivo são organizadas em quatro áreas: conhecimento técnico e pensamento crítico; habilidades pessoais e profissionais; habilidades interpessoais e CDIO (Quadro 4).

Quadro 4: Objetivos do CDIO, projeto proposto pelo MIT.

Conhecimento técnico	Conhecimento básico de ciências. Conhecimento de áreas fundamentais da engenharia. Conhecimento de áreas fundamentais da engenharia avançada.	Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação	Trabalho em equipe. Comunicação. Domínio de uma língua estrangeira.
Competências e atributos pessoais e profissionais	Raciocínio de engenharia e resolução de problemas. Experimentação e descoberta de conhecimento. Pensamento sistêmico. Habilidades e atitudes pessoais. Habilidades e atitudes profissionais.	Conceber, projetar, implementar e operar sistemas em negócios e contextos sociais	Contexto externo e social. O contexto de negócios e empresas. Conceber. Projetar. Implementar. Operar.

Fonte: adaptado de GUERRERO, PALMA e LA ROSA, 2014. Página 835.

Demais formas de classificação e definição das habilidades e competências foram levantadas por Hecklau et al. (2016) e classificadas em quatro dimensões: técnicas, metodológicas, sociais e pessoais (Quadro 5). As competências técnicas compreendem todas as habilidades e conhecimentos técnicos necessários para a realização do trabalho, enquanto as metodológicas estão relacionadas a todas as habilidades e competências para aplicar na prática o conhecimento técnico, tomar decisões e resolver problemas. As sociais englobam todas as habilidades e competências para trabalhar em grupo com atitudes de cooperação, assim como habilidades de comunicação. As competências pessoais incluem as atitudes, motivação e valores sociais dos indivíduos.

Tendo em vista que no currículo típico dos estudantes de engenharia dos anos 90, raramente havia a oportunidade de sair do escopo puramente técnico e ter contato com o problemas reais, extraíndo a sua essência e aplicando as respectivas análises que conduzem a uma tomada de decisão e geração de soluções, a educação em engenharia deve ser mais inclusiva, abordando também o desenvolvimento das habilidades sociais, pessoais e metodológicas (GUERRERO; PALMA; LA ROSA, 2014).

Quadro 5: Competências e habilidades do profissional do futuro.

CLASSE	N	HABILIDADES E COMPETÊNCIAS	DESCRIÇÃO DAS HABILIDADES E COMPETÊNCIAS
METODOLÓGICA	1	Resolução de problemas	Os profissionais devem ser capazes de identificar erros e melhorar processos.
	2	Pensamento empreendedor	Cada profissional com responsabilidades e cargos mais estratégicos devem agir como empreendedores. Pensamento empreendedor é movido pelo modo de pensar (sempre identificando oportunidades, calculando riscos) e modo de agir (elaborando soluções e montando um negócio).
	3	Eficiência na resolução de problemas	Problemas complexos precisam ser resolvidos de forma eficiente (por exemplo, utilizando análise de dados).
	4	Tomada de decisão	Uma vez que os profissionais terão maior responsabilidade nos processos, devem ser capazes de tomar decisões.
	5	Criatividade	A criatividade é necessária para a criação de produtos, serviços e processos inovadores.
	6	Habilidades analíticas	Estruturar e analisar grandes quantidades de dados e processos complexos.
	7	Habilidades de pesquisa	Ser capaz de usar fontes confiáveis para aprendizado contínuo em ambientes de mudança.
TÉCNICA	8	Estado da arte do conhecimento	O aumento da responsabilidade no ambiente de trabalho, faz do conhecimento um fator cada vez mais importante.
	9	Habilidades técnicas	Habilidades técnicas mais abrangentes são necessárias para mudar de atividades operacionais para atividades mais técnicas.

	10	Compreender novos processos	Processos de alta complexidade demandam um entendimento mais amplo e profundo do processo.
	11	Habilidades de mídia	O aumento de tarefas e trabalhos virtuais demandam a habilidade de usar dispositivos inteligentes.
	12	Habilidades de programação	O aumento de processos digitalizados criam uma demanda por profissionais com habilidades de programação.
	13	Compreender sobre segurança da informação	Trabalhos virtuais em servidores ou plataformas obriga os profissionais a conhecerem sobre segurança cibernética.
PESSOAL	14	Flexibilidade	O aumento do trabalho virtual faz com que os funcionários se tornem independentes do tempo e do local; a rotação de tarefas exige ainda que os funcionários sejam flexíveis com suas responsabilidades profissionais.
	15	Complacência	Regras mais estritas para segurança de TI, trabalho com máquina ou horário de trabalho.
	16	Tolerância	Aceitar mudanças devido a rotação ou reorientação de tarefas de trabalho.
	17	Motivação em aprender	Mudanças mais frequentes relacionadas ao trabalho tornam obrigatório que os funcionários estejam dispostos a aprender.
	18	Mindset sustentável	Os profissionais devem apoiar iniciativas de sustentabilidades.
	19	Capacidade de trabalhar sobre pressão	Os profissionais envolvidos em processos de desenvolvimento de produtos e inovação precisam lidar com o aumento da pressão, devido a ciclos de vida mais curtos do produto e menor tempo de colocação no mercado.
SOCIAL	20	Capacidade de liderança	Tarefas com mais responsabilidade e ambientes de trabalho com menos hierarquias, demandam que cada profissional seja um líder.
	21	Habilidades de se comprometer e cooperar	Os atores de uma cadeia de valor desenvolvem-se para igualar parceiros, desta forma, todo projeto precisa criar situações em que todos saem ganhando.
	22	Dominar mais de um idioma	Ser capaz de compreender e se comunicar com parceiros e clientes globais.
	23	Habilidade de trabalhar em equipe	O crescente trabalho em equipe e o trabalho compartilhado em plataformas virtuais demandam a capacidade de seguir as regras de trabalho em equipe.
	24	Habilidade de comunicação	A orientação ao serviço tem como demanda boas habilidades de escuta e apresentação, enquanto o aumento do trabalho virtual requer habilidades de comunicação virtual.
	25	Habilidade de networking	O trabalho em uma cadeia de valor altamente globalizada, requer a habilidade de formar redes de conhecimento.
	26	Habilidades interculturais	Compreender diferentes culturas, especialmente diferentes hábitos de trabalho.
	27	Habilidade de transferir conhecimento	As empresas precisam de reter o conhecimento com a própria empresa, desta forma é necessário trocar e registrar conhecimentos explícitos e tácitos.

Fonte: adaptado de Hecklau et al. (2016), página 4.

Contudo, para formar profissionais que provocam e fazem inovação nos ambientes em que estão inseridos e sejam dotados das competências e habilidades do profissional do futuro resumidas por Hecklau et al. (2016) é essencial que durante o processo de formação, os alunos

tenham acesso a ambientes e oportunidades que estimulem o questionamento de ideias tradicionais, criação de novas soluções, desenvolvimento de uma cultura de aprendizagem, utilização das informações para resolver problemas reais e geração de oportunidades para experimentar as consequências de suas tomadas de decisão (LEMÂITRE, 2018).

Deste modo, o próximo tópico explora o estado da arte sobre os modelos de educação em engenharia aplicados com vistas ao desenvolvimento de habilidades e competências em um perfil de engenheiro para atender a demanda do mercado.

2.2. Modelos de educação para a formação do engenheiro do futuro

Tendo em vista a necessidade de reformulação do sistema de educação em engenharia das instituições de ensino, novos modelos podem ser encontrados na literatura, cujas características englobam a transdisciplinaridade, criatividade e inovação para colocar o conhecimento teórico em prática e resolver problemas complexos do mundo real (ZHANG; LIU, 2009).

Dentre os modelos de ensino disponíveis na literatura, o Quadro 6 apresenta quatro modelos que foram reformulados com base na educação empreendedora em escolas de engenharia. A educação empreendedora motiva a mudança, a inovação e integra conhecimentos de finanças, negócios, economia, marketing, vendas, comunicação, gestão entre outros que juntos proporcionam aos estudantes o desenvolvimento de uma mentalidade que encoraja a criação de novas soluções para um problema que podem ser base de um novo negócio, ou até mesmo podem ser o início de um novo processo interno de uma organização (GARCÍA-RODRÍGUEZ et al., 2016; GRECU; DENES, 2017).

Assim, o objetivo da educação empreendedora é desenvolver o pensamento empreendedor e fomentar este perfil nos alunos por meio de uma abordagem multidisciplinar de aprendizagem pela experiência (STREETER; JAQUETTE; HOVIS, 2002), inserida em um contexto orientado à inovação tecnológica, projetos para solução de problemas reais, empreendedorismo, metodologias de educação e pesquisa aplicadas de forma integrada com disciplinas e cursos não só dos departamentos de engenharia, como também dos demais departamentos da universidade (ABDULWAHED, 2017).

Desta forma, estes modelos são caracterizados por diferentes metodologias que incentivam a aplicação de atividades práticas, proporcionando aos estudantes experiências com problemas reais, contando com uma maior interação entre os departamentos da universidade, a comunidade e empresas locais, incentivando um cenário cujo desenvolvimento beneficia não só a formação dos alunos, como também a participação e evolução do ecossistema como um todo (DIRGOVÁ; JANIČKOVÁ; KLENCOVÁ, 2018).

Quadro 6: Modelos para a formação de engenheiros com base na educação empreendedora.

Universidade	Modelo de Educação	Referência
<i>Cornell University</i>	<p>Disponibilização de disciplinas e experiências sobre empreendedorismo, exemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planos de negócio escritos pelos estudantes e apresentado ao “público do mundo real”. • Disciplinas envolvendo alunos em trabalhos com pequenas empresas. • Envolvimento do estudante em equipes para o desenvolvimento de produtos. • Envolvimento dos estudantes para auxiliar na administração de fundos de capital de risco. • Estágios focados em pequenas empresas ou empresas geridas por empreendedores. <p>Essas podem ser desenvolvidas em duas modalidades: i) modelo magnético, as abordagens sobre empreendedorismo são oferecidas por um departamento específico da universidade, que tem abertura para atender todos os estudantes, independente do curso ou de outros departamentos. ii) modelo radiante, o ensino da educação empreendedora é difundido por toda a universidade.</p>	Streeter, Jaquette e Hovis (2002)
(Proposta de um modelo geral, não aplicado em uma universidade específica)	<p>Apresentam um modelo de atividades para estimular o empreendedorismo na Universidade, baseado em três enfoques: interno, externo e operacional.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enfoque interno: disponibilização de uma infraestrutura para estimular o aprendizado do aluno, estimular a prototipagem de ideias e a troca de conhecimentos com alunos de diferentes cursos. • Enfoque externo: implementação de ações para divulgar o conhecimento para a comunidade por meio de palestras, seminários, mentorias, além de influenciar o contato com empresas para firmar parcerias. • Enfoque operacional: execução das ações voltadas para o ensino com abordagem empreendedora, multidisciplinar e interdisciplinar, desenvolvimento de habilidades transversais, utilização de metodologias ativas, além de incentivar a inovação, desenvolvimento de novos produtos e transferência de tecnologia. <p>Também são consideradas as ações para extensão, as quais contemplam as participações em competições, conferências, seminários e workshops, networking e compartilhamento do conhecimento.</p>	Grecu e Denes (2017)

<p><i>Qatar University</i></p>	<p>O modelo proposto é baseado em dois pilares: i) engenharia transformadora e desenvolvimento sustentável de talentos humanos; ii) tecnologias, produtos, serviços, inovações e startups, para formar um desenvolvimento econômico sustentável. Tais pilares são desenvolvidos por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programas acadêmicos: introdução dos alunos do primeiro ano de engenharia com atividades práticas e conexão com experiência profissional em campo; atividades extracurriculares envolvendo inovação tecnológica, projetos e programas de estágio em engenharia; atividades para incentivar a liderança nos alunos de engenharia do ciclo básico. • Serviços: desenvolvimento profissional em pesquisa e prática em engenharia educacional (atividades voltadas para capacitação continuada dos membros do corpo docente); Hubs de aprendizagem de engenharia (prototipagem rápida e incubação). • Pesquisa: formação de grupos de pesquisa de tecnologia da inovação, projeto, empreendedorismo e educação na engenharia. <p>As necessidades organizacionais para implementação do departamento são: i) atrair professores para ensinar conteúdos multidisciplinares de engenharia (engenharia, inovação tecnológica, projeto e empreendedorismo); ii) aprimorar as ofertas de cursos gerais de engenharia e inovação sustentável; iii) apoiar bolsas de estudos em inovação tecnológica e educação em engenharia.</p>	<p>Abdulwahed (2017)</p>
<p><i>Zhejiang Institute of Mechanical and Electrical Engineering</i></p>	<p>CDIO, do inglês conceber, projetar, implementar e operar, é um modelo de educação em engenharia baseado em três metodologias de aprendizagem ativa: aprender pelo pensar (<i>learning by thinking</i>), aprender fazendo (<i>learning by doing</i>) e o aprender pelo uso (<i>learning by use</i>). Também se utiliza da disciplina baseada pelo <i>Project based learning</i> (PBL). As etapas que envolvem o desenvolvimento da disciplina são:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conceber: os alunos devem elencar alguns projetos para serem abordados e desenvolvidos na disciplina, dentre estes devem escolher qual projeto vale mais a pena ser implementado. Essa etapa demora de uma a duas semanas para ser realizada. • Projetar: o projeto é desenvolvido de acordo com a demanda após investigações no mercado e repetidas discussões em grupo. • Implementar: o projeto é implementado e modificado ciclicamente até atingir o resultado esperado. • Operar: nesta fase, o resultado final deve ser apresentado a turma, e todos do grupo devem participar dessa apresentação mostrando o trabalho em PPT ou em uma apresentação real. <p>O ponto chave do CDIO é que ele pode ser desenvolvido de forma integrada com duas ou mais disciplinas, o que implica mais oportunidade para a solução ser composta por todas as áreas de conhecimento necessárias.</p>	<p>(ZHANG; LIU, 2009)</p>

Além dos modelos baseados na educação empreendedora, também são encontrados na literatura os modelos focados na aprendizagem pela experimentação e o aprender fazendo com o

uso de tecnologias emergentes da Indústria 4.0, como por exemplo, a manufatura aditiva, tendo a impressão 3D como o principal processo aplicado nos ambientes de aprendizagem. O Quadro 7 apresenta um resumo do estado da arte elaborado por Ford e Minshall (2019) sobre os modelos que utilizam a impressão 3D no processo de formação de engenheiros, com a adição de um modelo utilizado na Universidade de Brasília.

Quadro 7: Modelos com base na formação do engenheiro com base em tecnologias da Indústria 4.0.

Universidade	Prática identificada	Referência
Universidade da Filadélfia	Montagem de impressoras de projeto aberto, tendo como ponto focal os projetos de produtos mecatrônicos.	KAYFI, RAGAB, & TUTUNJI (2015)
Universidade de Ciências Aplicadas de Offenburg	Montagem de impressoras de projeto aberto para introduzir a impressão 3D para estudantes de engenharia de produção e áreas de negócio e posteriormente, uso da impressora para fabricação de modelos 3D.	JUNK & MATT (2015)
Universidade de Joanesburgo	Fabricação de modelos 3D para o processo de aprendizagem em laboratórios ou salas de aula, tendo como abordagem principal as propriedades mecânicas do material (modelos de testes de polímeros mostraram ser apropriados para este propósito em currículos de engenharia, testes mecânicos tem sido incorporados no currículo da graduação de engenharia mecânica do Departamento de Ciências da Universidade).	GOLUB <i>et al.</i> (2016); PIETERSE & NEL (2016)
Instituto de tecnologia de Israel	Alunos do quarto semestre de engenharia espacial trabalharam na criação de diferentes modelos de <i>spoilers</i> de asas, impressos em 3D para serem testados em tubos de vento.	KROLL & ARTZI (2011)
Universidade de Modena e Reggio Emilia; Universidade do Estado de Nova Iorque	Usada para permitir a aprendizagem baseada em projeto, no qual a partir de um problema, os alunos desenvolvem uma solução considerando projeto de desenvolvimento do produto, chegando à prototipação em I3D da solução inteira ou de um módulo.	ABREU <i>et al.</i> (2014); SERDAR (2016); GATTO <i>et al.</i> (2015)
<i>University of North Georgia's</i>	Integração da I3D no curso de computação gráfica para que os estudantes desenvolvem habilidades de modelagem, scanner e prototipagem.	PAYNE (2015)
<i>Tsinghua University's</i>	Criação de novas disciplinas para oferecer o desenvolvimento de habilidades de I3D, nos cursos de engenharia mecânica.	LIN <i>et al.</i> (2012)
Universidade Estadual de Londrina	Criação de novas disciplinas para oferecer o desenvolvimento de habilidades de I3D, no curso de Design Gráfico.	SAMPAIO <i>et al.</i> (2013)
<i>Missouri University of Science and Technology</i>	Desenvolvimento de habilidades de I3D por meio de cursos focados em modelagem e projeto de CAD; modelagem de produto; prototipagem rápida; desenvolvimento de produto integrado. Todos os cursos variam do nível básico ao avançado.	LIOU, LEU & LANDERS (2012)

<i>Colorado State University-Pueblo</i>	A I3D é utilizada em programas de engenharia de produção e engenharia mecatrônica, estando integrada em 12 cursos no total.	JAKSIC (2014)
<i>MIT</i>	Um curso de graduação avançado para ensinar os fundamentos da manufatura aditiva.	GO & HART (2016)
<i>University of Texas at Austin and Virginia Tech's</i>	Cursos de I3D para graduação e pós-graduação, abordando os princípios do projeto para manufatura aditiva e aplicação do aprendizado por meio de metodologias de aprendizagem baseada em projetos e baseada em problemas.	WILLIAMS & SEEPERSAD (2012)
<i>Metropolitan State University of Denver</i>	Implantação do programa de tecnologia de engenharia mecânica, utilizando a fabricação digital para elevar o nível de conhecimento dos alunos de graduação em design industrial e mecânica.	PAUDEL & KALA (2016)
Universidade de Brasília	Implantação de um laboratório de fabricação digital, acessível a toda comunidade acadêmica com os seguintes objetivos: i) incentivar a integração entre a teoria e a prática em disciplinas da engenharia e projetos de disciplinas dos demais cursos da universidade, ii) formar profissionais com habilidades e conhecimentos em relação a fabricação digital e iii) ser um prestador de serviços para a comunidade.	(JORGE; SANTOS, 2019)

Fonte: elaborado pela autora com base em Ford e Minshall (2019).

Diante dos quadros apresentados, observa-se que há diversos fatores que moldam os novos modelos de ensino, sendo esses carregados de combinações de metodologias de aprendizagem com elementos que as diferenciam das metodologias de ensino tradicionais. Essas são as metodologias de aprendizagem ativa e sua definição e características são apresentadas no próximo tópico.

2.3. Metodologias de aprendizagem ativa

Conforme a taxonomia dos objetivos educacionais estipulada por Benjamin S. Bloom em 1956, as possibilidades de aprendizagem podem ser divididas em três níveis: cognitivo (abrange o conhecimento, compreensão e o raciocínio sobre determinado assunto, problema ou fato), afetivo (abrange as reações de ordem afetiva e de empatia – sensibilização de gradação de valores) e psicomotor (habilidade para colocar em prática e aplicar o conhecimento sobre determinada situação) (TABRIZI; RIDEOUT, 2017).

Para atingir esses níveis é indispensável a execução um processo de ensino no qual o aluno tenha uma maior responsabilidade e consciência sobre o que está sendo apresentado, ou seja, é necessária uma postura ativa para alcançar a fixação genuína do conhecimento, que conforme a

literatura é fruto de experiências, assim como de um maior envolvimento do estudante durante o processo de aprendizagem (TELENKO et al., 2016).

Deste modo, o aluno assume a corresponsabilidade pela sua formação, exercitando uma postura crítica, refletindo sobre os assuntos apresentados pelos professores, reconhecendo suas próprias ideias, expondo suas opiniões, escutando opiniões divergentes e discernindo sobre elas diante do que foi apresentado pelo professor, tendo assim, uma chance de impacto positivo no desenvolvimento da autonomia e motivação do estudante a medida em que esse sentimento de corresponsabilidade aumenta (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

Para que o aluno possa exercer a autonomia dentro da sala de aula é necessário que o professor também tenha uma postura diferente a qual, conforme Reeve (2009), deve nutrir os recursos motivacionais internos, oferecer as orientações e estar disponível para explicar sobre o conteúdo ou atividade, por meio de uma linguagem informacional, ser paciente com o ritmo de aprendizagem do aluno, saber lidar (reconhecer e aceitar) as expressões de sentimentos negativos dos alunos.

Para estimular a postura ativa do aluno também é necessário promover a interação entre a comunidade local, pares e familiares no processo de formação, a fim de que esses relacionamentos possibilitem experiências no mundo real, suscitando a capacidade para identificar problemas, reconhecer oportunidades, propor soluções, identificar e calcular riscos e criar negócios que tragam melhorias para os contextos em que estiverem inseridos (DIRGOVÁ; JANIČKOVÁ; KLENCOVÁ, 2018; OECD, 2018).

Contudo, dois fatores contribuem para que o aluno tenha uma postura ativa no processo de aprendizagem: i) uma base sólida dos conhecimentos técnicos; ii) ambiente de aprendizagem personalizado que apoia e motiva o estudante para que este encontre conexão entre suas paixões, que possibilite a vivência de experiências, oportunidades e assim fazer com que o aluno desenvolva seus próprios projetos e processos de aprendizagem em colaboração com outras áreas (OECD, 2018).

Dentro desse ambiente de aprendizagem personalizado são desenvolvidas atividades como estudos de caso, discussões em grupo, simulações de soluções para situações problema, aprendizagem por jogos de computador, desenvolvimento de planos de negócio, apresentações de

palestrantes atuantes no cenário real dos temas em questão (DANIEL, 2016), além da integração de conhecimentos de finanças, economia, marketing, vendas, comunicação, gestão entre outros que proporcionam o desenvolvimento de uma mentalidade que encoraja a criação de novas soluções (GARCÍA-RODRÍGUEZ et al., 2016; GRECU; DENES, 2017).

Desta forma, as metodologias de ensino aplicadas nos ambientes de aprendizagem que estimulam a postura ativa dos alunos são denominadas metodologias de aprendizagem ativa, que correspondem ao processo no qual os estudantes vigorosamente assimilam o material que está sendo ensinado e não apenas absorvem a informação de forma passiva. Trata da transferência de responsabilidade para o estudante, sendo que o professor deixa de ter o papel de principal responsável pela aprendizagem do aluno e passa a ter o papel de guia (TELENKO et al., 2016).

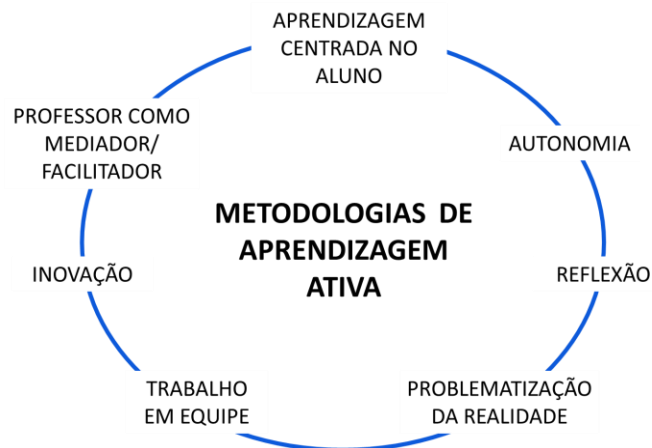
Os métodos de aprendizagem ativa são fundamentados em princípios educacionais e em resultados de pesquisa cognitiva que comprovam que a aprendizagem é um processo dinâmico de construção do conhecimento, cuja participação ativa dos alunos é o elemento fundamental para criar experiências de aprendizagem no nível cognitivo, psicomotor e afetivo, contando com abordagens que envolvem a integração entre a teoria e a prática com situações reais, a fim de desenvolver habilidades e competências que serão requeridas dos estudantes assim que forem atuar profissionalmente (ARAÚJO et al., 2016; MENEKSE et al., 2013; RIBEIRO, 2008).

Este modelo diverge da abordagem de aprendizado tradicional que é caracterizada pelo método passivo, no qual o professor é o principal protagonista do processo de aprendizagem e orientador do ambiente de ensino para uma preparação puramente intelectual dos estudantes, deixando de lado os problemas e questões sociais. Além disso, os conteúdos passados na sala de aula têm caráter de verdades absolutas e inquestionáveis, sem espaço para vivência de descobertas e experiências pelo aluno. Ou seja, são apresentados de forma expositiva, com um processo de aprendizagem repetitivo e mecânico (ARAÚJO et al., 2016).

Deste modo, o diferencial da aprendizagem ativa está no fato de ter o aluno como o protagonista de um processo de aprendizagem que além da formação técnica e cognitiva, proporciona experiências para a aplicação do conhecimento em situações práticas (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017). Os pilares das metodologias de aprendizagem ativa são apresentados na Figura 1.

O pilar de aprendizagem centrada no aluno parte da perspectiva de ativar o aprendiz nos estudantes tirando-os da posição de expectadores e colocando-os no centro do processo, a fim de que assumam a corresponsabilidade pelo seu aprendizado e deste modo, o foco de toda a trajetória do ensino passa do ato de ensinar para o ato de aprender (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

Figura 1: Pilares das metodologias de aprendizagem ativa.



Fonte: Diesel, Baldez e Martins (2017).

Uma forma de provocar uma atuação mais ativa dos alunos em sala de aula e desenvolver a autonomia é utilizando abordagens de problematização da realidade e reflexão, sendo estes o terceiro e quarto pilar das metodologias ativas. Neste cenário papel do professor consiste em instigar a vontade de aprender por meio da problematização dos conteúdos, apresentando-os em contextos de situações reais, fomentando o desenvolvimento de um pensamento orientado a como aplicar e utilizar o conteúdo para compreensão e solução de situações práticas (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

Em sequência aos pilares, tem-se o trabalho em equipe, derivado da dinâmica aplicada pelas metodologias ativas, que abrange o espaço da sala de aula permitindo mais interação entre os mesmos, uma vez que a problematização e reflexão sobre situações exige a discussão de ideias, confronto de opiniões, planejamento e tomada de decisões que considerem todos os atores envolvidos (SALINAS-NAVARRO; GARAY-RONDERO, 2019).

O pilar de inovação está relacionado com a capacidade dos docentes em inovar em relação aos métodos de ensino, assim como a capacidade dos alunos em pensar em soluções e aplicar formas inovadoras para encarar as situações problema, estando preparados para contribuir com novos negócios. Tendo em vista o tripé social, ambiental e econômico, a inovação tem a ver com a capacidade dos alunos em propor soluções e condições sustentáveis para um futuro melhor, atuando com responsabilidade (OECD, 2018).

Por último, tem-se o pilar do professor, que sai do centro do processo de aprendizagem para ter um papel transversal no ensino, guiando o aluno para atingir todos os níveis de aprendizagem cognitiva, afetiva e psicomotora, tendo significado contextualizado e significativo para o estudante.

Essa não é uma tarefa trivial e exige mais esforço do professor, que deve estar em constante renovação dos seus métodos de ensino, além de se reprogramar no sentido de como e quando intervir nas discursões e trabalhos em grupo na sala de aula, como manter a construção simultânea de conhecimentos e como contribuir com a autonomia dos alunos (IGLESIAS; PAZIN-FILHO, 2014). Segundo Reeve (2009), o professor deve ter uma postura que:

- Nutre os interesses pessoais;
- Oferece explicações práticas da importância do estudo de um determinado conteúdo, assim como para a realização de determinada atividade;
- Não se prende ao uso de linguagens puramente formais;
- Compreende e respeita o ritmo de aprendizagem dos alunos;
- Reconhece e aceita as expressões de sentimentos negativos.

A fim de contribuir com os pilares das metodologias ativas para a formação de um ambiente de aprendizagem pelo qual os alunos possam desenvolver habilidades e competências que os prepare para atuar profissionalmente enfrentando problemas reais, os pilares que sustentam tais metodologias também devem ser considerados em um ambiente transdisciplinar, isso porque os profissionais de engenharia estão cada vez mais sujeitos a enfrentar problemas complexos da sociedade, como por exemplo a escassez de energia, poluição, transportes, meio ambiente, desastres naturais, segurança, saúde, além da fome e da crise global de água que desafiam a existência do mundo da forma como conhecemos (ERTAS, 2010).

Deste modo é de suma importância que as metodologias ativas sejam implantadas em ambientes subsidiados por uma abordagem transdisciplinar, uma vez que essas são orientadas para resolver problemas relevantes e não definidos que abarcam o tripé da sustentabilidade em relação a sociedade, que crescem e aumentam cada vez mais de forma complexa e independente – a maioria dos problemas de engenharia podem ser identificados deste modo (WOGNUM et al., 2019). Transdisciplinaridade é ultrapassar a interdisciplinaridade e multidisciplinaridade pela integração e relação entre as ciências naturais e técnicas, com as ciências sociais e práticas (ERTAS, 2010).

A ideia da transdisciplinaridade é que não há como resolver os problemas da sociedade, assim como os problemas da nova era e novos desafios que se apresentam aos estudantes e futuros profissionais, com o envolvimento de apenas uma área de conhecimento, assim como também não há como resolver esses problemas com apenas uma pessoa que domine várias áreas de conhecimento. A chave é a colaboração entre diferentes áreas e diferentes profissionais (OECD, 2018).

Uma vez que apresentados os elementos das metodologias de aprendizagem ativa, faz-se necessária a compreensão do estado da arte sobre as formas em que essas metodologias podem ser implementadas. Este item é abordado no próximo tópico.

2.4. Métodos de aprendizagem ativa

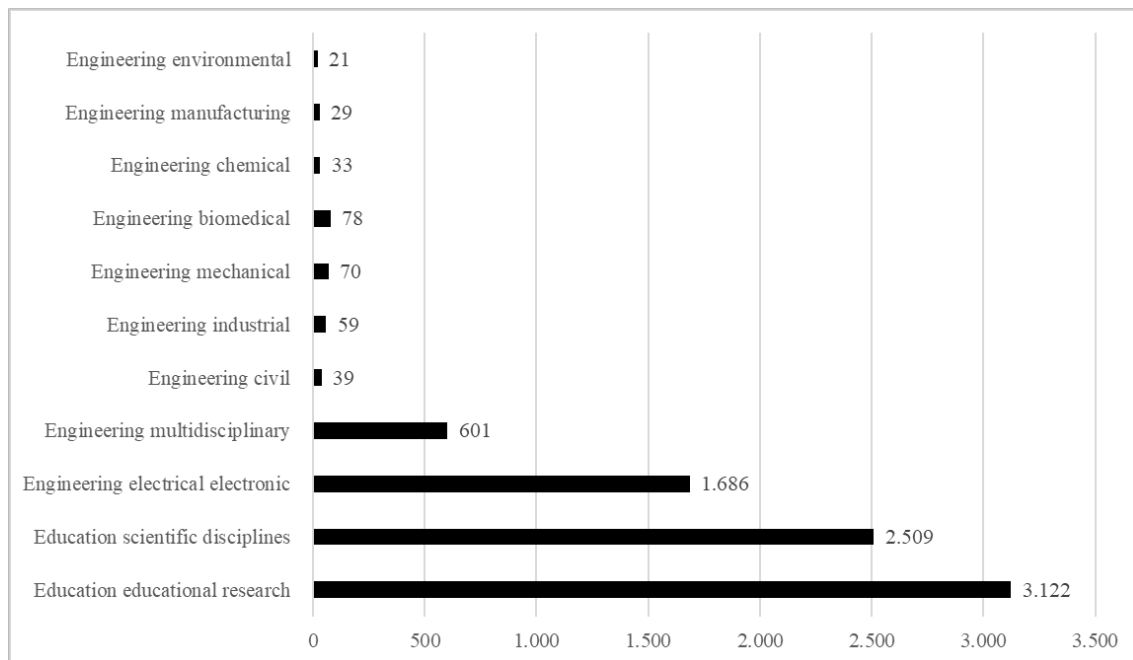
Quando se pesquisa o termo “metodologias de aprendizagem ativa” na literatura (especificamente o termo “*active learning*” utilizando como base de pesquisa o “*Web of Science*”) são encontrados 11.664 documentos publicados de 1.905 a 2.020. Refinando para as áreas de interesse do tema abordado por este trabalho (engenharias), tem-se como resultado 6.753 (Figura 2).

