UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

GABRIEL EDUARDO DE ARAÚJO SILVA

UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM E SEUS DESAFIOS NO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO/UFJF

JUIZ DE FORA
2021

GABRIEL EDUARDO DE ARAÚJO SILVA

UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM E SEUS DESAFIOS NO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO/UFJF

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: DSc, Roberta Cavalcanti Pereira Nunes

Co-Orientador: DSc, Danilo Pereira Pinto

JUIZ DE FORA

2021

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração
automática da Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Silva, Gabriel Eduardo de Araújo.
UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM E SEUS DESAFIOS NO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO/UFJF / Gabriel Eduardo de Araújo Silva. -- 2021.
90 p.

Orientadora: Roberta Cavalcanti Pereira Nunes
Coorientador: Danilo Pereira Pinto
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2021.

1. Metodologias Ativas de Aprendizagem. 2. Diretrizes Curriculares Nacionais. 3. Engenharia. I. Nunes, Roberta Cavalcanti Pereira, orient. II. Pinto, Danilo Pereira, coorient. III. Título.

GABRIEL EDUARDO DE ARAÚJO SILVA

UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM E SEUS DESAFIOS NO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO/UFJF

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em 02 de Março de 2021.

BANCA EXAMINADORA

DSc, Roberta Cavalcanti Pereira Nunes (Orientadora)

Universidade Federal de Juiz de Fora

DSc, Danilo Pereira Nunes (Co-Orientador)

Universidade Federal de Juiz de Fora

DSc, Márcio de Oliveira

Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é o principal marco do grande desafio que é concluir uma graduação em Engenharia. É um sonho que visualizei em todos os dias destes últimos cinco anos e está bem próximo de ser realizado.

Nesse sentido, agradeço em primeiro lugar à Deus, que me permitiu ingressar em uma ótima universidade, me capacitou, me deu forças, sabedoria e direcionamentos para que eu buscasse as melhores oportunidades do curso, tomasse as melhores decisões e, mesmo nos momentos de extrema dificuldade, não viesse a desistir.

Agradeço a minha mãe, por ter aberto mão de tantas coisas, para que eu viesse buscar esse sonho, por ter sido forte nos momentos de dificuldades e por ter sido meu porto seguro, por sempre me incentivar e orientar que eu desse meu melhor. Agradeço ao meu pai por todo apoio, toda confiança e por viabilizar este sonho que, inicialmente, parecia impossível. Dedico este trabalho também ao meu irmão, João Paulo (*in memorian*), por ter sido minha inspiração para a escolha da Engenharia de Produção e por sempre ter acreditado em meu potencial.

Separo também espaço para agradecer a todos os meus amigos, que tornaram essa trajetória mais leve e mais feliz. Foram muitos momentos de parceria, risadas, estudos, jantares no RU e trabalhos em conjunto na Mais Consultoria Jr., Liga das Empresas Juniores de Juiz de Fora e GET Produção. Não me arrisco a dizer o nome de todos aqui, pois a lista seria enorme.

Deixo também meu agradecimento a todos os professores, que sempre me inspiraram a me tornar um profissional melhor, em especial aos meus orientadores Roberta e Danilo, que abraçaram esta monografia e me ensinaram muito durante seu desenvolvimento. Vocês me inspiram grandemente!

Por fim, deixo meu agradecimento a todos os participantes das entrevistas deste trabalho. Vocês são um pilar fundamental dos resultados apresentados aqui.

RESUMO

A profunda revolução tecnológica e social vivenciada em nossa sociedade impulsiona a necessidade de capacitar profissionais em novas competências técnicas e comportamentais, especialmente na formação de engenheiros, que devem possuir um perfil multidisciplinar, que resolva problemas complexos de forma criativa e empreendedora. Nesse sentido, foram revisadas as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de Engenharia, trazendo as Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAs) como principal ferramenta para que este perfil seja alcançado, pois estas conferem maior protagonismo ao aluno em seu processo de aprendizagem, tornando-o mais significativo e alinhado à realidade. Entretanto, sua implementação não é um processo simples, exigindo mudanças estruturais para que bons resultados sejam alcançados. Nesse sentido, este trabalho objetiva realizar um levantamento de informações acerca da implementação de MAs nas disciplinas de Processos Produtivos em Engenharia de Produção, Engenharia de Sustentabilidade I, Engenharia de Produto II e Gestão da Inovação, componentes do curso de Engenharia de Produção (EP) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), além de apontar alguns desafios vivenciados nesta execução. Para tanto, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os docentes das disciplinas e com cinco graduandos do curso que já haviam concluído estas disciplinas no modelo presencial. Os insumos coletados nestas entrevistas foram analisados em conjunto ao referencial teórico deste estudo e aos resultados disponíveis em domínio público do "Diagnóstico de Prática Docente" desenvolvido pelo Núcleo de Formação Continuada de Docentes da Faculdade de Engenharia da UFJF. Os resultados alcançados demonstram que métodos ativos e tradicionais podem trabalhar em conjunto, que competências relevantes têm sido desenvolvidas nos alunos e que as atuais aplicações de MAs tem gerado satisfação aos docentes e discentes envolvidos. Por outro lado, foram observados os seguintes desafios: a necessidade de buscar de novos caminhos para a atualização e contextualização dos conteúdos trabalhados, a mudança cultural exigida no ambiente educacional para que a aprendizagem ativa seja implementada sistemicamente e as dificuldades relacionadas ao desenvolvimento de um processo avaliativo justo, desafiador e motivador.

Palavras-chave: Metodologias Ativas de Aprendizagem, Diretrizes Curriculares Nacionais, Engenharia.

ABSTRACT
The deep technological and social revolution experienced in our society drives the need to train professionals in new technical and behavioral skills, especially in the qualification of engineers, who must have a multidisciplinary profile and solve complex problems in a creative and entrepreneurial way. In this regard, the National Curriculum Guidelines for Engineering courses were revised, bringing the Active Learning Methodologies (MAs) as the main tool to achieve this profile, once they give greater protagonism to the student in his learning process, making it more meaningful and aligned to reality. However, their implementation processes are not simple, requiring structural changes to achieve good results. In this context, this research aims to gather information about the implementation of MAs in the following disciplines: Production Engineering Processes, Sustainability Engineering I, Product Engineering II and Innovation Management, components of the Production Engineering (EP) degree from the Federal University of Juiz de Fora (UFJF), and to point out some experienced challenges in the implementation of MAs in these disciplines. Therefore, there were conducted semi-structured interviews with the professors of these disciplines and with five undergraduated students who had already completed these disciplines in the presential model. The inputs collected in these interviews were analyzed together with the theoretical reference of this study and the results available in the public domain of the "Teacher Practice Diagnosis" developed by the Center for Continuing Professors Education of the School of Engineering at UFJF. The achieved results demonstrate that active and traditional methods can work together, that students have developed relevant competences, and that the current applications of MAs have generated satisfaction for the teachers and students involved. On the other hand, the following challenges were observed: the need to search new ways to update and contextualize the contents worked, the cultural change required in the educational environment for the systematic implementation of active learning, and the difficulties related to the development of a fair, challenging and motivating assessment process.

Keywords: Active Learning Methodologies, National Curriculum Guidelines, Engineering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Categorias do domínio cognitivo proposto por Bloom 37

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Identificação dos respondentes 85
Gráfico 2: Identificação da disciplina que o respondente representa 85
Gráfico 3 - Respostas da afirmativa: "A disciplina exigiu grande esforço para a organização das atividades" (professores) 85
Gráfico 4 - Respostas da afirmativa: "Prefiro dar aulas que utilizam metodologias ativas de aprendizagem que palestras" 86
Gráfico 5 - Respostas da afirmativa: "A turma se engajou com as atividades propostas pela metodologia" (professores) 86
Gráfico 6 - Respostas da afirmativa: "A metodologia foi importante para desenvolver competências para a prática de Engenharia" (professores) 86
Gráfico 7 - Respostas da afirmativa: "A metodologia facilitou o processo de ministração do conteúdo" 87
Gráfico 8 - Respostas da pergunta: "O quanto você acredita ser possível/está disposto a realizar atividades de extensão nessa disciplina?" (professores) 87
Gráfico 9 - Respostas da pergunta: "Quanto você indica a utilização desta metodologia para outros professores?" 87
Gráfico 10 - Respostas da afirmativa: "Eu aprendi mais com a metodologia que com aulas expositivas" 88
Gráfico 11 - Respostas da afirmativa: "Eu adquiri um conhecimento significativo durante as aulas" 88
Gráfico 12 - Respostas da afirmativa: "A metodologia foi importante para desenvolver competências para a prática da engenharia" (alunos) 88
Gráfico 13 - Respostas da afirmativa: "A classe se engajou com a metodologia utilizada pelo professor" (alunos) 89
Gráfico 14 - Respostas da afirmativa: "Eu me engajei com a metodologia utilizada pelo professor" 89
Gráfico 15 - Respostas da afirmativa: "A disciplina exigiu grande esforço nas atividades em sala de aula" 89
Gráfico 16 - Respostas da afirmativa: "Acredito que a metodologia facilitou meu processo de aprendizado" 90

Gráfico 17 - Respostas da pergunta: “O quanto você acredita ser possível/está disposto a realizar atividades de extensão nesta disciplina?” 90
Gráfico 18 - Respostas da pergunta: “Quanto você indica disciplinas que usam esta metodologia para outros alunos?” 90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Trabalhos aceitos no COBENGE sobre MAs de 2007 a 2019 23
Tabela 2 - Comparação das estratégias ABP e ABPj 33
Tabela 3 - Disciplinas avaliadas pelo estudo 46
Tabela 4 - Roteiro de entrevista semiestruturada com docentes 47
Tabela 5 - Roteiro de entrevista semiestruturada com discentes 48

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AAAE - Associação Atlética da Arquitetura e Engenharia

ABB - Aprendizagem baseada em brinquedos

ABE - Aprendizagem baseada em equipes

ABEPRO - Associação Brasileira de Engenharia de Produção

ABP - Aprendizagem baseada em problemas

ABPj - Aprendizagem baseada em projetos

ABPP - Aprendizagem baseada em problemas e projetos

AC - Aprendizagem Colaborativa

CDIO - Concieve Design Implement Operate

CES/CNE - Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação

CNI - Confederação Nacional da Indústria

COBENGE - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia

CRITT - Centro Regional de Inovação e Transferência de Tecnologia

DCNs - Diretrizes Curriculares Nacionais

DPD - Diagnóstico de Prática Docente

EAD - Ensino à Distância

EMEPRO - Encontro Mineiro de Engenharia de Produção

EP - Engenharia de Produção

EPUSP - Engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

GET Produção - Grupo de Eduacação Tutorial em Engenharia de Produção

GT - Grupos Tutoriais

GTAAEE - Grupo de Trabalho de Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia

IES - Instituições de Ensino Superior

IP - Instrução entre pares

ITA - Instituto Tecnológico da Aeronáutica

MAs - Metodologias Ativas de Aprendizagem

MEC - Ministério da Educação

Núcleo FOCO - Núcleo de Formação Continuada dos Docentes da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora

NPS - Net Promoter Score

PPC - Plano Pedagógico de Curso

SAI - Sala de Aula Invertida

SEEPRO - Sociedade Estudantil de Engenharia de Produção

ST - Sessões Tutoriais

TDICs - Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

TED - *Technology, Entertainment and Design*

UCS - Universidade de Caxias do Sul

UFJF - Universidade Federal de Juiz de Fora

UFMA - Universidade Federal do Maranhão

ZDP - Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 14

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS 14
1.2. JUSTIFICATIVA 15
1.3. ESCOPO DO TRABALHO 16
1.4. ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS 17
1.5. DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA 17
1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO 19

2. METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM 21

2.1. APRENDIZAGEM BASEADA EM EQUIPES (ABE) 24
2.2. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP) 27
2.3. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (ABPj) 31
2.4. APRENDIZAGEM COLABORATIVA (AC) 34
2.5. SALA DE AULA INVERTIDA (SAI) 36
2.6. INSTRUÇÃO ENTRE PARES (IP) 39

3. DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA 42

4. DESENVOLVIMENTO 45

4.1. DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE PESQUISA 45
4.2. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE 45
4.3. A ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - UFJF 49

5. RESULTADOS 52

5.1. ENGENHARIA DE SUSTENTABILIDADE I 52
5.2. ENGENHARIA DE PRODUTO II 58
5.3. PROCESSOS PRODUTIVOS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 63
5.4. GESTÃO DA INOVAÇÃO 68
5.5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 73

6. CONCLUSÕES 79

REFERÊNCIAS 81

ANEXO A - RESULTADOS QUANTITATIVOS DAS PESQUISAS SEMIESTRUTURADAS 85

ANEXO B - TERMO DE AUTENTICIDADE 91

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os modelos de produção, organização de cadeias de valor, comercialização e os modos de viver e se relacionar com outras pessoas têm passado por profundas transformações em decorrência de uma nova onda tecnológica composta pela automação de atividades, inteligência artificial, *big data,* dentre outros, em todos os setores da economia (CNI, 2020). Diante de tamanho desenvolvimento econômico e social, a oferta de uma educação de qualidade torna-se cada dia mais essencial, especialmente no tocante aos profissionais de Engenharia. As escolas voltadas à formação de engenheiros deverão investir em diferentes formas de desenvolver novas competências técnicas, mas também deverão se preocupar com competências comportamentais que serão críticas para um bom desempenho destes profissionais, como o trabalho em equipes interdisciplinares, comunicação, resolução de problemas complexos e empreendedorismo. Nesse sentido, a aproximação entre academia e indústria será fundamental (SILVA *et al.* 2019; CNI, 2020).

Com o intuito de modernizar o ensino de Engenharia no país, representantes do governo, academia e setor privado colaboraram para a revisão das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) do curso de graduação em Engenharia, publicadas em 2019, revogando a versão de 2002 (CNI, 2020). As novas DCNs dão ênfase às competências que devem compor o perfil do egresso do curso de Engenharia e ao modo de desenvolvê-las durante a graduação, com o apoio de um plano pedagógico flexível e orientado a melhoria contínua, ampliando a interface dos cursos com a sociedade e com o mercado e dando maior protagonismo ao aluno em seu processo de aprendizado, utilizando como ferramenta principal, as Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAs) (CNE/CES, 2019).

Villas-Boas *et al.* (2011), afirmam que as MAs tornam o aprendizado mais significativo e real, desenvolvendo a interpretação, trabalho em equipe, senso crítico e capacidade de tomada de decisão dos envolvidos, qualidades citadas nas novas DCNs. Porém, a autora e colaboradores (p. 63) também afirmam que, apesar de seus resultados positivos, suas implementações nas escolas de engenharia do Brasil “indicam a necessidade de um

realinhamento nas suas concepções iniciais, também quanto à organização da estrutura curricular do curso".

Nesse sentido, este trabalho apresenta um levantamento de informações acerca da implementação de MAs nas disciplinas de Processos Produtivos em Engenharia de Produção, Engenharia de Sustentabilidade I, Engenharia de Produto II e Gestão da Inovação, componentes do curso de Engenharia de Produção (EP) na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), bem como alguns desafios observados na implementação destas, tendo como pano de fundo as novas DCNs para os cursos de Graduação em Engenharia.

1.2 JUSTIFICATIVA

A graduação em Engenharia de Produção na UFJF possibilita ao aluno a participação em inúmeras atividades extracurriculares, as quais permitem que o discente aprenda, na prática, competências fundamentais para seu desenvolvimento acadêmico, profissional e pessoal. Ao longo destes 5 anos de curso, o autor pode fazer parte do Movimento Empresa Júnior, participando de projetos e solucionando problemas, muitas vezes com pouco conhecimento inicial sobre o assunto e sem ter realizado a disciplina que discute sobre estes temas. Foi percebido que, à medida que novos desafios surgiam e exigiam maior estudo sobre um conteúdo específico, grande era a motivação para aprender e absorver aquele conteúdo.

Estes fatos também estiveram presentes na trajetória do autor enquanto bolsista do Grupo de Educação Tutorial em Engenharia de Produção (GET Produção). Os Grupos de Educação Tutorial tem por objetivo apoiar a modernização do ensino superior através de novas estratégias de ensino-aprendizagem, estimular um processo de formação de excelência para docentes e discentes, além impulsionar o senso crítico e a ética profissional dos estudantes, através de atividades de natureza coletiva e interdisciplinar (CONGRAD/UFJF, 2016).

Estes objetivos estiveram presentes, de forma clara, em um projeto de ensino do grupo, em que a equipe observou uma oportunidade de estimular o aprendizado sobre *Lean Manufacturing* através de um projeto de montagem de carrinhos, o qual tornou-se uma publicação no Encontro Mineiro de Engenharia de Produção (EMEPRO) (RABELLO *et al.,*

2018) e alcançou níveis interessantes de satisfação, engajamento e percepção de aprendizado por parte dos participantes, fato que gerou o desejo que estas práticas fossem replicadas em outras atividades acadêmicas (ou disciplinas) que compõem o currículo do curso.

Por fim, conhecendo disciplinas do curso que utilizam MAs (agora já conhecendo esta terminologia) como forma de ensino, novamente o autor teve uma boa experiência na absorção dos conteúdos e no desenvolvimento de competências relevantes.

Em complemento, as novas DCNs reforçam a importância da utilização de MAs e da promoção do aprendizado por competências, não só técnicas, mas comportamentais, para o processo de modernização do ensino superior.

Diante de todos estes fatos, foi despertado o interesse em compreender melhor o funcionamento destas estratégias de aprendizagem ativa em algumas disciplinas do curso, de forma a gerar uma contribuição para a utilização das mesmas em outras que ainda não as praticam.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

Este trabalho foi desenvolvido no curso de Engenharia de Produção da UFJF, entre os meses de Abril/2020 e Fevereiro/2021, com base nas disciplinas de Processos Produtivos em Engenharia de Produção, Engenharia de Sustentabilidade I, Engenharia de Produto II e Gestão da Inovação. Estas foram selecionadas pois estão em áreas de conhecimento distintas, de acordo com a separação adotada pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO) e são ministradas por diferentes docentes, os quais utilizam MAs de forma mais perceptível dentre os professores do Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica da UFJF.

Os alunos participantes deste estudo devem possuir matrícula ativa no curso e ter concluído a disciplina em modelo presencial com o professor participante do estudo. O estudo não leva em conta o desempenho acadêmico do aluno nem o período em que estava matriculado no momento da participação. Os professores e alunos não serão identificados. Os relatos destes, descritos neste trabalho, são provenientes apenas dos insumos coletados

durante a entrevista, nos moldes citados no Capítulo 5 deste trabalho. Não foram utilizadas informações de conversas informais ou algo semelhante.

Todas as sugestões de melhoria descritas neste documento decorrem da extração de informações fornecidas pelos participantes deste estudo. Não faz parte do escopo deste trabalho desenvolver propostas para melhoria em disciplinas específicas ou para o curso como um todo. Também não faz parte deste escopo realizar quaisquer comparações de desempenho entre as disciplinas participantes deste estudo

1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é levantar informações sobre a aplicação de MAs nas disciplinas de Engenharia de Sustentabilidade I, Processos Produtivos em Engenharia de Produção, Gestão da Inovação e Engenharia de Produto II, na perspectiva de docentes e discentes, e apontar desafios vivenciados na execução de MAs no curso, com base neste levantamento.

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa é de natureza aplicada e com uma abordagem qualitativa do problema. Caracteriza-se assim pois é voltada a resolução de um problema específico, observando-se os interesses do curso de graduação em Engenharia de Produção da UFJF. Além disso, apresenta um caráter subjetivo, onde o ambiente natural é a principal fonte para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. Quanto aos objetivos, esta é uma pesquisa exploratória, pois pretende criar maior familiaridade com o problema. Como poucos componentes deste problema são estudados de forma aprofundada, esta pesquisa enquadra-se como um estudo de caso quanto a seus procedimentos (SILVA E MENEZES, 2001).

Para compreensão do contexto de aplicação, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com quatro docentes, responsáveis pelas disciplinas de Engenharia de Sustentabilidade I, Processos Produtivos em Engenharia de Produção, Gestão da Inovação e Engenharia de Produto II, e de cinco alunos para cada uma das disciplinas, totalizando vinte alunos entrevistados. Estes foram selecionados de forma aleatória, desde que cumprissem os

seguintes critérios: ser aluno com matrícula ativa no curso e ter concluído a disciplina em modelo presencial com o professor participante do estudo.

O roteiro de entrevista foi elaborado conforme as avaliações de sucesso de aplicações de MAs desenvolvidas por Najdanovic-Visak (2016), Pavanelo e Lima (2017) e Crouch *et al.* (2007), somadas a questões de interesse para esta pesquisa. Dentre as temáticas a serem observadas, segue detalhamento de quais referências também as utilizaram:

- O que é a disciplina?: questão de interesse para a pesquisa;
- Como é trabalhada?: questão de interesse para a pesquisa;
- Esforço empregado e praticidade: Najdanovic-Visak (2016), Pavanelo e Lima (2017)
- Engajamento: Najdanovic-Visak (2016), Pavanelo e Lima (2017), Crouch *et al.* (2007);
- Desenvolvimento de competências: Najdanovic-Visak (2016)
- Extensão: questão de interesse para a pesquisa;
- Potencial de replicação: Crouch *et al.* (2007);
- Satisfação: Pavanelo e Lima (2017), Crouch *et al.* (2007);

Além disso, o modelo trabalhado por Najdanovic-Visak (2016) para coleta das informações, através de afirmativas avaliadas por meio da escala *Likert*, juntamente ao modelo de questões abertas utilizado por Pavanelo e Lima (2017), foram adaptados para formulação deste questionário.

As respostas obtidas foram analisadas de acordo com as categorias citadas, sendo todos os resultados quantitativos e qualitativos sintetizados e segmentados com base nestas, para cada uma das disciplinas. Da mesma forma, foi realizada a análise geral dos resultados coletados. Estas análises foram relacionadas ao Referencial Teórico deste trabalho, de forma a complementar a compreensão de alguns impasses observados, bem como destacar as principais semelhanças da bibliografia com as análises desenvolvidas, e aos resultados disponíveis em domínio público[1] da pesquisa "Diagnóstico de Prática Docente na Engenharia" (DPD), desenvolvida pelo Núcleo de Formação Continuada dos Docentes da Faculdade de Engenharia da UFJF (Núcleo FOCO), em 2020, de forma a comparar os

[1]Disponível em: <https://www.ufjf.br/nucleofoco/files/2021/02/Apresentação-Resultados-do-Diagnóstico.pdf>

resultados observados neste diagnóstico com os que foram alcançados neste estudo, ressaltando semelhanças e diferenças.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta pesquisa está estruturada da seguinte forma:

Capítulo 1: Introdução

É realizada uma introdução acerca da temática e aspectos envolvidos, além de apresentação das justificativas deste estudo, o escopo da pesquisa, objetivos e através de qual metodologia estes foram alcançados.

Capítulos 2 e 3: Referencial Teórico

Este trabalho realiza, no primeiro capítulo de seu referencial, um estudo aprofundado das MA's, quais são as mais aplicadas na Engenharia, com base no histórico de publicações do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), por ser um evento de abrangência nacional sobre a educação em engenharia, conforme Tabela 1, e possíveis contribuições. Para tanto, as principais referências a serem seguidas serão:

1) VILLAS-BOAS, Valquíria; NETO, O. M. Aprendizagem ativa na educação em engenharia. In: **XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Sessão Dirigida, Blumenau/SC**. 2011.
2) MAIA, Cristina M. **Inovação das práticas de competência informacional com o uso de metodologias ativas de ensino-aprendizagem em bibliotecas universitárias**. Universidade Federal de São Carlos, 2020.

Além disso, foi realizado um estudo das novas DCNs para os cursos de Graduação em Engenharia, especialmente em seus tópicos relacionados à aprendizagem ativa em sala de aula. Para tanto, serão utilizadas as seguintes referências:

1) MEC/CNE/CES, Resolução CNE/CES 2 de 24 de abril de 2019. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 de abril de 2019, seção 1, p. 43.

2) CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Documento de apoio à implantação das DCNs do curso de graduação em engenharia.** Confederação Nacional da Indústria, Serviço Social da Indústria, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Instituto Euvaldo Lodi, Conselho Nacional de Educação, Associação Brasileira de Educação em Engenharia, Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Brasília, 2020.

Capítulos 4 e 5: Desenvolvimento

Após a construção de um importante arcabouço teórico sobre o assunto, esta pesquisa demonstra uma visão geral das principais oportunidades de aprendizagem ativa na graduação em EP na UFJF, em seguida, discorre-se acerca da metodologia deste trabalho, demonstrando-se o modelo de entrevista a ser realizada por docentes e discentes e o levantamento das informações coletadas através da execução destas, bem como a discussão acerca do levantamento realizado, relacionando-o com os resultados da pesquisa de Diagnóstico de Prática Docente e com o referencial teórico deste trabalho, destacando alguns desafios observados na execução de MAs nas disciplinas estudadas.

Capítulo 6: Considerações Finais

No último capítulo desta monografia, consolidam-se as informações levantadas no desenvolvimento deste trabalho e os principais desafios observados. Este levantamento servirá como contribuição para outras disciplinas que desejam implementar estas estratégias e para o curso como um todo, em seu processo de adequação às novas DCNs.

2. METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM

O processo educacional, em muitos momentos, pode ser enxergado como um processo de transmissão de informações, onde existe um conhecimento já pronto e imutável que deve ser passado à quem ainda não o possui, como um vaso a ser preenchido. Porém, a informação pode ser transformada constantemente e reconstruída pelos receptores, os quais podem ser identificados como receptor-sujeito, enquadrando-se em uma categoria de comunicação interacional (VALENTE, 2014). Segundo Baccega e Guimarães (2006, p.410), "O receptor–sujeito vai ressignificar o que ouve, vê ou lê, apropriar-se daquilo a partir de sua cultura, do universo de sua classe, para incorporar ou não a suas práticas".

Entretanto, este conceito ainda não pode definir suficientemente o que é o conhecimento. Segundo Valente (2014, p.143), "o conhecimento é fruto do significado que é atribuído e representado na mente de cada indivíduo, com base nas informações advindas do meio em que ele vive. É algo construído por cada um". O conhecimento pode ser adquirido de forma autodidata ou sob a mediação de um educador. A educação tem o papel de apoiar o receptor-sujeito na construção de seu próprio conhecimento, gerando gatilhos para que o mesmo construa suas percepções, colocando em extremos opostos a comunicação e a educação.

O ato de educar consiste em apoiar o aluno em seu processo de construção do conhecimento. As informações necessitam de ser transmitidas ao aluno e ele deve ter meios para converter esta informação em conhecimento, por meio da significação e interpretação desta. Estes meios consistem em situações de aprendizagem que estimulam esse processo de conversão (VALENTE, 2014). Nesse contexto, surgem as metodologias ativas de aprendizagem, embasadas pela Teoria Construtivista, como uma proposta para superar as dificuldades encontradas no ensino tradicional, distanciando o estudante da posição de mero receptor de informação e lhe dando grande protagonismo no processo. Através de situações estimuladas por facilitadores, os alunos são incentivados a explorar possibilidades, enxergar novas perspectivas acerca do conteúdo e trazer inovações (MAIA, 2020).

A aprendizagem ativa consiste em colocar o estudante como componente central na construção de seu conhecimento, possibilitando uma conexão entre o novo e o que já se

conhece, através de eventos que permitam e motivem o participante a processar, aplicar e compartilhar experiências. É um método de instrução que incorpora o aluno como parte do processo de aprendizagem, de forma que ele realize atividades significativas, interprete as informações recebidas, discuta com colegas, tenha raciocínio crítico sobre o que está fazendo e tome decisões. Com isso, é possível atribuir maior significado às atividades realizadas, ampliando as possibilidades de relacionamento do conhecimento apreendido e transformado pelo aluno com a realidade preexistente, estimulando assim, o desenvolvimento de habilidades, conhecimentos e atitudes dos estudantes, complementando a formação profissional dos mesmos e possibilitando a geração de conhecimento que pode, inclusive, ser aplicado a outras áreas acadêmicas e profissionais (VILLAS-BOAS *et al.,* 2011).

Ambientes que utilizam a aprendizagem ativa como estratégia, devem propiciar a curiosidade, a motivação e o planejamento de ações por parte dos estudantes. Nesse sentido, o papel de facilitação descrito para o professor permite a divisão da responsabilidade do processo de ensino e aprendizagem com o aluno e traz o desafio da criação de ambientes favoráveis ao aprendizado "independente, colaborativo e transformador" (VILLAS-BOAS, p.9, 2011). Os problemas trabalhados em sala, a partir da utilização de MAs, demonstram-se extremamente relevantes para a formação dos profissionais de Engenharia e reforçam o papel do professor neste processo.

> Com a característica da flexibilidade, os problemas permitem a inserção, em seu enunciado, de questões com dimensões diferenciadas: objetivos de ensino, objetivos de curso, atividades experimentais, contextualização sociocultural dentre outros. Este, pois, parece ser um dos mecanismos para superar equívocos, impropriedades e perspectivas no trabalho com a educação em Engenharia (VILLAS-BOAS *et al.,* p. 16, 2011).

Portanto, quaisquer atividades acadêmicas desenvolvidas por docentes ou algum facilitador, que assumam as características de instigar o protagonismo do aluno em seu processo de aprendizagem e estimular o senso crítico do mesmo acerca do conteúdo trabalhado e da realidade em que está inserido podem ser consideradas Metodologias Ativas de Aprendizagem. Estas estratégias podem variar de dinâmicas com certo grau de complexidade para a execução ao longo da disciplina, até o processo de realização de perguntas constantes aos alunos durante uma aula expositiva, estimulando discussões.

De 2007 a 2019, 448 artigos relacionados a MAs foram publicados no COBENGE, sendo mapeadas publicações que contemplam 22 tipos de estratégias utilizadas, conforme

levantamento do observatório do Grupo de Trabalho de Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia (GTAAEE) (2019). Na Tabela 1, apresentam-se as estratégias citadas e o total de publicações relacionadas a cada uma.

Tabela 1: Trabalhos aceitos no COBENGE sobre MAs de 2007 a 2019

Tema da publicação	Quantidade de publicações
Aprendizagem baseada em brinquedos (ABB)	1
Aprendizagem baseada em equipes (ABE)	6
Aprendizagem baseada em problemas (ABP)	133
Aprendizagem baseada em projetos (ABPj)	102
Aprendizagem baseada em problemas e projetos (ABPP)	6
Aprendizagem Colaborativa (AC)	16
Sala de Aula Invertida (SAI)	12
Instrução entre pares (IP)	2
Atividades Hands On	4
Concieve Design Implement Operate (CDIO)	4
Design Instrucional	2
Design Thinking	7
Dinâmica de Grupo	3
Aprendizagem Híbrida	11
Gameficação	16
Atividades em grupo em sala de aula	1
Instrumentação Virtual	5
Just-in-time teaching	1
Learning Web Tecnologies	1
Educação liderada por projetos	3
Role Playing Game	1

Fonte: GTAAEE - ABENGE (2019)

Com base neste levantamento foram selecionadas seis MAs para maior detalhamento nas seguintes seções deste trabalho, sendo elas: Aprendizagem Baseada em Equipes,

Aprendizagem Baseada em Problemas, Aprendizagem Baseada em Projetos, Aprendizagem Colaborativa, Sala de Aula Invertida e Instrução entre Pares.

2.1 APRENDIZAGEM BASEADA EM EQUIPES (ABE)

A Aprendizagem Baseada em Equipes ou *Team-Based Learning,* é uma estratégia idealizada e aplicada por Larry Michaelsen nos anos 1970 e que foi citada pela primeira vez na literatura em 1982, focada na ampliação do aprendizado através de pequenos grupos, de 5 a 7 pessoas, dentro de uma grande classe, sendo válida para turmas de 100 pessoas e turmas de 25 participantes, por exemplo. Sua abordagem leva em consideração etapas de estudo antes das classes, acompanhadas da realização de testes individuais e em grupo para avaliação da absorção da base teórica necessária para a realização da ABE, os quais também são utilizados para oferecer uma pontuação adequada aos alunos pela atividade. Posteriormente, os estudantes são conduzidos à realização de uma atividade em sala que permita a utilização e desenvolvimento das habilidades e competências necessárias para o assunto e, em seguida, avaliações entre pares como sistema de avaliação e *feedback* (BOLLELA *et al.,* 2014; MICHAELSEN E SWEET, 2008; NAJDANOVIC-VISAK, 2016).

Esta estratégia objetiva propiciar um ambiente onde o professor atua como facilitador do processo de aprendizagem dos alunos, potencializando os conhecimentos prévios dos mesmos e tornando este processo significativo, características comuns ao objetivo das MAs. Nesse sentido, a resolução de problemas torna-se uma peça fundamental. Para que este processo aconteça, também é necessário que haja comunicação e colaboração entre os componentes da turma, com base na teoria construtivista (BOLLELA *et al.*, 2014).

De acordo com Michaelsen e Sweet (2008), para a execução da ABE, forma-se estrategicamente equipes de 5-7 participantes, de forma a garantir uma diversidade de capacidade entre os componentes. Em paralelo a isso, os estudantes são submetidos a uma fase pré-sala de aula, onde são propostas tarefas individuais, como a realização de leituras, que são desenhadas para que o estudante se familiarize com os conceitos principais que serão abordados. Já em sala, os estudantes são submetidos a exames individuais para garantia de preparação, com questões que complementam o conteúdo das atividades propostas anteriormente. Em seguida, os estudantes realizarão o mesmo teste em grupo, discutindo o

conteúdo e chegando a um consenso sobre qual a alternativa escolhida, permitindo assim que os mesmos desenvolvam suas habilidades de argumentação e persuasão, além da possibilidade de melhor fundamentação e fixação do conhecimento por parte dos mesmos. Na experiência ressaltada pelos autores, foram utilizados mecanismos criativos para a realização do teste e fornecimento da pontuação e resposta certa, como a possibilidade "apostar" sua pontuação em mais de uma alternativa e de receber um feedback instantâneo sobre suas respostas, até que o aluno chegue a resposta correta.

Após a realização dos testes, é permitido aos alunos que promovam argumentações com o professor caso não concordem com a resposta determinada por alguma questão. Em seguida, o professor repassa à turma o desempenho dos mesmos e pode realizar uma breve ministração acerca dos principais pontos de dificuldade observados. Para prosseguir a próxima etapa é imprescindível que os estudantes tenham segurança acerca do conteúdo para que possam lidar com situações mais complexas (MICHAELSEN E SWEET, 2008).

A última e mais crítica etapa de implementação da ABE é a fase de aplicação dos conhecimentos e conceitos já trabalhados. Segundo Michaelsen e Sweet (2008), nesse passo as equipes são expostas à uma situação-problema que devem obedecer a quatro requisitos principais, chamados '4S', descritos a seguir:

- Problema significativo (*Significant*): os estudantes devem resolver problemas reais, de maior complexidade e contextualizados com a realidade que viverão na prática do curso.
- Mesmo problema (*Same*): todas as equipes devem resolver a mesma situação-problema, fator que facilita a comparação de resultados entre as equipes, estimula a curiosidade e a ocorrência de debates entre os grupos.
- Escolha específica (*Specific Choice*): cada equipe deve fornecer uma resposta curta e específica para a questão, que seja de fácil visualização para todas as equipes. Nesse sentido, não se recomenda a solicitação de entrega de respostas longas em documentos, mas estimula-se a utilização de problemas de múltipla escolha, cálculos e respostas curtas.
- Relatos simultâneos (*Simultaneous report*): isso deve acontecer para evitar que grupos tendenciem suas respostas com base na de outros grupos. Os estudantes devem ser

capazes de defender seus posicionamentos em caso de divergência com outras equipes. Caso todos optem pela resposta correta, o professor pode estimular o debate sobre porque as demais respostas estão erradas.

Esta etapa pode ser repetida várias vezes até que os objetivos de aprendizagem deste módulo da ABE sejam cumpridos. Ao fim deste processo, é essencial a execução de um processo de avaliação entre pares nos grupos, a qual também é ponderada na nota final dos alunos, junto do desempenho nos testes individuais, em grupo e na resolução da situação problema. (BOLLELA *et al.,* 2014).

Najdanovic-Visak (2016) destaca em seu estudo, a experiência de aplicação da ABE na turma de Fundamentos de Engenharia de Processos, do Departamento de Engenharia da Universidade de Lancaster. Avaliando-se os resultados obtidos, percebeu-se que os estudantes obtiveram melhorias em suas atitudes ao decorrer do semestre, observando maior contribuição da metodologia para um melhor aprendizado e agregação de conhecimentos adicionais. O pesquisador atribuiu a isto um fator importante: apresentar a metodologia desde o primeiro dia de aula. As atividades permitiram também aos estudantes uma percepção mais apurada dos alunos acerca da importância do trabalho em equipe na formação de um engenheiro, fator também refletido na valorização dada às atividades em grupo. Em termos do engajamento dos alunos, foi avaliado um leve decréscimo na perceção de atenção da turma ao longo do semestre, na perspectiva contrária da autoavaliação dos alunos, que apresentou crescimento.

Em termos dos comentários dispostos pelos alunos, os positivos foram relacionados aos benefícios do compartilhamento de conhecimento, aprendizado aprofundado e a oportunidade de conhecer melhor seus colegas, além da oportunidade de entender como outros resolvem problemas e também de aprender com seus pares. Já observando-se os comentários negativos, a maioria avaliou negativamente a necessidade de realização de leituras prévias e também alguns ressaltaram preferir uma aula tradicional e em seguida aplicações em grupo. Alguns estudantes também ressaltaram que preferem aprender em seu próprio ritmo do que no ritmo imposto pelo trabalho em grupo. Por fim, foram ressaltados problemas acerca da falta de envolvimento de alguns membros da equipe (NAJDANOVIC-VISAK, 2016).