Refinando para o ano de 2.000 a 2.020 são 6.494 publicações, que começaram a atingir a marca de 1.000 documentos publicados a partir de 2.009. Tal resultado apresenta um h-index de 79, indicando o número de artigos com citações maiores ou iguais a 79, sendo estes os artigos de maior impacto no tema em questão. Estes artigos foram analisados e classificados com base no método de aprendizagem ativa apresentado (Apêndice I). Em seguida os métodos identificados foram escritos de forma padronizada (Apêndice II), a fim de se realizar uma contagem dos mais

citados e mais relevantes para o tema em questão. Como resultado, os métodos mais relevantes para aprendizagem ativa são (Apêndice III):

- *Flipped Classroom* – Sala de aula invertida;
- *Problem-based learning (PBL)* – Aprendizagem baseada em problemas;
- *Cooperative learning* – Aprendizado cooperativo;
- *Peer-led team learning (PLTL)* – Aprendizagem em equipe liderada por pares;
- *Collaborative learning* – Aprendizado colaborativo;
- *Game-based learning* – Aprendizagem baseada em jogos;
- *Inquiry-based learning* – Aprendizagem baseada em investigação e verificação;
- *Blended classroom* – Aprendizagem híbrida;

Figura 2: Resultados da pesquisa do termo “active learning” no *Web of Science*.



Fonte: elaborado pela autora.

Na sequência deste tópico, os métodos acima são apresentados de forma detalhada, buscando-se identificar os pontos de definição, abordagem ou forma de aplicação dessas metodologias, assim como suas características principais e, caso identificado na literatura, também serão apresentadas as vantagens e desvantagens.

2.3.1. Sala de aula invertida

Na metodologia da sala de aula invertida o ensino ocorre pela disseminação do conteúdo fora da sala de aula em formato digital e na aula presencial, onde o tempo é destinado para o desenvolvimento de atividades interativas (MASON; SHUMAN; COOK, 2013). Tal abordagem facilita a interação entre estudantes e professores, proporcionando uma aprendizagem diferenciada por meio da inversão de eventos convencionais dentro e fora da sala de aula, sendo esses apoiados com tecnologias digitais (LAGE; PLATT, 2000).

Murillo-Zamorano, López Sánchez, Godoy-Caballero (2019), definem o método de sala de aula invertida como uma abordagem na qual as atividades de disseminação de conhecimento não estão concentradas apenas no ambiente da sala de aula, de modo que os estudantes podem acessar conteúdos de forma remota e independente. O tempo em sala de aula deve ser utilizado para que os alunos executem atividades que tradicionalmente eram consideradas dever de casa, focando em tirar dúvidas e sanar as dificuldades.

Deste modo, a sala de aula invertida é um modelo de ensino reverso, no qual os estudantes acessam os conteúdos fora da sala de aula, em um tempo fora da aula, podendo fazer esse acesso por diferentes formas e tecnologias, a fim de aproveitar a sala de aula para criar um ambiente de aprendizagem colaborativa onde os alunos trabalham em pares com a supervisão dos professores (MASON; SHUMAN; COOK, 2013).

Os princípios desta metodologia são apresentados por Kim et al. (2014), tendo como base o *framework* de desenvolvimento de projetos com aprendizagem centrada no aluno, cujos princípios são classificados em quatro áreas: presença do docente, presença do aluno, presença social e presença cognitiva (Quadro 8). Os três principais objetivos desse método são: acesso à informação, avaliação e *feedback*, construção do conhecimento.

Quadro 8: Princípios da metodologia da sala de aula invertida.

Presença do docente	Prover um incentivo para os estudantes se prepararem para a aula. Prover mecanismos para avaliar a aprendizagem do aluno. Disponibilizar feedbacks individuais e em grupo.
Presença do aluno	Prover tempo suficiente para os estudantes realizarem as tarefas.
Presença social	Facilitar a construção de uma comunidade de aprendizagem. Prover fácil acesso a tecnologias conhecidas.

Presença cognitiva	Prover aos alunos acesso aos conteúdos antes da aula. Fornecer uma conexão entre o que é feito dentro da sala de aula e o que é disponibilizado fora desse ambiente. Disponibilizar aos alunos uma tutoria clara, bem definida e estruturada.
--------------------	---

Fonte: elaborado pela autora com base em Kim et al. (2014).

Com base nos princípios apresentados, observa-se que tal metodologia pode ser aplicada de várias formas: resolução de problemas em grupo, aplicação de questionários, atividades fora de casa como palestra em vídeo, questionários, comentários em vídeos, fóruns de discussão (LAGE; PLATT, 2000). Dentre essas formas é identificado que a tecnologia tem um importante papel, sendo uma das principais formas de levar as atividades da sala de aula para fora e vice-versa, proporcionando flexibilidade para todo o processo da aprendizagem centrada no aluno (MURILLO-ZAMORANO, SANCHEZ & GODOY-CABALLENO, 2019).

2.3.2. Aprendizagem baseada em problemas

O método *problem-based learning (PBL)*, traduzido como aprendizagem baseada em problemas, considera que a aprendizagem é aperfeiçoada pela interação social e que é melhorada quando os estudantes são expostos a situações reais (ARAÚJO et al., 2016). Este método pode ser utilizado em qualquer contexto ou situação de ensino, podendo oferecer respostas satisfatórias a problemas que tenham consistência com os problemas do mundo real, os quais supostamente irão resolver em suas vidas profissionais (HELMI; MOHD-YUSOF; PHANG, 2016).

No PBL, o professor tem o papel de facilitador no processo de aprendizagem e o estudante tem um papel ativo na realização de tarefas para resolver problemas do mundo real (SIROTIK; SHARMA, 2019). Deste modo, o método é focado na experiência que ocorre por meio de uma investigação, explicação e resolução de um problema real, a fim de que os estudantes possam se transformar em aprendizes ativos, uma vez que o fato de aprender por meio de um problema real, faz dos estudantes os maiores responsáveis por seu próprio aprendizado (HELMI; MOHD-YUSOF; PHANG, 2016).

Neste método, os estudantes são organizados em grupos que irão trabalhar na solução de um problema, sendo papel do professor orientar e guiar os estudantes durante o ciclo do PBL, que consiste na apresentação do cenário do problema, identificação de fatos, geração de hipóteses, identificação das lacunas de conhecimento para solucionar o problema, aplicação do novo conhecimento e reflexão sobre o conhecimento aplicado (PRINCE; FELDER, 2006).

Desta forma, os alunos são apresentados a uma situação problema. Diante do contexto em que foram inseridos, os alunos devem formular o problema, identificando fatos relevantes. Essa parte do processo é importante, pois os estudantes começam a entender o problema e em seguida, são capazes de gerar hipóteses sobre as possíveis soluções para o problema (HMELO-SILVER, 2004).

Para identificar de fato uma solução diante das hipóteses levantadas, os estudantes se deparam com uma importante etapa do PBL, que é a falta de conhecimento para chegar a uma resposta, o que fomenta o processo de aprendizagem autônoma, ou seja, o aluno por necessidade própria, vai em busca do conhecimento para, em seguida, aplicar esse conhecimento e escolher uma das hipóteses. Ao final, os estudantes refletem sobre o conhecimento adquirido durante o processo (HMELO-SILVER, 2004).

Ainda segundo a autora Hmelo-Silver (2004), esse método compõe uma família de abordagens, que inclui também o método de instrução ancorada e a abordagem baseada em projetos. Tais abordagens diferem em termos de tipo e papel do problema, o processo de solução do problema e as ferramentas utilizadas. O Quadro 9 apresenta cada uma das abordagens e suas diferenças conforme o problema, papel do problema, processo, papel do professor, colaboração e ferramentas.

Observa-se que essas abordagens enfatizam que o estudante é o principal responsável pelo seu aprendizado, considerando a construção do conhecimento por meio de experiências e grupos colaborativos. Também assumem que o papel, tanto do aluno quanto do professor é diferente das abordagens tradicionais, uma vez que o professor é identificado como um facilitador da aprendizagem colaborativa, guiando os alunos durante o processo.

As vantagens do método PBL, consistem na capacidade de tornar a aprendizagem mais dinâmica e envolvente, compartilhada tanto pelos estudantes, quanto pelos docentes, dando aos mesmos mais motivação para o trabalho e desenvolvendo nos alunos a capacidade de aprendizagem contínua, ou seja, aprendizagem autônoma pelo resto da vida, uma vez que identificado o apreço pelo estudo (ARAÚJO et al., 2016).

Quadro 9: Abordagens para a aprendizagem baseada em experiências com problemas reais.

	PBL (Aprendizagem baseada em problema)	Instrução Ancorada	Aprendizagem baseada em projeto
Problema	Problema real não estruturado.	Narrativa de vídeo que finaliza com um problema complexo.	Questões direcionadoras.
Papel do problema	Foco para aprender informações e estratégias de raciocínio.	Prover experiências compartilhadas para que os estudantes possam compreender como o conhecimento pode auxiliar no processo de solução de problemas. Os vídeos auxiliam na compreensão do problema.	Foco no processo de investigação científica, que leva a produção de artefatos.
Processo	Identificar fator, gerar ideias e problemas de aprendizagem, aprendizagem autônoma, aplicação e reflexão.	Planejamento guiado e geração de objetivos específicos.	Previsão, observação e ciclos de explicação.
Papel do professor	Facilitar o processo de aprendizagem e modelo de soluções.	Envolver o conhecimento prévio dos alunos, modelar estratégias de solução, fornecer instruções aos alunos quando necessário.	Introduzir conteúdos relevantes antes e durante o processo de investigação.
Colaboração	Negociação de ideias Cada estudante pode apresentar para o grupo um novo conhecimento para aplicar no problema.	Negociação de ideias e estratégias entre pequenos grupos e toda a turma.	Negociação de ideias em pares e com os membros da comunidade local.
Ferramentas	Quadro estruturado Recursos de aprendizagem identificados pelos estudantes.	Reprodutor de vídeo. Ferramentas para especificação de problemas.	Ferramentas baseadas em computador que suportem o planejamento, coleta de dados e análises, modelagem e coleta de informações.

Fonte: Hmelo-Silver (2004), página 238.

Hmelo-Silver (2004) evidencia que os principais objetivos das abordagens baseadas em problemas são:

- Construir uma base de conhecimento extensa e flexível;
- Desenvolver habilidades efetivas de resolução de problemas;
- Desenvolver habilidades autônomas de aprendizagem ao longo da vida;
- Transformar os estudantes em colaboradores eficazes;
- Deixar os estudantes motivados em aprender.

Como vantagem, Araújo et al. (2016) também identificam o desenvolvimento da habilidade de respeitar opiniões diversas, construção de consensos, responsabilidade em relação ao cumprimento de prazos, capacidade de estudo e trabalho autorregulado.

O método também apresenta desvantagens em relação a dificuldade de abordar em profundidade todo o conteúdo programático, sendo que, a questão do tempo disponível para a resolução dos problemas pode exprimir na equipe uma carga de trabalho muito além da sala de aula, além disso, pode sobrar pouco tempo para ministrar o conteúdo com qualidade em sala, abordando um menor volume de conteúdo (ARAÚJO et al., 2016).

2.3.3. Aprendizagem híbrida (ou aprendizagem semi-presencial)

O *Blended classroom* ou *Blended Learning (BL)*, traduzido como aprendizagem híbrida, consiste em instruir o conteúdo por meio da combinação entre o tempo em sala de aula com o tempo de instrução virtual (PORTER et al., 2014). Além dessa definição, também são encontradas na literatura, referências que definem a aprendizagem combinada como uma junção de modalidades e métodos de ensino, que podem ser aplicados por meio de várias combinações (GRAHAM, 2012).

Graham (2012) apresenta três casos práticos de aplicação do método de aprendizagem combinada, considerando: modelos de ensino fundamental e médio; modelos de ensino superior; modelos corporativos (Quadro 10). Em cada um dos casos é possível observar as alternativas de modalidades para a aplicação do método de aprendizagem híbrida, assim como as características que tornam cada modelo elegível como melhor opção para o desenvolvimento do aluno, levando em consideração o seu contexto, nível de aprendizagem e limitações.

Quadro 10: Modelos de aprendizagem combinada.

Etapa	Modelo	Descrição
Ensino fundamental e médio	Direcionador presencial	A maioria das disciplinas do curso são ministradas presencialmente. O aprendizado on-line é implementado caso a caso para dar suporte as necessidades do aluno.
	Alternado	Os estudantes variam entre o ambiente on-line, individual e a tradicional sala de aula liderada pelo professor. O ensino on-line pode ser remoto ou acessado dentro da escola. Os professores supervisionam o trabalho on-line.
	Flex	A maior parte do curso é por plataforma on-line. Os professores fornecem o suporte necessário on-line.

	Laboratório online	A plataforma on-line oferece o curso em um ambiente de laboratório físico. Os alunos interagem com um instrutor on-line em torno do conteúdo do curso. Os alunos são supervisionados por um monitor.
	Auto-mistura	O aprendizado on-line é remoto e complementar, os cursos tradicionais são presenciais.
	Ensino a distância	Plataforma on-line e professor remoto fornecem todos os cursos. Os alunos trabalham remotamente. Às vezes, atividades presenciais são opcionais e outras vezes obrigatórias. Alguns programas permitem a participação em atividades extracurriculares tradicionais.
Ensino superior	Complementar	Fornecimento materiais complementares em plataformas virtuais; Testes virtuais; Atividades extras em ambientes virtuais. As atividades virtuais podem ser feitas em um laboratório ou em casa.
	Por substituição	Redução dos encontros presenciais em sala de aula; Substituição das atividades presenciais em sala de aula por atividades online. As atividades virtuais podem ser feitas em um laboratório ou em casa.
	Central	Eliminação dos encontros presenciais. Substituição de uma infraestrutura de recursos de aprendizagem por: materiais virtuais; assistência pessoal conforme demanda.
	Variado	Os estudantes escolhem as opções de aprendizado: leitura; conteúdos on-line; laboratórios de experimentos; projetos individuais; atividades em grupo.
	Totalmente on-line	Todas as atividades de ensino são virtuais. Não são necessários encontros presenciais. Em alguns casos, pode ocorrer encontro presencial para retirada de dúvidas.
Ambiente corporativo	<i>Anchor blend</i>	Começa com aulas presenciais seguido de experiências com aulas e materiais em plataformas virtuais
	<i>Bookend blend</i>	Começa com uma experiência virtual ou presencial, acompanhada por uma experiência substantiva virtual ou presencial, encerrada pela aplicação prática do conhecimento em um trabalho.
	<i>Field blend</i>	O empregado recebe um conjunto de ativos instrucionais, ele escolhe onde e quando utilizar esses ativos, conforme necessário de acordo com os desafios. Muitas dessas instruções são disponíveis online. Instruções presenciais também podem fazer parte desse <i>mix</i> .

Fonte: elaborado com base em Graham (2012).

A literatura aponta que são diversas as formas de aplicação da aprendizagem combinada, as quais tem desvantagens como a incerteza quanto à qualidade e efetividade do ensino e quanto ao tempo ideal para dedicação nas atividades on-line. Como vantagens, são identificadas:

- Oferta de cursos que não estão disponíveis (presencial) na instituição de ensino;
- Conhecimento de necessidades específicas dos grupos de estudantes;
- Redução dos conflitos de horários para estudo;
- Acessibilidade e flexibilidade para o estudante.

2.3.4. Aprendizagem cooperativa

A aprendizagem cooperativa é um método de ensino caracterizado por trazer um conjunto de estratégias que promovem a cooperação entre os alunos, sendo estes organizados em grupos de dois a cinco integrantes, tendo como objetivo tanto a otimização da aprendizagem individual, quanto da aprendizagem do grupo (PRINCE, 2004).

Segundo Johnson e Johnson (1999) um esforço cooperativo não é premissa de qualquer grupo, as vezes este pode ter uma formação cuja soma do potencial total é menor do que o potencial de cada membro, sendo essa uma característica de um grupo com pseudo-aprendizagem ou uma abordagem de aprendizagem tradicional. A aprendizagem cooperativa, assim como todos os demais métodos apresentados é um procedimento versátil que pode ser utilizado para uma variedade de objetivos, visando sempre o trabalho em grupo para potencializar o processo de aprendizagem e fazer com que o potencial total do grupo seja maior do que o potencial individual.

Prince (2004) apresenta cinco princípios da aprendizagem colaborativa: interdependência positiva, responsabilidade individual, interação presencial, habilidades sociais, compreensão da função da equipe. Com base nestes princípios, os estudantes atingem resultados que trazem benefícios a todos, tendo em vista que eles aprendem a discutir o assunto uns com os outros e desenvolver o entendimento em conjunto, encorajando o grupo a trabalhar arduamente.

Apesar do foco ser no resultado do grupo, a performance individual é verificada constantemente, para garantir que todos os estudantes estão colaborando e participando do processo de aprendizagem (HELMI; MOHD-YUSOF; PHANG, 2016).

A aprendizagem cooperativa, pode ser formal ou informal. O processo formal de aprendizagem cooperativa consiste nos estudantes trabalhando juntos em uma aula, durante semanas ou durante um semestre, para atingir as metas de aprendizagem compartilhadas e completar tarefas específicas como solução de um problema, elaboração uma reportagem, condução de uma pesquisa ou experimento, ou até mesmo resolver as questões do capítulo de um livro (JOHNSON; JOHNSON, 1999). Nesses grupos formais de aprendizagem, os professores têm o papel de:

- Especificar os objetivos a serem atingidos, assim como as tarefas a serem realizadas, tamanho do grupo, método de condução das atividades, materiais necessários para realização das atividades e o papel de cada estudante;
- Definir como serão as formas de avaliação dos alunos, definir a estratégia e explicar para os alunos sobre a interdependência positiva e responsabilidade individual, assim como os critérios de sucesso e as habilidades sociais a serem utilizadas.
- Monitorar a atividade dos alunos e fornecer ajuda sempre que necessário, a fim de melhorar as habilidades interpessoais dos estudantes e do grupo como um todo.
- Avaliar o aprendizado dos estudantes e ajudá-los a compreender como os grupos funcionam.

Na abordagem informal da aprendizagem cooperativa, os alunos são organizados em grupos para trabalharem juntos em prol de uma meta de aprendizado conjunto, cuja duração é de alguns minutos (três a cinco minutos para discutir antes ou depois de um conteúdo apresentado) ainda no período da aula. Tal abordagem tem como objetivo atrair a concentração dos alunos para o assunto a ser apresentado, inserindo os alunos no contexto, ajudando a definir as expectativas sobre o aprendizado e assim, assegurar que eles estarão preparados para receber cognitivamente o conteúdo.

Johnson e Johnson (1999) ainda citam os grupos de base cooperativa como mais um tipo dessa abordagem, que consiste em grupos heterogêneos, formados por três ou quatro membros estáveis, tendo um longo período de duração, tendo como principal objetivo dar suporte e assistência para cada membro, auxiliando no seu progresso acadêmico. Desta forma, os grupos podem durar de um ano a vários anos, a fim de manter os membros com um desempenho consistente durante a graduação.

2.3.5. Aprendizagem colaborativa

Enquanto a aprendizagem cooperativa trata a respeito do desenvolvimento dos alunos por meio de atividades em grupo, a colaborativa trata a respeito de qualquer método instrucional no qual os estudantes trabalham juntos em torno de um objetivo comum, abordando inclusive, a aprendizagem cooperativa (PRINCE, 2004).

Apesar de ter características similares a aprendizagem colaborativa, o que a diferencia é que, enquanto a aprendizagem cooperativa geralmente está focada nos alunos trabalhando em grupo com responsabilidades e papéis bem definidos, onde cada um colabora com uma parte para a entrega final, a aprendizagem colaborativa se diferencia pelo fato dos alunos terem objetivos mais fluidos, trabalhando em grupos com papéis e responsabilidades compartilhadas, assim como o papel compartilhado de decisão sobre os caminhos a serem tomados para atingir o objetivo em comum. Deste modo, os grupos colaborativos tem mais autogeridos em relação a decisão dos tipos de interações que terão (SAWYER; OBEID, 2017).

2.3.6. Aprendizagem em equipe liderada por pares

Na aprendizagem em equipe liderada por pares - PLTL (do inglês *peer-led team learning*), grupos de aproximadamente oito estudantes são guiados pelos pares, ou seja, mentores treinados para, de forma colaborativa, auxiliar os alunos na resolução de um problema, desafio ou questão apresentada pelo professor em workshops estruturados. Os mentores são alunos que concluíram a disciplina recentemente, tiveram um bom desempenho e manifestaram interesse em ajudar os outros no processo de aprendizagem, aptidão com o conteúdo e habilidade de comunicação (SNYDER et al., 2016).

A aprendizagem liderada por pares envolve seis componentes críticos (WILSON; VARMA-NELSON, 2016):

- Envolvimento do corpo docente: os professores devem ser agentes diretamente relacionados com os workshops, assim como o treinamento dos pares dos workshops;
- Integral ao curso: os workshops são a característica principal da metodologia;
- Seleção e treinamento dos pares: os pares, ou mentores, devem ser selecionados e capacitados para liderar os grupos no processo de ensino e aprendizagem;
- Materiais apropriados: os conteúdos para a execução dos workshops devem ser bem selecionados e devem ter característica desafiadora a fim de encorajar a aprendizagem ativa e ser possível de ser bem trabalhada em grupos de aprendizagem colaborativa;
- Estrutura adequada: deve ser considerada uma estrutura que comporte o tamanho do grupo, espaço, tempo, nível de ruído entre outros, além de promover o aprendizado e atividade em grupo;

- Suporte administrativo: os *workshops* devem ser reconhecidos e apoiados pelos departamentos da instituição.

Em metodologias focadas na aprendizagem em grupos, todo o processo de discussão, compreensão e negociação de ideias para desenvolver soluções é uma forma colaborativa de construção do conhecimento, e no PLTL a presença dos pares auxilia na condução e evolução do conhecimento, sendo que estes tem um grande papel de facilitadores durante os momentos de aprendizagem (TIEN; ROTH; KAMPMEIER, 2002).

Uma característica interessante apontada na literatura é que alguns estudos indicam esse método como uma forma de melhorar os relacionamentos entre os alunos de diferentes culturas na universidade, principalmente os alunos recém-chegados, pois, com a abordagem do PLTL estes alunos podem ter contato com alunos que já passaram pelas disciplinas e recebem um apoio e incentivo no meio acadêmico (STOUT *et al.*, 2011). Tal impacto também foi observado por Stout et al. (2011) em relação a mentores do mesmo sexo, tendo grande impacto motivacional para as estudantes do sexo feminino nos cursos de exatas.

2.3.7. Aprendizagem baseada em jogos

Conforme a revisão da literatura apresentada por Qian e Clark (2016), a aprendizagem baseada em jogos é caracterizada por um cenário no qual a aplicação de jogos com determinados conteúdos, ambientes e desafios para a solução de problemas, proporciona aos alunos sensações de conquistas e aprimoramento da aquisição de conhecimentos e habilidades desejados.

O lançamento de jogos, gamificação e a aprendizagem baseada em jogos são formas distintas de jogos orientados ao entretenimento, projetados com razões e propósitos diferentes e, no caso do processo de aprendizagem, têm sido usados para proporcionar um ambiente para execução de desafios, os quais demandam concentração, uso máximo das habilidades, para atingir os objetivos desejados (QIAN; CLARK, 2016). Essa técnica de integrar trabalho com jogo caracteriza um estado psicológico chamado “*flow*”. O *flow* ocorre quando o estado mental atinge um alto nível de concentração e elevado aproveitamento durante a realização de determinada atividade intrinsecamente interessante (CSIKSZENTMIHALYI, 1996; CSIKSZENTMIHALYI & SCHNEIDER, 2000; citados por HAMARI et al., 2016).

Observa-se na literatura que as atividades cognitivas mais complexas e desafiadoras que fogem do comum, envolvem os alunos de uma forma mais profunda, sendo que o ambiente que simula a resolução de um problema gera mais envolvimento do que somente a solução de tópicos superficiais (HAMARI et al, 2016).

Sobre esse tipo de aprendizagem que permite atingir esse estado mental, pesquisas apontam que será cada vez mais comum o uso da gamificação como método para aumentar o engajamento dos alunos, pois este oferece ótimas condições de imersão a fim de desenvolver habilidades e competências no processo de aprendizagem durante a formação, melhorando os resultados desse processo (CRISP, 2014).

Tal estrutura de aprendizagem é formada para que os envolvidos atinjam um alto nível de desenvolvimento de habilidades, começando com pequenos desafios, evoluindo até a meta máxima executável. Esses níveis de desafios altos e baixos são selecionados conforme estados psicológicos: (a) apatia, resulta de pequenos desafios que demandam pouca habilidade; (b) relaxamento resultante de alta habilidade e pouco desafio; (c) ansiedade, resulta de altos desafios e baixo nível de habilidade; (d) *flow*, resultando de altos desafios e exigem altas habilidades (HAMARI et al, 2016). Tais habilidades são definidas como:

- (i) Pensamento crítico, caracterizado por um processo de julgamento intencional que resulta em interpretação, análise, avaliação e inferência (KITSANTAS; BAYLOR; HILLER, 2019), ou seja, é a habilidade de chegar a conclusões científicas, pensamento sistêmico, pensamento computacional, tomada de decisão e solução de problemas;
- (ii) Criatividade, que inclui pensamento divergente, geração de ideias inovadoras, originalidade, inventividade, engenhosidade e a capacidade de enxergar oportunidades de soluções em problemas (BINKLEY et al., 2010);
- (iii) Colaboração, capacidade de trabalhar em times, com respeito e eficiência, mostrar disponibilidade e flexibilidade para com os compromissos para atingir as metas e assumir a responsabilidade compartilhada (BINKLEY et al., 2010);
- (iv) Habilidade de comunicar de várias formas pensamentos e ideias para diferentes ambientes e públicos (BINKLEY et al., 2010).

Os principais elementos dos jogos utilizados como métodos de aprendizagem ativa são: promover um momento de aprendizagem significativa, por meio de desafios adaptados ao tema, curiosidade, expressão própria, descobertas, feedback imediato, metas claras, controle ao jogador, imersão, colaboração, competição, recompensas e chances de falhas. Tais elementos são associados a teorias de aprendizagem como o construtivismo social e a teoria do fluxo, com o intuito de que os alunos desenvolvam as habilidades do futuro (QUIAN & CLARK, 2016).

Uma dificuldade apontada na literatura em relação a esse método é o nível de complexidade para projetar os jogos, exigindo grande conhecimento sobre a teoria de desenvolvimento de jogos, assim como o conhecimento dos tópicos da academia e teorias efetivas de aprendizagem (HAMARI et al, 2016).

2.3.8. Aprendizagem baseada em investigação e verificação

A aprendizagem baseada em investigação e verificação (cujo termo em inglês é *inquiry-based learning*), tem por objetivo prover aos estudantes, oportunidades para que possam melhorar o seu entendimento sobre conteúdos e práticas abordados durante o ensino. Essa metodologia propicia o uso de embasamentos científicos para desenvolver a habilidade de pensar e agir em diversas situações nas quais tais conteúdos possam estar associados (EDELSON; GORDIN; PEA, 1999).

Esse processo pode ser caracterizado como a descoberta de relações casuais, com a formulação de hipóteses e testes pela condução de experimentos e observações, enfatizando uma participação ativa e responsabilidade dos estudantes por descobrir conhecimentos que são novos para o universo do estudante (PEDASTE et al., 2015).

Desta forma é proporcionado aos alunos um contexto no qual podem adquirir, esclarecer e fazer experimentações para compreender um conceito científico. Esse método proporciona aos alunos a oportunidade para atingir três objetivos de aprendizagem inter-relacionados: o desenvolvimento de habilidades gerais de investigação, verificação e o entendimento de conceitos e princípios da ciência (EDELSON; GORDIN; PEA, 1999).

As habilidades a serem desenvolvidas nesse processo estão relacionadas a gerar questionamentos sobre os assuntos apresentados e fazer pesquisas refinadas sobre o assunto,

planejar e gerenciar esse processo de investigação e ser capaz de analisar e comunicar os resultados e conclusões adquiridas.

São diversas as formas de aplicação deste método e conforme um levantamento na literatura feito por Edelson, Gordin e Pea (1999), alguns exemplos são: experimentação controlada, modelagem, síntese de recursos primários, exploração de dados quantitativos. Cada uma dessas formas de investigação tem uma forma de aplicação específica, que pode requerer habilidades específicas.

Os autores ainda enfatizam que o método de aprendizagem por investigação, apesar de parecer similar, não é a mesma coisa que a aprendizagem por descoberta. O método de aprendizagem permite não só a descoberta, mas o entendimento de um conteúdo científico, que pode ocorrer não só pela descoberta, mas também pela problematização, demanda, refinamento e aplicação (EDELSON, GORDIN & PEA, 1999).

Conforme a revisão da literatura feita por Pedaste et al. (2015), o ciclo de aplicação dessa metodologia pode ser resumido em cinco principais fases: orientação, contextualização (gerada pelo questionamento e geração de hipóteses), investigação (composta pelo planejamento, observação, experimentação, exploração, interpretação de dados e análises), conclusão, discussão (reflexão e comunicação). Cada fase é explicada a seguir.

- A fase de orientação é descrita como o processo de simulação da curiosidade sobre um tópico e a adição de um desafio de aprendizagem por meio de um problema.
- Contextualização é o processo de gerar questões sobre o problema, baseadas em teorias e hipóteses.
- Investigação é o processo onde ocorre o planejamento da exploração ou experimentação, coleta e análise de dados pela experimentação executada.
- Conclusão é o processo de responder as perguntas geradas na fase de contextualização, por meio da análise realizada na investigação.
- A discussão é apresentada como a última fase desse processo e se refere a apresentação das conclusões obtidas, a fim de gerar uma reflexão sobre a mesma.

Como todos os outros processos, também existem alguns desafios a serem vencidos quanto a aplicação dessa metodologia, os quais estão diretamente relacionados a motivação e

engajamento dos alunos no processo, acessibilidade a todas as diversas técnicas de investigação, além da maturidade dos alunos em relação ao conhecimento técnico e científico que deve estar no mesmo nível, caso contrário pode vir a dificultar o processo a execução de todas as fases. Além disso, também pode haver desafios relacionados a gestão efetiva das atividades pelos alunos, sendo que estes devem ter a capacidade de se organizar para executar o processo (EDELSON, GORDIN & PEA, 1999).

2.5. Resumo do capítulo

Neste capítulo buscou-se compreender o estado da arte relacionado a três principais itens, sendo que o primeiro engloba as habilidades e competências do engenheiro pela perspectiva tanto da academia quanto do mercado, seguido do levantamento das formas pelas quais as instituições de ensino estão se reestruturando para formar esse novo perfil de engenheiro e, dentro dessas formas, foram exploradas as metodologias de aprendizagem ativa, seus elementos teóricos, vantagens, desvantagens e as possibilidades de habilidades e competências a serem desenvolvidas por meio de sua aplicação.

Entende-se pela literatura revisada que o perfil do engenheiro preparado para atuar no cenário da Indústria 4.0, deve ser composto por habilidades e competências técnicas, metodológicas, pessoais e sociais. Isso porque este profissional deve além de ter o conhecimento técnico, ser capaz de trabalhar em conjunto com diferentes áreas para gerar conhecimento e implementar soluções para os problemas estruturados e não estruturados da Indústria 4.0, levando em consideração os interesses e impactos ambientais, sociais e econômicos.

A reestruturação das instituições de ensino em direção a formação destes profissionais considera métodos de ensino ativo, onde o aluno é o maior responsável pelo seu processo de aprendizagem. Dos diversos métodos encontrados na literatura, oito foram abordados neste trabalho e, no geral, suas características seguem os pilares da aprendizagem ativa: aprendizagem centrada no aluno, autonomia, reflexão, problematização da realidade, trabalho em equipe, inovação, professor como mediador.