Em resumo, uma experiência de aprendizagem ativa guiada por ABE, explora diversos recursos que conferem maior protagonismo ao aluno em seu processo de aprendizagem, mesclando estudos dirigidos com avaliações individuais e em grupo que fornecem à classe um termômetro acerca da compreensão daquele conteúdo, bem como a oportunidade de discuti-lo em equipe, fator fundamental no desenvolvimento de competências como trabalho em equipe, comunicação e senso crítico, além do próprio entrosamento da turma.

Por fim, todo o conteúdo é reforçado pelo desenvolvimento de um estudo de caso, que permite ao aluno a visualização do conteúdo adaptado à sua realidade, visualizando assim a significância daquele projeto e consegue compreender assim, o propósito daquela atividade.

Este modelo de trabalho demonstra-se adequado para o trabalho em diversas disciplinas, desde o ciclo básico até o ciclo profissionalizante, podendo ser utilizado em disciplinas numéricas, que permita que os alunos discutam entre si os meios para resolução de um problema de cunho analítico (em que não haja um único método para resolução), até disciplinas teóricas, como a disciplina de Fundamentos de Engenharia de Processos.

Entretanto, percebe-se que esta estratégia exige um esforço considerável para ser operacionalizada, o que pode acarretar em possíveis quedas de engajamento da turma, além da estratégia exigir que a turma toda ande em um ritmo semelhante, fator que pode exigir mais de alunos com maior dificuldade e desapontar outros com um ritmo ainda mais acelerado.

2.2 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP)

A Problem-Based Learning ou Aprendizagem Baseada em Problemas é uma estratégia de aprendizagem ativa focada em incluir os alunos no contexto de problemas reais, objetivando o aprendizado e transformação do conhecimento e desenvolvendo, especialmente, o trabalho em grupo (MAIA, 2020). Além disso, de acordo com a *Maastricht University* (201-), competências como pensamento crítico, autodidatismo e oratória são desenvolvidas através da PBL.

Derivada do pensamento filosófico de John Dewey, esta estratégia pedagógica parte do princípio de que o estudante, em seu processo de formação, deve estar diante de problemas complexos e explícitos em relação questões mentais e morais da vida social contemporânea,

analisando este contexto não apenas sob a ótica de sua área de formação, mas também de outras ciências, adquirindo uma concepção interdisciplinar da situação e criando seu próprio aprendizado ao tentar resolver a problemática. Nesse sentido, o método não descarta a realização de aulas "convencionais", desde que estas estejam associadas a discussão de problemas relacionados a um tema específico do currículo (VILLAS-BOAS *et al.*, 2011).

Segundo Villas-Boas *et al.* (2011), para a realização da ABP, é extremamente necessário que os alunos possam trabalhar em equipes. No processo de análise do problema, eles deverão visualizar aspectos que já possuem conhecimento, o que precisam buscar mais informações e onde adquirir estas informações. Para a realização das discussões, são organizadas Sessões Tutoriais (ST). As ST's são formadas por Grupos Tutoriais (GT) compostos por um professor tutor e 6 a 10 estudantes. Um desses estudantes deve ser o coordenador do grupo, outro secretário de mesa e mais um outro secretário de quadro. Após a formação do GT, o professor tutor expõe o problema ao grupo e, a partir daí, inicia-se o processo de "produção, apreensão, organização, gestão, representação e difusão do conhecimento" (VILLAS-BOAS *et al.,* p.12, 2011). Para o desenvolvimento deste processo, Villas-Boas *et al.* (2011) descreve os seguintes passos:

1. Entrega do problema pelo professor ao GT. Este deve lê-lo, realizar uma interpretação do cenário e identificar seus aspectos específicos, como expressões e termos técnicos;

2. É aplicada a técnica de "tempestade de ideias", onde os alunos podem, livremente, levantar hipóteses sobre o problema, apresentar suposições referentes ao cenário e associá-lo ao seu cotidiano e experiências;

3. Realização da priorização e seleção de ideias, fatos e hipóteses mais relevantes em relação ao problema;

4. Elaboração de questões de aprendizagem que apoiem a busca por informações e realização de ações que apoiem a solução do problema;

5. Definição de metas de aprendizagem que possibilitem responder às perguntas elaboradas no passo anterior e listagem de ações que irão conduzir o grupo à solução do problema;

6. Avaliação do processo de aprendizagem por todos os componentes da ST, geralmente realizada por meio de formulários impressos e entregues pelo tutor. Neste documento são avaliados cada estudante, o grupo e a ST. Os alunos também realizam uma auto-avaliação, avaliam os membros de seu grupo, o grupo, o problema, o tutor e a ST.

7. Os estudantes retornam ao GT e compartilham o que apreenderam, avaliam todos os recursos utilizados, hipóteses e ideias levantadas e priorizadas. Além disso, devem associar as ações propostas com o problema e com as metas de aprendizagem definidas, verificando se a mesma foi alcançada. Caso ainda haja algo a ser feito, o GT deve retornar ao passo um. Caso contrário, pode-se iniciar a solução de um novo problema.

Os passos descritos funcionam como um guia para uma execução estruturada da MA, porém, é importante destacar que a ABP é um processo caótico e desorganizado, ou seja, as etapas podem ocorrer concomitantemente e em ordem diferente da descrita. Além disso, podem ocorrer pequenas variações na execução dos passos, como a apresentação de diversos problemas contextualizados à classe, permitindo que a mesma escolhesse os que tivessem maior afinidade (VILLAS-BOAS, 2011).

> Compreende-se que, para isso servem os passos, para organizar o processo, mas não fechá-lo e condicioná-lo. Percebe-se que, no seguimento dos passos da dinâmica da estratégia de ABP, é preciso que haja flexibilidade, que se compreenda que ao longo da realização de um passo, todos os demais podem ser (re)visitados, e que a autonomia do estudante deve ser considerada/incentivada ao longo de todo percurso formativo (VILLAS-BOAS, p.32, 2011).

Isso demonstra a complexidade atrelada ao processo educacional e que deve ser levada em conta na dinâmica de implementação da ABP, como um fator crítico para a ampliação da geração de conhecimento, inovações e tecnologias em sala de aula. É de extrema relevância que na condução de quaisquer MAs, exista flexibilidade em adaptar o modelo, mantendo-se o propósito principal da aprendizagem ativa. Nesse sentido, os passos apresentados são apenas boas práticas trazidas na bibliografia, sem obrigação de replicação estritamente igual.

Em suma, a ABP exige para sua execução um problema significativo, que deve ser trabalhado pelos grupos, utilizando-se os mais diversos meios para a obtenção de informações, no qual o facilitador da experiência deve dar o apoio necessário. Por fim, os

grupos compartilham entre si suas soluções, de forma refletirem acerca dos ganhos obtidos com a atividade, bem como acerca das competências e habilidades desenvolvidas.

É importante ressaltar que, na execução da ABP, a solução do problema em si nem sempre será alcançada e este não é considerado um critério de sucesso desta estratégia. Os principais fatores que devem ser considerados são a aprendizagem autônoma e colaborativa, onde professores ocupam a função de orientação e facilitação da solução do problema, trabalhando em grupo com os estudantes, os quais devem construir seu próprio conhecimento e apoiar seus pares neste processo, desenvolvendo a colaboração, a análise crítica e holística de problemas e a avaliação da aprendizagem de todos (BARBOSA E MOURA, 2013).

Villas-Boas *et al.* (2011) trazem as experiências de implementação da ABP no curso de Engenharia Química da Universidade de Caxias do Sul (UCS), como resultado de discussões promovidas no projeto "UCS Promopetro: Novos Desafios para o Engenheiro do Futuro". Este projeto tem como particularidade seu público, pois foi aplicado a um grupo de professores, com o objetivo de ampliar sua capacitação, visando promover uma atuação contextualizada e multidisciplinar. Os resultados alcançados com esta implementação destacam que, no geral, os participantes consideraram o processo trabalhoso, entretanto conseguiram observar, da perspectiva dos alunos, a importância do desenvolvimento de mais atividades onde os alunos são capazes de trabalhar seu senso crítico sobre um problema significativo. Todos consideraram o processo extremamente inovador, que estimula a interdisciplinaridade e o uso de múltiplas ferramentas e meios para estudo, o que permitiu uma maior fixação do conteúdo e alto envolvimento com a atividade.

A ABP apresenta um modelo de fácil replicação para disciplinas específicas no curso de Engenharia, dado que uma das principais atribuições de um Engenheiro é a capacidade de resolução de problemas, conforme descrito nas DCNs e observado ao longo do curso. Quando trata-se de disciplinas numéricas, o desafio para trabalhar esta MA é maior, dado o modelo comum de trabalho, com resolução sistemática de exercícios para fixação. Entretanto isso não impede sua utilização, dada sua possibilidade de ser aplicadas em pequenas situações em sala de aula, sem a necessidade de mudanças estruturais para que seu conceito seja praticado.

2.3 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (ABPJ)

Semelhante a estratégia de aprendizagem ativa citada no tópico anterior, a Aprendizagem Baseada em Projetos tem John Dewey e William H. Kilpatrick como precursores, ainda no século XX. Um projeto é um esforço temporário com um objetivo específico, sendo derivado de uma problemática, necessidades, oportunidades ou interesses de organizações ou pessoas. Na visão de Kilpatrick, um projeto com objetivos de aprendizagem, no qual o aluno torna-se protagonista de seu processo de apreensão do conhecimento, passa por quatro fases: intenção, planejamento, execução e julgamento. Além disso, esses necessitam do acompanhamento de um professor para garantia de um processo contínuo de aprendizagem e crescimento (BARBOSA E MOURA, 2013).

A ABPj prima pela utilização de situações reais em sua execução, permitindo maior conexão do aluno com a infinidade de informações à sua volta, utilizando-se delas de forma crítica e profunda, em contrapartida à tendência de utilização dos ambientes virtuais (BARBOSA E MOURA, 2013). Com isso, segundo Aguiar (1995) o estudante adquire uma visão mais nítida da realidade em que está inserido e isso favorece seu processo de aprendizagem, o qual torna-se significativo para o mesmo e permite uma aquisição efetiva e duradoura de novos conceitos. Para isso, ele deve participar ativamente do processo de planejamento das atividades, entender claramente os objetivos definidos e colaborar na construção dos mesmos, tal como é aplicada a ABPj.

A sistemática utilizada para o desenvolvimento dos projetos é bem semelhante à desenvolvida para a aplicação da ABP, o que demonstra a proximidade entre ambas. Barbosa e Moura (2013), descrevem os seguintes tópicos para a implementação da ABPj:

- Divisão da classe em grupos de dimensão criteriosamente avaliada em cada experiência;
- Definição do tempo para o desenvolvimento do projeto e sua concretização;
- Discussão entre professores e alunos sobre a temática do projeto de acordo com os objetivos didáticos-pedagógicos a serem alcançados. Esta deve ser real e apresentar uma finalidade útil para que seja vista com significância pelos alunos;

- Busca por múltiplos recursos para o desenvolvimento, sejam estes de dentro ou fora do ambiente escolar;
- Exposição dos resultados para a sala de aula, escola e comunidade.

Villas-Boas *et al.* (2011) demonstra a experiência dos cursos de Engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) em relação a utilização de projetos na disciplina de Introdução à Engenharia, com uma temática contextual, voltada ao aumento da eficiência do transporte público de ônibus em corredores da cidade de São Paulo. Observando-se os resultados da aplicação, percebeu-se que uma parcela dos participantes não se dedicaram suficientemente para o desenvolvimento das entregas do projeto e alguns alunos perceberam um aprendizado abaixo da média e com pouco conteúdo social e cultural. No entanto, mais da metade da turma avaliou como satisfatório ou muito satisfatório seu desenvolvimento através desta metodologia. Os resultados demonstram os desafios encontrados na aplicação, cujo aprimoramento somente é adquirido com a prática, o tempo e a experiência.

Conforme citado, observando-se a dinâmica de atuação da ABPj, percebe-se semelhanças com a ABP, porém, estas metodologias também apresentam diferenças significativas entre si, conforme demonstrado na Tabela 2, idealizada por Barbosa e Moura (2013). Percebe-se que, mesmo com variações, ambas as metodologias entregam contribuições importantes na construção de conhecimentos contextuais e na formação de profissionais preparados para o atual mercado de trabalho.

Entretanto, estas diferenças expostas não são rígidas e, no geral, ABP e ABPj andarão em conjunto por suas grandes semelhanças. Quando uma equipe trabalha na resolução de um projeto, este deriva de um problema observado, logo, pode-se perceber ambas metodologias em ação. Porém, a diferença mais evidente fica em termos dos objetivos de aprendizado, sendo a ABP não necessariamente focada na resolução da situação-problema, como na ABPj, mas sim nas discussões geradas acerca do conteúdo aprendido e das competências e habilidades adquiridas.

Uma variação que apresenta-se como uma mescla das duas últimas MAs apresentadas é a ABPP, ou Aprendizagem Baseada em Problemas e Projetos. Segundo Araújo *et al.* (2009), esta abordagem utiliza a junção da ABP e da ABPj como forma de desenvolver uma relação

de ensino-aprendizagem adequada às mudanças do mundo contemporâneo e ao trabalho que os professores devem desenvolver para que seus alunos tenham uma formação adequada ao mercado de trabalho, no qual ingressarão.

Para isso, esta metodologia se baseia em três dimensões: a elaboração de cenários, os quais serão representados pelas situações-problemas propostas aos discentes; na geração de conteúdos interdisciplinares e práticos, permitindo correlacionar várias áreas de conhecimento na transferência das situações problemas à realidade; por fim, destaca-se a dimensão do trabalho coletivo, essencial na construção do conhecimento pautado no desenvolvimento de projetos em equipe, evitando que o processo de aprendizagem se centre exclusivamente no próprio aluno.

Tabela 2: Comparação das estratégias ABP e ABPj

ABP	ABPj
Tem origem em problemas	Situação geradora (problemas, necessidades, oportunidades, interesse, etc.)
Problema: mais contextual que teórico	Situação geradora: contextual ou teórica
Problemas definidos pelo professor (garante cobertura de conteúdos de interesse do curso/professor)	Situação geradora/problemas definidos pelos alunos, mediados pelo professor (maior potencial de motivação dos alunos)
Curta duração (2 a 4 semanas)	Média duração (4 a 12 semanas)
Percurso com etapas bem definidas	Percurso com etapas mais abertas e flexíveis
Proposta de análise/solução de um problema	Proposta de desenvolver algo novo
Produto final não obrigatório	Requer um produto final
Formação efetiva para o mundo do trabalho	
Favorece aprendizagem contextualizada e significativa	
Requer disposição e habilidades específicas do professor e do aluno	
Método de ensino centrado no aluno	
Favorece a interdisciplinaridade	
Favorece o desenvolvimento da criatividade e inovação	

Fonte: Barbosa e Moura (2013)

A ABPj demonstra-se também como uma ótima estratégia para conferir maior protagonismo ao aluno e permitir ao mesmo uma maior conexão com contexto em que está e estará inserido na sua prática profissional, através da análise de problemas significativos, definição de temas de projetos e conteúdos necessários para solucionar aquele problema até a entrega da solução em si. No contexto da Engenharia, esta MA entrega aos alunos, em sala de aula, uma amostra de como será seu papel na sociedade na prática de sua profissão, fator que facilita sua aplicação já em muitas disciplinas.

Para sua aplicação, a ABPj exige maior esforço (em tempo) de docentes e discentes quando comparada à ABP, portanto, esta pode gerar um maior desafio de engajamento em disciplinas do final do curso, quando, no geral, os alunos já estão envolvidos com um estágio. No entanto, em disciplinas do início do ciclo de disciplinas específicas, a ABPj pode ser mais proveitosa que a ABP, pois demonstrará ao aluno de forma prática como este trabalhará no mercado de trabalho: solucionando problemas por meio de projetos.

2.4 APRENDIZAGEM COLABORATIVA (AC)

Com base na teoria de Vygotsky (1991), a AC trabalha com dois conceitos fundamentais: o nível de desenvolvimento real e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

> A zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário. Essas funções poderiam ser chamadas de "brotos" ou "flores" do desenvolvimento, ao invés de "frutos" do desenvolvimento. O nível de desenvolvimento real caracteriza o desenvolvimento mental retrospectivamente, enquanto a zona de desenvolvimento proximal caracteriza o desenvolvimento mental prospectivamente (VYGOSTSKY, p. 58, 1991).

Nesse sentido, pode-se definir o nível de desenvolvimento mental como o que o aluno já aprendeu, enquanto a ZDP representa qual seu potencial de aprendizado. Ao debruçar a implementação da AC nesta teoria, o grande foco não é observar as características já desenvolvidas entre os estudantes, mas sim observar os fatores que ainda necessitam de maturação por parte dos alunos e qual o potencial de aprendizado estes possuem. Partindo disso, a turma pode ser observada em estágios diferentes de resolução de problemas através daquele conteúdo, independentemente de suas idades ou tempo de graduação, por exemplo.

Posteriormente, promove-se a colaboração entre os alunos que já alcançaram o nível de maturidade necessário em determinado conteúdo e os que demonstram potencial para percorrer este caminho (VYGOTSKY, 1991).

Para a execução deste processo colaborativo, não é suficiente que apenas os alunos sejam colocados para trabalhar em conjunto. Segundo Villas-Boas *et al.* (2011), algumas boas práticas podem ser adotadas, conforme apresentado no exemplo de implementação no PET/Elétrica da UFJF:

- Grupos de 3 a 6 alunos, sendo que um deles deve ocupar a posição de coordenador do trabalho;
- A proposta de trabalho é elaborada por um docente em conjunto com os alunos, porém, o detalhamento desta em entregas menores, responsabilidades, recursos necessários e prazos são feitos pelo grupo;
- Os grupos são compostos por alunos com graus de conhecimento diferentes;
- Os conteúdos necessários à execução do trabalho sempre envolvem conhecimentos adicionais aos conteúdos curriculares formais;
- Os alunos são acompanhados periodicamente pelo tutor;
- Ao fim do trabalho deve ser elaborado um relatório técnico com informações e aprendizados acerca do trabalho;
- O trabalho desenvolvido deve ser apresentado aos demais membros do grupo, os quais fornecerão uma avaliação.

Experiências de implementação desta metodologia demonstram que, além da aquisição de conhecimentos técnicos, observa-se em participantes de experiências de AC a construção de valores e ampliação de visão crítica sobre as temáticas abordadas, bem como o desenvolvimento de competências tais como "gerenciamento do tempo, divisão de responsabilidades, trabalho em equipe e solução de conflitos, [...], comunicação oral e escrita, supervisão de equipes e reforço de valores éticos e morais (VILLAS-BOAS *et al.,* p.25*,* 2011)".

Em suma, em qualquer atividade, até mesmo na aplicação de outras MAs, a aprendizagem colaborativa é aplicada a partir do momento que se aproxima alunos com um maior grau de desenvolvimento a absorção de um determinado conteúdo, de outros que ainda

percorrerão este caminho, seja na análise de um estudo de caso, na resolução de uma lista de exercícios ou no desenvolvimento de um projeto. Juntamente com a ABPj, esta estratégia permite que os seis níveis da Taxonomia de Bloom: entender, compreender, aplicar, analisar, sintetizar e avaliar (BLOOM *et al.,* 1956). Em contrapartida, métodos tradicionais caminham apenas até a aplicação.

A AC, é uma estratégia de simples aplicação e forte impacto no processo de aprendizado, proporcionando uma nova forma de "aprender a aprender" para o aluno que já compreendeu o conteúdo e um modelo mais próximo e adaptado de ensino para o aluno que ainda irá compreender, com uma linguagem mais próxima e maior empatia na compreensão de possíveis dúvidas. Esta MA pode ser aplicada com facilidade em qualquer disciplina, dado que até mesmo em disciplinas numéricas e com únicos caminhos para resolução, alunos com maior facilidade podem ensinar a alunos que ainda possuem dificuldades, como acontece em monitorias.

2.5 SALA DE AULA INVERTIDA (SAI)

Flipped Classroom ou Sala de Aula Invertida é uma MA que trata da inversão de uma lógica comum em salas de aula tradicionais. Nestas, o professor utiliza o tempo de aula para a ministração do conteúdo e, posteriormente, o aluno estuda e é avaliado. Com a SAI, em suma, o aluno estuda antes da aula e leva suas principais dúvidas para a classe, criando um ambiente de aula mais participativo, com discussões, perguntas e atividades práticas. É considerada uma estratégia de ensino híbrido, combinando as atividades presenciais com uma plataforma online que permita que os conteúdos e instruções sejam consultados antes da aula (VALENTE, 2014; MAIA, 2020).

Conforme ressaltado, existe uma forte relação entre SAI e as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs). Através delas, o aluno acessa uma plataforma de Ensino à Distância (EAD) e tem acesso aos mais diversos conteúdos, tais como apostilas, vídeos tutoriais, jogos, animações e exercícios. Estes últimos geralmente são utilizados como forma de coletar uma visão do entendimento dos alunos acerca do conteúdo disponibilizado para a aula correspondente. Assim, antes da aula, o professor pode verificar as temáticas mais problemáticas que devem ser discutidas com maior atenção em sala de aula (VALENTE,

2014; MAIA, 2020). Posteriormente, segundo Valente (2014), o professor realiza uma breve apresentação do material presente na plataforma, levando cerca de 20 minutos, intercalando seus momentos de fala com discussões e solução de dúvidas dos alunos, além da utilização de exercícios e, em classes com acesso a recursos de informática, pode-se utilizar de simulações animadas, voltadas a visualização de conceitos e realização de experimentos.

Peña *et al.* (2018) relatam a experiência de implementação da SAI para a disciplina "Laboratório de Instrução Eletrônica" do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), associando suas etapas de aprendizado à Taxonomia de Bloom (BLOOM *et al.,* 1956), conforme Figura 1, com o objetivo de facilitar os processos de avaliação e utilização de estratégias para fornecer estímulos ao desempenho dos alunos em diferentes níveis de conhecimento, bem como apoiar os educadores no processo de apoiar a classe.

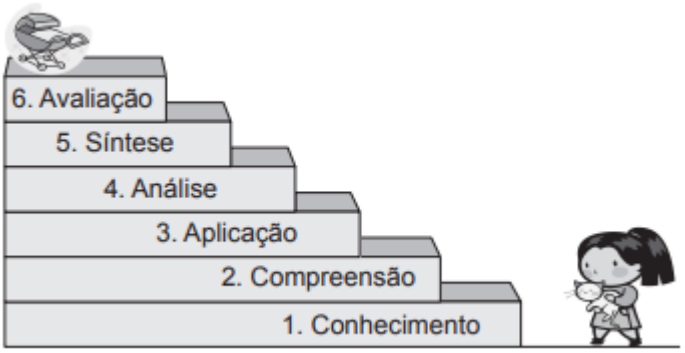


Figura 1 - Categorias do domínio cognitivo proposto por Bloom
Fonte: Ferraz e Belhot (2010)

A experiência de Peña *et al.* (2018), demonstra a adequação dos níveis hierárquicos da Taxonomia de Bloom através da adequação da divisão das classes do laboratório em três partes: momentos pré-aula, aula e pós-aula. A estratégia SAI foi elegida como uma forma de potencializar a aprendizagem dos estudantes. O momento pré-aula englobou os passos 1 e 2, através dos estudos dirigidos, no momento de aula foram observados os passos 3 e 4, com a resolução de um teste para avaliação do conhecimento adquirido na fase pré-aula e um momento voltado à dúvidas geradas pelos alunos (momento de inversão da sala de aula). Já os passos 5 e 6 foram observados no momento pós-aula, com a resolução de um desafio baseado nos conhecimentos trabalhados nas etapas anteriores.

Também no contexto da educação em engenharia, a SAI foi utilizada como estratégia aplicada no ensino da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, no Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) (PAVANELO E LIMA, 2017). Para entendimento dos resultados alcançados por esta última experiência, foi solicitado aos alunos o preenchimento de dois questionários, disponibilizados aos alunos juntamente ao fim do primeiro e segundo bimestres.

Os resultados demonstraram forte empenho dos alunos com as atividades e que as mesmas os apoiaram na organização de seus estudos, evitando que apenas revisassem o conteúdo na véspera da prova. Além disso, observou-se médias globais superiores às de outras turmas. Como conclusão do estudo, os autores revelam que a metodologia inovadora veio como uma resposta à ansiedade dos alunos por mudanças nas metodologias em sala de aula. No entanto, ao implementar-se a SAI, os alunos ainda demonstraram-se dependentes da aula expositiva, fato este que pode ser amenizado demonstrando-se a importância dos estudos fora de sala de aula e de que este ambiente será utilizado de forma colaborativa para que professores e alunos construam conhecimento através da solução de dúvidas. Independentemente de haver aulas expositivas, o professor estará ali como apoio. Por fim, destaca-se a importância de um material de apoio consistente e uma plataforma bem organizada para um melhor aproveitamento dos alunos. No estudo desenvolvido no ITA, a estratégia de utilização de videoaulas demonstrou vários pontos de melhoria, tais como a duração dos vídeos e a didática do professor durante as aulas.