3. ANÁLISE DAS METODOLOGIAS ATIVAS, HABILIDADES E COMPETÊNCIAS

Este capítulo trata sobre a organização do conhecimento por meio de uma análise semântica, estabelecida pelos conceitos e características apresentados na revisão da literatura. Tal análise permite identificar as distinções e semelhanças entre as metodologias de aprendizagem ativa abordadas neste trabalho (Sala de aula invertida; Aprendizagem baseada em problemas; Aprendizado cooperativo; Aprendizagem em equipe liderada por pares; Aprendizado colaborativo; Aprendizagem baseada em jogos; Aprendizagem baseada em investigação e verificação; Aprendizagem híbrida), assim como de forma arbitrária, identificar as habilidades e competências da Indústria 4.0 (apresentadas no tópico 2.1 do capítulo 2) desenvolvidas por cada uma.

Desta forma, este capítulo fornece a compreensão do estado da arte das possíveis contribuições que resultam da aplicação das metodologias de aprendizagem ativa no processo de formação do graduando em engenharia.

3.1. Organização do conhecimento

As metodologias de aprendizagem ativa compartilham entre si semelhanças e distinções que abrangem diversos aspectos como: o formato de apresentação do conteúdo, forma de condução, atuação do aluno na sala de aula, principal papel do professor, tipos de entregas dos alunos, tipo de avaliação dos alunos, insumos e ferramentas para realização das aulas, entre outros.

Para identificar esses aspectos foi utilizado um método de organização do conhecimento por meio de uma análise semântica, que teve como base o modelo de classificação de Hmelo-Silver (2004), utilizado para apresentar a metodologia PBL em sete aspectos: objeto da metodologia, papel ou premissas deste objeto, o processo pelo qual se aplica a metodologia, o papel do professor nesse processo, a contribuição da metodologia aplicada para o desenvolvimento do aluno, ferramentas utilizadas e resultados esperados.

Como tal classificação foi realizada com base no que dizem os autores da literatura, na análise foi acrescentada a classe “autor”, onde são relatadas as fontes da revisão da literatura que basearam essa classificação. O Quadro 11 apresenta o conteúdo organizado conforme o método estabelecido.

Quadro 11: Análise semântica para organização do conhecimento.

Metodologia	Flipped Classroom (FC) Sala de aula invertida
Objeto	Disseminação do conteúdo fora da sala de aula, em formato digital.
Papel do objeto	Preparação fora da sala de aula, aproveitando o tempo em sala para discussões e retirada dúvidas.
Processo	Disponibilizar conteúdos, avaliar em sala de aula a aprendizagem do aluno, disponibilizar feedbacks individuais e em grupo, oferecer suporte aos estudantes.
Papel do professor	Incentivar os estudantes para se prepararem para a aula. Prover mecanismos para avaliar a aprendizagem do aluno. Disponibilizar feedbacks individuais e em grupo.
Contribuição	O estudante pode se preparar de acordo com a sua disponibilidade de tempo e níveis de compreensão.
Ferramentas	Questionários; Plataformas de vídeo; Plataformas de compartilhamento do conhecimento.
Resultados esperados	Capacidade de estudo autorregulado.
Autores	MASON; SHUMAN; COOK, 2013. LAGE et al., 2000. Bergmann e Sams (2012). Murillo-Zamorano, Sanchez e Godoy-Caballeno (2019). Findlay-Thompson and Mombourquette (2014). Kim et al. (2014).

Metodologia	Problem-based learning (PBL) Aprendizagem baseada em problemas
Objeto	Problema real não estruturado.
Papel do objeto	Foco para aprender informações e estratégias de raciocínio.
Processo	Apresentar o cenário do problema, identificar fatos, gerar hipóteses, identificar as lacunas do conhecimento para resolução do problema, aplicação do novo conhecimento, reflexão sobre o conhecimento aplicado.
Papel do professor	Facilitar o processo de aprendizagem e modelo de soluções.
Contribuição	Negociação de ideias. Cada estudante pode apresentar para o grupo um novo conhecimento para aplicar no problema.
Ferramentas	Recursos de aprendizagem identificados pelos estudantes.
Resultados esperados	Construir uma base de conhecimento extensa e flexível; Desenvolver habilidades efetivas de resolução de problemas; Desenvolver habilidades autônomas de aprendizagem ao longo da vida; Transformar os estudantes em colaboradores eficazes; Deixar os estudantes motivados em aprender/Capacidade de estudo e trabalho autorregulado; Respeitar opiniões diversas, construção de consensos; Responsabilidade em relação ao cumprimento de prazos.
Autores	RIBEIRO et al., 2008. ARAÚJO et al., 2016. HELMI, MOHD-YOUSF & PHANG, 2016. SIROTIK & SHARMA, 2019. HELMI, MOHD-YOUSF & PHANG, 2016. PRINCE & FELDER, 2006. HMELO-SILVER, 2004. Angelo et al. (2014).

Metodologia	Cooperative learning (COOL) Aprendizado cooperativo
Objeto	Problema ou objetivo estruturado, apresentado pelo professor.
Papel do objeto	Aplicação de estratégias que promovem a cooperação entre os alunos.
Processo	Especificar os objetivos a serem atingidos, assim como as tarefas a serem realizadas, método de condução das atividades, providenciar os materiais necessários para realização das atividades, definição do papel de cada estudante.
Papel do professor	Definir os objetivos, métodos, materiais e papel dos estudantes. Definir as estratégias de avaliação. Monitorar as atividades e fornecer suporte aos alunos. Avaliar o aprendizado dos estudantes.
Contribuição	Otimização da aprendizagem individual por meio da aprendizagem em grupo.
Ferramentas	Recursos de aprendizagem identificados pelos estudantes.
Resultados esperados	Interdependência positiva, responsabilidade individual, interação presencial, habilidades sociais, compreensão da função da equipe.
Autores	PRINCE, (2004). Jhonson e Jhonson (1999) . Helmi, Mohd-Yusof e Phang (2016). Johnson, Johnson e Smith (1999).

Metodologia	Collaborative learning (COLL) Aprendizado colaborativo
Objeto	Problema ou objetivo estruturado, apresentado pelo professor.
Papel do objeto	Promover a busca pelo conhecimento do tema apresentado.
Processo	Identificar o tema, selecionar um artigo, vídeo ou notícia sobre o tema, ler o material selecionado refletir, discutir em pares ou trios, ou fazer apresentações orais, discutir com toda turma.
Papel do professor	Definir o tema, definir de que forma o conteúdo será apresentado e discutido (apresentação oral, pesquisa e discussão em sala de aula, apresentação de um vídeo seguido de discussão), definir a forma de avaliação.
Contribuição	Compreensão, discussão, negociação de ideias e soluções, cuja presença dos colegas, auxilia na condução e evolução do conhecimento.
Ferramentas	Power point, vídeos, questionários, matérias, artigos, notícias de blogs e websites.
Resultados esperados	Falar em público, comunicar ideias e trabalhar em grupo, pensamento crítico, buscar a aplicação de conteúdos no mundo real, estar aberto a diferentes pontos de vista, negociação.
Autores	PRINCE, 2004; SAWYER; OBEID, 2017.

Metodologia	Peer-led team learning (PLTL) Aprendizagem em equipe liderada por pares
Objeto	Dificuldades em relação ao conteúdo ministrado em sala de aula.
Papel do objeto	Resolver problemas de forma colaborativa, com a ajuda de pares/mentores.
Processo	Identificar o problema, tentar resolver o problema com a ajuda dos pares.
Papel do professor	Ser o responsável direto pelos os workshops, assim como o treinamento dos pares dos workshops.

Contribuição	Compreensão, discussão, negociação de ideias e soluções, cuja presença dos pares, auxilia na condução e evolução do conhecimento.
Ferramentas	Workshops com os alunos. Workshops de treinamento dos pares.
Resultados esperados	Desenvolver conceitos e modelos de forma ativa. Interação social. Compreensão, discussão, geração e negociação de ideias e soluções.
Autores	WILSON; VARMA-NELSON, 2016. Varma-Nelson e Cracolice (2001). (TIEN; ROTH; KAMPMEIER, 2002). STOUT et al., 2011.

Metodologia	Game-based learning (GBL) Aprendizagem baseada em jogos
Objeto	Proposta de um cenário no qual a aplicação de jogos com determinados conteúdos, ambientes e desafios para a solução de problemas.
Papel do objeto	Proporcionar um ambiente para execução de desafios, os quais demandam concentração, uso máximo das habilidades, para atingir os objetivos desejados.
Processo	Identificação do conteúdo, jogo, ultrapassagem de desafios.
Papel do professor	Suporte ao aluno durante o processo de aprendizagem.
Contribuição	Promover aprendizagem por meio de desafios adaptados ao tema, curiosidade, expressão própria, descobertas, feedback imediato, metas claras, controle ao jogador, imersão, colaboração, competição, recompensas e chances de falhas.
Ferramentas	Jogos virtuais, jogos físicos.
Resultados esperados	Pensamento crítico, criatividade, colaboração, comunicação.
Autores	Qian e Clark (2016). CSIKSZENTMIHALYI, 1996; CSIKSZENTMIHALYI & SCHNEIDER, 2000. HAMARI et al., 2016. CRISP, 2014. Binkley et al. (2014). (KITSANTAS; BAYLOR; HILLER, 2019). ANDERSON, 2011; GEE, 2007; SQUIRE, 2011. BOYLE et al., 2011.

Metodologia	Inquiry-based learning (IBL) Aprendizagem baseada em investigação e verificação
Objeto	Conhecimentos que são novos para o universo do estudante.
Papel do objeto	Prover aos estudantes oportunidades para que possam melhorar o seu entendimento sobre conteúdos e práticas abordados durante o ensino.
Processo	Orientação, contextualização, Investigação, Conclusão, Discussão.
Papel do professor	Proporcionar aos alunos um contexto no qual podem adquirir, esclarecer e fazer experimentações para compreender um conceito científico.
Contribuição	Desenvolver a habilidade de pensar e agir em diversas situações nas quais tais conteúdos possam estar associados.
Ferramentas	Experimentação controlada, modelagem, síntese de recursos primários, exploração de dados quantitativos.
Resultados esperados	Pensamento crítico, pesquisas direcionadas, planejamento e gestão do processo de investigação, capacidade de gerar e analisar resultados, comunicar as conclusões adquiridas.

Autores	EDELSON, GORDIN & PEA, 1999. PEDASTE et al., 2015.
---------	--

Metodologia	Blended classroom (BC) Aprendizagem híbrida
Objeto	Instrução do conteúdo dentro e fora da sala de aula.
Papel do objeto	Aprendizagem dentro da sala de aula, complementada com atividades e conteúdos virtuais, que podem ser acessados, fora do horário da aula.
Processo	Disponibilizar conteúdos em sala de aula, disponibilizar conteúdos em plataformas on-line, disponibilizar atividades em ambientes virtuais, testes virtuais.
Papel do professor	Liderar as instruções e apoiar o processo de aprendizagem do aluno.
Contribuição	Acessibilidade e flexibilidade no ensino.
Ferramentas	Plataformas virtuais.
Resultados esperados	Capacidade de estudo autorregulado.
Autores	OLIVER & TRIGGWELL, 2005. GRAHAM, 2012. WICKS, 2010; PICCIANO et al., 2011. Watson (2008). Staker, Chan, Clayton et al. (2011). PICCIANO, 2009. Rosset e Frazee (2006). SHARPE et al. (2006).

Fonte: Elaboração própria.

3.2. Análise das habilidades e competências do futuro formadas por cada metodologia

A organização do conhecimento apresentado no tópico anterior, permite a identificação das potenciais habilidades e competências da Indústria 4.0 que são desenvolvidas com a aplicação de cada metodologia. A julgar principalmente pelos resultados esperados, o quadro assimila as habilidades e competências desenvolvidas por cada metodologia.

A metodologia de sala de aula invertida tem o foco voltado para a disseminação e trabalho do conteúdo fora da sala de aula, tendo como principal resultado esperado a capacidade de estudo autorregulado, desta forma, entende-se que tal metodologia trabalha as habilidades e competências da dimensão pessoal, uma vez que é mais um tratamento sobre o comportamento e disciplina do aluno do aluno, buscando o desenvolvimento da flexibilidade, complacência e motivação em aprender.

A aprendizagem baseada em problemas tem como objetivo que o aluno aprenda através de experiências e situações reais, o aluno aprende a aplicar e adaptar a teoria para solucionar os problemas reais, construindo assim uma base de conhecimento extensa e flexível, aprendizagem autônoma e motivação em aprender, além de aprender a ser um colaborador eficaz. Deste modo, a metodologia do PBL tem um grande potencial de desenvolvimento de habilidades e competências

em todas as dimensões (metodológica, social, técnica, pessoal), inclusive o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao pensamento crítico e pensamento sistêmico, que não são apontados na revisão da literatura em relação a Indústria 4.0, principalmente quanto ao quadro de Hecklau et al (2017).

Aprendizado cooperativo e colaborativo tem objetos muito similares, porém para o cooperativo os alunos têm menos informações e devem cooperar uns com os outros para que juntos possam atingir com sucesso os objetivos estipulados pelo professor. Já na abordagem colaborativa os alunos têm um objetivo que aparenta ser mais pontual relacionado a atividades de curto prazo, devendo agir em grupo apenas para buscar a compreensão sobre algum tema, cujos recursos para essas atividades são todos disponibilizados pelo professor, não há a experiência da busca independente pela descoberta de algo.

Desta forma, identifica-se que o aprendizado colaborativo desenvolve algumas habilidades e competências como habilidade de pesquisa e descoberta do estado da arte do conhecimento, pensamento crítico e pensamento sistêmico, uma vez que precisam discernir sobre o tema, também desenvolvem habilidades de comunicação e transferência do conhecimento. O cooperativo, por sua vez, tem potencial de desenvolvimento de mais habilidades e competências além dessas.

A aprendizagem em equipe liderada por pares busca a resolução dos problemas pelos alunos de forma colaborativa, na qual os alunos que já passaram pela disciplina exercem o papel de mentores, que conduzem o desenvolvimento e compreensão dos conceitos de forma ativa, tendo como resultados a interação social, compreensão, geração e negociação de ideias e soluções. Identifica-se que essa metodologia tem potencial para habilidades mais voltadas para as dimensões metodológica e social.

A metodologia de aprendizagem baseada em jogos, trabalha com um cenário de aprendizagem por meio de desafios para a solução de problemas relacionados com os conteúdos teóricos apresentados pelos professores, trabalhando muito com a curiosidade, feedback imediato, clareza de metas, colaboração, competição, recompensas e chances de falhas. Os principais resultados esperados, como base na revisão da literatura, são o desenvolvimento do pensamento crítico, criatividade, colaboração e comunicação. Com base nisso, identificou-se também que há um grande potencial de desenvolvimento de diversas habilidades de todas as quatro dimensões.

A aprendizagem baseada na investigação e verificação age em cima de conteúdos inéditos para o universo do estudante e estimula o aprendizado por um contexto de experimentação, buscando resultados como pensamento crítico, pesquisas direcionadas, planejamento e gestão do processo de investigação, capacidade de gerar e analisar resultados, comunicar as conclusões adquiridas. Desta forma, identifica que essa metodologia tem potencial para o desenvolvimento de habilidades em todas as dimensões.

Por fim, a aprendizagem híbrida trabalha com a instrução do conteúdo dentro e fora da sala de aula, combinando esses dois tipos de atividade. Desta forma são disponibilizados conteúdos em sala de aula, plataformas on-line e ambientes virtuais. Pela revisão da literatura a grande colaboração dessa metodologia é a acessibilidade e flexibilidade de ensino tendo como principal resultado esperado a capacidade de estudo autorregulado. Tendo isto em vista, identifica-se que essa metodologia tem potencial para desenvolver a habilidade de flexibilidade.

Contudo, o quadro apresentado por Hecklau et al (2017) representa e resume as habilidades e competências, cabendo a adição de duas habilidades: pensamento crítico e pensamento sistêmico, que se encaixam na classe metodológica, uma vez que são importantes para a resolução de problemas. Desta forma, são consideradas 29 habilidades e competências a serem desenvolvidas para compor um engenheiro do futuro (Quadro 12).

O Quadro 12 apresenta o resultado de uma análise arbitrária, feita com base na revisão da literatura, sobre as potenciais habilidades e competências do futuro desenvolvidas por cada metodologia, porém, de fato essas habilidades são desenvolvidas em contextos reais de aplicação das metodologias? Elas são desenvolvidas independente do contexto abordado ou há alguma variação nesse desenvolvimento?

3.3. Resumo do capítulo

Tendo em vista os questionamentos que nascem a partir da lacuna existente na literatura sobre a exposição clara entre habilidades e competências do futuro desenvolvidas pela aplicação de metodologias de aprendizagem ativa, um estudo de caso foi conduzido em quatro disciplinas de engenharia da Universidade de Brasília, que são desenvolvidas em contextos e etapas diferentes dos cursos. Tal estudo é apresentado no tópico a seguir.

Quadro 12: Panorama geral das habilidades e competências para o engenheiro do futuro.

CLASSE	DESCRIÇÃO DA CLASSE	ID	HABILIDADES E COMPETÊNCIAS	METODOLOGIAS ATIVAS								
				FC	PBL	COOL	COLL	PLTL	GBL	IBL	BC	
METODOLÓGICA	Relaciona as habilidades e competências para a resolução de problemas e tomada de decisão.	M1	Resolução de problemas		x	x			x	x	x	
		M2	Pensamento empreendedor		x					x	x	
		M3	Eficiência na resolução de problemas		x	x			x	x	x	
		M4	Tomada de decisão		x	x		x	x	x	x	
		M5	Criatividade		x	x			x	x	x	
		M6	Habilidades analíticas		x				x		x	
		M7	Habilidades de pesquisa		x	x		x	x		x	
		M8	Pensamento crítico		x	x		x	x	x	x	
		M9	Pensamento sistêmico		x							x
TÉCNICA	Abrange as habilidades e conhecimentos relacionados ao trabalho.	T10	Estado da arte do conhecimento		x	x		x	x	x		
		T11	Habilidades técnicas		x	x			x	x	x	
		T12	Compreender novos processos		x	x				x	x	
		T13	Habilidades de mídia		x	x		x		x	x	
		T14	Habilidades de programação		x	x					x	
		T15	Compreender sobre segurança da informação		x	x						x
PESSOAL	Contempla os valores sociais, motivações e atitudes individuais.	P16	Flexibilidade	x	x	x				x	x	x
		P17	Complacência	x	x	x				x	x	
		P18	Tolerância	x	x	x				x	x	
		P19	Motivação em aprender	x	x	x		x	x	x	x	
		P20	Mindset sustentável		x	x						
		P21	Capacidade de trabalhar sobre pressão		x	x					x	
SOCIAL	Abrange todas as habilidades, competências e atitudes para cooperar e comunicar com outros.	S22	Capacidade de liderança		x	x						
		S23	Habilidades de se comprometer e cooperar	x	x	x			x	x	x	
		S24	Dominar mais de um idioma					x		x		
		S25	Habilidade de trabalhar em equipe		x	x			x	x	x	
		S26	Habilidade de comunicação		x	x		x	x	x	x	
		S27	Habilidade de networking		x	x			x	x	x	
		S28	Habilidades interculturais		x	x			x	x	x	
		S29	Habilidade de transferir conhecimento		x	x		x	x			x

Fonte: Elaboração própria.

4. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO

A necessidade de embasamento científico adequado e a busca contínua pela melhoria de abordagens para endereçar as questões de uma pesquisa, assim como a seleção de métodos e técnicas para o seu planejamento e condução, justificam a importância da definição de uma metodologia para o desenvolvimento de um trabalho (MIGUEL, 2007).

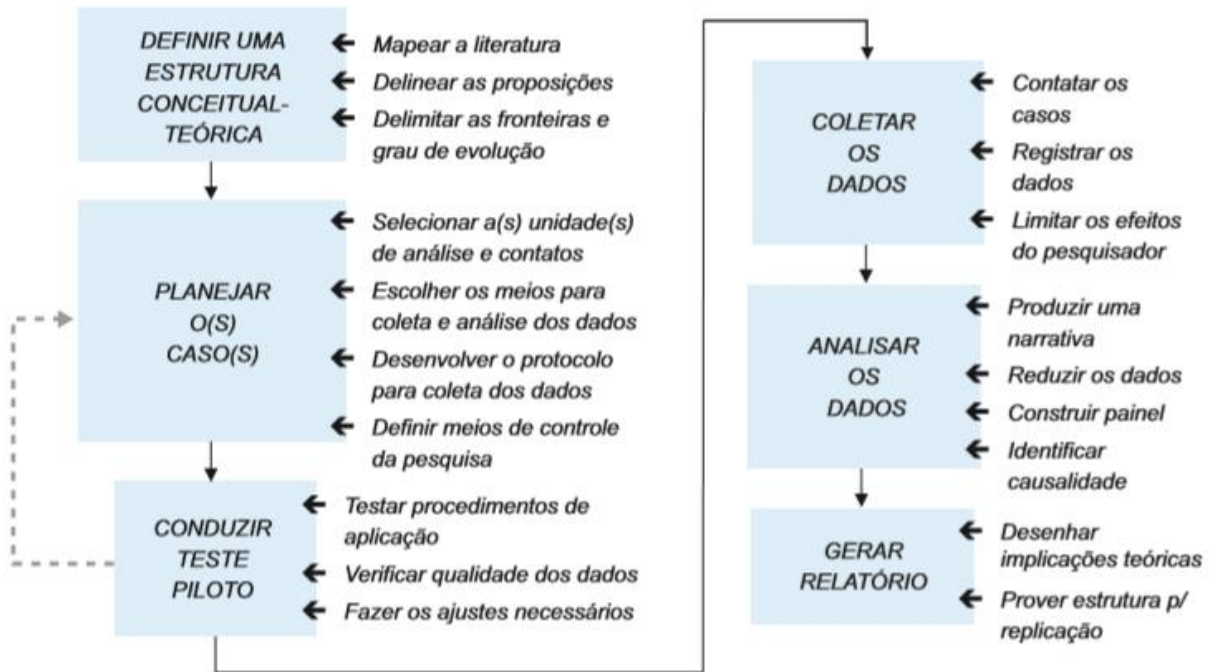
Freitas e Jabbour (2011) afirmam que a primeira etapa da pesquisa está relacionada a definição do objetivo, que pode ser exploratório, descritivo ou explicativo. A abordagem do trabalho também deve ser definida em um primeiro momento, esta pode ser qualitativa, quantitativa ou ambas.

Diante de tais afirmações, o presente trabalho é posicionado como um estudo descritivo que busca verificar se as metodologias de aprendizagem ativa proporcionam aos alunos o desenvolvimento de habilidades e competências do futuro. A abordagem utilizada para alcançar esse objetivo é mista e possui dois momentos: primeiro uma abordagem qualitativa, para identificar o escopo de habilidades e competências do futuro registradas na literatura, assim como as metodologias de aprendizagem ativa; segundo uma abordagem quantitativa, que busca identificar por meio de diferentes óticas o que, em um contexto prático, as metodologias de aprendizagem ativa desenvolvem nos alunos.

A estratégia de desenvolvimento da pesquisa para verificação das relações entre as variáveis em questão é um estudo de caso com finalidade exploratória, onde o objetivo é verificar a hipótese de que as metodologias ativas desenvolvem habilidades e competências para a Indústria 4.0. O enfoque do estudo é holístico, uma vez que busca examinar a natureza das metodologias de aprendizagem ativa aplicadas por uma universidade específica, cujos resultados devem prever ou afirmar o que diz na literatura, ou até mesmo ser uma fonte de aplicação prática para embasar novos resultados a literatura.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do estudo de caso foi planejada conforme o modelo de Miguel (2007), que é composto por seis etapas (Figura 3): definir uma estrutura conceitual teórica, planejar os casos, conduzir o teste piloto, coletar os dados, analisar os dados e gerar relatório. O planejamento e execução de cada uma das etapas é apresentado nos tópicos seguintes.

Figura 3: Planejamento do estudo de caso.



Fonte: Miguel (2007).

4.1. Definir uma estrutura conceitual-teórica

O capítulo 2, que trouxe a revisão da literatura, aborda o mapeamento da literatura. No capítulo 3 tem-se o delineamento das proposições, uma vez que aborda a organização do conhecimento, apresentando de forma estruturada a entrega de valor de cada metodologia, seguido da delimitação das fronteiras e grau de evolução, representada pela análise e comparação do estado da arte relacionado com o que cada metodologia gera de habilidades e competências do futuro.

4.2. Planejar o caso

O primeiro passo para o planejamento do caso é a seleção das unidades de análise e contatos. Para selecionar os objetos de análise, primeiro foram identificadas as disciplinas de engenharia da Universidade de Brasília (UnB) que aplicam metodologias de aprendizagem ativa. Tal identificação contou com a notoriedade da disciplina por sua metodologia diferenciada, juntamente com uma análise das ementas descritas na plataforma de oferta de disciplinas da universidade. Deste modo, foram identificadas sete potenciais disciplinas a participarem da pesquisa (Quadro 13).

Quadro 13: Apresentação dos objetos de análise da pesquisa.

Curso	Disciplina	Ementa
Engenharia de Produção	Projeto em sistemas de produção 1	Aulas teóricas sobre os tópicos: gestão do conhecimento, normas ABNT e modelos de relatórios; aspectos comportamentais (trabalho em equipe, comunicação, desenvolvimento pessoal); gestão de projetos e acesso a base de dados. Apresentação de uma situação-problema. Desenvolvimento do projeto de solução da situação-problema. Apresentações das soluções para a situação-problema. Semestre: 4. Número de créditos: 2. Departamento: Engenharia de Produção.
	Projeto em sistemas de produção 2	Desenvolvimento de projeto em grupo com aplicação dos conceitos de sistemas de informação para engenharia de produção e engenharia econômica, apresentados na disciplina âncora de conteúdo técnico de PSP2, que é Sistemas de Informação em Engenharia de produção. Semestre: 5. Número de créditos: 2. Departamento: Engenharia de Produção.
	Projeto em sistemas de produção 4	Desenvolvimento de projeto em grupo baseado em uma situação problema que deverá ser analisada do ponto de vista das seguintes áreas: engenharia econômica, planejamento e controle da produção e processos de fabricação. Cabe ao grupo, no final, fornecer ou não uma solução para cada situação. Semestre: 7. Número de créditos: 2. Departamento: Engenharia de Produção.
	Projeto em sistemas de produção 5	Desenvolvimento de um projeto em grupo baseado em uma situação problema que deverá ser analisada do ponto de vista da gestão da qualidade. Cabe ao grupo, no final, fornecer ou não uma solução para cada situação. Semestre: 8. Número de créditos: 2. Departamento: Engenharia de Produção.
	Projeto em sistemas de produção 6	Desenvolvimento de projeto em grupo com aplicação dos conceitos apresentados na disciplina âncora de Engenharia de Produto. Os alunos formam grupos, que se mantém durante todo o semestre e cada um escolhe uma situação-problema para desenvolver uma solução, utilizando a metodologia de desenvolvimento de produto. No ato da conclusão da disciplina, cada grupo deve apresentar um protótipo físico de sua solução. Semestre: 9. Número de créditos: 2. Departamento: Engenharia de Produção.
Todos	Tópicos especiais em engenharia de produto	Desenvolvimento de projeto em grupo multidisciplinar para desenvolver ideias de soluções para situações-problemas. No ato da conclusão da disciplina, cada grupo deve apresentar uma ideia de solução considerando custos, mercado de atuação, público-alvo, técnicas para desenvolvimento da solução, entre outros. Semestre: todos. Número de créditos: 4. Departamento: Engenharia de Produção.
Engenharias	Projeto Integrador de Engenharia 1	Noções de Projeto e Gestão de Projeto; Síntese da Profissão de Engenheiro; Projeto: Definições e Modelos; Noções de Gerenciamento de Projeto (Ciclo de Vida e Organização de Projeto, Processos de Gerenciamento de Projetos, Gerenciamento do Escopo, Gerenciamento do Tempo do Projeto, Gerenciamento de Custos, Gerenciamento de Qualidade, Gerenciamento de Recursos Humanos, Gerenciamento das Comunicações no Projeto e Gerenciamento de Riscos) - Casos de Estudo, Prática com Projeto Integrador. Semestre: todos. Número de créditos: 2. Departamento: Engenharias.

Fonte: elaboração própria.

Para efetuar a coleta dos dados foram elaborados dois formulários (Apêndice IV) com base no Quadro 12 (Panorama geral das habilidades e competências para o engenheiro do futuro), um

destinado ao professor e outro destinado ao aluno. O intuito da aplicação é verificar quais habilidades e competências são desenvolvidas levando em consideração os dois pontos de vista. Desta forma, o questionário do aluno é caracterizado por uma breve descrição do intuito de aplicação do mesmo, seguido das as opções de resposta (Quadro 14):

Quadro 14: Alternativas do formulário de estudo de caso do aluno.

Alternativa	Valor
A habilidade foi muito bem desenvolvida.	5
A habilidade foi parcialmente desenvolvida.	4
Não consigo identificar se essa habilidade foi desenvolvida.	3
A habilidade foi mal desenvolvida.	2
A habilidade não foi desenvolvida.	1

Fonte: elaboração própria.

Tais respostas devem ser assimiladas a 29 itens que correspondem a cada HC apresentada no Quadro 12, seguida da descrição de cada um, que na prática é uma afirmação sobre o desenvolvimento, que deve receber uma nota de 5 a 1. A resposta a este formulário tem duração de 0 a 10 minutos (o aluno tem liberdade para registrar em texto sua opinião sobre a experiência de aprendizado por metodologias ativas, o que pode exigir mais tempo para a resposta ao formulário).

Para os professores, o formulário se inicia com uma breve descrição sobre o intuito da pesquisa, seguido de duas questões: 1) indique as metodologias de aprendizagem ativa utilizadas na disciplina; 2) descreva sobre a aplicação das metodologias ativas nessa disciplina. Após essas duas perguntas iniciais, os professores também deveriam assinalar os 29 itens de HC que foram desenvolvidos nos alunos que cursaram a sua disciplina, indicando (Quadro 15):

Quadro 15: Alternativas do estudo de caso do professor

Alternativa	Valor
Concordo totalmente	5
Concordo	4
Não concordo nem discordo	3
Discordo	2
Discordo totalmente	1

Fonte: elaboração própria.

O primeiro protocolo de aplicação da pesquisa foi realizado considerando a disponibilidade do professor em receber o aluno de mestrado para aplicar a pesquisa de modo presencial com a

turma e posteriormente, o professor deveria responder o seu formulário em um prazo de uma semana (isso porque a descrição de aplicação da metodologia poderia exigir um pouco a mais de tempo e concentração para resposta). O primeiro protocolo de aplicação é apresentado no Quadro 16.

Quadro 16: Primeiro protocolo de aplicação do estudo de caso.

Protocolo para condução do estudo de caso	Canal
Entrar em contato com o professor e confirmar se a disciplina é desenvolvida com metodologias de aprendizagem ativa.	WhatsApp, e-mail, conversa pessoal
Marcar com o professor um dia e horário para a aplicar os formulários com a turma.	WhatsApp, e-mail, conversa pessoal
Falar sobre a pesquisa e o intuito de sua aplicação, assim como entregar o <i>QR code</i> na turma para que possam acessar e responder ao formulário. É esperado que as respostas sejam efetuadas no momento e cada <i>QR code</i> seja devolvido com o nome do aluno, a fim de confirmação de resposta.	Fichas com o <i>QR code</i> impresso Google forms
Disponibilizar o formulário para o professor e determinar um prazo de cinco dias para registro da resposta.	Google forms
Só serão considerados válidos os formulários que tiverem respostas do professor e dos alunos.	Respostas dos formulários

Fonte: elaboração própria.

A pesquisa não exigiu um meio de controle específico, tendo em vista que os formulários, uma vez que enviados pelos respondentes, tinham as respostas salvas pela plataforma e estas poderiam ser consultadas a qualquer momento.

4.3. Conduzir teste piloto

O protocolo 1 de aplicação do estudo de caso foi testado com o primeiro professor que apresentou disponibilidade e interesse em participar do estudo. Desta forma, o teste piloto foi aplicado com a turma de Projeto de Produção 2, na última semana de novembro do ano de 2019. O teste contou com a participação efetiva de 37 alunos de um total aproximado de 50.

Essa primeira condução gerou algumas lições aprendidas, como: nem todos os alunos presentes responderam ao formulário, por exemplo, alguns entregaram a ficha do *QR code*

assinado, mas não registraram suas respostas; os professores podem demorar mais do que cinco dias para responder ao formulário. Desta forma, foi definido um segundo protocolo (Quadro 17).

Quadro 17: Segundo protocolo de aplicação do estudo de caso.

Protocolo para condução do estudo de caso	Canal
Entrar em contato com o professor e confirmar se a disciplina é desenvolvida com metodologias de aprendizagem ativa.	WhatsApp, e-mail, conversa pessoal
Marcar com o professor um dia e horário para a aplicar os formulários com a turma.	WhatsApp, e-mail, conversa pessoal
Falar sobre a pesquisa e o intuito de sua aplicação, assim como entregar o formulário físico na turma, dar um tempo para respostas e recolher os formulários.	Formulário físico
Passar as respostas do formulário físico para o formulário on-line.	Google forms
Disponibilizar o formulário para o professor e determinar um prazo de dez dias para registro da resposta.	Google forms
Só serão considerados válidos os formulários que tiverem respostas do professor e dos alunos.	Respostas dos formulários

Fonte: elaboração própria.

O protocolo 2 foi aplicado com a turma de Projeto em Sistemas de Produção 4, onde pode-se perceber um retorno de 100% dos alunos que estavam presentes em sala de aula. Porém, quanto ao prazo de retorno do professor, não houve resposta dentro do período de dez dias, também não foi apresentada a necessidade de mais dias para o retorno. Tal fato lembrou a possibilidade dos professores não aceitarem participar da pesquisa, o que por sua vez não gerou a necessidade de um novo protocolo.

4.4. Coletar os dados

O protocolo de número dois foi utilizado para aplicação do estudo de caso, então os professores das sete disciplinas apresentadas no Quadro 13 foram contatados. Destes contatos, apenas seis turmas responderam ao questionário e destas, apenas quatro professores participaram da pesquisa.

Esse panorama geral é apresentado na Tabela 3, que expressa o número total de respostas para cada habilidade e competência, sendo estas apresentadas nas colunas pela inicial da categoria a que pertence e o número de identificação conforme o Quadro 12. Desta forma, foi validado como dado para análise apenas os participantes das disciplinas PSP6 (46 participantes), TEEP (21 participantes), PSP2 (37 participantes), PSP1 (34 participantes), totalizando um universo de 138 respostas válidas, pois tiveram a participação dos professores.

Tabela 1: Panorama geral das respostas dos alunos participantes da pesquisa.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29
PSP 6	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
5	28	23	21	23	16	20	17	20	25	21	27	21	6	3	5	34	34	36	21	22	31	23	35	6	35	29	17	15	19
4	14	19	19	22	22	16	16	22	15	17	12	21	7	5	4	12	11	7	17	9	11	18	8	9	10	13	24	15	17
3	4	3	4	1	6	6	9	4	6	5	5	4	11	3	10	0	0	1	3	7	1	3	3	5	0	2	1	11	5
2	0	1	2	0	2	3	4	0	0	2	2	0	5	1	3	0	1	2	3	3	3	2	0	2	1	2	3	0	3
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	17	34	24	0	0	0	2	5	0	0	0	24	0	0	1	5	2
TEEP	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
5	13	6	13	12	12	11	4	13	13	12	13	14	6	0	2	17	15	17	14	10	14	9	14	3	15	17	12	9	9
4	8	14	7	8	7	9	10	7	6	9	6	7	6	4	6	4	4	6	8	7	8	6	2	5	3	6	7	5	5
3	0	0	1	1	2	1	5	1	2	0	1	0	8	4	7	0	2	0	0	1	0	3	1	6	1	1	2	3	4
2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	10	3	0	0	0	0	2	0	0	0	9	0	0	1	2	0
PSP 4	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
5	12	0	8	7	4	7	11	9	9	3	10	16	7	0	0	12	14	11	11	6	12	14	19	1	16	13	8	1	7
4	14	12	17	17	8	17	14	18	10	16	11	8	5	0	2	15	14	14	11	9	10	12	10	1	12	15	7	10	14
3	5	16	6	6	10	6	5	5	13	10	4	6	10	2	5	4	4	6	6	5	3	6	2	1	3	3	9	8	4
2	1	4	2	3	5	1	3	1	0	3	5	2	2	4	9	2	1	2	2	5	6	1	1	3	2	2	4	5	3
1	1	1	0	0	6	2	0	0	1	1	3	1	9	27	17	0	0	0	3	8	2	0	1	27	0	0	5	9	5
PSP 2	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
5	4	4	5	4	7	6	9	11	9	14	6	13	9	0	7	13	10	15	3	6	17	12	18	0	19	15	10	3	6
4	23	12	17	19	9	13	14	12	10	12	20	15	9	3	8	19	19	16	21	11	8	14	14	3	15	19	16	9	21
3	6	10	7	8	10	9	6	8	9	6	5	8	9	7	8	2	4	3	4	5	8	6	4	7	1	2	5	11	7
2	2	3	5	2	5	6	6	3	2	1	4	1	6	5	4	2	1	1	6	5	2	2	0	4	2	1	2	6	0
1	2	8	3	4	6	3	2	3	7	4	2	0	4	22	10	1	3	2	3	10	2	3	1	23	0	0	4	8	3
PSP 1	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
5	4	5	2	8	11	2	11	6	6	11	5	9	8	1	1	12	12	10	10	20	14	17	13	4	19	16	8	7	6
4	19	11	13	12	10	15	15	11	9	15	8	13	9	1	4	14	11	11	12	7	6	8	12	8	9	12	12	11	9
3	5	8	11	9	8	7	3	11	11	3	4	4	7	7	5	6	7	10	6	4	9	6	5	2	4	4	7	4	8
2	6	7	7	4	4	7	3	4	8	5	9	7	2	4	11	2	3	2	2	2	2	2	3	5	2	2	5	7	6
1	0	3	1	1	1	3	2	2	0	0	8	1	8	21	13	0	1	1	4	1	3	1	1	15	0	0	2	5	5
PI 2	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
5	12	6	6	8	8	5	11	3	5	10	7	7	5	6	1	9	9	11	8	8	4	7	10	1	4	8	11	5	2
4	1	1	9	7	6	7	1	6	2	3	5	4	2	3	2	2	6	3	3	3	7	5	4	2	8	4	2	5	5
3	2	4	0	1	0	2	3	6	6	2	0	3	2	1	6	3	0	1	3	1	3	3	1	2	3	2	3	6	7
2	1	2	1	0	1	2	1	1	3	1	2	0	4	1	2	2	1	1	1	2	1	1	0	0	1	0	0	1	1
1	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2	3	5	5	0	0	0	1	2	1	0	1	11	0	2	0	2	1
TOTAL	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187

Fonte: elaboração própria.

4.5. Analisar os dados

A lógica da análise de dados parte das respostas do professor, que deve indicar com base no planejamento da disciplina e metodologia aplicada, quais habilidades e competências (HC) que foram desenvolvidas nas disciplinas. A expectativa é que nem todas as HC sejam desenvolvidas em sua magnitude, uma vez que o seu desenvolvimento depende do escopo de cada disciplina e o processo de formação de um aluno ocorre durante o curso e não pelo aprendizado desenvolvido em uma só disciplina. Desta forma, apresenta-se em um primeiro tópico a descrição das metodologias e o escopo de desenvolvimento de cada disciplina conforme informado por cada professor no

formulário aplicado, seguido das respostas dos professores ao formulário e em um segundo tópico as respostas e análise dos alunos.

4.5.1. Análise das respostas dos professores

O professor da disciplina PSP1 respondeu para a pergunta “1. Qual ou quais metodologias ativas foram aplicadas em sua disciplina no segundo semestre de 2019?”: aprendizagem baseada em problemas, aprendizado cooperativo, aprendizagem em equipe liderada por pares e aprendizagem baseada em investigação e verificação. A aplicação dessas metodologias foi indicada na resposta da pergunta “2. Caso tenha disponibilidade, descreva sobre o processo de aplicação e execução desta metodologia”:

Foi apresentado o megatema "Reciclagem de resíduos sólidos via cooperativas de catadores" vinculada às atividades com os catadores após o fechamento do lixão. Foram então definidos dois focos: 1) produtividade na reciclagem de resíduos sólidos via cooperativas de catadores; e 2) condições de saúde dos catadores em função das atividades atuais em coleta seletiva ou triagem em esteiras. No foco 1, foram estruturados 13 projetos, enquanto no foco 2 houve apenas 1 projeto (preferências dos alunos - explicitadas em questionários aplicados pelos professores aos alunos). Os projetos foram então alocados aos componentes do processo de produção (7 em coleta seletiva, 2 em triagem em esteiras, 4 em comercialização), ficando o projeto de condições de saúde à parte. Houve também alocação dos projetos segundo as entidades envolvidas: 3 no Banco Central do Brasil, 4 na UnB, 6 no SLU, 1 (condições de saúde) nas cooperativas. O conteúdo de PSP 1 é a análise exploratória de dados. Além de visitarem as instalações, as equipes tiveram grande integração com participantes das entidades envolvidas.

Resposta do professor da disciplina PSP1, enviada: 03/12/2019.

O professor da disciplina PSP2 assinalou para a pergunta 1: sala de aula invertida e aprendizagem baseada em problemas. Para a pergunta 2 foi apresentada a seguinte descrição de aplicação das metodologias indicadas:

Os estudantes recebem cases de empresas do governo e afins, com problemas para serem resolvidos pelos grupos de trabalho, os quais pesquisam soluções e por meio de interações com o cliente desenvolvem projeto e soluções de processos e sistemas para esses contextos, visando resolver o problema deles. São orientados por meio de grupos de professores tutores em todo o semestre, com pontos de controle parciais e final. Os alunos também são responsáveis por preparar e dar aulas sobre conteúdos relacionados aos sistemas estudados, com envio de material com antecedência e definição de atividades de aula e fora de aula para fixar conteúdos,

no modelo sala de aula invertida. Monitores participam ativamente da monitoria e avaliação dos alunos.

Resposta do professor da disciplina PSP2, enviada: 09/12/2019.

O professor da disciplina PSP6 assinalou para a pergunta 1 a seguinte metodologia: aprendizagem baseada em problemas (enviada em 02/12/2019). Para a pergunta 2 foi indicado que se usasse a descrição da disciplina contida no site de matrículas da universidade, apresentada no Quadro 10. As mesmas respostas foram apresentadas pelo professor da disciplina TEEP (enviada em 09/01/2020). A Tabela 4 apresenta um panorama geral quanto as respostas dos professores para as HC desenvolvidas.

Tabela 2: Panorama geral das respostas dos professores participantes da pesquisa.

PSP6	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29
5	x	x	x	x	x						x	x				x	x	x	x		x	x			x	x	x	x	x
4						x	x	x	x	x			x			x	x	x	x		x	x							
3														x										x					
2																													
1																													

PSP1	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29
5				x			x	x	x	x			x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
4	x	x	x		x	x					x	x		x								x							x
3																													
2																													
1																													

PSP2	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29
5	x	x	x	x	x						x	x				x	x	x	x				x		x		x	x	
4						x	x	x	x	x			x		x	x						x				x	x	x	x
3																					x								
2														x										x					
1																													

TEEP	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29
5																									x	x	x		x
4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x		x	x	x					x	x
3													x	x										x					
2																					x								
1																													

Fonte: elaboração própria.

Na disciplina de PSP6 o professor aponta que na classe de HC metodológica, cinco habilidades foram muito bem desenvolvidas e quatro foram parcialmente desenvolvidas. Na classe de HC técnica duas habilidades foram muito bem desenvolvidas, duas parcialmente desenvolvidas e uma não foi desenvolvida por não fazer parte do escopo da disciplina (T14 - habilidade de programação).

Na classe de HC pessoal, o professor julgou que todas as habilidades foram parcialmente desenvolvidas, exceto a habilidade P19 (motivação em aprender) julgada como muito bem desenvolvida. Na classe de HC social, todas as habilidades foram apontadas como muito bem desenvolvidas, exceto a habilidade S24 (dominar mais de um idioma), cujo professor apontou que tal habilidade não foi requisitada.

Na disciplina de PSP1, 66% das HC foram apontadas como muito bem desenvolvidas, enquanto 34% foram apontadas como parcialmente desenvolvidas sendo que destas, a maioria está relacionada as categorias: metodológica e técnica.

A avaliação do professor sobre as HC desenvolvidas na disciplina de PSP2 aborda que as HC na classe metodológica foram todas bem ou parcialmente desenvolvidas. Sobre as HC técnicas, todas foram bem ou parcialmente desenvolvidas, exceto a habilidade T14 (habilidade de programação) apontada como mal desenvolvida na disciplina. Na dimensão pessoal, apenas uma HC foi bem desenvolvida (P19 – Motivação em aprender), duas não tiveram seu desenvolvimento identificado pelo professor (P17 – Complacência e P21 – Capacidade de trabalhar sobre pressão) e uma foi mal desenvolvida (P20 – Mindset sustentável). Na dimensão social, três HC foram apontadas como bem desenvolvidas, as demais foram parcialmente desenvolvidas e a S24 (dominar mais de um idioma) foi mal desenvolvida.

Na disciplina de TEEP, a dimensão metodológica foi completamente assinalada como parcialmente desenvolvida, assim como as HC da dimensão técnica, exceto as T13 (habilidades de mídia) e T14 (habilidades de programação) cujo desenvolvimento não foi identificado na disciplina. O mesmo cabe para a dimensão pessoal, cuja habilidade P20 (Mindset sustentável), não pode ser identificada e as demais foram parcialmente desenvolvidas. Na dimensão social quatro HC foram apontadas como muito bem desenvolvidas, as demais foram parcialmente desenvolvidas e a S24 (dominar mais de um idioma) não teve o seu desenvolvimento identificado na disciplina.

No geral, observando a tabela de respostas dos professores, conclui-se que a maior variação das respostas de cada participante encontra-se na dimensão técnica, onde pelo menos uma das habilidades é apontada como “desenvolvimento não identificado” ou “não desenvolvida na disciplina”, principalmente quanto a HC T14 (habilidades de programação), que apresentou com frequência uma avaliação abaixo das demais. Para as outras categorias, a avaliação é quase estável entre as alternativas “muito bem desenvolvida” e “parcialmente desenvolvida” para todos os professores exceto o da disciplina de PSP2, que a apresenta uma maior dinâmica das respostas nas dimensões pessoal e social.

O destaque “negativo” para a T14 pode ocorrer pelo fato dessa ser a HC mais específica do que as apresentadas no formulário, pois todas as demais tem uma característica mais genérica e

nenhuma chega ao ponto de se assimilar especificamente a uma área, o que não pode ser aplicado a habilidade de programação que pode facilmente ser relacionada com disciplinas mais da área da computação e não necessariamente com disciplinas da área da engenharia. Por mais que nos cursos de engenharia essa habilidade seja trabalhada no currículo, claramente não faz parte do escopo das disciplinas abordadas neste estudo de caso.

4.5.2. Análise das respostas dos alunos

Com base no panorama geral das respostas válidas (apresentada na Tabela 5), pode-se observar que para a turma de PSP6, os alunos consideram que na dimensão metodológica todas as HC foram muito bem desenvolvidas, exceto a criatividade e o pensamento crítico (47%). Na dimensão técnica, os alunos identificaram que as HC de estado da arte do conhecimento, habilidades técnicas e compreensão de novos processos foram muito bem desenvolvidas, em compensação, as HC de habilidade de mídia, habilidade de programação e compreensão sobre a segurança da informação foram apontadas como não desenvolvida por 36%, 73% e 52% dos alunos respectivamente. Seguindo para a dimensão pessoal, todas as HC foram apontadas como muito bem desenvolvidas. Na dimensão social, praticamente todas as HC são bem definidas, com exceção do domínio de mais de um idioma, que foi apontado por 52% dos alunos como não desenvolvido.

Analisando a turma de TEEP, verifica-se que na dimensão metodológica, quase todas as HCs são muito bem desenvolvidas, com exceção do pensamento empreendedor e habilidades de pesquisa, que foram apontados como parcialmente desenvolvidas por 67% e 47% dos alunos respectivamente. Na dimensão técnica, 47% dos alunos apontam que a habilidade de programação não foi desenvolvida, assim como as habilidades de mídia e compreensão sobre segurança da informação que não tiveram seu desenvolvimento identificado pelos alunos. Na dimensão de pessoal, todas as HCs foram apontadas por 70% dos estudantes como muito bem desenvolvidas. Tal fato se repete na dimensão social, exceto pela habilidade de desenvolver um domínio sobre mais de um idioma.

A disciplina de PSP1 tem todas as HCs da dimensão metodológica apontadas como parcialmente desenvolvidas (61%), exceto a habilidade de pensamento sistêmico, que não teve o seu desenvolvimento identificado pela maioria. Na dimensão técnica, as HCs de estado da arte do conhecimento, compreensão de novos processos e habilidades de mídia foram indicadas como

parcialmente desenvolvidas. A habilidade técnica foi indicada como mal desenvolvida. As habilidades de programação e segurança da informação, foram indicadas como não desenvolvidas (62% e 38% respectivamente). Na dimensão pessoal, todas as habilidades foram apontadas como muito bem desenvolvidas, com exceção da flexibilidade, tolerância e motivação em aprender, apontadas como parcialmente desenvolvidas. Na dimensão social, a habilidade de desenvolvimento de um novo idioma foi apontada como não desenvolvida, enquanto para as HCs de networking, interculturais e transferência de conhecimento foram apontadas como parcialmente desenvolvidas e as demais foram indicadas como muito bem desenvolvidas.

Para a disciplina de PSP2, na dimensão metodológica, a maior parte das respostas classificadas as HC como parcialmente desenvolvidas, exceto a criatividade que não teve o seu desenvolvimento identificado por 27% dos respondentes. Na dimensão técnica, 37% dos respondentes consideram que a habilidade de estado da arte do conhecimento como muito bem desenvolvida, enquanto para as HC de programação e segurança da informação foram apontadas por 59% e 27% respectivamente como não desenvolvidas. Para a dimensão pessoal, todas as HC foram apontadas como parcialmente desenvolvidas, exceto a capacidade de trabalhar sobre pressão, que foi apontada por 45% como muito bem desenvolvida. E na dimensão social observa-se que a única HC pontada como não desenvolvida foi o domínio de mais de um idioma (62%), e como desenvolvimento não identificado a habilidade intercultural (30%).

Tabela 3: Panorama geral com destaque para o maior número de respostas.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	
PSP 6	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	
5	28	23	21	23	16	20	17	20	25	21	27	21	6	3	5	34	34	36	21	22	31	23	35	6	35	29	17	15	19	
4	14	19	19	22	22	16	16	22	15	17	12	21	7	5	4	12	11	7	17	9	11	18	8	9	10	13	24	15	17	
3	4	3	4	1	6	6	9	4	6	5	5	4	11	3	10	0	0	1	3	7	1	3	3	5	0	2	1	11	5	
2	0	1	2	0	2	3	4	0	0	2	2	0	5	1	3	0	0	1	2	3	3	3	2	0	2	1	2	3	0	3
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	17	34	24	0	0	0	2	5	0	0	0	24	0	0	1	5	2	
PM	4.522	4.391	4.283	4.478	4.130	4.109	4.000	4.348	4.413	4.196	4.391	4.370	2.565	1.739	2.196	4.739	4.696	4.674	4.130	3.870	4.522	4.348	4.696	2.370	4.717	4.500	4.152	3.761	4.043	
PA	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	2	5	5	5	5	4	4	5	4	5	2	5	5	4	4	4
TEEP	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
5	13	6	13	12	12	11	4	13	13	12	13	14	6	0	2	17	15	17	14	10	14	9	14	3	15	17	12	9	9	
4	8	14	7	8	7	9	10	7	6	9	6	7	6	4	6	4	4	4	6	8	7	8	6	2	5	3	6	7	5	
3	0	0	1	1	2	1	5	1	2	0	1	0	8	4	7	0	2	0	0	1	0	3	1	6	1	1	2	3	4	
2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	10	3	0	0	0	0	2	0	0	0	9	0	0	1	2	0	
PM	4.619	4.143	4.571	4.524	4.476	4.476	3.762	4.571	4.524	4.571	4.429	4.667	3.762	2.095	3.048	4.810	4.619	4.810	4.571	4.143	4.667	4.190	4.619	2.476	4.667	4.762	4.333	4.000	3.952	
PA	5	4	5	5	4	4	4	5	5	5	4	5	4	2	3	5	5	5	5	4	5	4	5	2	5	5	4	4	4	
PSP 1	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
5	4	5	2	8	11	2	11	6	6	11	5	9	8	1	1	12	12	10	10	20	14	17	13	4	19	16	8	7	6	
4	19	11	13	12	10	15	15	11	9	15	8	13	9	1	4	14	11	11	12	7	6	8	12	8	9	12	12	11	9	
3	5	8	11	9	8	7	3	11	11	3	4	4	7	7	5	6	7	10	6	4	9	6	5	2	4	4	7	4	8	
2	6	7	7	4	4	7	3	4	8	5	9	7	2	4	11	2	3	2	2	2	2	2	3	5	2	4	2	5	7	6
1	0	3	1	1	1	3	2	2	0	0	8	1	8	21	13	0	1	1	4	1	3	1	1	15	0	0	2	5	5	
PM	3.618	3.235	3.235	3.647	3.765	3.176	3.882	3.441	3.382	3.941	2.794	3.647	3.206	1.735	2.088	4.059	3.882	3.794	3.647	4.205	3.765	4.118	3.971	2.441	4.324	4.235	3.559	3.235	3.147	
PA	4	3	3	4	4	3	4	3	3	4	3	4	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	3	3	
PSP 2	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
5	4	4	5	4	7	6	9	11	9	14	6	13	9	0	7	13	10	15	3	8	17	12	18	0	19	15	10	3	6	
4	23	12	17	19	9	13	14	12	10	12	20	15	9	3	8	19	19	18	21	11	8	14	14	3	15	19	16	9	21	
3	6	10	7	8	10	9	6	8	9	6	5	9	7	8	2	4	3	4	5	8	6	4	7	1	2	5	11	7		
2	2	3	5	2	5	8	6	3	2	1	4	1	6	5	4	2	1	1	6	5	2	2	0	4	2	1	2	6	0	
1	2	8	3	4	6	3	2	3	7	4	2	0	4	22	10	1	3	2	3	10	2	3	1	23	0	4	4	8	3	
PM	3.676	3.027	3.432	3.459	3.162	3.351	3.595	3.676	3.324	3.838	3.649	4.081	3.351	1.757	2.948	4.108	3.865	4.108	3.405	2.948	3.973	3.811	4.297	1.730	4.378	4.297	3.703	2.811	3.730	
PA	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	2	3	4	4	4	4	3	3	4	4	2	4	4	4	3	4	

PM = PONTUAÇÃO MÉDIA; PA = PONTUAÇÃO MÉDIA ARREDONDADA

Fonte: elaboração própria.

Observa-se que todas as disciplinas, do ponto de vista do aluno, falham em relação ao desenvolvimento de HC na dimensão técnica. Tal fato pode ser explicado pela característica das HC que são mais voltadas para áreas de computação, fugindo do escopo tradicional da engenharia, demonstrando que a metodologia de PBL aplicada para atingir seus objetivos, não consideram no seu escopo as habilidades de mídia, programação e segurança da informação (no contexto das disciplinas do estudo de caso).

4.5.3. Análise comparativa das respostas

Tendo sido concluídas as análises das perspectivas dos alunos e dos professores, foram gerados gráficos radar para comparar as respostas de ambos e analisar se a perspectiva do professor corresponde com o que foi desenvolvido e percebido pelo aluno. Desta forma, foi considerado:

- Cada alternativa de resposta tem um valor, conforme os Quadros 11 e 12.
- Para as respostas dos professores foi considerado o valor da alternativa.
- Para as respostas dos alunos foi considerado o valor médio das respostas para cada alternativa.
- Para gerar os gráficos radar, foi feita uma média dos valores considerados em cada categoria, tanto para os professores quanto para os alunos.

Na Figura 4 são apresentados os quatro gráficos gerados, um para cada disciplina. As respostas dos alunos estão plotadas em vermelho, enquanto as dos professores estão plotadas em azul.

A comparação no quadro da disciplina de PSP6 permite concluir que as expectativas do professor em relação ao desenvolvimento de habilidades e competências são atendidas na dimensão metodológica, superadas na dimensão pessoal e foram superestimadas nas dimensões técnica e social, sendo a maior divergência percebida na dimensão técnica. Para a disciplina de PSP2 a expectativa do professor é atendida na dimensão social, superada na dimensão pessoal e não alcançada nas dimensões metodológica e técnica.

No quadrante da disciplina de PSP1 nenhuma habilidade e competência foi desenvolvida conforme a expectativa do professor, todas tiveram o desenvolvimento avaliado com nota inferior, sendo o destaque para a dimensão técnica com quase dois pontos de diferença. Quanto a disciplina de TEEP observa-se que as expectativas do professor foram atendidas nas dimensões técnica e

social, e superadas nas dimensões metodológica e pessoal. A seguir, será feita uma comparação específica das dimensões por cada disciplina, a começar pela Figura 5.

Figura 4: Comparação geral das respostas dos professores x alunos.

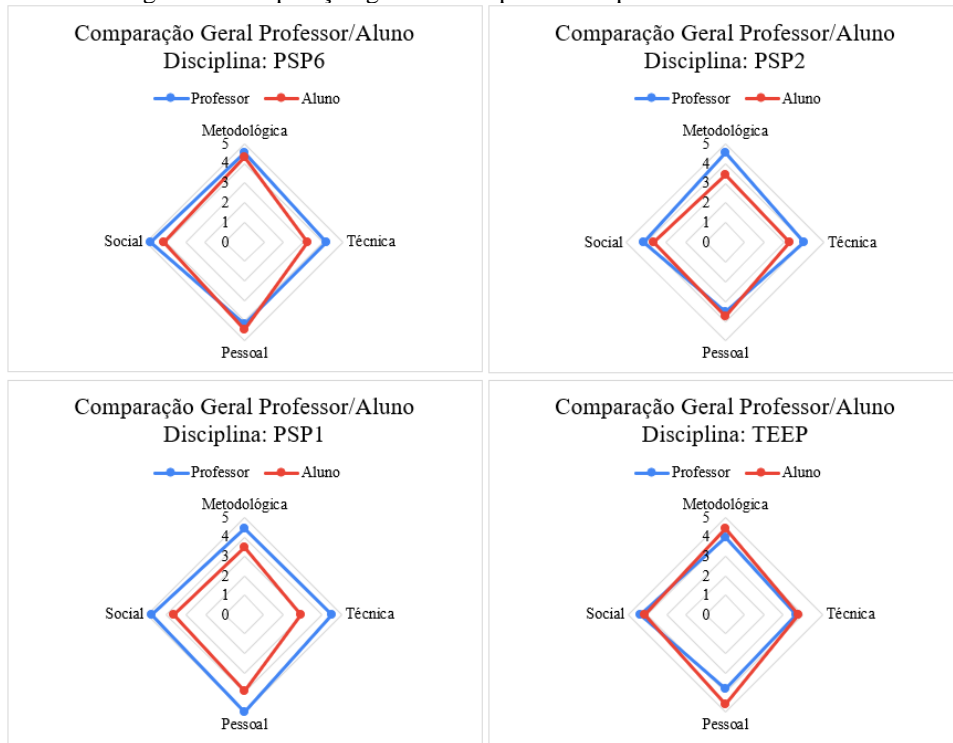
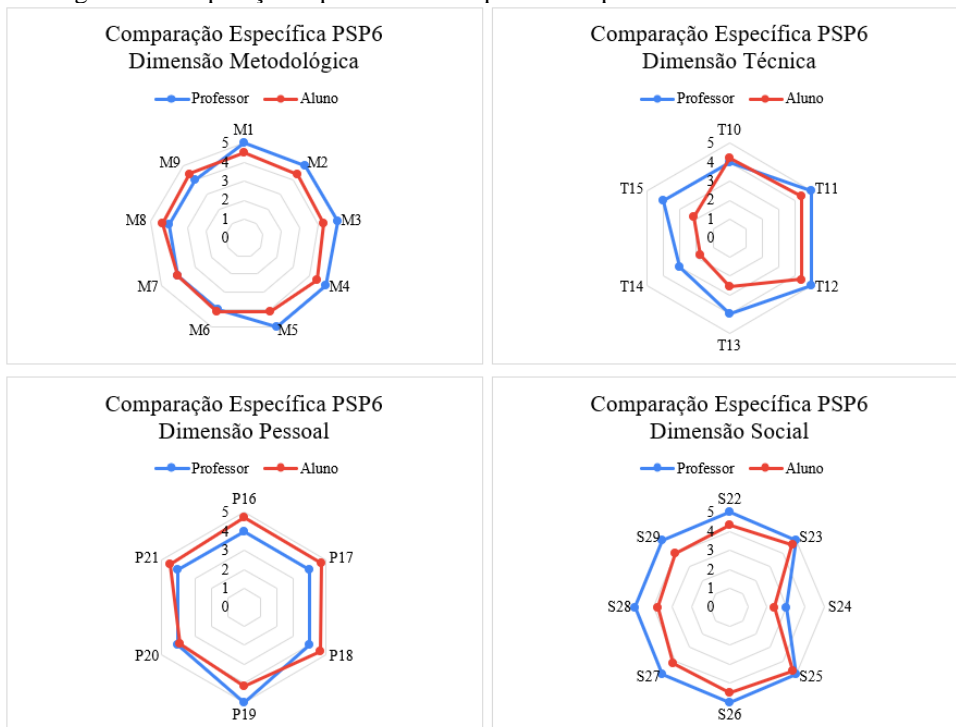


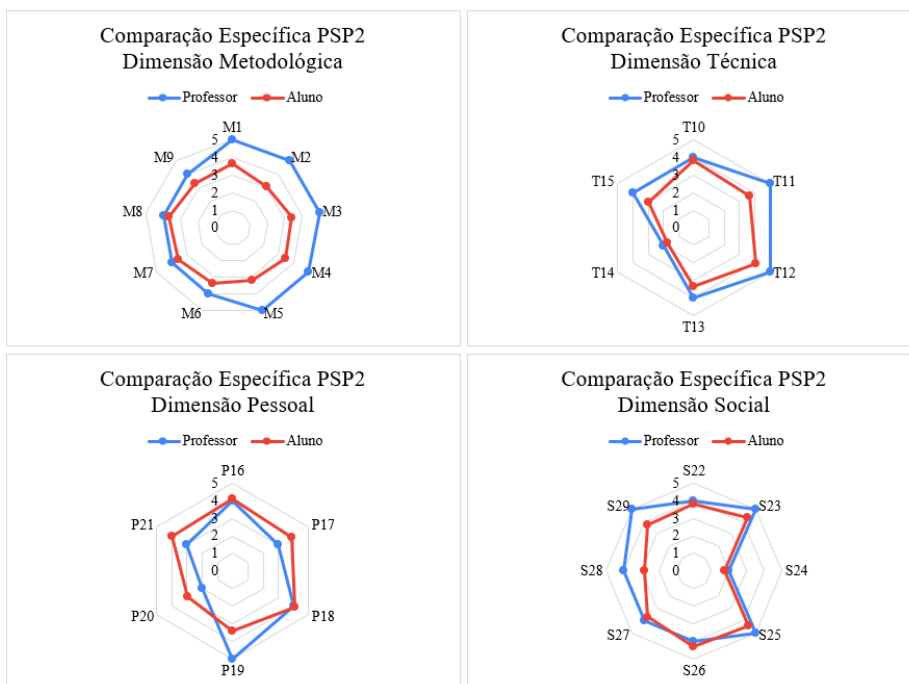
Figura 5: Comparação específica das respostas dos professores e alunos de PSP6.



Assim como observado no gráfico de comparação geral da Figura 5, a disciplina de PSP6 contou o desenvolvimento muito próximo do que era esperado pelo professor, na dimensão metodológica por exemplo, a habilidade M5 (criatividade) foi a que mais se distanciou do esperado pelo professor, que a identificou como muito bem desenvolvida e os alunos a apontaram como parcialmente desenvolvida. Na dimensão técnica as expectativas do professor não foram atingidas para as habilidades T13 (habilidades de mídia), T14 (habilidades de programação) e T15 (compreensão sobre segurança da informação). Na dimensão social, nenhuma atividade chegou a atingir de fato o desenvolvimento esperado pelo professor, principalmente a S27 (habilidade de networking), S28 (habilidades interculturais) e S29 (habilidade de transferir conhecimento).