Partindo disso, é importante que o processo de implementação desta metodologia seja acompanhado de avaliações constantes e alinhamento entre discentes e docentes, para que as melhorias sejam implementadas e os pontos fortes sejam potencializados. Além disso, é importante ressaltar que as etapas citadas nas aplicações destacadas não são rígidas, de forma que muitos são os meios que permitem o alcance da essência da SAI: um momento onde quem direciona qual conteúdo será trabalhado na aula são os alunos, através de dúvidas derivadas da leitura de um texto, resolução de um trabalho ou projeto ou até mesmo após a resolução de uma prova, diferenciando-se de um momento de aula onde o conteúdo trabalhado segue o plano de aula preparado pelo docente. Por esta característica, esta MA

pode ser trabalhada em qualquer disciplina, mesmo em disciplinas robustas do ciclo básico, tal como Cálculo I, trabalhada na experiência no ITA.

2.6 INSTRUÇÃO ENTRE PARES (IP)

A Instrução entre Pares, ou *Peer Instruction,* é uma estratégia de aprendizagem ativa que visa engajar estudantes através de um processo estruturado de questões que envolve a todos da classe, o qual requer que cada um aprenda os principais conceitos de uma disciplina e então possa explicá-los à um colega. A IP tem origem na Universidade de Harvard, onde o professor de física Eric Mazur, buscou alternativas para promover interação entre os alunos através da discussão de conceitos fundamentais para a disciplina (CROUCH *et al.,* 2007). Segundo Villas-Boas *et al.* (2011), essa é uma estratégia utilizada para apoiar o processo de aprendizagem em classes muito grandes e permite maior envolvimento dos estudantes com o que está acontecendo em sala de aula e que permite ao professor receber um *feedback* acerca do entendimento do conteúdo por parte dos alunos, compreendendo em quais estágios eles estão e quais temáticas têm gerado mais dúvidas entre os estudantes.

Conforme relatado por Crouch *et al.* (2007), a sistemática adotada por Mazur em suas aulas consiste em pequenas ministrações de conteúdos-chave para aquela aula, associada à realização de testes conceituais denominados "*ConcepTests*", nos quais são implementadas as práticas de IP. O grande objetivo da metodologia é envolver ativamente os estudantes e trazer seus focos para os conceitos fundamentais da disciplina. Os testes são compostos por algumas questões de múltipla escolha focadas nestes fundamentos e são trabalhados para cada conteúdo-chave presente na aula. A sistemática consiste em um momento voltado à explicação deste conteúdo e, posteriormente, um momento voltado à aplicação do *ConcepTest.*

A execução da metodologia ocorre da seguinte forma: o estudante avalia, individualmente, as questões propostas e, em seguida, assinala as alternativas que julga ser correta. Logo após, estas respostas são registradas pelo professor e são iniciadas as discussões entre pares de alunos. Estes são incentivados pelo docente a tentar convencer o outro colega de que suas respostas são as corretas através da explicação dos conceitos fundamentais abordados. Para isso, é recomendado que as duplas a serem formadas sejam compostas por

alunos que possuem respostas diferentes. Durante as discussões, o professor pode caminhar por entre as duplas, ouvindo e apoiando as argumentações por meio de perguntas. Este processo também pode ser apoiado por monitores e tutores, caso disponíveis para a disciplina em questão.

Logo após, o professor encerra as discussões e orienta aos alunos que atualizem suas respostas, de acordo com os insumos da conversa com o colega. Estas respostas são coletadas, registradas pelo professor e, em seguida, ele realiza a explicação e faz uma avaliação do desempenho da turma no *ConcepTest.* Se uma quantidade superior a 90% da turma acertou o questionário, a aula prossegue para o próximo tópico. Caso contrário, o tópico é novamente abordado, com maior profundidade e menor velocidade. Logo após, um novo *ConcepTest* é aplicado (CROUCH *et al.,* 2007).

Esta abordagem, focada em reavaliações enquanto estas forem necessárias, é essencial para a redução de lacunas no processo de aprendizado, uma vez que, se formadas e não tratadas, essas podem crescer até que toda a turma esteja perdida em relação ao conteúdo ministrado. Outro ponto relevante sobre esta abordagem de IP é que os estudantes não são avaliados por seu desempenho nos testes, no entanto, recebem uma pequena avaliação por participarem consistentemente das dinâmicas durante todo o semestre (CROUCH *et al.,* 2011).

Crouch *et al.* (2011) demonstram que a implementação da IP como uma estratégia de aprendizagem ativa apresenta uma série de desafios que são acompanhadas de grandes benefícios, tanto na perspectiva dos estudantes quanto dos professores, sendo a primeira perspectiva relacionada ao tempo entre aplicação da metodologia e ministração de conteúdos, fator que cria um desafio em termos de concluir todo o currículo previsto em um semestre. Um segundo desafio está relacionado à rigidez que pode ser observada no modelo de aplicação da IP adotado em Harvard, em face à flexibilidade exigida quando alguma das etapas tem um resultado não esperado, desafios que ressaltam a necessidade de um processo de constante alinhamento e parceria entre discentes e docentes.

O estudo da aplicação da IP em algumas disciplinas de Harvard também traz uma avaliação de sua efetividade. Dentre os relatos, pode-se observar que, tanto na perspectiva de professores quanto dos alunos, a metodologia obteve ampla aceitação e percepção de

resultados positivos, sendo destacados alguns pontos de atenção, dentre os quais alguns docentes julgaram a metodologia útil, mas que não necessariamente precisaria ser utilizada e alguns demonstraram certo ceticismo em relação aos resultados. Na perspectiva discente, alguns alunos demonstraram preferir trabalhar mais de forma individual nas classes do que em pares, de forma a seguir seu próprio ritmo de aprendizagem. Dessa forma, alguns docentes encararam resistência por parte de alguns alunos e sentiram dificuldades em engajar toda a turma. Por fim, acerca da retenção dos alunos, verifica-se que o número de alunos que abandonam as disciplinas ministradas com base em IP são consistentemente menores que em classes tradicionais.

Simplificando a conceituação de IP, são situações de aula que proporcionam discussões entre duplas de alunos acerca do conteúdo de uma aula, ou de parte dela, de forma a incentivar o senso crítico dos alunos acerca de suas percepções de conteúdo, de forma que a dupla alcance um novo nível de compreensão sobre o tema e também gere novas dúvidas sobre o conteúdo, as quais serão repassadas ao professor e permitirão o reforço de conceitos de forma a atacar as principais lacunas observadas. Com rodadas rápidas e simples de aplicação e flexibilidade em relação ao planejamento, é possível superar muitos dos impasses observados na experiência de Mazur e alcançar resultados expressivos com a aplicação da IP.

Por também ser uma metodologia de fácil execução, pode ser bem aplicada no contexto da Engenharia, em quaisquer disciplinas. Esta pode obter resultados interessantes em disciplinas do ciclo básico, como no exemplo de aplicação de Mazur, pois permite ao professor maior compreensão das principais lacunas de conhecimento da turma de forma a reforçar esses conceitos. Esta pode ser, por exemplo, mesclada com a aplicação da AC para que, em duplas, alunos com maior conhecimento possam apoiar alunos com maior dificuldade, de forma que toda a turma caminhe em conjunto e índices de reprovação possam ser reduzidos.

3. DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) do Curso de Graduação em Engenharia definem, em âmbito nacional, os princípios, fundamentos, condições e finalidades para aplicação no processo de organização, desenvolvimento e avaliação dos cursos de graduação em Engenharia nas Instituições de Ensino Superior (IES), sendo estabelecidas pela Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação (CES/CNE). Em 24 de abril de 2019, uma nova versão deste documento foi publicada, revogando o que era dito na versão nº11, publicada em 2002, trazendo atualizações significativas, especialmente no tocante às competências a serem desenvolvidas durante a graduação, a estruturação do plano pedagógico do curso e suas atividades, bem como o acolhimento dos ingressantes, treinamento do corpo docente e a avaliação dos graduandos (CNE/CES, 2019).

As novas DCNs trazem uma forte visão orientada às competências que devem compor o perfil do egresso do curso de Engenharia, devendo ser desenvolvidas desde a graduação, utilizando-se de MAs como ferramenta e com o apoio de um plano pedagógico que assegure a realização de atividades e práticas que permitam o desenvolvimento e avaliação de sua eficácia. Além disso, o texto descreve a importância da capacitação do corpo docente para o cumprimento destes objetivos.

Muitas das perspectivas trabalhadas nas novas DCN partem do mesmo objetivo de concepção da versão de 2002, entretanto, observa-se que as instituições não obtiveram sucesso na incorporação sistêmica das práticas sugeridas, onde muitas iniciativas pontuais e sem continuidade foram adotadas, mas o cenário principal se manteve: elevadas taxas de evasão e retenção em cursos de Engenharia (PINTO E CASAGRANDE, 2020).

Inicialmente, a nova resolução descreve qual deve ser o perfil do egresso do curso de Engenharia, na qual percebe-se um maior detalhamento acerca da versão publicada em 2002. O profissional formado agora tem a responsabilidade de atuar de forma mais inovadora e empreendedora, não apenas focado na absorção e desenvolvimento de novas tecnologias. Além disso, destaca-se o papel mais globalizado do Engenheiro, o qual deve estar atualizado

acerca dos aspectos que influenciam seu trabalho diariamente (CNE/CES, 2002; CNE/CES, 2019).

O documento traz, em todos os tópicos abordados, uma forte orientação ao desenvolvimento de ações ao longo da graduação com um foco bem definido: o atingimento do perfil do egresso. Conforme citado, a nova resolução traz um maior detalhamento de um engenheiro empreendedor, que atue de forma inovadora na solução de problemas e com uma visão contextualizada acerca do que está acontecendo no mundo e atualizada acerca das inovações em seu campo de trabalho, habilidades estas que devem ser desenvolvidas ao longo da graduação.

Além disso, somadas aos conteúdos necessários na formação desse perfil, foram incluídas mais competências, tais como a comunicação, criatividade, liderança de equipes, resolução de problemas complexos, senso crítico, utilização de TDICs, dentre outros. Nesse sentido, reforça-se a necessidade de um aprendizado voltado à conhecimentos, habilidades e atitudes, tríade que compõe o conceito de competência (DURAND, 2000), em face a um aprendizado focado estritamente no conteúdo, que, em alguns momentos, pode não passar a real percepção aos alunos acerca dos desafios do exercício de sua profissão, após concluírem sua graduação.

Outro tópico de maior destaque na nova resolução, e de relação direta com o presente trabalho, relaciona-se ao maior protagonismo do estudante em seu processo de aprendizagem, através da aprendizagem autônoma, facilitada pela utilização de MAs durante todo o processo de graduação. Em resumo, os graduandos de Engenharia deverão aprender a aprender.

> "A ideia é que os alunos comecem a construir uma rede de relacionamentos que pode ser útil no futuro. Como preconizado nas estratégias de aprendizagem ativa, o estudante aprende a aprender" (VILLAS-BOAS *et al.,* p.48, 2011).

Para que estas iniciativas não sejam trabalhadas de forma pontual, as novas DCNs reforçam que os Planos Pedagógico de Curso (PPC) sejam reprojetados, colocando como objetivo principal a formação de profissionais com o perfil previamente descrito e formalizando os pontos previamente citados, incluindo desde ações de maior integração empresa-escola, que aproximam o estudante de seu campo de atuação após a conclusão da graduação até a alteração da visão acerca dos Trabalhos de Conclusão de Curso, que agora

serão chamados Projetos de Conclusão de Curso, com maior foco no processo de articulação das competências inerentes à formação do Engenheiro. Este PPC deve ser flexível e deve ser melhorado continuamente, com base em processos de avaliação de sua execução e atingimento de objetivos.

Para que estas mudanças sejam viáveis, um ponto-chave nas novas DCN é o desenvolvimento de um programa de formação e desenvolvimento constante de docentes, para maior valorização da atividade de ensino, engajamento dos professores com o PPC e seu aprimoramento contínuo, seja na perspectiva conceitual ou pedagógica, utilizando metodologias ativas e práticas interdisciplinares, transitando do papel de detentor e transmissor do conhecimento para facilitador do processo de aprendizagem, tanto dos alunos quanto de si próprios.

Os desafios advindos do desenvolvimento de uma nova graduação em Engenharia, orientada a formação de competências necessárias aos egressos, através de experiências práticas e ativas vivenciadas pelos graduandos, passam pela necessidade modernização das IES, para a formulação de PPCs flexíveis e que melhorem continuamente, centrados na formação por competências e integrados com a comunidade externa, como empresas e profissionais do mercado. Para isso, será de grande importância o engajamento dos docentes no processo de mudança, a quebra de paradigmas tradicionais na revisão dos currículos e o entendimento da continuidade do processo de formação, não se encerrando ao fim da graduação (CNI, 2020).

Debruçado sobre este referencial e reflexões promovidas pelo mesmo, segue a metodologia que norteará o alcance dos objetivos deste estudo.