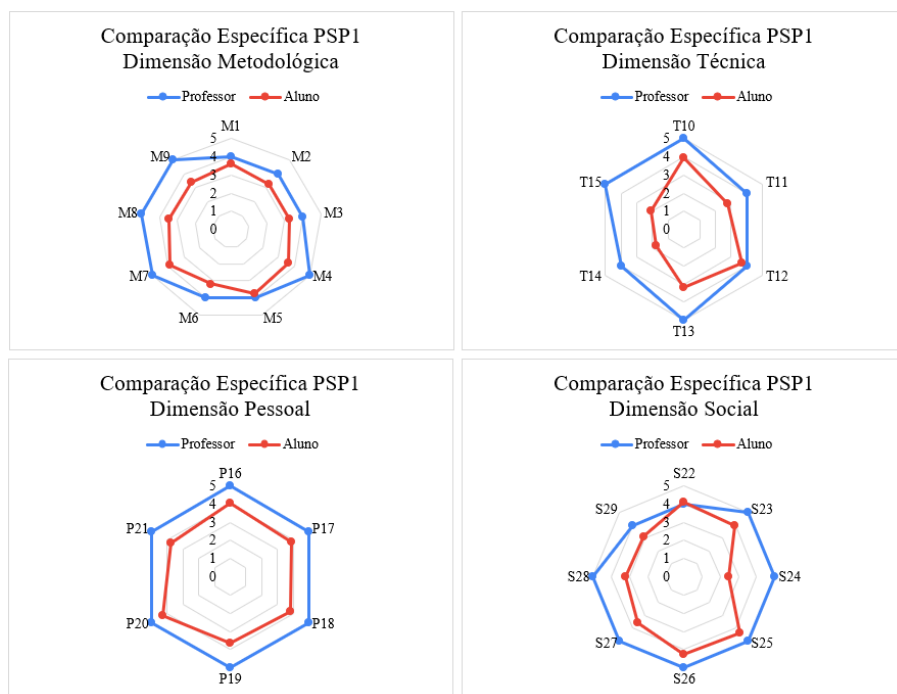
Na Figura 6 são apresentadas as comparações das respostas da turma de PSP2, onde na dimensão metodológica percebe-se quatro habilidades e competências que tiveram o desenvolvimento próximo do esperado pelo professor e as demais não foram totalmente desenvolvidas conforme o esperado, sendo o destaque para a habilidade M2 (pensamento empreendedor) e M5 (criatividade), cujo desenvolvimento não foi identificado pelos alunos e foi julgado como bem desenvolvido pelo professor.

Figura 6: Comparação específica das respostas dos professores e alunos de PSP2.



Na dimensão técnica da disciplina de PSP2, todas as habilidades tiveram o desenvolvimento próximo do esperado pelo do professor, as demais não tiveram o seu desenvolvimento identificado pelos alunos, exceto a habilidade T15 (compreender sobre segurança da informação) indicada pelo professor como parcialmente desenvolvida e pelos alunos como não desenvolvida e T11 (habilidades técnicas), indicada pelo professor como muito bem desenvolvida e apontada pelos alunos como parcialmente desenvolvida. Na dimensão pessoal o efeito é contrário e o professor teve as expectativas de desenvolvimento superadas em todas as habilidades, exceto a P19 (motivação em aprender). Sobre a dimensão social, apenas a habilidade S26 (habilidade de comunicação) teve o seu desenvolvimento superado pela expectativa do professor, as demais tiveram desenvolvimento igual ou inferior ao esperado.

Figura 7: Comparação específica das respostas dos professores e alunos de PSP1.

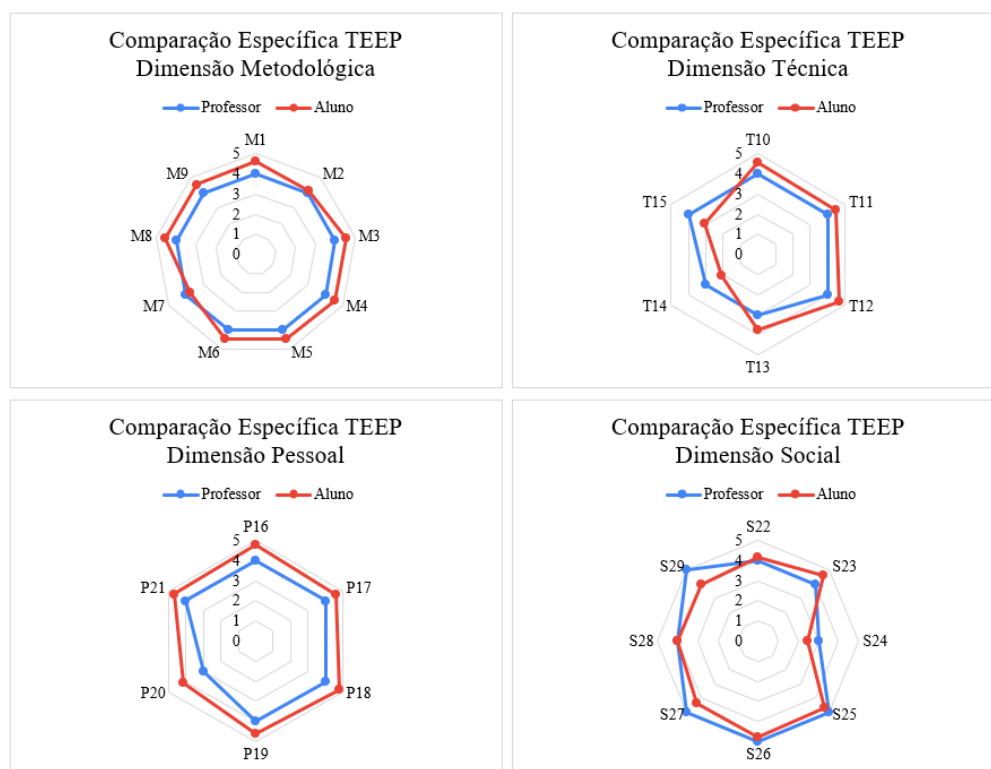


No gráfico de comparação de percepções da turma de PSP1 (Figura 7), todas as habilidades tiveram compreensões de desenvolvimento com divergências entre os alunos e professores, sendo que tal fato ocorreu pela avaliação positiva do professor para quase todas as alternativas, enquanto que na percepção dos alunos muitas habilidades foram parcialmente desenvolvidas ou não tiveram o seu desenvolvimento identificado. Os maiores destaques de tal divergência são para as

habilidades da dimensão metodológica (M4, M7, M8 e M9), técnica (T10, T11, T13, T14 e T15) e social com destaque para S24.

Para a turma de TEEP (Figura 8) a avaliação do professor foi superada pela avaliação dos alunos em 65% das habilidades, sendo o maior destaque para a habilidade da dimensão pessoal P20, que foi apontada pelo professor como desenvolvimento não identificado, na perspectiva dos alunos, tal habilidade foi muito bem desenvolvida. Observa-se no gráfico que as habilidades T14 e S24 foram apontadas pelos alunos como não desenvolvidas e apontadas pelo professor como “desenvolvimento não identificado”, atingindo desta forma o esperado pelo professor, que era o não desenvolvimento de tal habilidade, uma vez que não fazia parte do escopo.

Figura 8: Comparação específica das respostas dos professores e alunos de TEEP.



Tendo sido feitas as comparações entre as respostas sobre o que foi desenvolvido, tanto pela perspectiva do aluno, quanto pela do professor, o próximo tópico apresenta as implicações teóricas sobre tal análise.

4.6. Gerar relatório

Para avaliar a relação entre os resultados das disciplinas por dimensão, aplicou-se o diagrama de dispersão que permite comprovar a relação de causa e efeito das metodologias de aprendizagem ativa aplicadas em cada disciplina e a eficiência dessa aplicação, sendo demonstrada nos resultados das habilidades e competências desenvolvidas pelos alunos e apontadas nas pesquisas. O objetivo dessa análise é identificar se as disciplinas desenvolveram nos alunos as habilidades e competências esperadas pelos professores.

Para gerar os diagramas de dispersão, utilizou-se a média ponderada das respostas dos alunos para cada habilidade e competência, separando as respostas por dimensão. Sendo assim, tendo em vista os gráficos apresentados a seguir, o eixo X corresponde as habilidades e competências e o eixo Y corresponde a média ponderada das respostas atribuídas pelos alunos de cada disciplina em relação as competências desenvolvidas.

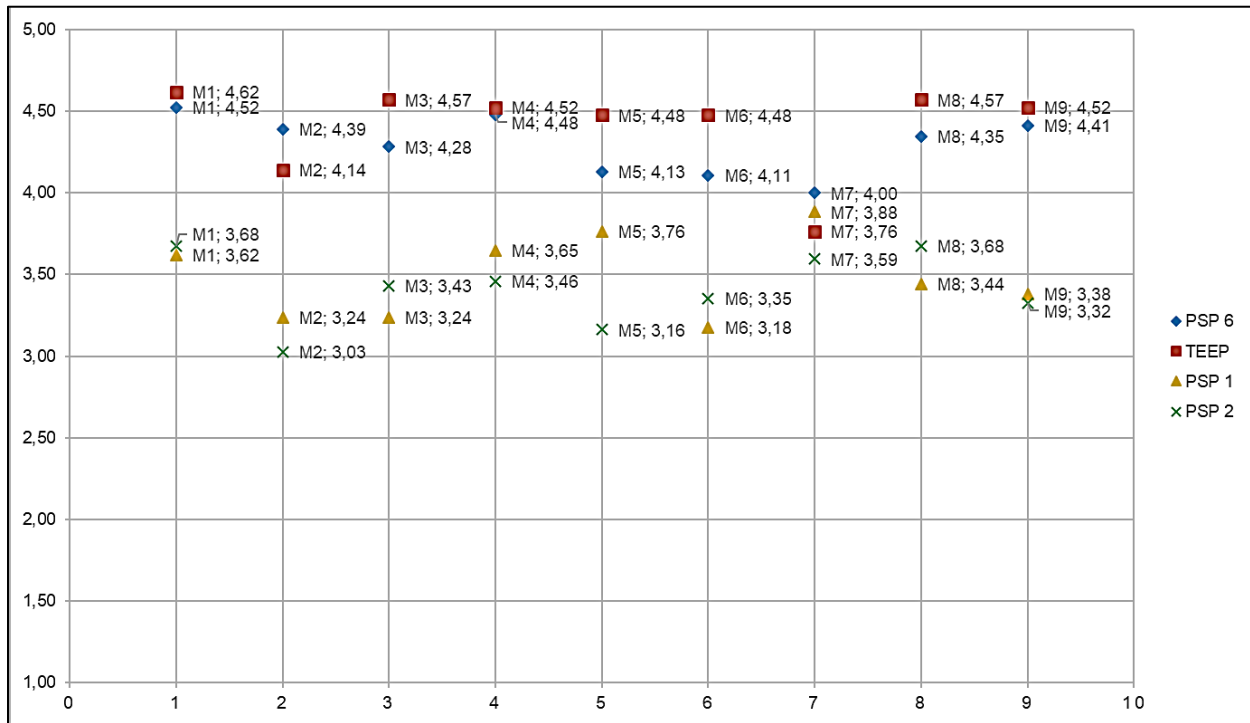
A dimensão metodológica composta por nove habilidades e competências, apresentou a menor média de respostas (3,03) para a disciplina PSP2, na habilidade M2 – Pensamento empreendedor. A maior média de respostas (4,62) foi para a disciplina de TEEP, na habilidade M1 – Resolução de problemas. No geral, a disciplina com a melhor média ponderada de respostas (4,41) foi a TEEP, indicando que no geral, as habilidades dessa dimensão foram ao menos “parcialmente desenvolvidas” pelos alunos dessa disciplina. Os demais resultados podem ser conferidos na Tabela 6 e as dispersões entre os resultados são plotadas no Gráfico 1.

Tabela 4: Comparação entre disciplinas na dimensão metodológica.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	MÉDIA
PSP 6	4,52	4,39	4,28	4,48	4,13	4,11	4,00	4,35	4,41	4,30
TEEP	4,62	4,14	4,57	4,52	4,48	4,48	3,76	4,57	4,52	4,41
PSP 1	3,62	3,24	3,24	3,65	3,76	3,18	3,88	3,44	3,38	3,49
PSP 2	3,68	3,03	3,43	3,46	3,16	3,35	3,59	3,68	3,32	3,41

MÍNIMO	3,03	PSP2	M2
MÁXIMO	4,62	TEEP	M1

Gráfico 1: Comparação entre disciplinas na dimensão metodológica.



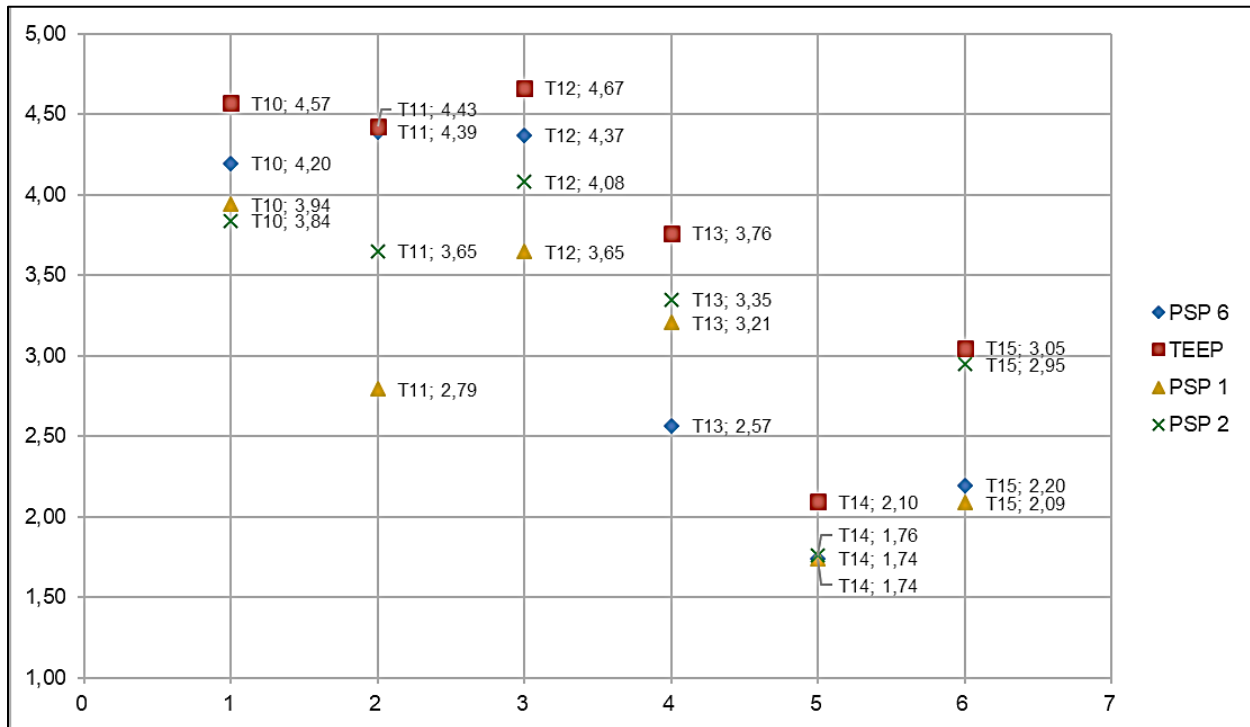
A dimensão técnica, composta por seis habilidades e competências, teve a menor pontuação média dos respondentes (1,74) na habilidade T14 – Habilidades de programação, na disciplina de PSP6. A maior pontuação média (4,67) foi atribuída a habilidade de T12 – Compreender novos processos, na disciplina de TEEP que no geral, também apresentou a maior pontuação média de respostas (3,76). O desempenho das demais disciplinas podem ser conferidos na Tabela 7 e as dispersões entre os resultados são apresentados no Gráfico 2. Uma observação sobre essa dimensão é que, no geral, as pontuações médias das respostas (Tabela 7) variam entre três e um, indicando que as habilidades técnicas não foram desenvolvidas ou foram mal desenvolvidas.

Tabela 5: Comparação entre as disciplinas na dimensão técnica.

	T10	T11	T12	T13	T14	T15	MÉDIA
PSP 6	4,20	4,39	4,37	2,57	1,74	2,20	3,24
TEEP	4,57	4,43	4,67	3,76	2,10	3,05	3,76
PSP 1	3,94	2,79	3,65	3,21	1,74	2,09	2,90
PSP 2	3,84	3,65	4,08	3,35	1,76	2,95	3,27

MÍNIMO	1,74	PSP6	T14
MÁXIMO	4,67	TEEP	T12

Gráfico 2: Comparação entre as disciplinas na dimensão técnica.



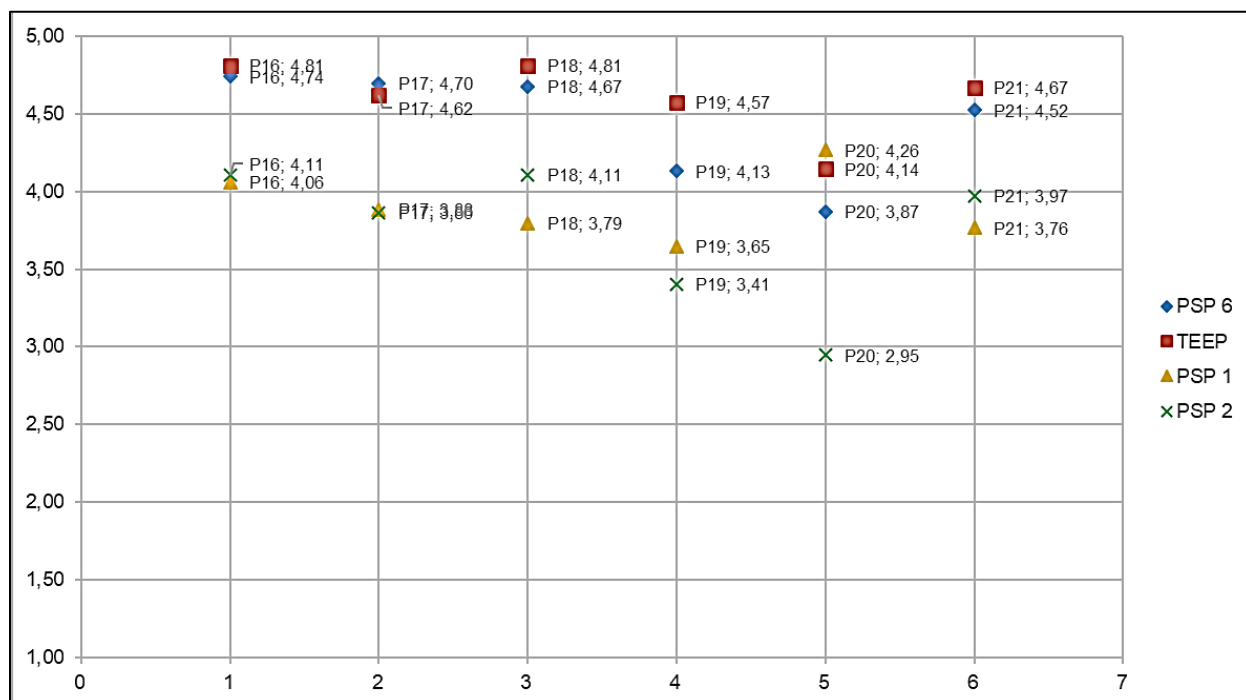
Para a dimensão pessoal, composta por seis habilidades e competências, a menor pontuação (2,95) foi atribuída a habilidade P20 – Mindset sustentável da disciplina de PSP2, enquanto a maior pontuação foi atribuída a habilidade P18 – Tolerância da disciplina de TEEP, que também apresentou a maior média de pontuação (4,67) para o desenvolvimento das habilidades e competências no geral. Todos os resultados podem ser conferidos na Tabela 8 e as dispersões dos resultados podem ser conferidas no Gráfico 3.

Tabela 6: Comparação entre disciplinas na dimensão pessoal.

	P16	P17	P18	P19	P20	P21	MÉDIA
PSP 6	4,74	4,70	4,67	4,13	3,87	4,52	4,44
TEEP	4,81	4,62	4,81	4,57	4,14	4,67	4,60
PSP 1	4,06	3,88	3,79	3,65	4,26	3,76	3,90
PSP 2	4,11	3,86	4,11	3,41	2,95	3,97	3,73

MÍNIMO	2,95	PSP2	P20
MÁXIMO	4,81	TEEP	P18

Gráfico 3: Comparação entre disciplinas na dimensão pessoal.



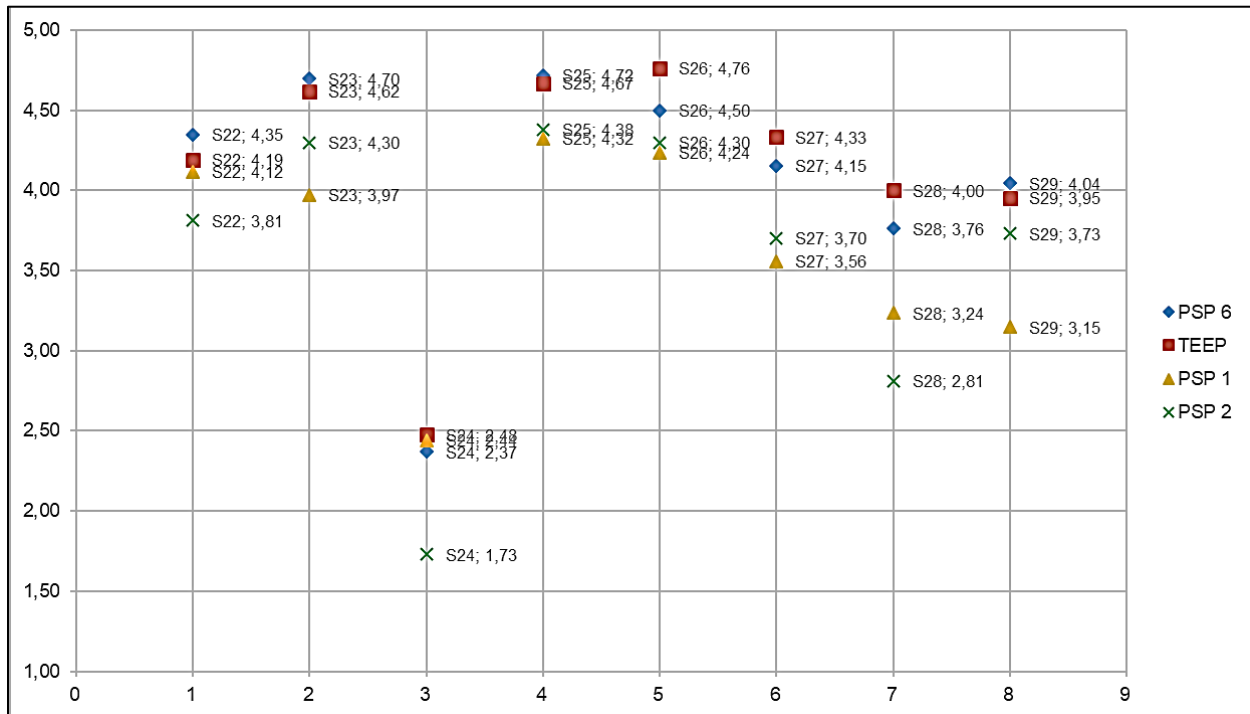
A dimensão social, composta por oito habilidades e competências, tem como mínima pontuação (1,73) o desenvolvimento da habilidade S24 – Dominar mais de um idioma na disciplina de PSP2, e pontuação máxima (4,76) no desenvolvimento da habilidade S26 – Habilidades de comunicação da disciplina de TEEP que também apresentou a maior média de pontuação geral (4,13). Os demais resultados podem ser conferidos na Tabela 9 e as dispersões no Gráfico 4.

Tabela 7: Comparação entre disciplinas na dimensão social.

	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	MÉDIA
PSP 6	4,35	4,70	2,37	4,72	4,50	4,15	3,76	4,04	4,07
TEEP	4,19	4,62	2,48	4,67	4,76	4,33	4,00	3,95	4,13
PSP 1	4,12	3,97	2,44	4,32	4,24	3,56	3,24	3,15	3,63
PSP 2	3,81	4,30	1,73	4,38	4,30	3,70	2,81	3,73	3,59

MÍNIMO	1,73	PSP2	S24
MÁXIMO	4,76	TEEP	S26

Gráfico 4: Comparação entre disciplinas na dimensão social.



4.7. Resumo do capítulo

Neste capítulo foi desenvolvida a metodologia para aplicação do estudo de caso, assim como foram apresentados os resultados obtidos e análises realizadas. Diante de todo o escopo de disciplinas dos cursos de Engenharia da Faculdade de Tecnologia da UnB, apenas quatro (TEEP, PSP1, PSP2, PSP6) atenderam as premissas necessárias para participar do estudo, sendo essas: aplicar ao menos uma metodologia de aprendizagem ativa; ter disponibilidade dos alunos para responder ao questionário; ter a disponibilidade do professor para responder ao questionário.

No geral, as análises desenvolvidas nos tópicos 4.5 e 4.6, conduzem a conclusão de que as metodologias de aprendizagem ativa utilizadas nas disciplinas deste estudo de caso, permitem que o professor tenha suas expectativas de habilidades e competências desenvolvidas e superadas nas dimensões metodológicas e pessoal, atingidas na dimensão social e superestimadas ou não desenvolvidas na dimensão técnica.

Deste modo, observa-se que a dimensão técnica apresentou as mais baixas pontuações de desenvolvimento de habilidades e competências, sendo o destaque para as habilidades de mídia (T13), habilidades de programação (T14) e compreensão sobre segurança da informação (T15).

A julgar pela característica dessas habilidades que tem forte referência com as áreas da computação, ou seja, são específicas de outra área de conhecimento e naturalmente não fazem parte do escopo das disciplinas abordadas nesta pesquisa, infere-se que tal resultado fazia parte do esperado pela a execução das disciplinas. Contudo, o panorama de respostas dos professores mostra que em relação as habilidades T13 e T15 havia a expectativa de um desenvolvimento ao menos parcial, enquanto para a habilidade T14 não havia expectativa de desenvolvimento (Tabela 8).

Tabela 8: Comparativo de respostas dos professores (T13, T14 e T15).

	PSP6			PSP1			PSP2			TEEP		
	T13	T14	T15	T13	T14	T15	T13	T14	T15	T13	T14	T15
A habilidade foi muito bem desenvolvida.				x		x						
A habilidade foi parcialmente desenvolvida.	x		x		x		x		x			x
Não consigo identificar se essa habilidade foi desenvolvida.		x								x	x	
A habilidade foi mal desenvolvida.								x				
A habilidade não foi desenvolvida.												

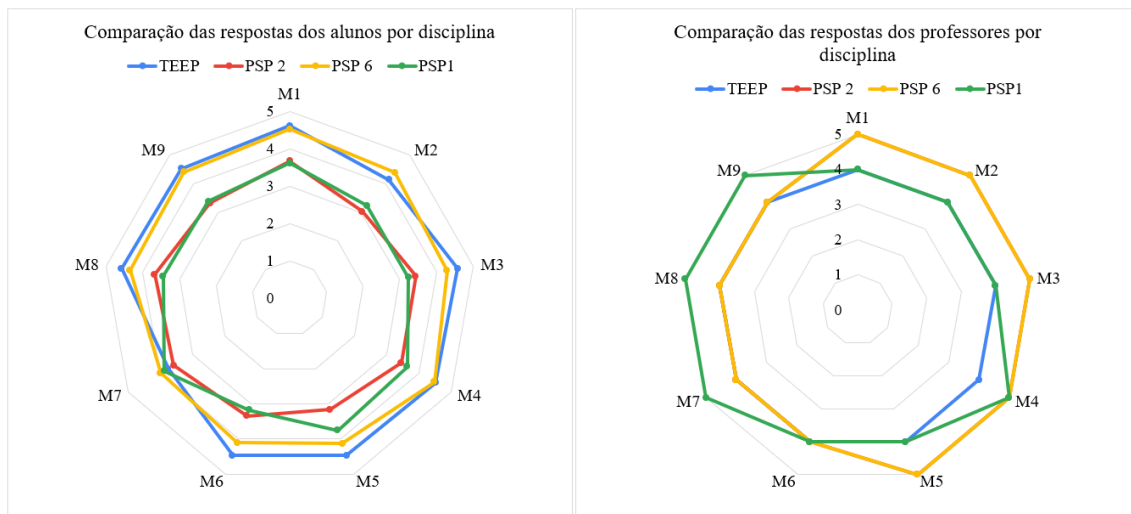
Estes resultados podem representar uma fragilidade do planejamento sistemático feito pelo professor, que deveria prever os conteúdos técnicos e atividades para alcançar o desenvolvimento esperado em relação as habilidades (T13, T14 e 15).

Este fato também ocorre para a habilidade S24 – Dominar mais de um idioma. Conforme a sua descrição, este item se refere a capacitação do aluno para compreender e se comunicar com parceiros e clientes globais, o que infere na fluência de uma outra língua diferente da de origem do aluno. O desenvolvimento dessa habilidade não é trivial, contudo, a influência com o desenvolvimento da habilidade de motivação em aprender pode instigar o aluno a uma busca pela fluência de novos idiomas.

Outros fatores que também devem ser considerados para a conclusão sobre os resultados são: o nível de maturidade da turma para compreender o que cada habilidade e competência representa, o que influencia sobre a sua resposta em relação ao que foi desenvolvido e em qual nível foi desenvolvido; e o nível de maturidade do professor, que influencia no sucesso da aplicação da metodologia ativa em sua disciplina.

Isso pode ser observado na Figura 9, que compara as respostas dos alunos e dos professores na dimensão metodológica, por disciplina. As disciplinas que são mais características de final de curso como PSP6 e TEEP, apresentam resultados muito próximos e tendenciosos a indicação de um bom desenvolvimento da habilidade, o que é próximo ao esperado pelo professor. Contudo, para as disciplinas de início de curso (PSP1 e PSP2 – que no gráfico dos professores, PSP2 tem o mesmo resultado da disciplina de PSP6, apresentado pela linha amarela), as habilidades indicadas pelos alunos apresentam resultados mais distantes do esperado pelo professor.

Figura 9: Comparação das respostas na dimensão metodológica, por disciplina.



Essa comparação permite a conclusão de que o nível de maturidade dos alunos, que dependerá do período do curso, assim como o viés, perfil, nível de maturidade, compreensão e planejamento do professor em relação a sua disciplina, tem um impacto direto nos resultados de aplicação das metodologias de aprendizagem ativa.

Essa maturidade tanto do aluno quanto do professor também é influenciada pelo Projeto Político Pedagógico (PPP) do Curso. A exemplo, observa-se que todas as disciplinas do estudo de caso apresentado neste capítulo são do curso de engenharia de produção, cuja concepção metodológica do projeto pedagógico leva em consideração a pirâmide de aprendizagem baseada na taxonomia de bloom, assim como prevê a aplicação da aprendizagem baseada em problemas (PBL), para realização de atividades com o “praticar fazendo”, por meio de disciplinas de projeto que perpassam por todo o curso (PSP1 ao PSP6).

Tal fato difere de cursos da engenharia clássica, como por exemplo a Mecatrônica, cujo Projeto Político Pedagógico do curso não prevê a aplicação de metodologias de aprendizagem ativa e define o perfil do aluno formado da seguinte forma:

O egresso do Curso tem uma formação generalista, crítica, multidisciplinar e reflexiva, embasada em sólidos conhecimentos, tornando-o apto a solucionar problemas do mundo real, incorporar novas tecnologias e atuar em uma gama muito abrangente de atividades.

Item 2.2.2 do PPP do Curso de Engenharia Mecatrônica da UnB.

Nessa definição fala-se apenas em formação baseada em conhecimentos sólidos, sem previsão ou consideração de experiências transdisciplinares para a formação de habilidades e competências. Esses cursos precisam ser direcionados a compreender de que forma podem se reestruturar a fim de sair da abordagem clássica, que prevê apenas a formação técnica embasada em conhecimentos sólidos, e partir para uma abordagem que considere o desenvolvimento de habilidades e competências no aluno em todas as dimensões.

Aqui se encontra o gargalo das novas modelagens de ensino: professores com abordagens clássicas, tendo que aderir metodologias que não conhecem para desenvolver os alunos. Esses professores constituem o público-alvo da sistemática proposta neste trabalho.

Deste modo, uma forma de garantir que o professor tenha todas as habilidades e competências desenvolvidas em sua disciplina é pela elaboração do planejamento da disciplina. No próximo capítulo é apresentada uma sistemática (um método) para a elaboração deste planejamento, a fim de proporcionar aos professores uma transição do planejamento intuitivo para o planejamento baseado em um método, otimizando os resultados de aplicação da metodologia ativa e contribuindo para que o professor avance cada vez mais no seu nível de compreensão e maturidade em relação a transição da abordagem de ensino clássica, para a abordagem de ensino ativo.

5. PROPOSTA DE UMA SISTEMÁTICA DE PLANEJAMENTO DE DISCIPLINAS DE APRENDIZAGEM ATIVA

Tendo em vista o objetivo dessa dissertação, no tópico 5.1 deste capítulo é apresentada uma sistemática para auxiliar os professores no planejamento de disciplinas com uso de metodologias ativas. No tópico 5.2 é apresentado um exemplo prático de aplicação da sistemática.

5.1. Sistemática para o planejamento de disciplinas com aprendizagem ativa

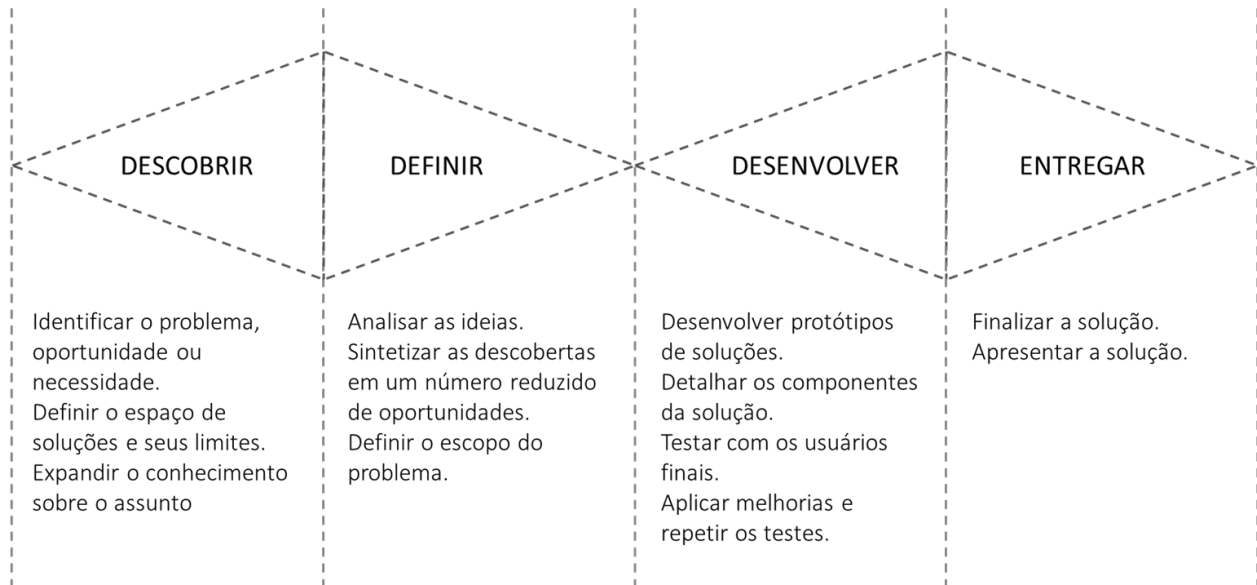
A construção da sistemática foi baseada em duas metodologias. A primeira é o CDIO, apresentado no capítulo 2. O CDIO é um modelo de ensino que está sendo aplicado e referenciado em relação aos novos modelos de ensino em engenharia, este é desenvolvido em quatro etapas (conceber, projetar, implementar e operar) e sua maior contribuição está no desenvolvimento do aprendizado por meio de uma visão sistêmica para proporcionar aos alunos uma vivência com o ciclo de vida de um produto.

Segundo Taajamaa, Eskandari e Karanian (2016), o CDIO foi proposto a partir das abordagens do *Design Thinking*, que é uma metodologia que representa o modo de pensar seguindo a lógica do pensamento divergente, que trata da exploração de um problema e geração de ideias, seguido pelo o pensamento convergente para fazer as escolhas entre as ideias geradas (COSTA et al., 2021; VASCONCELOS; PEREIRA, 2019).

Essa lógica de pensamento viabiliza o tratamento de problemas com diferentes graus de complexidade, contextos, áreas de conhecimento e atores envolvidos e possibilita a criação de soluções que gerem valor para as partes interessadas, sejam essas produtos, serviços ou sistemas técnicos, e tenham potencial para serem convertidas em oportunidades de negócio (BROWN, 2008).

Dentre os modelos de *Design Thinking* que podem ser adotados tanto por organizações quanto por instituições de ensino, destaca-se o Diamante Duplo elaborado pelo *British Design Council* em 2005, que representa o processo de explorar um problema e gerar soluções em quatro fases: descobrir, definir, desenvolver e entregar. O modelo do Diamante Duplo é apresentado na Figura 9.

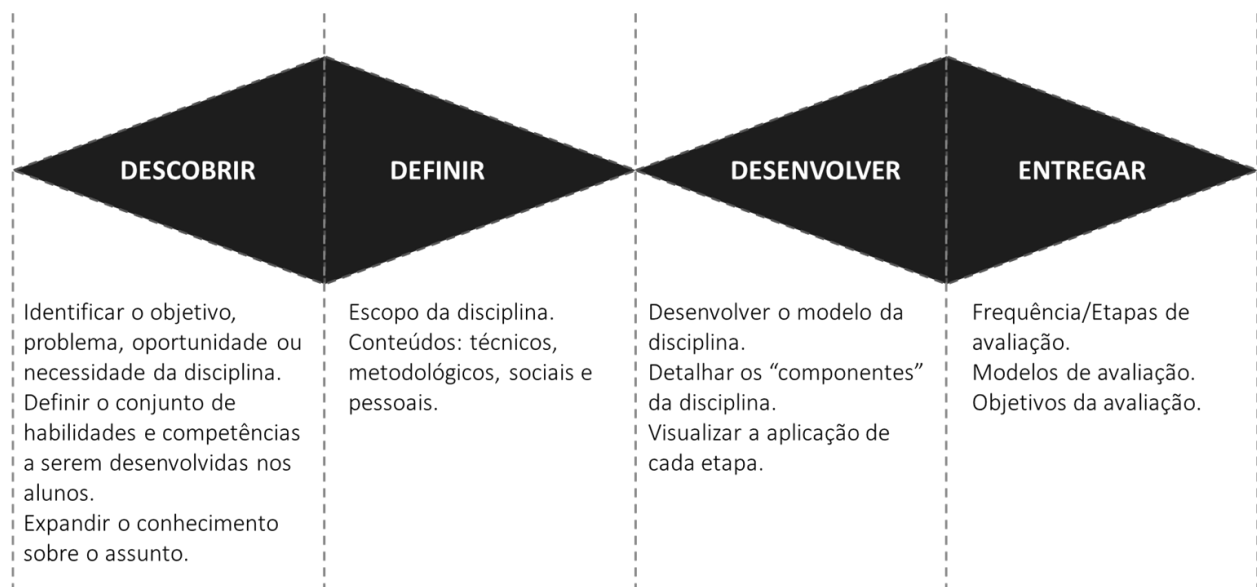
Figura 10: Modelo *Design Thinking* - Diamante Duplo.



Fonte: elaborado pela autora com base em Vasconcelos e Pereira (2019), página 4.

Assim, o Diamante Duplo é a metodologia base para a proposta da sistemática, uma vez que o seu modelo delimita de forma mais clara do que a do CDIO, as etapas e formas de pensamento para se tratar um determinado tema e alcançar uma solução. Desta forma, o modelo da sistemática possui quatro etapas: identificar, definir, modelar e entregar (Figura 10).

Figura 11: Modelo da sistemática para o planejamento de disciplinas de aprendizagem ativa.



A sistemática proposta é iniciada com a identificação do objetivo e do conjunto de habilidades e competências a serem desenvolvidas nos alunos que cursarem a disciplina e, estes devem contemplar não apenas o desenvolvimento puramente técnico, mas também metodológico, social e pessoal. Essa é a fase na qual o professor define o problema a ser tratado, as oportunidades a serem exploradas, as necessidades e itens chave da disciplina. Além disso, também desenvolve o conhecimento sobre o tema da disciplina, uma vez que nem sempre os professores são destinados a lecionar disciplinas que são do seu domínio, exigindo então um momento para estudar sobre o tema.

A segunda etapa da sistemática trata sobre a definição do escopo da disciplina, ou seja, serão elencados quais conteúdos devem ser abordados para atingir o objetivo e desenvolver as habilidades e competências planejadas na primeira etapa. Nesta são inseridos os elementos da literatura e do questionário aplicado que classificam que o aprendizado deve contemplar quatro dimensões: técnica, metodológica, social e pessoal. Deste modo, o professor deve planejar os conteúdos ou temas de cada dimensão.

Em seguida, na terceira etapa da sistemática, o professor deve modelar o desenvolvimento da disciplina, pensando na sua estrutura (fases, blocos de atividades...) e nas metodologias de aprendizagem ativa que serão aplicadas. No modelo original do diamante duplo, essa fase está relacionada ao desenvolvimento da solução, com o detalhamento dos componentes, assim como testes e validação da solução. Desta forma, o professor deve simular a disciplina visualizando a aplicação de cada etapa, momentos de trabalho em grupo, aplicações de conteúdo, formas de apresentar o conteúdo.

Também devem ser planejadas as atividades para garantir a transdisciplinaridade, ou seja, deve-se definir como será a interação com os outros departamentos da universidade (por meio dos laboratórios, empresas juniores, equipes de competição) e como será realizada a interação com a comunidade local (startups, empresas, indústrias, outras instituições de ensino, comunidades carentes, centros de inovação).

Tendo definido o objetivo, escopo e modelagem da disciplina, o professor deve projetar as formas de avaliação, sendo essa a última fase da sistemática de planejamento. Se fala em formas pois uma disciplina de aprendizagem ativa precisa ser avaliada constantemente durante todo o

semestre e de formas que possam identificar o conhecimento e habilidade desenvolvida em cada uma das quatro dimensões, ou seja, essas devem ser avaliações autênticas que meçam o desempenho efetivo do aluno. Além disso, o professor também pode prever a aplicação de uma avaliação do aluno em relação sua experiência com a disciplina, sendo que essa pode resultar em subsídios para uma melhoria contínua da disciplina.

Sobre as formas de avaliação podem ser aplicadas as avaliações formativas, baseadas na percepção e feedback, e as somativas baseadas no julgamento e situações de desempenho sem ajuda (exemplo: testes surpresa, apresentações individuais, apresentações em grupo com questionamentos individuais direcionados).

Sobre as ferramentas para aplicação das avaliações o professor pode planejar o uso de plataformas ead da universidade ou plataformas do Google, como por exemplo o Google Forms, e como ferramenta de avaliação de habilidades e competências o professor pode recorrer ao uso do formulário utilizado no estudo de caso dessa pesquisa (Apêndice IV).

Para fechar essa etapa, o professor deve identificar as referências que foram utilizadas para embasar o plano, contemplando desde as referências dos conteúdos técnicos, metodológicos, pessoais e sociais, assim como as relacionadas as metodologias e ferramentas para o desenvolvimento da disciplina, prevista na etapa 3 da sistemática.

Observa-se que esse modelo permite que o professor siga o pensamento divergente, no momento de identificar os objetivos e oportunidades da disciplina, convergente no momento de definir os conteúdos e temas, em seguida volta-se para o pensamento divergente, pois o professor deve fazer o exercício de expandir e idealizar todas as possibilidades de desenvolvimento e aplicação da disciplina e encerra a sistemática com o pensamento convergente com o projeto dos formatos de avaliação.

No próximo tópico é apresentado um exemplo de aplicação prática da sistemática, aplicado na disciplina de Tópicos Especiais de Engenharia de Produto (TEEP), uma das disciplinas que fez parte da pesquisa e teve bons resultados. A necessidade de teste dessa sistemática em uma disciplina que já aplica metodologias de aprendizagem ativa é a oferta de um modelo que possa

auxiliar o professor no seu planejamento, considerando não só as metodologias a serem utilizadas, mas as habilidades a serem desenvolvidas.

5.2. Aplicação da sistemática na disciplina de TEEP

A aplicação prática da sistemática proposta no tópico anterior é realizada para a disciplina de Tópicos Especiais em Engenharia de Produto (TEEP). A fim de contextualizar, a disciplina é ofertada com uma carga de 4 créditos para diversos cursos e, no semestre de aplicação da pesquisa do estudo de caso deste trabalho (2º semestre de 2019), foi cursada por 28 alunos sendo estes de 8 diferentes cursos de graduação (Tabela 9) em diferentes semestres (Tabela 10).

O intuito da disciplina é o desenvolvimento de projeto em grupo multidisciplinar para gerar ideias de soluções para situações-problemas. No ato da conclusão da disciplina, cada grupo deve apresentar uma ideia de solução considerando custos, mercado de atuação, público-alvo, técnicas para desenvolvimento da solução, entre outros. O modelo atual do planejamento da disciplina é apresentado no Anexo I.

Tabela 9: Quantidade de alunos por curso.

CURSOS	Nº DE ALUNOS
Engenharia Ambiental	1
Engenharia Automotiva	1
Engenharia de Produção	11
Engenharia Eletrônica	2
Engenharia Florestal	1
Engenharia Mecânica	4
Engenharia Mecatrônica	6
Terapia Ocupacional	2
Total Geral	28

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 10: Quantidade de alunos por semestre.

SEMESTRE	Nº DE ALUNOS
1	1
3	3
4	1
5	1
6	1
7	6
8	5
9	2
10	2
11	3
12	2
Mestrado	1
Total Geral	28

Fonte: Elaboração própria.

Iniciando a aplicação da sistemática, tem-se que a Etapa 1 trata da definição do objetivo da disciplina, que no modelo atual é definido como “Desenvolver habilidades nos estudantes para produção de protótipos a partir de Problemas”. Para o novo Planejamento, sugere-se uma outra

alternativa de objetivo, a fim de evidenciar a aplicação e uso das metodologias ativas no processo de desenvolvimento da disciplina (Quadro 18).

Quadro 18: Aplicação da sistemática - Etapa 1: Objetivo.

OBJETIVOS

Elaborar protótipos de soluções para problemas reais, tendo os alunos com uma postura ativa no processo de aprendizagem, grupos multidisciplinares e interação com diferentes áreas de conhecimento, utilizando a metodologia de diamante duplo para desenvolvimento da solução.

Em seguida devem ser definidas as habilidades e competências serão desenvolvidas em cada uma das quatro dimensões de conhecimento, a fim de preparar o aluno para as situações do mundo real. Para a disciplina de TEEP, conforme apontado no resultado da pesquisa aplicada ao professor, as habilidades a serem trabalhadas são apresentadas no Quadro 19, tendo em vista a adição de algumas habilidades técnicas.

Quadro 19: Aplicação da sistemática - Etapa 1: Habilidades a serem trabalhadas.

HABILIDADES TRABALHADAS

<p>METODOLÓGICA</p> <ul style="list-style-type: none"> [x] Resolução de problemas [x] Pensamento empreendedor [x] Eficiência na resolução de problemas [x] Tomada de decisão [x] Criatividade [x] Habilidades analíticas [x] Habilidades de pesquisa [x] Pensamento crítico [x] Pensamento sistêmico 	<p>TÉCNICA</p> <ul style="list-style-type: none"> [x] Estado da arte do conhecimento [x] Compreender novos processos [x] Habilidades de mídia [-] Habilidades de programação [-] Compreender sobre segurança da informação [x] Habilidades técnicas: Compreensão do processo de desenvolvimento de um produto; aprender a desenvolver um protótipo.
<p>PESSOAL</p> <ul style="list-style-type: none"> [x] Flexibilidade [x] Complacência [x] Tolerância [x] Motivação em aprender [x] Mindset sustentável [x] Capacidade de trabalhar sobre pressão 	<p>SOCIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> [x] Capacidade de liderança [x] Habilidades de se comprometer e cooperar [x] Dominar mais de um idioma [x] Habilidade de trabalhar em equipe [x] Habilidade de comunicação [x] Habilidade de networking [x] Habilidades interculturais [x] Habilidade de transferir conhecimento

Na segunda etapa da sistemática são definidos os conteúdos a serem desenvolvidos. Comparando com o plano de aula atual (Anexo I), essa definição de conteúdo conforme determinada pela sistemática permite um planejamento mais claro sobre o que será estudado e desenvolvido. O Quadro 19 apresenta os conteúdos e temas a serem abordados em cada uma das quadro dimensões previstas pela literatura.

Quadro 20: Aplicação da sistemática - Etapa 2: Conteúdos.

CONTEÚDOS PARA DESENVOLVIMENTO DA DIMENSÃO TÉCNICA

Neste item, o professor deve relacionar os conteúdos técnicos que farão parte do desenvolvimento da disciplina. No caso de TEEP, os conteúdos técnicos são:
Engenharia de sistemas; Engenharia de produtos; Engenharia de serviços; Gerenciamento de projeto.

CONTEÚDOS PARA DESENVOLVIMENTO DA DIMENSÃO METODOLÓGICA

Neste item, devem ser relacionados os conteúdos abordados para dar subsídio a implementação prática dos conteúdos apresentados na dimensão técnica. Deste modo, para a disciplina de TEEP, os conteúdos metodológicos são:

<i>Design Thinking</i> (Diamante Duplo).	Definição de especificações técnicas de projeto de produto.
Definição do problema na visão do cliente/usuário.	Desenvolvimento de um protótipo.
Elaboração de um plano de projeto.	Planejamento de um negócio.
Desenvolvimento de um plano de projeto.	

CONTEÚDOS PARA DESENVOLVIMENTO DA DIMENSÃO PESSOAL

Nesta etapa, o professor deve indicar as abordagens que serão aplicadas para que os alunos sejam incentivados a refletir sobre seus valores sociais, motivações e atitudes individuais. Para o caso da disciplina de TEEP, tem-se: Problematização da realidade; Visita aos locais de ocorrência da realidade problematizada; Visita a negócios de alunos e ex-alunos da Universidade; Palestras com empreendedores.

CONTEÚDOS PARA DESENVOLVIMENTO DA DIMENSÃO SOCIAL

Nesta etapa, o professor deve relacionar os conteúdos e abordagens aplicados para auxiliar os alunos no desenvolvimento de habilidades, competências e atitudes para cooperar e se comunicar com os outros. Exemplo: entrevistas para conhecer os envolvidos e afetados pelo problema; interação com outras áreas de conhecimento, laboratórios etc.

Na Etapa 3 da sistemática a disciplina deve ser modelada conforme as suas etapas de desenvolvimento, assim como o conjunto de metodologias de aprendizagem ativa a serem aplicadas e o conjunto de ferramentas que o professor planeja para serem utilizadas durante todo este processo. Para o caso de TEEP, as metodologias utilizadas são apresentadas no Quadro 21.

METODOLOGIA DE ENSINO

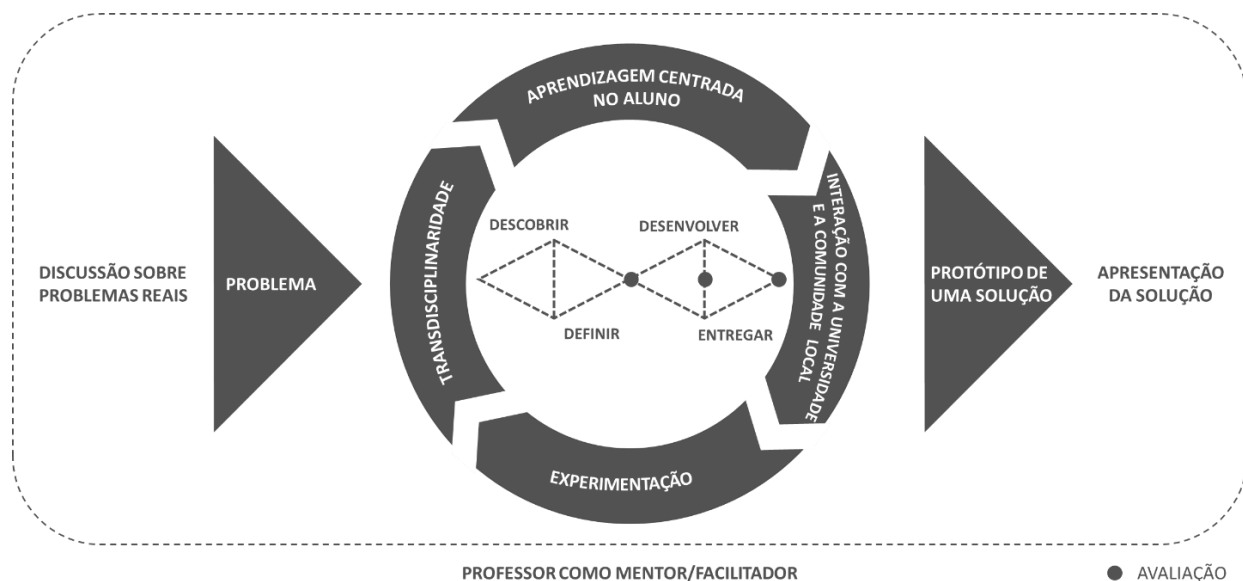
É de extrema importância que o professor tenha o planejamento de desenvolvimento da disciplina durante o semestre, pois os modelos de metodologia ativa devem ser combinados entre si, assim como deve-se levar em consideração os fatores envolvidos na transdisciplinaridade. Deste modo, todas as etapas da disciplina devem ser planejadas e, para TEEP, tem-se o seguinte planejamento de etapas baseadas no diamante duplo do *design thinking*: Descoberta; Definição; Desenvolvimento; Entrega. Para cada das etapas são consideradas as metodologias de aprendizagem ativa:

1. PBL – aplicado durante toda a disciplina, uma vez que o problema é tratado do início ao fim do semestre;
2. Sala de aula invertida – utilizada para a introdução dos conteúdos teóricos relacionados a cada etapa do conteúdo metodológico, portanto os conteúdos são disponibilizados na plataforma moodle e discutidos em sala de aula;
3. Aprendizagem híbrida – disponibilização de atividades pra realização dentro e fora da sala de aula.
4. Aprendizagem baseada na investigação e verificação – os alunos devem investigar as dores dos clientes afetados pelo problema apresentado, deste modo, são realizadas entrevistas, visitas de campo, observações, pesquisas entre outros.

Além disso, são consideradas as interações para desenvolvimento da solução: Grupo multidisciplinares; Desenvolvimento de protótipo em laboratórios da Universidade; Visitas de campo.

Para a compreensão do funcionamento prático da Etapa 3, a Figura 11 apresenta uma esquematização da execução das metodologias, assim como os componentes da disciplina que garantem a transdisciplinaridade. Observa-se que a mesma metodologia utilizada para embasar a proposta da sistemática, também estrutura as etapas de desenvolvimento da disciplina de TEEP.

Figura 12: Esquematização do modelo de uma disciplina com aprendizagem ativa.



Pela Figura 11, a disciplina tem como início a abordagem e escolha de problemas relevantes para serem explorados nas etapas descobrir, definir, desenvolver e entregar, sendo essas subsidiadas por uma abordagem transdisciplinar, com aprendizagem centrada no aluno, interação com a comunidade local e demais departamentos da universidade, além da experimentação prática do desenvolvimento de uma solução para o problema abordado, sendo que essa configura a entrega final da disciplina. O modelo também prevê as avaliações do desenvolvimento dos alunos e as três apresentações durante o desenvolvimento das etapas definir, desenvolver e entregar (indicadas nos *gates* de avaliação).

As abordagens metodológicas de aprendizagem ativa em TEEP são: baseada em problemas, sala de aula invertida e aprendizagem combinada. Uma vez que o desenvolvimento de produtos é parte essencial da disciplina, tem-se como abordagem para estruturação das etapas de desenvolvimento do produto o *Design Thinking*,

As fases da metodologia do diamante duplo aplicadas na disciplina de TEEP, são desmembradas em quatro etapas, cujas subdivisões são apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11: Fases da disciplina e seus blocos de atividades.

DESCOBRIR	1. Contextualização da disciplina. 2. Brainstorming de problemas. 3. Classificação de problemas.
DEFINIR	4. Identificação das áreas de conhecimento do problema. 5. Identificação das áreas de conhecimento e competências da turma. 6. Definição do escopo do problema.
DESENVOLVER	7. Identificação de requisito do cliente e do produto. 8. Ideação e geração do conceito. 9. Especificações técnicas.
ENTREGAR	10. Reflexão sobre o desenvolvimento do protótipo (lições aprendidas); 11. Desenvolvimento da identidade visual da solução; 12. Apresentação da solução.

Deste modo, a Etapa Descobrir, onde é realizada a contextualização da disciplina, apresentação dos conteúdos a serem abordados e a introdução destes aos alunos para que possam iniciar o brainstorming de problemas e posteriormente, a classificação de problemas. Essa etapa perpassa toda a disciplina, uma vez que o conteúdo é apresentado de forma introdutória a cada nova etapa.

Em seguida tem-se a Etapa Definir, que trata da definição do escopo do problema, assim como a identificação das áreas de conhecimento envolvidas nas possíveis soluções do problema. Em seguida, a Etapa Desenvolver, na qual os alunos devem fazer a identificação dos requisitos dos clientes e dos produtos, pensar na ideação e geração do conceito, e assim que definido, relacionar as especificações técnicas necessárias pra que a solução execute suas funcionalidades.

Ainda na Etapa Desenvolver é realizada a prototipação, uma vez que se trata da experiência do aluno no processo da construção física de uma solução, contando com a interação com outras áreas de conhecimento, além da oportunidade de atuar em um ambiente de fabricação digital, que é disponibilizado para uso dos alunos. Deste modo, os métodos e ferramentas dessa etapa são brainstorming, prototipação em ambiente de fabricação digital, equipe multidisciplinar, métodos de desenvolvimento do produto e testes com o cliente final.

Os ambientes que podem dar suporte a essa fase de prototipagem são: o LAB e os demais laboratórios da universidade, empresas júniores de diferentes cursos (comunicação, design, engenharia de produção, mecânica, mecatrônica, civil entre outras) e equipes de competição. Esses são canais que tem potencial para auxiliar as equipes no seu processo de prototipagem, tendo o papel de preencher as lacunas e necessidades de áreas de conhecimento que não compõem o grupo, além de fornecer o ambiente, as ferramentas e suporte necessário para o desenvolvimento das soluções.

O protótipo a ser desenvolvido é do tipo físico, cuja definição trata que estes são utilizados para testar uma solução de forma rápida e validar a funcionalidade do produto. Para tal, pode-se utilizar qualquer tipo de material e processo de fabricação. Tal experiência deve gerar no aluno aplicação técnica de conteúdo, pensamento crítico, pensamento sistêmico, criatividade, motivação em aprender, comprometimento e colaboração, compreensão de novos processos, além da habilidade de programação, que pode ser explorada pelas soluções dos grupos.

A Etapa Entregar é iniciada logo após a conclusão do protótipo, com a atividade de análise, que tem como objetivo a reflexão sobre a experiência de construção do protótipo, resultados obtidos e também, sobre ótica das mudanças da Indústria 4.0, os alunos devem relacionar o impacto de questões como a segurança da informação sobre a solução apresentada. Essa é uma forma de considerar que o aluno desenvolverá ao menos o estado da arte sobre esse conteúdo.

Por fim a apresentação da solução é feita para toda a turma, além de uma banca com expertise no mercado para avaliar as soluções do ponto de vista de um empreendedor. Os métodos e ferramentas implementados também exploram os recursos de mídia para elaboração da apresentação, assim como uma ficha para avaliação das soluções e um ranking com premiação para as melhores ideias. Assim, a última fase estimula a habilidade de comunicação, transferência de conhecimento e trabalho sobre pressão.

Além da estrutura e metodologias utilizadas na disciplina, ainda na Etapa 3, o professor deve prever no plano as ferramentas que serão utilizadas durante a disciplina (Quadro 22).

Quadro 22: Aplicação da sistemática - Etapa 3: Ferramentas.

PREFERÊNCIAS DE FERRAMENTAS

Modelo Canvas de Valor	Brainstorming
Modelo Canvas de Negócio	5 Porquês
Modelo Canvas de Produto	Levantamento de requisitos
Elaboração e apresentação de pitch	Jornada do cliente/Personas
Etapas para o Desenvolvimento de Protótipo	Análise SWOT
Matriz de Especificações Técnicas	Pesquisa de mercado
Análise de valor e de viabilidade econômica	Pesquisa de patentes
Problematização da realidade	Mapa mental
Hierarquia de propósitos	TRIZ
Análise morfológica	

Tendo compreendido a Etapa 3, a aplicação da sistemática para o planejamento da disciplina segue com a Etapa 4, na qual se define a forma de avaliação e as referências da disciplina, que para o caso de TEEP é apresentada no Quadro 23.

Como parte da sistemática proposta, para a fase de avaliação também é indicado o uso do formulário de competências para realização do diagnóstico da disciplina, a fim de comparar as habilidades trabalhadas (indicadas na etapa 1 dessa sistemática), com o que os alunos identificam como habilidade desenvolvida.

Quadro 23: Aplicação da sistemática - Etapa 4: Entregar.

AVALIAÇÃO

A disciplina não tem prova e sim a exigência de aplicação e desenvolvimento prático do conhecimento, cuja evidência está em relatórios e apresentação do protótipo a uma banca de avaliadores. Também podem ser aplicados questionários on-line para verificação das habilidades e competências desenvolvidas. Deste modo, as formas de avaliação se resumem a: apresentações durante o desenvolvimento da solução;

apresentação final da solução desenvolvida; questionários e tarefas on-line; participação das atividades dentro e fora da sala de aula.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Uma vez que exploradas neste trabalho as referências em relação a modelos de ensino com aprendizagem ativa, recomenda-se uma referência para apoiar a aplicação de ferramentas do *Design Thinking* (DESIGN COUNCIL, 2015):

Design Council. Design methods for developing services. **An introduction to service design and a selection of service design tools**. P 1-23. 2015.

A seguir, é apresentado o resultado consolidado da sistemática aplicada para a elaboração do plano da disciplina de TEEP, considerando o uso de metodologias de aprendizagem ativa para o desenvolvimento da disciplina.

Quadro 24: Resultado da demonstração de aplicação da sistemática para a disciplina de TEEP.

PLANEJAMENTO PARA DISCIPLINAS COM APRENDIZAGEM ATIVA

OBJETIVOS

Elaborar protótipos de soluções para problemas reais, tendo os alunos com uma postura ativa no processo de aprendizagem, grupos multidisciplinares e interação com diferentes áreas de conhecimento, utilizando a metodologia de diamante duplo para desenvolvimento da solução.

HABILIDADES TRABALHADAS

<p>METODOLÓGICA</p> <ul style="list-style-type: none"> [x] Resolução de problemas [x] Pensamento empreendedor [x] Eficiência na resolução de problemas [x] Tomada de decisão [x] Criatividade [x] Habilidades analíticas [x] Habilidades de pesquisa [x] Pensamento crítico [x] Pensamento sistêmico 	<p>TÉCNICA</p> <ul style="list-style-type: none"> [x] Estado da arte do conhecimento [x] Compreender novos processos [x] Habilidades de mídia [-] Habilidades de programação [-] Compreender sobre segurança da informação [x] Habilidades técnicas: Compreensão do processo de desenvolvimento de um produto; aprender a desenvolver um protótipo.
<p>PESSOAL</p> <ul style="list-style-type: none"> [x] Flexibilidade [x] Complacência [x] Tolerância [x] Motivação em aprender [x] Mindset sustentável [x] Capacidade de trabalhar sobre pressão 	<p>SOCIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> [x] Capacidade de liderança [x] Habilidades de se comprometer e cooperar [x] Dominar mais de um idioma [x] Habilidade de trabalhar em equipe [x] Habilidade de comunicação [x] Habilidade de networking [x] Habilidades interculturais [x] Habilidade de transferir conhecimento

CONTEÚDOS PARA DESENVOLVIMENTO DA DIMENSÃO TÉCNICA

Engenharia de sistemas; Engenharia de produtos; Engenharia de serviços; Gerenciamento de projeto.

CONTEÚDOS PARA DESENVOLVIMENTO DA DIMENSÃO METODOLÓGICA

<i>Design Thinking</i> (Diamante Duplo).	Definição de especificações técnicas de projeto de produto.
Definição do problema na visão do cliente/usuário.	Desenvolvimento de um protótipo.
Elaboração de um plano de projeto.	Planejamento de um negócio.
Desenvolvimento de um plano de projeto.	

CONTEÚDOS PARA DESENVOLVIMENTO DA DIMENSÃO PESSOAL

Problematização da realidade. Visita aos locais de ocorrência da realidade problematizada. Visita a negócios de alunos e ex-alunos da Universidade. Palestras com empreendedores.

CONTEÚDOS PARA DESENVOLVIMENTO DA DIMENSÃO SOCIAL

Entrevistas para conhecer os envolvidos na realidade problematizada.
Desenvolvimento do protótipo nos laboratórios disponíveis na Universidade.

METODOLOGIA DE ENSINO

Design Thinking: Descoberta; Definição; Desenvolvimento; Entrega. Para cada um desses momentos são consideradas as metodologias de aprendizagem ativa: PBL; Sala de aula invertida; Aprendizagem híbrida; Aprendizagem baseada na investigação e verificação. Além disso, são consideradas as interações para desenvolvimento da solução: Grupo multidisciplinares; Desenvolvimento de protótipo em laboratórios da Universidade; Visitas de campo.

AVALIAÇÃO

Apresentação em grupo do resultado atingido no final das fases definir, desenvolver e entregar.
Aplicação de questionários on-line pré-agendado, para verificação do conhecimento desenvolvido.
Aplicação de testes não agendados em sala de aula, a fim de medir o conhecimento do aluno em uma situação de desempenho sem ajuda.

PREFERÊNCIAS DE FERRAMENTAS

Metodologia do Diamante Duplo	Brainstorming
Modelo Canvas de Valor	5 Porquês
Modelo Canvas de Negócio	Levantamento de requisitos
Modelo Canvas de Produto	Jornada do cliente/Personas
Elaboração e apresentação de pitch	Análise SWOT
Etapas para o Desenvolvimento de Protótipo	Pesquisa de mercado
Matriz de Especificações Técnicas	Pesquisa de patentes
Análise de valor e de viabilidade econômica	Mapa mental
Problematização da realidade	TRIZ
Hierarquia de propósitos	Análise morfológica

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Design Council. Design methods for developing services. **An introduction to service design and a selection of service design tools**. P 1-23. 2015.

5.3. Resumo do capítulo

Neste capítulo foi apresentada a proposta para auxiliar os professores no planejamento de disciplinas que utilizam metodologias de aprendizagem ativa, visando a formação de engenheiros com habilidades e competências para atuar no cenário da Indústria 4.0. A proposta foi baseada no método do *Design Thinking* e consiste em quatro etapas: descobrir, definir, desenvolver e entregar.

Dentro de cada uma dessas etapas foi feita uma adaptação do objetivo do método para o objetivo da sistemática, que subsidia o professor no planejamento de sua disciplina seguindo uma de pensamento divergente, para idealizar os objetivos, oportunidades e necessidades da disciplina, seguida de um pensamento convergente para delimitar quais conteúdos serão tratados, voltando para o pensamento divergente para modelar a estrutura da disciplina, seguido novamente do pensamento convergente para definir as formas de avaliação do aluno.

Desta forma, a primeira etapa da sistemática, descobrir, orienta o professor a identificar o objetivo, problema, oportunidade ou necessidade da disciplina, devendo definir o conjunto de habilidades e competências a serem desenvolvidas nos alunos, além de identificar as suas necessidades de expansão do seu conhecimento sobre a disciplina a ser lecionada. Como instrumento de apoio nesta etapa, tem-se a ferramenta desenvolvida e aplicada no estudo de caso, que deve ser utilizada pelo professor para assimilar as habilidades e competências a serem desenvolvidas.

A segunda etapa, definir, consiste na estruturação do escopo da disciplina, que deve abranger os conteúdos que irão desenvolver as habilidades e competências planejadas na primeira etapa, considerando as dimensões técnicas, metodológicas, sociais e pessoais. A terceira etapa da sistemática, consiste no desenvolvimento do modelo da disciplina, ou seja, o professor deve definir os métodos de aprendizagem ativa e as ferramentas a serem utilizadas na disciplina e modelar as suas etapas de desenvolvimento, assim como visualizar a aplicação de cada etapa.

Por fim, tem-se a etapa entregar, na qual o professor deve definir o modelo, frequência e objetivo de avaliação da disciplina. Esse modelo dependerá dos objetivos definidos na etapa 1 e das metodologias de aprendizagem ativa e etapas da disciplina modeladas na etapa 3. Aqui, o professor também pode utilizar a pode utilizar o formulário de habilidades e competências para medir o quanto do planejado foi desenvolvido nos alunos.

Uma demonstração de como se daria a aplicação da sistemática foi realizada para a disciplina de TEEP, cujo plano de aula atual (Anexo I), tem uma estrutura diferente do resultado alcançado pela sistemática, apresentado no Quadro 24.

Tendo em vista que a sistemática busca auxiliar professores da engenharia clássica, acredita-se que as fases propostas possam servir como um direcionador para o planejamento de disciplinas que utilizem metodologias de aprendizagem ativa e motivem o professor a compreender e buscar essas abordagens em seus métodos de sala de aula, visando não apenas o ganho para o aluno, mas também a sua própria evolução como formador de profissionais.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho foi desenvolvido como objetivo de propor uma sistemática para o planejamento de disciplinas que utilizem metodologias de aprendizagem ativa, tendo em vista a demanda do mercado por profissionais de engenharia recém-formados e que tenham habilidades e competências para atuar em frente aos problemas e desafios de um cenário real de trabalho.

A importância dessa sistemática está no fato de que os professores de cursos da engenharia clássica (como a mecatrônica, mecânica, entre outras), são orientados a um ensino focado na dimensão técnica, que por si só não prepara o aluno para a resolução de problemas reais, uma vez que estes não exigem apenas o conhecimento técnico, mas a experiência de como implementar esse conhecimento na prática, assim como trabalhar em conjunto com uma equipe multidisciplinar e atender as premissas e restrições de todos os atores envolvidos e afetados economicamente, ambientalmente e socialmente.

Para formar essas habilidades e competências se faz necessária a aplicação de metodologias de aprendizagem que proporcionem ao aluno o contato com experiências próximas aos cenários reais. Deste modo, a literatura aponta que os modelos de ensino utilizados para atingir esses objetivos são as metodologias de aprendizagem ativa, caracterizadas por sete pilares: aprendizagem centrada no aluno, autonomia, reflexão, problematização da realidade, trabalho em equipe, inovação, professor como facilitador.

A fim de identificar na prática o que é desenvolvido nos alunos que cursam disciplinas que utilizam metodologias de aprendizagem ativa, foi realizada uma pesquisa na literatura para saber quais são as habilidade e competências a serem desenvolvidas. Como resultado, foram elencadas 29 habilidades e competências para compor o perfil desejado pelo mercado.

Para identificar na prática o que a aprendizagem ativa desenvolve, foi elaborado um estudo de caso com quatro disciplinas de engenharia da Faculdade de Tecnologia da UnB, que utilizam metodologias ativas. O intuito do estudo foi medir em uma escala de 1 a 5 (sendo 1 para “habilidade não desenvolvida” e 5 para “habilidade muito bem desenvolvida”), o que o professor esperava que fosse desenvolvido e o que o aluno identificou que foi desenvolvido.

A ferramenta utilizada para fazer essa medição (apresentada no Apêndice IV) é composta pelas 29 habilidades e competências classificadas entre as dimensões técnica, metodológica, pessoal e social. Além disso a ferramenta descreve cada habilidade apresentada, a fim de que o aluno e o professor tenham a mesma compreensão sobre o seu significado.

O resultado do estudo mostrou que as metodologias de aprendizagem ativa utilizadas nas disciplinas, permitem que o professor tenha suas expectativas de habilidades e competências desenvolvidas e superadas nas dimensões metodológicas e pessoal, atingidas na dimensão social e superestimadas ou não desenvolvidas na dimensão técnica.

As conclusões sobre os fatores que influenciaram estes resultados giram em torno do nível de maturidade do professor, para compreender o que de fato são as metodologias ativas e o que cada habilidade e competência significa. Esse nível de maturidade também foi um fator crucial em relação aos alunos, onde pode-se observar que as respostas dos alunos de final de curso são mais próximas as expectativas dos professores que tem um maior conhecimento e experiência sobre a aplicação das metodologias de aprendizagem ativa.

É importante ressaltar que as disciplinas do estudo de caso são do curso de engenharia de produção, cujo Projeto Político Pedagógico é embasado na taxonomia de Bloom e prevê a aplicação da aprendizagem baseada em problemas (PBL), para realização de atividades com o “praticar fazendo”. Tal fato não é observado para cursos da engenharia clássica, como por exemplo a mecatrônica, cujo Projeto Político Pedagógico prevê uma formação puramente técnica e não menciona ou planeja de forma clara a aplicação de metodologias ativas para influenciar o desenvolvimento de habilidades e competências em outras dimensões.

Contudo, foi comprovado que as metodologias de aprendizagem ativa desenvolvem habilidades e competências nos alunos. Com o intuito de contribuir para que mais professores possam planejar disciplinas que apliquem metodologias de aprendizagem ativa, foi apresentada a proposta de uma sistemática baseada na literatura, para direcionar o planejamento de disciplinas que utilizem metodologias de aprendizagem ativa e que preparem os alunos para os desafios do mundo real.

A sistemática desenvolvida foi baseada na metodologia do *Design Thinking* e é composta por quatro etapas, sendo:

- Etapa 1 – Descobrir: definição de objetivos e habilidades a serem trabalhadas.
- Etapa 2 – Definir: definição do conteúdo (técnicos, metodológicos, sociais, pessoais).
- Etapa 3 – Descobrir: escolha das metodologias de aprendizagem ativa e ferramentas.
- Etapa 4 – Definir: formatos de avaliação e referências.

Uma demonstração da aplicação prática da sistemática foi apresentada no capítulo 5, que permitiu verificar que é possível definir como a disciplina será desenvolvida por meio das quatro etapas propostas. Além disso, observou-se que há uma diferença entre o plano de aula atualmente apresentado pelo professor e o documento resultante da aplicação da sistemática, sendo que este tem uma estrutura mais robusta em relação ao que será desenvolvido na disciplina.

Contudo, faz-se necessária a aplicação prática da sistemática, ou seja, acompanhar um professor na utilização da sistemática para planejar sua disciplina, assim como verificar o cumprimento da sistemática durante o semestre e os resultados atingidos ao final.

Além disso, tendo em vista que o processo de formação do aluno perdura durante todo um curso de graduação e não apenas em uma disciplina, também é sugerido como trabalho futuro:

- Proposta de projetos pedagógicos de curso que primam pelo uso de metodologias de aprendizagem ativa desde o primeiro semestre letivo.
- Automatização da ferramenta de medição de habilidades e competências, a fim de que o aluno possa acompanhar a sua evolução em relação ao desenvolvimento das suas habilidades durante o curso.
- Complementação da automatização da ferramenta de medição de habilidades e competências com uma área dedicada ao professor, a fim de que possa: i) identificar o nível de maturidade do aluno conforme as habilidades e competências desenvolvidas até o momento; ii) classificar do nível de aprendizagem atingido pelo aluno na disciplina cursada, com referência aos níveis da taxonomia de Bloom.

REFERÊNCIAS

- ABDULWAHED, M. Technology Innovation and Engineering' Education and Entrepreneurship (TIEE) in engineering schools: Novel model for elevating national knowledge based economy and socio-economic sustainable development. **Sustainability (Switzerland)**, v. 9, n. 2, 2017.
- ARAÚJO, W. J. DE et al. Aprendizagem por problemas no ensino de Engenharia. **Revista Docência do Ensino Superior**, v. 6, n. 1, p. 57–90, 2016.
- BINKLEY, M. et al. Draft White Paper 1 Defining 21st century skills. n. January, 2010.
- BRASIL. **Ministério da Educação**. Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.
- BROWN, T. Design Thinking (Design Thinking). **Harvard Business Review**, v. 86, n. June, p. 21–24, 2008.
- BUGHIN, J.; MANYIKA, J.; WOETZEL, J. Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation. **McKinsey Global Institute**, n. December, p. 1–160, 2017.
- COSTA, A. L. O. DA N. et al. Development of a device for the reintegration of people with incomplete quadriplegia. **Product: Management a Development. Artigo aprovado para publicação 2021**. p. 1–27.
- CRISP, G. T. Assessment in Next Generation Learning Spaces. **In The future of learning and teaching in next generation learning spaces**, v. 12, p. 1–11, 2014.
- DANIEL, A. D. Fostering an entrepreneurial mindset by using a design thinking approach in entrepreneurship education. **Industry and Higher Education**, v. 30, n. 3, p. 215–223, 2016.
- DESIGN COUNCIL. Design methods for developing services. **An introduction to service design and a selection of service design tools**, p. 1–23, 2015.
- DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica Active teaching methodologies principles: a theoretical approach. **Revista Thema**, v. 14, n. 268, p. 268–288, 2017.
- DIRGOVÁ, E.; JANIČKOVÁ, J.; KLENCOVÁ, J. New Trends in the Labor Market in the Context of Shared Economy. v. 7, n. 4, p. 791–797, 2018.
- EDELSON, D. C.; GORDIN, D. N.; PEA, R. D. Addressing the Challenges of Inquiry-Based Learning Through Technology and Curriculum Design. **Journal of the Learning Sciences**, v. 8, n. 3–4, p. 391–450, 1999.

EROL, S. et al. Tangible Industry 4.0: A Scenario-Based Approach to Learning for the Future of Production. **Procedia CIRP**, v. 54, p. 13–18, 2016.

ERTAS, A. Understanding of Transdiscipline and Transdisciplinary process. **Transdisciplinary Journal of Engineering & Science**, v. 1, n. 1, p. 48–64, 2010.

FORD, S.; MINSHALL, T. Invited review article: Where and how 3D printing is used in teaching and education. **Additive Manufacturing**, v. 25, n. October 2017, p. 131–150, 2019.

FREITAS, W. R. S.; JABBOUR, C. J. . Utilizando Estudo De Caso (S) Como Estratégia De Pesquisa Qualitativa : Boas Práticas E Sugestões Using Case Study (Ies) As Strategy of Qualitative Research : Good Practices and Suggestions. **Estudo & Debate**, v. 18, n. 2, p. 7–22, 2011.

GARAY-RONDERO, C. L.; RODRÍGUEZ CALVO, E. Z.; SALINAS-NAVARRO, D. E. Experiential learning at Lean-Thinking-Learning Space. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing**, n. May, 2019.

GARCÍA-RODRÍGUEZ, F. J. et al. Fomento de la educación emprendedora entre el alumnado universitario: Diseño y evaluación de un programa de intervención. **Cultura y Educacion**, v. 28, n. 3, p. 565–600, 2016.

GRAHAM, C. R. Emerging practice and research in blended learning (draft version before print). **Handbook of distance education (3rd ed .). Emerging Practice and Research in Blended Learning**, n. 801, p. 333–350, 2012.

GRECU, V.; DENES, C. Benefits of entrepreneurship education and training for engineering students. **MATEC Web of Conferences**, v. 121, p. 12007, 2017.

GUERRERO, D.; PALMA, M.; LA ROSA, G. Developing Competences in Engineering Students. The Case of Project Management Course. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 112, n. Iceptsy 2013, p. 832–841, 2014.

HAMARI, J. et al. Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. **Computers in Human Behavior**, v. 54, p. 170–179, 2016.

HECKLAU, F. et al. Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. **Procedia CIRP**, v. 54, n. June 2017, p. 1–6, 2016.

HELMI, S. A.; MOHD-YUSOF, K.; PHANG, F. A. Enhancement of team-based problem solving skills in engineering students through cooperative problem-based learning. **International Journal of Engineering Education**, v. 32, n. 6, p. 2401–2414, 2016.

HMELO-SILVER, C. E. Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? on JSTOR. v. 16, n. 3, p. 235–266, 2004.

IGLESIAS, A. G.; PAZIN-FILHO, A. Estratégias inovadoras para métodos tradicionais de ensino – aspectos tradicionais e atuais. v. 47, n. 3, 2014.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T. Making Cooperative Learning Work ANDY KOUFAX WAS ONE OF THE GREATEST pitch. **Theory Into Practice**, v. 38, n. 2, p. 67–73, 1999.

JORGE, J. M.; SANTOS, A. C. DOS; PROPOSTA DE UMA ESTRUTURA PARA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO EMPREENDEDOR. **XXVI SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, p. 1–12, 2019.

KIM, M. K. et al. The experience of three flipped classrooms in an urban university: An exploration of design principles. **Internet and Higher Education**, v. 22, n. July, p. 37–50, 2014.

KITSANTAS, A.; BAYLOR, A. L.; HILLER, S. E. Intelligent technologies to optimize performance: Augmenting cognitive capacity and supporting self-regulation of critical thinking skills in decision-making. **Cognitive Systems Research**, v. 58, p. 387–397, 2019.

LAGE, M. J.; PLATT, G. Inverting the Classroom : A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment. n. December, 2000.

LEMÂITRE, D. **Training Engineers for Innovation**. [s.l.] ISTE Ltd, 2018.

MAFFIOLI, F.; AUGUSTI, G. Tuning engineering education into the European higher education orchestra. **International Journal of Phytoremediation**, v. 28, n. 3, p. 251–273, 2003.

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.

MENEKSE, M. et al. Differentiated overt learning activities for effective instruction in engineering classrooms. **Journal of Engineering Education**, v. 102, n. 3, p. 346–374, 2013.

MEYER, P. et al. O desafio da mobilização institucional na formação docente. **Educação**, v. 41, n. 2, p. 250, 2018.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Production**, v. 17, n. 1, p. 216–229, 2007.

MURILLO-ZAMORANO, L. R.; LÓPEZ SÁNCHEZ, J. Á.; GODOY-CABALLERO, A. L. How the flipped classroom affects knowledge, skills, and engagement in higher education: Effects on students' satisfaction. **Computers and Education**, v. 141, n. October 2018, 2019.

OECD. The future of education and skills Education 2030. p. 23, 2018.

PEDASTE, M. et al. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v. 14, p. 47–61, 2015.

PETRILLO, A. et al. FouPetrillo, A., Felice, F. De, Cioffi, R., & Zomparelli, F. (2018). Fourth Industrial Revolution: Current Practices, Challenges, and Opportunities. Digital Transformation in Smart Manufacturing. <https://doi.org/10.5772/intechopen.72304> 4th Industrial Revo. **Digital Transformation in Smart Manufacturing**, 2018.

PORTER, W. W. et al. Blended learning in higher education: Institutional adoption and implementation. **Computers and Education**, v. 75, p. 185–195, 2014.

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

PRINCE, M. J.; FELDER, R. M. Inductive Teaching and Learning Methods : Definitions , Comparisons , and Research Bases. **Journal of Engineering Education**, n. April, 2006.

QIAN, M.; CLARK, K. R. Game-based Learning and 21st century skills: A review of recent research. **Computers in Human Behavior**, v. 63, p. 50–58, 2016.

REEVE, J. Why Teachers Adopt a Controlling Motivating Style Toward Students and How They Can Become More Autonomy Supportive Why Teachers Adopt a Controlling Motivating Style Toward Students and How. v. 19, n. September, p. 1–19, 2009.

REIS, D. A.; FLEURY, A. L.; CARVALHO, M. M. Contemporary Trends in Engineering Entrepreneurship Education. **International Journal of Engineering Education**, v. 35, n. 3, p. 824–841, 2019.

RIBEIRO, L. R. DE C. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (PBL) NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 27, n. 2, p. 23–32, 2008.

SALINAS-NAVARRO, D. E.; GARAY-RONDERO, C. L. Experiential learning in Industrial Engineering education for Digital Transformation. n. August, 2019.

SAWYER, J.; OBEID, R. Cooperative and collaborative learning: Getting the best of both methods. **How we teach now: the GSTA guide to student-centered teaching**, n. April, p. 163–177, 2017.

SCHWAB, K. **The Fourth Industrial Revolution**. Geneva: World Economic Forum, 2016.

SIROTIK, T.; SHARMA, A. Problem-Based Learning for Adaptability and Management Skills. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 145, n. 4, p. 1–6, 2019.

SNYDER, J. J. et al. Peer-Led Team Learning Helps Minority Students Succeed. p. 1–7, 2016.

STREETER, D. H.; JAQUETTE, J. P.; HOVIS, K. Working Paper Alternative Models and Current Trends. n. March, 2002.

TAAJAMAA, V.; ESKANDARI, M.; KARANIAN, B. O-CDIO : Emphasizing Design Thinking in CDIO Engineering Cycle *. v. 32, n. 3, p. 1530–1539, 2016.

TABRIZI, S.; RIDEOUT, G. Active Learning : Using Bloom ' s Taxonomy to Support Critical Pedagogy. v. 8, n. 3, p. 3202–3209, 2017.

TELENKO, C. et al. Designettes: An Approach to Multidisciplinary Engineering Design Education. **Journal of Mechanical Design, Transactions of the ASME**, v. 138, n. 2, 2016.

TIEN, L. T.; ROTH, V.; KAMPMEIER, J. A. Implementation of a peer-led team learning instructional approach in an undergraduate organic chemistry course. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 7, p. 606–632, 2002.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia de Produção. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Produção**. Brasília, 2010. 84p.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Mecatrônica. **Projeto Pedagógico de Curso**. Brasília. p. 54p.

VASCONCELOS, C.; PEREIRA, M. O DESIGN THINKING COMO ATIVIDADE NO ENSINO DE ENGENHARIA : UM ESTUDO DE CASO. n. November 2017, 2019.

WILSON, S. B.; VARMA-NELSON, P. Small Groups, Significant Impact: A Review of Peer-Led Team Learning Research with Implications for STEM Education Researchers and Faculty. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 10, p. 1686–1702, 2016.

WOGNUM, N. et al. Transdisciplinary systems engineering: Implications, challenges and research agenda. **International Journal of Agile Systems and Management**, v. 12, n. 1, p. 58–89, 2019.

ZHANG, Y.; LIU, J. An Experiment of Computer Curriculum Reform Based on CDIO in Engineering Education. p. 3519–3522, 2009.

APÊNDICE I – Análise dos 79 artigos mais relevantes no tema de pesquisa “active learning”.

Título	Método (utilizado ou citado)	Autores	Publicação	Total de citações
Learning from Imbalanced Data	Imbalanced data sets	He, Haibo; Garcia, Edwardo A.	2009	2111
Does active learning work? A review of the research	Collaborative learning; Cooperative learning; Problem-based learning (PBL)	Prince, M	2004	1803
What makes professional development effective? Results from a national sample of teachers	Quantitative survey	Garet, MS; Porter, AC; Desimone, L; Birman, BF; Yoon, KS	2001	1503
Where's the evidence that active learning works?	Problem-based or case-based learning; Cooperative/collaborative learning/group work of all kinds; Think-pair-share or peer instruction; Conceptual change strategies; Inquiry-based learning; Discovery learning; Technology-enhanced learning.	Michael, Joel	2006	457
Effects of professional development on teachers' instruction: Results from a three-year longitudinal study	professional development focused on specific instructional practices increases teachers' use of those practices in the classroom	Desimone, LM; Porter, AC; Garet, MS; Yoon, KS; Birman, BF	2002	450
The Flipped Classroom: A Course Redesign to Foster Learning and Engagement in a Health Professions School	Flipped Classroom	McLaughlin, Jacqueline E.; Roth, Mary T.; Glatt, Dylan M.; Gharkholonarehe, Nastaran; Davidson, Christopher A.; Griffin, LaToya M.; Esserman, Denise A.; Mumper, Russell J.	2014	346
AK-MCS: An active learning reliability method combining Kriging and Monte Carlo Simulation	Kriging; Monte Carlo Simulation.	Echard, B.; Gayton, N.; Lemaire, M.	2011	298
Semisupervised Hyperspectral Image Segmentation Using Multinomial Logistic Regression With Active Learning	Multinomial Logistic Regression; Active learning.	Li, Jun; Bioucas-Dias, Jose M.; Plaza, Antonio	2010	264
Comparing the Effectiveness of an Inverted Classroom to a Traditional Classroom in an Upper-Division Engineering Course	Flipped Classroom	Mason, Gregory S.; Shuman, Teodora Rutar; Cook, Kathleen E.	2013	263

Active Learning Methods for Remote Sensing Image Classification	SVM-based margin sampling; Margin sampling by closest support vector (MS-cSV); Entropy query by bagging (EQB)	Tuia, Devis; Ratle, Frederic; Pacifci, Fabio; Kanevski, Mikhail F.; Emery, William J.	2009	251
Hyperspectral Image Segmentation Using a New Bayesian Approach With Active Learning	Bayesian approach; Active learning.	Li, Jun; Bioucas-Dias, Jose M.; Plaza, Antonio	2011	248
A Survey of Active Learning Algorithms for Supervised Remote Sensing Image Classification	Remote Sensing Image Classification Active Learning	Tuia, Devis; Volpi, Michele; Copa, Loris; Kanevski, Mikhail; Munoz-Mari, Jordi	2011	242
Vodcasts and Active-Learning Exercises in a Flipped Classroom Model of a Renal Pharmacotherapy Module	Flipped Classroom Model	Pierce, Richard; Fox, Jeremy	2012	217
The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes	ICAP Framework	Chi, Michelene T. H.; Wylie, Ruth	2014	214
The influence of active learning on the college student departure process - Toward a revision of Tinto's theory	Quantitative survey	Braxton, JM; Milem, JF; Sullivan, AS	2000	208
Linking research and teaching to benefit student learning	Research-based learning; Inquiry-based learning;	Healey, M	2005	192
A General Active-Learning Framework for On-Road Vehicle Recognition and Tracking	Query and archiving interface for active learning (QUAIL) Active-learning-based vehicle-recognition and tracking (ALVeRT)	Sivaraman, Sayanan; Trivedi, Mohan Manubhai	2010	189
Spectral-Spatial Classification of Hyperspectral Data Using Loopy Belief Propagation and Active Learning	Active learning (AL); Discriminative random fields (DRFs); Hyperspectral image classification; Loopy belief propagation (LBP); Markov random fields (MRFs); Spectral– spatial analysis;	Li, Jun; Bioucas-Dias, Jose M.; Plaza, Antonio	2013	188
How does technology-enabled active learning affect undergraduate students' understanding of electromagnetism concepts?	Technology-Enabled Active Learning (TEAL)	Dori, YJ; Belcher, J	2005	186

An active learning approach to hyperspectral data classification	Active learning; Hierarchical classifier; Multi-24 temporal data; Semisupervised classifiers; Spatially separate data.	Rajan, Suju; Ghosh, Joydeep; Crawford, Melba M.	2008	180
Active Learning and Student-centered Pedagogy Improve Student Attitudes and Performance in Introductory Biology	Problem-based learning;	Armbruster, Peter; Patel, Maya; Johnson, Erika; Weiss, Martha	2009	176
It's not about seat time: Blending, flipping, and efficiency in active learning classrooms	Blended classroom; Flipped classroom;	Baepler, Paul; Walker, J. D.; Driessen, Michelle	2014	169
Pedagogies of engagement in science	Problem-based learning (PBL); Process-oriented guided inquiry learning (POGIL); Peer-led team learning (PLTL);	Eberlein, Thomas; Kampmeier, Jack; Minderhout, Vicky; Moog, Richard S.; Platt, Terry; Varma-Nelson, Pratibha; White, Harold B.	2008	169
Mobile game-based learning in secondary education: engagement, motivation and learning in a mobile city game	game-based learning	Huizenga, J.; Admiraal, W.; Akkerman, S.; ten Dam, G.	2009	167
Enhancing Student Engagement Using the Flipped Classroom	Flipped Classroom	Gilboy, Mary Beth; Heinerichs, Scott; Pazzaglia, Gina	2015	166
Improvements from a Flipped Classroom May Simply Be the Fruits of Active Learning	Flipped Classroom	Jensen, Jamie L.; Kummer, Tyler A.; Godoy, Patricia D. D. M.	2015	158
Batch-Mode Active-Learning Methods for the Interactive Classification of Remote Sensing Images	Active learning, query functions, image classification, hyperspectral images, very high resolution images, support vector machines, remote sensing.	Demir, Begum; Persello, Claudio; Bruzzone, Lorenzo	2011	158
Metamodel-based importance sampling for structural reliability analysis	Surrogate-based reliability methods	Dubourg, V.; Sudret, B.; Deheeger, F.	2013	148
The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning	Students' motivation toward science learning (SMTSL); Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ);	Tuan, HL; Chin, CC; Shieh, SH	2005	146
Assessing small failure probabilities by combined subset simulation and Support Vector Machines	Support Vector Machine (SVM) classification;	Bourinet, J-M.; Deheeger, F.; Lemaire, M.	2011	143

On the dynamics of students' approaches to learning: The effects of the teaching/learning environment	Approaches to Learning and Studying Inventory (ALSI);	Struyven, Katrien; Dochy, Filip; Janssens, Steven; Gielen, Sarah	2006	137
Active Learning by Querying Informative and Representative Examples	Approaches to learning; Student teachers; Higher education; Lectures Teaching methods; Active learning; Student-activating teaching.	Huang, Sheng-Jun; Jin, Rong; Zhou, Zhi-Hua	2014	135
Active Learning Not Associated with Student Learning in a Random Sample of College Biology Courses	Quantitative survey	Andrews, T. M.; Leonard, M. J.; Colgrove, C. A.; Kalinowski, S. T.	2011	133
A Blended Learning Approach to Course Design and Implementation	Blended Learning	Hoic-Bozic, Natasa; Mornar, Vedran; Boticki, Ivica	2009	133
A combined Importance Sampling and Kriging reliability method for small failure probabilities with time-demanding numerical models	Kriging metamodel; Surrogate model; Small failure probability; Importance sampling	Echard, B.; Gayton, N.; Lemaire, M.; Relun, N.	2013	132
Critical thinking as a citizenship competence: teaching strategies	Learning to think critically;	ten Dam, G; Volman, M	2004	125
Sport education, tactical games, and cooperative learning: Theoretical and pedagogical considerations	Cooperative learning; Game-based learning;	Dyson, B; Griffin, LL; Hastie, P	2004	124
Flipping the classroom for English language learners to foster active learning	Flipped Classroom	Hung, Hsiu-Ting	2015	121
Learn before Lecture: A Strategy That Improves Learning Outcomes in a Large Introductory Biology Class	Learn before lecture (LBL)	Moravec, Marin; Williams, Adrienne; Aguilar-Roca, Nancy; O'Dowd, Diane K.	2010	116
Optimal experimental design and some related control problems	Parameter estimation; Design of experiments; Adaptive control; Active control; Active learning	Pronzato, Luc	2008	116

Probabilistic memory-based collaborative filtering	Collaborative filtering; Recommender systems; Profile density model; Active learning; Data sampling;	Yu, K; Schwaighofer, A; Tresp, V; Xu, XW; Kriegel, HP	2004	115
Active learning in medical education: Strategies for beginning implementation	Quantitative survey	Graffam, Ben	2007	112
Confidence-based active learning	Confidence-based learning	Li, Mingkun; Sethi, Ishwar K.	2006	112
Twitter as a teaching practice to enhance active and informal learning in higher education: The case of sustainable tweets	Informal learning; Course-related activity outside the classroom; Students' self-directed and independent learning activities; Peer-to-peer interactions.	Kassens-Noor, Eva	2012	111
Getting Under the Hood: How and for Whom Does Increasing Course Structure Work?	Quantitative survey	Eddy, Sarah L.; Hogan, Kelly A.	2014	110
Active Learning With Drifting Streaming Data	Quantitative survey	Zliobaite, Indre; Bifet, Albert; Pfahringer, Bernhard; Holmes, Geoffrey	2014	110
A controlled trial of active versus passive learning strategies in a large group setting	Evidence-based medicine; Research.	Haidet, P; Morgan, RO; O'Malley, K; Moran, BJ; Richards, BF	2004	110
Active learning - a cultural change needed in teacher education and schools	Cooperative learning;	Niemi, H	2002	107
SNAPPS: A learner-centered model for outpatient education	Collaborative learning Cooperative learning	Wolpaw, TM; Wolpaw, DR; Papp, KK	2003	105
From Gatekeeping to Engagement: A Multicontextual, Mixed Method Study of Student Academic Engagement in Introductory STEM Courses	Just in Time Teaching Peer-Led Team Learning Workshops Inquiry labs Problem-based learning	Gasiewski, Josephine A.; Eagan, M. Kevin; Garcia, Gina A.; Hurtado, Sylvia; Chang, Mitchell J.	2012	104
Situational interest and academic achievement in the active-learning classroom	Problem-based learning;	Rotgans, Jerome I.; Schmidt, Henk G.	2011	104
Promoting student-centered active learning in lectures with a personal response system	Audience response system; Higher education; Large-group teaching.	Gauci, Sally A.; Dantas, Arianne M.; Williams, David A.; Kemm, Robert E.	2009	104

Let's get physical: The learning benefits of interacting in digitally augmented physical spaces	Human-computer interface; Interactive learning environments; Collaborative learning;	Price, S; Rogers, Y	2004	103
The Flipped Class: A Method to Address the Challenges of an Undergraduate Statistics Course	Flipped Classroom	Wilson, Stephanie Gray	2013	100
An Active-Learning Strategies Primer for Achieving Ability-Based Educational Outcomes	Competency-based education; Problem-based learning.	Gleason, Brenda L.; Peeters, Michael J.; Resman-Targoff, Beth H.; Karr, Samantha; McBane, Sarah; Kelley, Kristi; Thomas, Tyan; Denetclaw, Tina H.	2011	100
Signs of erosion: Reflections on three decades of problem-based learning at Maastricht University	Problem-based learning (PBL); Self-directed learning; Concerns-based adoption model.	Moust, JHC; van Berkel, HJM; Schmidt, HG	2005	100
Using short message service to encourage interactivity in the classroom	Introduce mobile phones and short message service (SMS) within the classroom.	Markett, C; Sanchez, IA; Weber, S; Tangney, B	2006	99
What do engineering students learn in sustainability courses? The effect of the pedagogical approach	Conceptual maps.	Segalas, J.; Ferrer-Balas, D.; Mulder, K. F.	2010	98
Increased Course Structure Improves Performance in Introductory Biology	Quantitative survey	Freeman, Scott; Haak, David; Wenderoth, Andmary Pat	2011	97
A Qualitative Analysis of the Transition from Theory to Practice in Undergraduate Training in a PBL-Medical School	Problem-based learning	Prince, Katinka J. A. H.; van de Wiel, Margarethaw. J.; Scherpbier, Albert J. J. A.; van der Vleuten, Cees P. M.; Boshuizen, Henny P. A.	2000	95
Collaborative web-based experimentation in flexible engineering education	Collaborative Web-based experimentation environment.	Gillet, D; Ngoc, AVN; Rekik, Y	2005	94
Pharmacy Student Engagement, Performance, and Perception in a Flipped Satellite Classroom	Flipped Classroom	McLaughlin, Jacqueline E.; Griffin, LaToya M.; Esserman, Denise A.; Davidson, Christopher A.; Glatt, Dylan M.; Roth, Mary T.; Gharkholonarehe, Nastaran; Mumper, Russell J.	2013	92

Encouraging active learning can improve students' performance on examinations	Quantitative survey	Yoder, JD; Hochevar, CM	2005	92
Promotion of critical thinking by using case studies as teaching method	Quantitative survey	Popil, Inna	2011	91
Active Learning: Any Value for Classification of Remotely Sensed Data?	Support Vector Machine (SVM) classification;	Crawford, Melba M.; Tuia, Devis; Yang, Hsiuhan Lexie	2013	90
A Fine-Grained Image Categorization System by Cellet-Encoded Spatial Pyramid Modeling	Support Vector Machine (SVM) classification;	Zhang, Luming; Gao, Yue; Xia, Yingjie; Dai, Qionghai; Li, Xuelong	2015	89
Transforming the lecture-hall environment: The fully interactive physics lecture	Think-pair-share; Minute paper; Just-in-time teaching;	Meltzer, DE; Manivannan, K	2002	89
How does desktop virtual reality enhance learning outcomes? A structural equation modeling approach	Desktop VR-based learning environment; VR features; Interaction experience; Learning experience; Learning outcomes.	Lee, Elinda Ai-Lim; Wong, Kok Wai; Fung, Chun Che	2010	87
An implementation of active learning and its effect on the quality of student learning	Visual-based instruction; Writing in class; Problem solving; Computer-based instruction; Co-operative learning; Game-based learning; Peer teaching.	Sivan, A; Leung, RW; Woon, CC; Kember, D	2000	86
Generalized manifold-ranking-based image retrieval	Content-based image retrieval (CBIR); Support vector machine (SVM); Maximizing expected generalization algorithm (MEGA);	He, Jingrui; Li, Mingjing; Zhang, Hong-Jiang; Tong, Hanghang; Zhang, Changshui	2006	85
Twelve tips for doing effective Team-Based Learning (TBL)	Team-Based Learning (TBL);	Parmelee, Dean X.; Michaelsen, Larry K.	2010	84
Translating constructivism into instructional design: Potential and limitations	Authentic learning; Active learning; Collaborative learning;	Karagiorgi, Y	2005	84
A novel integration of online and flipped classroom instructional models in public health higher education	Flipped classroom model.	Galway, Lindsay P.; Corbett, Kitty K.; Takaro, Timothy K.; Tairyan, Kate; Frank, Erica	2014	83

Peer instruction improves performance on quizzes	Peer-instruction techniques; Cooperative-learning technique;	Rao, SP; DiCarlo, SE	2000	82
Promoting student-centred forms of learning across an entire university	Student Engagement Questionnaire (SEQ); Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA); Standardized Root Mean Squared Residual (SRMR).	Kember, David	2009	81
Active semi-supervised fuzzy clustering	Active Fuzzy Constrained Clustering (AFCC); Semi-Supervised Clustering;	Grira, Nizar; Crucianu, Michel; Boujemaa, Nozha	2008	81
Group project work and student-centred active learning: two different experiences	Double-loop learning; Resource-based learning; Computer-based learning; Team-based learning;	Livingstone, D; Lynch, K	2000	81
Interactive remote-sensing image retrieval using active relevance feedback	Support Vector Machine (SVM) classification;	Ferecatu, Marin; Boujemaa, Nozha	2007	80
Semisupervised Self-Learning for Hyperspectral Image Classification	Semisupervised Self-Learning	Dopido, Inmaculada; Li, Jun; Marpu, Prashanth Reddy; Plaza, Antonio; Bioucas Dias, Jose M.; Benediktsson, Jon Atli	2013	79

APÊNDICE II - Padronização dos termos.

Método (utilizado ou citado)	PADRONIZAÇÃO
Active learning	Active learning
Active-learning-based vehicle-recognition and tracking (ALVeRT)	Active-learning-based vehicle-recognition and tracking (ALVeRT)
Audience response system;	Audience response system;
Authentic learning;	Authentic learning;
Bayesian approach;	Bayesian approach;
Blended classroom;	Blended classroom
Blended Learning	Blended classroom
Case-based learning	Case-based learning
Collaborative learning	Collaborative learning
Collaborative learning	Collaborative learning
Collaborative learning	Collaborative learning
Collaborative learning	Collaborative learning
Collaborative learning;	Collaborative learning
Collaborative Web-based experimentation environment.	Collaborative Web-based experimentation environment.
Competency-based education;	Competency-based education;
Computer-based instruction	Computer-based learning
Computer-based learning	Computer-based learning
Conceptual change strategies	Conceptual change strategies
Conceptual maps.	Conceptual maps.
Concerns-based adoption model.	Concerns-based adoption model.
Confidence-based learning	Confidence-based learning
Content-based image retrieval (CBIR);	Content-based image retrieval (CBIR);
Cooperative learning	Cooperative learning
Cooperative learning	Cooperative learning
Co-operative learning	Cooperative learning
Cooperative learning;	Cooperative learning
Cooperative learning;	Cooperative learning
Cooperative learning;	Cooperative learning
Cooperative-learning technique	Cooperative learning
Course-related activity outside the classroom	Blended classroom

Course-related activity outside the classroom	Flipped Classroom
Desktop VR-based learning environment;	Desktop VR-based learning environment;
Discovery learning	Discovery learning
Discriminative random fields (DRFs);	Discriminative random fields (DRFs);
Double-loop learning;	Double-loop learning;
Entropy query by bagging (EQB)	Entropy query by bagging (EQB)
Evidence-based medicine;	Evidence-based medicine;
Flipped Classroom	Flipped Classroom
Flipped Classroom	Flipped Classroom
Flipped Classroom	Flipped Classroom
Flipped Classroom	Flipped Classroom
Flipped classroom	Flipped Classroom
Flipped Classroom	Flipped Classroom
Flipped Classroom	Flipped Classroom
Flipped Classroom	Flipped Classroom
Flipped classroom model.	Flipped Classroom
Flipped Classroom;	Flipped Classroom
Game-based learning	Game-based learning
Game-based learning	Game-based learning
Game-based learning	Game-based learning
Group work of all kinds	Group work of all kinds
Hierarchical classifier;	Hierarchical classifier;
Human-computer interface;	Human-computer interface;
Hyperspectral image classification	Hyperspectral image classification
ICAP Framework;	ICAP Framework;
Imbalanced data sets	Imbalanced data sets
Importance sampling	Importance sampling
Informal learning;	Informal learning;
Inquiry labs	Inquiry-based learning
Inquiry-based learning	Inquiry-based learning
Inquiry-based learning	Inquiry-based learning
Interaction experience	Interaction experience
Interactive learning environments	Interactive learning environments
Introduce mobile phones and short message service (SMS) within the classroom.	Introduce mobile phones and short message service (SMS) within the classroom.

Just in Time Teaching;	Just-in-time teaching
Just-in-time teaching	Just-in-time teaching
Kriging metamodel	Kriging metamodel
Kriging metamodel;	Kriging metamodel
Large-group teaching.	Large-group teaching.
Learn before lecture (LBL)	Learn before lecture (LBL)
Learning experience	Learning experience
Learning outcomes.	Learning outcomes.
Learning to think critically;	Learning to think critically;
Loopy belief propagation (LBP)	Loopy belief propagation (LBP)
Margin sampling by closest support vector (MS-cSV)	Margin sampling by closest support vector (MS-cSV)
Markov random fields (MRFs)	Markov random fields (MRFs)
Maximizing expected generalization algorithm (MEGA)	Maximizing expected generalization algorithm (MEGA)
Minute paper	Minute paper
Monte Carlo Simulation;	Monte Carlo Simulation;
Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)	Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)
Multi-24 temporal data	Multi-24 temporal data
Multinomial Logistic Regression;	Multinomial Logistic Regression;
Peer instruction	Peer-led team learning (PLTL)
Peer teaching.	Peer-led team learning (PLTL)
Peer-instruction techniques;	Peer-led team learning (PLTL)
Peer-Led Team Learning	Peer-led team learning (PLTL)
Peer-led team learning (PLTL)	Peer-led team learning (PLTL)
Peer-to-peer interactions.	Peer-led team learning (PLTL)
Problem solving	Problem-based learning (PBL);
Problem-based learning	Problem-based learning (PBL);
Problem-based learning	Problem-based learning (PBL);
Problem-based learning (PBL);	Problem-based learning (PBL);
Problem-based learning (PBL);	Problem-based learning (PBL);
Problem-based learning(PBL)	Problem-based learning (PBL);
Problem-based learning.	Problem-based learning (PBL);
Problem-based learning;	Problem-based learning (PBL);
Problem-based learning;	Problem-based learning (PBL);
Problem-based learning;	Problem-based learning (PBL);

Process-oriented guided inquiry learning (POGIL)	Process-oriented guided inquiry learning (POGIL)
Quantitative survey	Quantitative survey
Quantitative survey	Quantitative survey
Quantitative survey	Quantitative survey
Quantitative survey	Quantitative survey
Quantitative survey	Quantitative survey
Quantitative survey	Quantitative survey
Quantitative survey	Quantitative survey
Quantitative survey	Quantitative survey
Quantitative survey	Quantitative survey
Quantitative survey	Quantitative survey
Quantitative survey	Quantitative survey
Quantitative survey	Quantitative survey
Quantitative survey	Quantitative survey
Quantitative survey	Quantitative survey
Query and archiving interface for active learning (QUAIL);	Query and archiving interface for active learning (QUAIL);
Remote Sensing Image Classification;	Remote Sensing Image Classification;
Research-based learning;	Research-based learning;
Resource-based learning	Research-based learning;
Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)	Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)
Self-directed learning	Self-directed learning
Semisupervised classifiers	Semi-Supervised Clustering
Semi-Supervised Clustering	Semi-Supervised Clustering
Semisupervised Self-Learning	Semisupervised Learning
Small failure probability	Small failure probability
Spatially separate data.	Spatially separate data.
Spectral– spatial analysis	Spectral– spatial analysis
Standardized Root Mean Squared Residual (SRMR).	Standardized Root Mean Squared Residual (SRMR).
Student Engagement Questionnaire (SEQ);	Student Engagement Questionnaire (SEQ);
Students’ motivation toward science learning (SMTSL);	Students’ motivation toward science learning (SMTSL);
Students’ self-directed and independent learning activities	Self-directed learning
Support vector machine (SVM)	Support Vector Machine (SVM) classification;
Support Vector Machine (SVM) classification;	Support Vector Machine (SVM) classification;
Support Vector Machine (SVM) classification;	Support Vector Machine (SVM) classification;
Support Vector Machine (SVM) classification;	Support Vector Machine (SVM) classification;

Support Vector Machine (SVM) classification;	Support Vector Machine (SVM) classification;
Support Vector Machine (SVM) classification;	Support Vector Machine (SVM) classification;
Surrogate model	Support Vector Machine (SVM) classification;
Surrogate-based reliability methods	Support Vector Machine (SVM) classification;
SVM-based margin sampling;	Support Vector Machine (SVM) classification;
Team-based learning	Team-Based Learning (TBL);
Team-Based Learning (TBL);	Team-Based Learning (TBL);
Technology-Enabled Active Learning (TEAL);	Technology-Enabled Active Learning (TEAL);
Technology-enhanced learning	Technology-enhanced learning
Think-pair-share instruction	Think-pair-share;
Think-pair-share;	Think-pair-share;
Visual-based instruction;	Visual-based instruction;
VR features	VR features
Workshops	Workshops
Writing in class	Writing in class

APÊNDICE III – Contagem da padronização e seleção dos mais relevantes.

CONTAGEM PADRONIZAÇÃO	N
Flipped Classroom	11
Problem-based learning (PBL);	10
Cooperative learning	7
Peer-led team learning (PLTL)	6
Collaborative learning	5
Game-based learning	3
Inquiry-based learning	3
Blended classroom	3
Computer-based learning	2
Just-in-time teaching	2
Kriging metamodel	2
Research-based learning;	2
Self-directed learning	2
Team-Based Learning (TBL);	2
Think-pair-share;	2
Semi-Supervised Clustering	2
Semisupervised Learning	1
Active Fuzzy Constrained Clustering (AFCC);	1
Active learning	1
Active-learning-based vehicle-recognition and tracking (ALVeRT)	1
Approaches to Learning and Studying Inventory (ALSI);	1
Audience response system;	1
Authentic learning;	1
Bayesian approach;	1
Case-based learning	1
Collaborative Web-based experimentation environment.	1
Competency-based education;	1
Conceptual change strategies	1
Conceptual maps.	1

MÉTODOS MAIS RELEVANTES

Concerns-based adoption model.	1
Confidence-based learning	1
Content-based image retrieval (CBIR);	1
Course-related activity outside the classroom	1
Desktop VR-based learning environment;	1
Discovery learning	1
Discriminative random fields (DRFs);	1
Double-loop learning;	1
Entropy query by bagging (EQB)	1
Evidence-based medicine;	1
Group work of all kinds	1
Hierarchical classifier;	1
Human-computer interface;	1
Hyperspectral image classification	1
ICAP Framework;	1
Imbalanced data sets	1
Importance sampling	1
Informal learning;	1
Interaction experience	1
Interactive learning environments	1
Introduce mobile phones and short message service (SMS) within the classroom.	1
Large-group teaching.	1
Learn before lecture (LBL)	1
Learning experience	1
Learning outcomes.	1
Learning to think critically;	1
Loopy belief propagation (LBP)	1
Margin sampling by closest support vector (MS-cSV)	1
Markov random fields (MRFs)	1
Maximizing expected generalization algorithm (MEGA)	1
Minute paper	1
Monte Carlo Simulation;	1
Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)	1
Multi-24 temporal data	1

Multinomial Logistic Regression;	1
Process-oriented guided inquiry learning (POGIL)	1
Query and archiving interface for active learning (QUAIL);	1
Remote Sensing Image Classification;	1
Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)	1
Small failure probability	1
Spatially separate data.	1
Spectral– spatial analysis	1
Standardized Root Mean Squared Residual (SRMR).	1
Student Engagement Questionnaire (SEQ);	1
Students' motivation toward science learning (SMTSL);	1
Technology-Enabled Active Learning (TEAL);	1
Technology-enhanced learning	1
Visual-based instruction;	1
VR features	1
Workshops	1
Writing in class	1

APÊNDICE IV – Formulário de identificação de habilidades e competências

FORMULÁRIO DO ALUNO

Prezado(a) Aluno(a),

Estou desenvolvendo uma pesquisa a fim de verificar, na prática, quais são as habilidades e competências desenvolvidas pelas disciplinas que aplicam metodologias ativas de ensino. Desta forma, gostaria que você sinalizasse abaixo se desenvolveu alguma dessas habilidades indicadas na tabela abaixo. Sinta-se à vontade para fazer qualquer comentário, sugestão ou crítica.

5 = A habilidade foi muito bem desenvolvida;

4 = A habilidade foi parcialmente desenvolvida;

3 = Não consigo identificar se essa habilidade foi desenvolvida;

2 = A habilidade foi mal desenvolvida;

1 = A habilidade não foi desenvolvida.

N	HABILIDADES E COMPETÊNCIAS	DESCRIÇÃO DAS HABILIDADES E COMPETÊNCIAS	RESPOSTA
1	Resolução de problemas	Você desenvolveu habilidade de identificar erros, melhorar processos e propor soluções para problemas.	
2	Pensamento empreendedor	Você é capaz de identificar oportunidades, calcular riscos e elaborar soluções que podem vir a ser um negócio.	
3	Eficiência na resolução de problemas	Se necessário, você é capaz de aplicar o raciocínio analítico, de síntese, de inferência, numérico ou espacial na resolução de problemas.	
4	Tomada de decisão	Você desenvolveu habilidade de tomar decisões em um processo de resolução de um problema.	
5	Criatividade	Você desenvolveu habilidades criativas, que podem te permitir a criação de produtos, processos, serviços e negócios inovadores.	
6	Habilidades analíticas	Você desenvolveu habilidade de estruturar e analisar dados para entender e resolver problemas.	
7	Habilidades de pesquisa	Você é capaz de selecionar e usar fontes confiáveis para aprender e obter informações sobre determinado tema.	
8	Pensamento crítico	Diante de um determinado contexto, você é capaz de fazer um julgamento que resulta na interpretação, análise, avaliação e inferência de tal contexto.	
9	Pensamento sistêmico	Diante de um problema, você desenvolveu a habilidade de considerar o todo envolvido nesse problema e não apenas as partes diretamente ou obviamente afetadas.	
10	Estado da arte do conhecimento	Conforme as mudanças no contexto em que estava inserido, você desenvolveu a habilidade de ir em busca do próprio conhecimento.	
11	Habilidades técnicas	Você foi capaz de aplicar conhecimentos técnicos adquiridos em sala de aula em situações práticas e problemas do mundo real.	
12	Compreender novos processos	Você esteve aberto a mudanças e foi capaz de compreender novos processos de trabalho.	
13	Habilidades de mídia	Você desenvolveu habilidade de utilizar diferentes dispositivos de mídia.	
14	Habilidades de programação	Você desenvolveu habilidades de programação.	
15	Compreender sobre segurança da informação	Você desenvolveu habilidades relacionadas a contextos de segurança da informação.	
16	Flexibilidade	Você desenvolveu habilidade de ser flexível em relação às suas atividades em equipe.	
17	Complacência	Você esteve disposto a corresponder às necessidades, desejos ou gostos que não fossem os seus.	
18	Tolerância	Você aceitou as mudanças devido à rotação ou reorientação de tarefas da equipe.	
19	Motivação em aprender	Você se sentiu motivado a aprender sobre os assuntos abordados na disciplina.	
20	Mindset sustentável	Você, pelo menos em algum momento, considerou a sustentabilidade no seu processo de resolução do problema.	
21	Capacidade de trabalhar sobre pressão	Você desenvolveu a habilidade de lidar com o aumento da pressão durante o semestre e finalizar as tarefas estipuladas pelo professor.	
22	Capacidade de liderança	Você desenvolveu a habilidade de lidar com os colegas e conduzir a equipe para atingir resultados.	
23	Habilidades de se comprometer e cooperar	Você esteve comprometido com a equipe de trabalho e cooperou para atingir os objetivos.	
24	Dominar mais de um idioma	Você desenvolveu habilidade de dominar mais de um idioma.	
25	Habilidade de trabalhar em equipe	Você foi capaz de seguir as regras de trabalho em equipe e respeitar opiniões divergentes.	
26	Habilidade de comunicação	Você desenvolveu habilidades de escutar mais o que os colegas têm a dizer e consegue apresentar um problema, ideia, solução de forma clara.	
27	Habilidade de networking	Você teve que entrar em contato com pessoas de outras áreas de conhecimento para resolver o seu problema.	
28	Habilidades interculturais	Você desenvolveu habilidade de compreender diferentes culturas, especialmente diferentes hábitos de trabalho.	
29	Habilidade de transferir conhecimento	Você registrou todos os conhecimentos adquiridos, de forma que outra pessoa possa aprender com o seu processo.	

FORMULÁRIO DO PROFESSOR

Prezado(a) Professor(a),

Estou desenvolvendo uma pesquisa sobre a colaboração das metodologias ativas para a formação do perfil de engenheiros do futuro. Foram levantadas na literatura algumas habilidades e competências que devem fazer parte desse perfil, todas apresentadas na tabela do item 3. A fim de verificar na prática quais dessas são desenvolvidas quando aplicadas em uma turma de alunos, gostaria de saber:

1. Qual ou quais metodologias ativas foram aplicadas em sua disciplina no segundo semestre de 2019?

Por gentileza informar a disciplina, metodologia ativa e quantidade de alunos.

2. Caso tenha disponibilidade, descreva sobre o processo de aplicação e execução desta metodologia.

Informe, por gentileza, o passo a passo de aplicação da(s) metodologia(s) ativas.

3. Na tabela abaixo, indique quais habilidades e competências, na sua opinião, foram desenvolvidas pelos alunos que cursaram a sua disciplina. As opções de resposta são:

Concordo totalmente

Concordo

Não concordo nem discordo

Discordo

Discordo totalmente

Caso seja de seu interesse, comentários, sugestões ou críticas relacionadas ao desenvolvimento ou não das habilidades e competências pela metodologia, serão bem vindos.

CLASSE	DESCRIÇÃO DA CLASSE	N	HABILIDADES E COMPETÊNCIAS	DESCRIÇÃO DAS HABILIDADES E COMPETÊNCIAS	RESPOSTA	COMENTÁRIO/SUGESTÃO/CRÍTICA
METODOLÓGICA	Relaciona as habilidades e competências para a resolução de problemas e tomada de decisão.	1	Resolução de problemas	O aluno desenvolveu habilidade de identificar erros, melhorar processos e propor soluções para problemas.		
		2	Pensamento empreendedor	O aluno desenvolveu habilidade de identificar oportunidades, calcular riscos e elaborar soluções que podem vir a ser um negócio.		
		3	Eficiência na resolução de problemas	O aluno é capaz de aplicar o raciocínio analítico, de síntese, de inferência, numérico ou espacial na resolução de problemas.		
		4	Tomada de decisão	O aluno desenvolveu habilidade de tomar decisões em um processo de resolução de um problema.		
		5	Criatividade	O aluno desenvolveu habilidades criativas, que podem te permitir a criação de produtos, processos, serviços e negócios inovadores.		
		6	Habilidades analíticas	O aluno desenvolveu habilidade de estruturar e analisar dados para entender e resolver problemas.		
		7	Habilidades de pesquisa	O aluno é capaz de selecionar e usar fontes confiáveis para aprender e obter informações sobre determinado tema.		
		8	Pensamento crítico	Diante de um determinado contexto, o aluno é capaz de fazer um julgamento que resulta na interpretação, análise, avaliação e inferência de tal contexto.		
		9	Pensamento sistêmico	O aluno desenvolveu a habilidade de considerar o todo envolvido em um problema e não apenas as partes diretamente ou obviamente afetadas.		

TÉCNICA	Abrange as habilidades e conhecimentos relacionados ao trabalho.	10	Estado da arte do conhecimento	Conforme as mudanças no contexto em que estava inserido, o aluno desenvolveu a habilidade de ir em busca do próprio conhecimento.		
		11	Habilidades técnicas	O aluno desenvolveu a habilidade de aplicar conhecimentos técnicos adquiridos em sala de aula em situações práticas e problemas do mundo real.		
		12	Compreender novos processos	O aluno esteve aberto a mudanças e foi capaz de compreender novos processos de trabalho.		
		13	Habilidades de mídia	O aluno desenvolveu a habilidade de utilizar diferentes dispositivos de mídia.		
		14	Habilidades de programação	O aluno desenvolveu habilidades de programação.		
		15	Compreender sobre segurança da informação	O aluno desenvolveu habilidades relacionadas a contextos de segurança da informação.		
PESSOAL	Contempla os valores sociais, motivações e atitudes individuais.	16	Flexibilidade	O aluno desenvolveu habilidade de ser flexível em relação as suas atividades em equipe.		
		17	Complacência	O aluno esteve disposto a corresponder as necessidades, desejos ou gostos que não fossem os seus.		
		18	Tolerância	O aluno aceitou as mudanças devido a rotação ou reorientação de tarefas da equipe.		
		19	Motivação em aprender	O aluno se sentiu motivado no processo de aprendizagem.		
		20	Mindset sustentável	O aluno considerou questões de sustentabilidade no seu processo de resolução do problema.		
		21	Capacidade de trabalhar sobre pressão	O aluno desenvolveu a habilidade de lidar com o aumento da pressão durante o semestre e finalizar as tarefas estipuladas pelo professor.		
SOCIAL	Abrange todas as habilidades, competências e atitudes para cooperar e comunicar com outros.	22	Capacidade de liderança	O aluno desenvolveu a habilidade de lidar com os colegas e conduzir a equipe para atingir resultados.		
		23	Habilidades de se comprometer e cooperar	O aluno esteve comprometido com a equipe de trabalho e cooperou para atingir os objetivos.		
		24	Dominar mais de um idioma	O aluno desenvolveu habilidade de dominar mais de um idioma.		
		25	Habilidade de trabalhar em equipe	O aluno foi capaz de seguir as regras de trabalho em equipe e respeitar opiniões divergentes.		
		26	Habilidade de comunicação	O aluno desenvolveu habilidades de escutar mais o que os colegas tem a dizer e consegue apresentar um problema, ideia, solução de forma clara.		
		27	Habilidade de networking	O aluno teve que entrar em contato com pessoas de outras áreas de conhecimento para resolver o seu problema.		
		28	Habilidades interculturais	O aluno desenvolveu habilidade de compreender diferentes culturas, especialmente diferentes hábitos de trabalho.		
29	Habilidade de transferir conhecimento	O aluno registrou todos os conhecimentos adquiridos, de forma que outra pessoa possa aprender com o seu processo.				

ANEXO I - Plano da disciplina de TEEP

Disciplina	101761 – TÓPICOS ESPECIAIS EM ENGENHARIA DE PRODUTO
Curso	Engenharia de Produção
Professor	Prof. Andréa Cristina dos Santos andreasantos@unb.br
Semestre	2/2019
Pré-requisitos	Não há pré-requisitos.
Horários de Aulas	Sexta-feira 14:00 as 17:40 horas
Local	Sala de Metodologias Ativas - ULEG
Horário de atendimento	Sexta-feira as 18:00 horas. Outros horários Agendamento com professor via e-mail (Aguardar retorno de confirmação de dia e horário)
Objetivos da Disciplina	Desenvolver habilidades nos estudantes para produção de protótipos a partir de Problemas
Metodologia de Ensino	O curso utilizará as ferramentas de ensino à distância na plataforma moodle. www.ead.unb.br APRENDER Código da disciplina TEEP 2019/2. Aula Invertida. Os alunos serão divididos em equipes. <i>Problem Based Learning</i> (PBL) no qual a partir de um problema Real os alunos desenvolverão
PROGRAMA	<ol style="list-style-type: none"> Introdução: Conceitos de Gerais da Engenharia de Sistemas, Engenharia de Produto e Engenharia de Serviços e Gerenciamento de Projeto. Definição de Problema e Engenharia de Requisitos – Desenvolvimento das Especificações técnicas do projeto do produto/sistema e Pré-Análise de viabilidade econômica Modelo CANVAS DE PRODUTO. Projeto Conceitual e Detalhado - Desenvolvimento da concepção e elaboração do primeiro protótipo.
Critérios Avaliação	<p>A Menção será obtida pela composição de 4 Módulos: <u>Sendo que O aluno deve ter média acima de 5,0 (MM) em cada um dos módulos para ser aprovado.</u></p> <p>Módulo 1: Aulas invertidas 30% (Individual): Serão deixados materiais no moodle semanalmente com intuito de passar para orientações técnicas antes do início das aulas. Estes serão avaliados por meio de testes rápidos durante a aula.</p> <p>Módulo 2: Avaliação de acompanhamento do projeto 20% (Individual): Serão realizadas avaliações surpresas no início das aulas. Todas terão o mesmo peso. O conteúdo destas avaliações será sobre o andamento do projeto em aula, para verificar a integração da equipe.</p> <p>Módulo 3: Projeto da equipe 50% (Equipe): Conforme orientações colocadas no moodle e dos professores.</p> <p>1. A avaliação de cada aluno será expressa por uma menção, com o seguinte significado: SS –excelente, satisfaz plenamente todos os itens de avaliação; MS –muito bom, satisfaz a maioria dos itens de avaliação; MM –regular, satisfaz os requisitos mínimos de aprovação; MI –insatisfatório, não satisfaz os requisitos mínimos de aprovação; II –ruim, muito aquém dos requisitos mínimos de aprovação; SR – Sem rendimento, trabalho não realizado em nenhum item de avaliação.</p> <p>2. Para conversão de menções em valores numéricos e vice-versa, será utilizada a seguinte correspondência: SS ⇔ 9,0 a 10 MS ⇔ 7,0 a 8,9 MM ⇔ 5,0 a 6,9 MI ⇔ 3,0 a 4,9 II ⇔ 0,50 a 2,9 SR ⇔ 0</p> <p>Alunos com 25% ou mais de faltas terão menção SR.</p>
Calendário das Avaliações	<p>Módulo 1: Conforme calendário no moodle.</p> <p>Módulo 2: Serão realizadas avaliações surpresas nas aulas.</p> <p>Módulo 3: Apresentações de Entrega do Projeto:</p> <p>1. Projeto em equipe:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1° Entrega: 20 de setembro de 2019. Apresentação Geral 2° Entrega: 18 de outubro de 2019. Apresentação Geral 3° Entrega: 29 de novembro 2019. Apresentação Geral
Referências Básicas e complementares.	Karl Ulrich, Steven Eppinger, Product Design and Development. McGraw-Hill/Irwin; 5 edition (May 5, 2011) ISBN-10: 0073404772. Material disponibilizado no Moodle conforme andamento da disciplina.
Informações Adicionais	Inscrições no Moodle: TEEP2019/2