4. DESENVOLVIMENTO

Nesta seção será apresentada a metodologia utilizada para realização do levantamento de informações acerca das práticas de aprendizagem ativa nas disciplinas Gestão da Inovação, Engenharia de Sustentabilidade I, Engenharia de Produto II e Processos Produtivos em Engenharia de Produção, na perspectiva de docentes e discentes. Além disso, será apresentado um panorama acerca da graduação em Engenharia de Produção na UFJF, suas principais oportunidades proporcionadas em termos da modernização do Ensino Superior e da prática de diferentes métodos de aprendizagem.

4.1 DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada e com uma abordagem qualitativa do problema. Caracteriza-se assim pois será voltada a resolução de um problema específico, observando-se os interesses do curso de graduação em Engenharia de Produção da UFJF Conforme Silva e Menezes (2001), em um estudo de abordagem qualitativa, trata-se de fenômenos que não podem ser traduzidos em números, devendo ser interpretados e a eles atribuídos significados. Além disso, apresenta um caráter subjetivo, onde o ambiente natural é a principal fonte para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. Quanto aos objetivos, esta é uma pesquisa exploratória, pois pretende criar maior familiaridade com o problema. Segundo Gil (1997), esta pode envolver levantamento bibliográfico, entrevista com pessoas que vivenciaram o problema pesquisado, além da análise de exemplos que facilitem sua compreensão. Nesse sentido, pode assumir a forma de Estudos de Caso, pois poucos componentes deste problema serão estudados de forma exaustiva para obtenção de amplo e detalhado conhecimento.

4.2 DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE

Para realização deste levantamento, foram selecionadas quatro disciplinas, destacadas na Tabela 3, em áreas de conhecimento distintas e ministradas por diferentes professores, conforme classificação da ABEPRO (2008), que praticam a aprendizagem ativa,

fator observado com base nas experiências do autor deste trabalho enquanto discente do curso.

Para estas disciplinas selecionadas, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com seus atuais docentes e com cinco discentes que já concluíram as mesmas com estes professores. Para Manzini (1990/1991), a entrevista semiestruturada possui foco em um assunto sobre o qual confecciona-se um roteiro com perguntas principais, que serão complementadas por questões que venham a surgir durante o momento da entrevista. Além disso, segundo Manzini (2003), este roteiro viabiliza o planejamento de coleta das informações, organizando o processo de interação com o participante de forma que os objetivos sejam atingidos.

Tabela 3: Disciplinas avaliadas pelo estudo

Disciplina	Área de Conhecimento
Gestão da Inovação	Engenharia Organizacional
Engenharia da Sustentabilidade I	Engenharia da Sustentabilidade
Processos Produtivos em Engenharia de Produção	Engenharia de Operações e Processos da Produção
Engenharia do Produto II	Engenharia do Produto

Fonte: autoria própria (2020)

O roteiro para coletar as informações com docentes (Tabela 4) e discentes (Tabela 5) foi composto por três perguntas abertas e algumas afirmativas que foram respondidas conforme a escala Likert, de 1 (discordo totalmente), a 5 (concordo totalmente). Além disso, houve, para ambos os grupos de entrevistados, uma pergunta direcionada a avaliação da possibilidade de realização de atividades de extensão na disciplina, em escala numérica de 1 (nada possível) à 5 (totalmente possível) e uma pergunta direcionada a avaliação da satisfação do participante com a metodologia utilizada, através do *net promoter score* (NPS).

Segundo Krol *et al.* (2014), o NPS é uma forma simples e objetiva de coletar experiências e a satisfação do entrevistado em pesquisas. A metodologia propõe o uso de uma pergunta, no formato “O quanto você indicaria ___ a um amigo?”, que deve ser respondida em uma escala de 0 (certamente não indicaria) a 10 (certamente indicaria), na qual as notas 9 e 10 indicam que o respondente é um promotor do aspecto avaliado, as notas 7 e 8 indicam

respondentes neutros ao aspecto avaliado e notas abaixo de 7 indicam detratores do aspecto avaliado. Para cálculo do indicador, que varia de -100 à 100, segue-se a fórmula abaixo:

$$NPS = (Promotores - Detratores) / Total\ de\ Participantes$$

Tabela 4: Roteiro de entrevista semiestruturada com docentes

Tipo de pergunta	Pergunta	Categoria para análise
Aberta	O que é a disciplina e como ela é trabalhada durante o semestre?	O que é a disciplina/Como ela é trabalhada?
	Quais os principais recursos utilizados na disciplina para ministração do conteúdo?	Como ela é trabalhada?
	Foi necessário algum replanejamento da estrutura da disciplina ao longo do semestre?	Esforço e Praticidade
Afirmativas (Escala Likert)	A disciplina exigiu grande esforço para organização das atividades.	Esforço e Praticidade
	Prefiro dar aulas que utilizam metodologias ativas de aprendizagem que palestras.	Esforço e Praticidade
	A turma se engajou com as atividades propostas pela metodologia.	Engajamento
	A metodologia foi importante para desenvolver competências para a prática de engenharia.	Desenvolvimento de Competências
	A metodologia facilitou o processo de ministração do conteúdo.	Esforço e Praticidade
Escala numérica	O quanto você acredita ser possível/está disposto a realizar atividades de extensão nesta disciplina?	Extensão
Abertas	Quais as competências acredita que foram desenvolvidas?	Desenvolvimento de Competências
	Em quais disciplinas você acredita que esta metodologia seja aplicável?	Potencial de replicação
	Principais pontos positivos e pontos de melhoria da metodologia.	Satisfação
NPS	Quanto você indica a utilização desta metodologia para outros professores?	Satisfação

Fonte: autoria própria (2020)

O modelo de coleta destas informações, bem como as perguntas utilizadas neste roteiro e as categorias definidas para análise, foram formuladas com base nos procedimentos de avaliação do sucesso na implementação de MAs adotados por Najdanovic-Visak (2016),

Pavanelo e Lima (2017) e Crouch *et al.* (2007), destacados na seção 2 deste estudo, somadas à algumas questões de interesse para esta pesquisa.

Tabela 5: Roteiro de entrevista semiestruturada com discentes

Tipo de pergunta	Pergunta	Categoria para análise
Abertas	O que é a disciplina e como ela é trabalhada durante o semestre?	O que é a disciplina/Como é trabalhada?
	Quais os principais recursos utilizados na disciplina para ministração do conteúdo?	Como é trabalhada?
Afirmativas (Escala Likert)	Eu aprendi mais com a metodologia do que com aulas expositivas.	Satisfação
	Eu adquiri um conhecimento significativo durante as aulas.	Satisfação
	A metodologia foi importante para desenvolver competências para a prática de engenharia.	Desenvolvimento de Competências
	A classe se engajou com a metodologia utilizada pelo professor.	Engajamento
	Eu me engajei com a metodologia utilizada pelo professor.	Engajamento
	A disciplina exigiu grande esforço nas atividades em sala de aula.	Esforço e Praticidade
	Acredito que a metodologia facilitou meu processo de aprendizado.	Esforço e Praticidade
Escala Numérica	O quanto você acredita ser possível/está disposto a realizar atividades de extensão nesta disciplina?	Extensão
Abertas	Você se dedicou a esta disciplina em momentos extra-classe? Em qual momento?	Esforço e Praticidade
	Em quais disciplinas você acredita que esta metodologia seja aplicável?	Potencial de replicação
	Principais pontos positivos e pontos de melhoria da metodologia.	Satisfação
NPS	Quanto você indica disciplinas que usam esta metodologia para outros alunos?	Satisfação

Fonte: autoria própria (2020)

Este modelo foi desenvolvido através da plataforma *Google Forms,* a qual facilita o processo de compilação e análise das respostas para posterior desenvolvimento das saídas.

Para complementação dos insumos coletados para este levantamento, foram utilizados os resultados disponíveis em domínio público da pesquisa "Diagnóstico da Prática Docente", desenvolvida pelo Núcleo de Formação Continuada para os Docentes da Faculdade de Engenharia da UFJF, que trata das principais práticas trabalhadas pelos docentes, na percepção dos mesmos sobre utilização e efetividade das MAs e, por fim, sobre a presença e importância de um programa de formação continuada para aprimoramento da prática docente, em alinhamento com o que foi proposto pelas DCNs (NÚCLEO FOCO, 2020).

Abaixo, segue uma breve descrição do curso de Engenharia de Produção na UFJF e como as práticas de aprendizagem ativa têm sido observadas dentro das disciplinas e em atividades extracurriculares.

4.3 A ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - UFJF

O curso de graduação em Engenharia de Produção da UFJF foi criado em 12 de junho de 2000, através da Resolução nº 14/2000 do Conselho Superior da UFJF e é reconhecido através da Portaria nº 2746 em 10 de agosto de 2005 pelo Ministério da Educação (MEC). Funciona em período vespertino-noturno (17h - 23h) e possui carga horária de 3720 horas integralizadas em 5 anos e distribuídas dentre conteúdos básicos, profissionalizantes e específicos. O curso admite 30 novos alunos a cada semestre e faz parte do Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica. Dentre os professores efetivos que compõem este departamento, 15 ministram disciplinas para a EP - UFJF, sendo que destes, apenas 4 são graduados em Engenharia de Produção, sendo dois destes alunos egressos do curso.

O objetivo do curso é formar profissionais para atuarem na área de Engenharia de Produção, com base nas competências e habilidades descritas nas áreas da EP, segundo a ABEPRO (2008), bem como os conhecimentos de natureza básica da Engenharia, de forma a desenvolver o perfil de um egresso projetista, gestor e empreendedor de organizações, que seja capaz de se inserir em um contexto de constantes mudanças, atuando também como protagonista destas, atuando de forma local/regional, porém conectado com uma perspectiva

global. contribuindo de forma efetiva para o desenvolvimento da sociedade e crescimento do país.

Para o cumprimento destes objetivos, é vital que o graduando assuma uma postura de protagonismo em seu processo de aprendizagem e possa vivenciar um processo de aprendizagem significativo, que estimule o constante contato com o contexto atual e permita que o aluno tenha criticidade para compreender qual o seu papel perante tudo isso, com os conhecimentos adquiridos na graduação, fatos estes preconizados pela aprendizagem ativa (VILLAS-BOAS *et al.,* 2011).

Nesta perspectiva, a EP-UFJF oferece grande variedade de oportunidades de formação ativa além da sala de aula, através de: equipes de competição de Fórmula SAE, Baja, eficiência energética, aerodesign, robótica e foguetemodelismo; o Grupo de Educação Tutorial em Engenharia de Produção; a empresa júnior Mais Consultoria Jr.; a Sociedade Estudantil de Engenharia de Produção (SEEPRO); a Associação Atlética da Arquitetura e Engenharia (AAAE-UFJF); a organização não-governamental Engenheiros Sem Fronteiras - Núcleo Juiz de Fora; além destes podem ser citados projetos de extensão e iniciação científica, dentre outros.

Em todas estas atividades os alunos têm a oportunidade praticar e aprender ativamente através da solução de problemas e do desenvolvimento de projetos de pesquisa, ensino e extensão, além de lidarem com situações típicas da gestão de organizações e desenvolver fortemente habilidades de comunicação, trabalho em equipe, raciocínio lógico, visão crítica e sistêmica. Os segmentos universitários funcionam como um laboratório que prepara seus participantes para os desafios que enfrentarão ao longo de sua carreira, com situações semelhantes às que serão vivenciadas por ele enquanto egresso, entretanto, em um cenário que valoriza o aprendizado, permite que se aprenda com os possíveis erros e incentiva a colaboração. Em suma, nestes segmentos aprende-se a aprender e leva-se este aprendizado para dentro de sala de aula. Como aluno, o autor pode se envolver com alguns destes nos primeiros seis semestres de curso e estas experiências foram fundamentais para a melhor compreensão e análise crítica de todas as disciplinas cursadas, mas, em especial, as de cunho profissionalizante e específico. Além disso, as habilidades e competências desenvolvidas

propiciaram que, agora inserido no mercado de trabalho, pudesse lidar de forma mais madura e mais preparada para as situações vivenciadas.

Juntamente a isso, algumas disciplinas do curso têm diferenciado seus modelos de ministração de conteúdos, explorando e testando diversas estratégias ativas de aprendizagem, as quais têm proporcionado uma experiência diferenciada de compreensão do conteúdo e entendimento do papel do mesmo na formação dos alunos enquanto Engenheiro de Produção.

Nesse sentido, a experiência de segmentos e o trabalho desenvolvido em algumas disciplinas demonstram boas oportunidades da utilização de métodos inovadores de aprendizado na EP-UFJF e boas referências para aperfeiçoamento e expansão destes modelos para todo o curso, gerando melhorias organizacionais e de processos de ensino-aprendizagem, com melhores métodos e meios educacionais, conforme recomendado por Oliveira (2005) e reforçado pelas DCNs. Além disso, em um cenário de Indústria 4.0, Silva *et al.* (2019) citam que novas competências técnicas e comportamentais serão necessárias, o que exigirá uma maior aproximação do que é aprendido em sala de aula e suas aplicações na prática profissional do engenheiro, um desafio que urge em ser superado, para que os alunos enxerguem o real potencial do conhecimento teórico aprendido em sala de aula e estejam preparados para uma nova era.

5. RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os resultados coletados por meio das entrevistas, realizadas nos moldes descritos na metodologia deste estudo. Estes foram separados para cada disciplina, seguindo as categorias de análise descritas previamente. Os gráficos relacionados aos resultados quantitativos destas entrevistas estão no Anexo A deste trabalho. Em seguida, foi realizada uma discussão acerca dos insumos coletados em uma perspectiva geral, estabelecendo-se relações com os resultados disponíveis em domínio público do DPD e com o referencial teórico deste trabalho. Esta discussão também foi segmentada de acordo com as categorias para análise estabelecidas.

5.1 ENGENHARIA DE SUSTENTABILIDADE I

a. O que é?

A disciplina de Engenharia de Sustentabilidade I faz parte do sétimo período do curso de Engenharia de Produção na UFJF e, na visão do docente da disciplina, tem como objetivo despertar o aluno para questões de sustentabilidade nos dias atuais e o impacto socioambiental gerado pelas organizações. Ainda na visão docente, esta possui uma base conceitual mais robusta e busca uma abordagem mais provocativa ao aluno, que gere maior incômodo com as situações expostas para que, na disciplina de Engenharia de Sustentabilidade II, os alunos possam entender de forma prática o papel do Engenheiro diante destas situações.

Dentre os alunos, foi destacada a possibilidade de enxergar o impacto dos processos produtivos sobre o meio ambiente e a sociedade, as relações destes com instituições políticas e de classe, bem como qual é o papel do Engenheiro sobre isso.

b. Como é trabalhada?

Como a disciplina necessita de apresentar alguns conceitos ainda não aprendidos pelos alunos, o professor utiliza-se de slides em uma abordagem descritiva do conteúdo, mesclando-a com a exposição de vídeos durante a aula (TED's[2], trechos de filmes e

[2] Uma série de palestras realizadas na Europa, Ásia e nas Américas pela Fundação Sapling, dos Estados Unidos.

documentários, palestras, entre outros), com o objetivo de trazer maior aproximação com a realidade. Além disso, são solicitadas leituras de estudos de caso (no geral, anteriormente à aula), que são acompanhadas de um formulário online com algumas questões-chave que devem ser respondidas pelo aluno, também antes da aula. Para gestão das atividades assíncronas é utilizada a ferramenta Google Sala de Aula.

De acordo com os entrevistados, em sala de aula, este conteúdo previamente estudado é complementado por outros textos fornecidos pelo docente, que são utilizados em debates e júris simulados, onde os alunos são divididos em grupo e, com base nas informações disponibilizadas, devem solucionar uma situação proposta ou defender um lado frente a algum conflito. Em algumas situações também são praticados jogos ou dinâmicas focados em alguma temática discutida em sala de aula. Nesse sentido, percebe-se a aproximação do modelo trabalhado com a SAI, onde o estudo prévio proporciona discussões e participações de maior qualidade (VALENTE, 2014; MAIA, 2020), bem como com a ABP, onde o aluno fica diante de problemas complexos e explícitos relacionados à sociedade, necessitando resolvê-los sob uma perspectiva multidisciplinar (VILLAS-BOAS *et al.*, 2011).

O processo avaliativo conta com uma prova, onde busca-se avaliar a aplicação do conteúdo abordado através da interpretação de situações problema. Na etapa final do processo de avaliação, os alunos devem produzir um artigo, construído com base nas requisições para submissão do Encontro Nacional de Engenharia de Produção, em grupo.

Foi destacado pelos alunos entrevistados o modelo participativo proporcionado, onde a exposição de conteúdos e dados é associada a questões para discussão, fornecendo abertura para que os alunos comentassem suas percepções, as quais eram anotadas no quadro e depois comentadas pelo docente, relacionando os comentários entre si e com a temática da aula. Nesta descrição percebe-se traços de uma terceira MA, a ABE, descrita por Michealsen e Sweet (2008) pela realização de pequenas ministrações baseadas nas dificuldades dos alunos, após discussões sobre leituras prévias, estudos de caso e outros meios semelhantes.

c. Esforço empregado e praticidade

Segundo o docente, até alcançar a forma de ministração do conteúdo atual, foi necessário realizar ajustes para encontrar um modelo mais adequado para a disciplina. A cada semestre são realizados ajustes no planejamento, conforme *feedback* da turma anterior. Além

disso, o mesmo cita buscar atualizar-se sobre os temas que estão em maior destaque no contexto da disciplina, de forma a levar discussões sobre estas temáticas para sala de aula, gerando maior motivação à participação na turma e enriquecendo as discussões praticadas.

A busca por estas discussões gera certo esforço por parte do docente, segundo ele, além de aumentar o risco de que as mesmas se desviem do planejado para aquela aula. Nesse sentido, avalia-se que os *slides* são importantes para que se construa uma estrutura básica para a aula, que ajude o docente a se orientar e permita margem para variação. Ainda conforme o entrevistado, a metodologia utilizada exige que a turma esteja trabalhando o tempo todo e, por consequência disso, o docente precisa acompanhar este trabalho. Quantitativamente, foi avaliada a afirmativa associada ao esforço empregado com nota máxima e o docente discordou parcialmente da afirmativa relacionada à facilitação do processo de ministração do conteúdo.

Apesar do esforço, o docente considera que a metodologia utilizada é mais entusiasmante, se comparada a ministração expositiva. Ele observa que a sala de aula é um espaço de construção compartilhada do conhecimento, mesmo que ocorram discordâncias entre a turma, pois estes debates permitem maior fixação do conteúdo, dado que, para discordar de algo é necessário embasamento.

Na visão dos alunos, o critério esforço obteve maior desvio dentre as respostas, alcançando média 2,2. Foi ressaltado por todos os alunos que grande parte das atividades realizadas eram em sala de aula, onde percebe-se uma forte associação do esforço empregado com a necessidade de realizar atividades da disciplina fora de sala. De acordo com os discentes, as leituras exigidas previamente à aula eram, no geral, de fácil compreensão. O aluno que avaliou este critério com maior nota, ponderou que o trabalho final da disciplina, era mais difícil e exigia maior dedicação de tempo para a realização. No geral, o tempo extraclasse utilizado pelos alunos era direcionado à leitura do artigo proposto e resposta ao formulário eletrônico.

No critério praticidade, houve maior consenso entre os alunos, onde todos concordaram parcialmente ou totalmente que a metodologia facilitou seu processo de aprendizagem. Foi destacado por eles que o método participativo proposto na disciplina facilita e amplia os horizontes de aprendizagem, pois discussões ricas eram geradas quando

todos participavam. Além disso, foi citado que as leituras prévias também forneciam apoio ao processo de aprendizagem, pois permitiam que o aluno compreendesse melhor qual temática seria trabalhada em sala. Por fim, ressaltou-se o esforço do docente em preparar uma boa aula, na qual os alunos conseguissem desenvolver uma forte compreensão do conteúdo.

d. Engajamento:

Na perspectiva do docente, em média, menos da metade da turma se engaja plenamente, sendo observados como pontos de maior participação os debates, jogos e momentos de exposição de alunos para outros alunos. Os momentos de menor engajamento percebido pelo docente foram na exibição de vídeos e aulas expositivas, fato este também ressaltado pelos alunos. No geral, avaliou-se que menos da metade dos alunos participam em todas as aulas e um grupo destes participa de acordo com seu interesse sobre o tema.

Dentre os alunos entrevistados, todos concordaram parcialmente ou totalmente que a classe se engajou com a disciplina e que eles também se engajaram. Foi predominante o comentário de que nem toda a turma se engajava mas que, seja pela metodologia ou pelo carisma do docente, as discussões sempre alcançavam bom nível, com boa participação e que, em comparação com outras disciplinas, o engajamento era maior, pois o ambiente era mais adequado para tal. Apenas um aluno considerou seu engajamento abaixo da turma, citando que, em alguns momentos, necessitou priorizar outras disciplinas. Também um dos cinco alunos citou ter realizado leituras complementares ("não obrigatórias") ou buscado conteúdos extras.

e. Desenvolvimento de Competências:

Na perspectiva do docente as principais competências desenvolvidas estão relacionadas a capacidade de argumentação perante aos assuntos tratados, desenvolvendo-se a visão crítica, capacidade de ouvir, organizar um raciocínio de forma lógica e contra argumentar, além das habilidades de trabalho em equipe e liderança nos grupos.

Com média 4,6 nesta avaliação, todos os alunos entrevistados concordaram em algum grau que a disciplina foi importante para o desenvolvimento de competências para a prática de Engenharia. Segundo eles, nos moldes que a disciplina é organizada, foi percebido grande alinhamento com o papel do engenheiro, de extrair informações de um conteúdo ainda não

aprendido (autodidatismo), analisá-lo criticamente, desenvolver soluções em equipe e defendê-las em um processo de argumentação (comunicação), aspectos citados nas DCNs e alinhados com o papel de um Engenheiro empreendedor que, por meio destes comportamentos, desenvolve soluções inovadoras e contextualizadas sobre um problema (CNE/CES, 2019). Tudo isso foi acompanhado pela pesquisa e leitura de artigos científicos, o que foi observado como novidade para alguns dos participantes, bem como a posterior escrita de um artigo.

f. Extensão:

Segundo a visão docente, a prática de extensão na disciplina seria desafiadora, dado que hoje o mesmo já está envolvido em muitos destes projetos e que seria difícil impor uma temática para toda a turma e gerenciar o desenvolvimento de todos os grupos. O cenário poderia ainda ser mais complexo caso fosse permitido que cada grupo pudesse escolher a temática de seu projeto. Nesse sentido, ele enxerga que a alternativa mais viável seria envolver os alunos nos projetos que ele já trabalha.

Com uma média de 3,2 nesta pergunta, os alunos alternaram-se entre concordâncias e discordâncias. Foi citado amplamente por todos, os fatores de disponibilidade e interesse em participar. Por conta de realizarem um curso noturno, os entrevistados citaram possuir maior facilidade em realizar estágios, o que reduz potencialmente suas disponibilidades, fator que pode limitar a dedicação à extensão. Avaliando-se o interesse, foi citado que nem todos gostariam de seguir sua carreira na área de sustentabilidade, enquanto dois dos respondentes teriam este desejo, por isso demonstraram bastante interesse nas atividades de extensão, independentemente de suas disponibilidades.

Uma sugestão levantada em uma das entrevistas, por um aluno, abordou que seria importante uma maior divulgação em sala dos projetos de extensão e/ou iniciação científica que os docentes estão envolvidos, de forma que os alunos interessados fossem convidados a participar ou até mesmo os que não tinham conhecimento destas iniciativas pudessem buscar mais informações sobre.

g. Replicabilidade:

Na perspectiva docente, todas as disciplinas do ciclo profissional do curso poderiam aplicar a metodologia trabalhada em Engenharia de Sustentabilidade I, sendo destacadas as disciplinas de Ergonomia, Engenharia e Sociedade e Pesquisa Operacional. Em todas elas a dica fornecida pelo entrevistado é que as atividades praticadas permitam ao aluno conhecer melhor o caminho para encontrar as respostas, especialmente em disciplinas mais técnicas, onde promover discussões, tais como na disciplina em questão, pode ser mais desafiador. Além disso, destacou-se o fato percebido de que alunos ouvem certo conteúdo de outra forma quando veem outros colegas apresentando, gerando maior empatia.

Houve concordância entre o que foi citado pelo docente e os pontos destacados pelos alunos participantes do estudo. Todos os respondentes citaram que as disciplinas do ciclo profissional do curso, com abordagem mais conceitual, poderiam utilizar a metodologia trabalhada em Engenharia de Sustentabilidade I. Além disso, alguns alunos acreditam que até as "disciplinas numéricas" poderiam utilizar em algum momento estudos de caso para gerar maior aproximação daquele conteúdo com a realidade. As disciplinas mais citadas foram Pesquisa Operacional, Gestão Financeira e Processos Produtivos.

h. Satisfação:

Os principais pontos positivos observados pelo docente foram relacionados a boa consolidação do aprendizado neste modelo, além da inovação e melhoria nas relações professor-aluno e entre alunos, o que permite maior engajamento, menor absenteísmo e aumento da entrega. Os pontos de melhoria destacados por ele foram relacionados a dificuldade de desenvolver uma abordagem estruturada e com objetivos claros de ensino (para os alunos e para o próprio docente), dado um modelo ativo que é mais "caótico". Além disso, destaca-se a dificuldade de se encontrar um limiar entre exposição de conteúdo e debates, dado que, para esses é necessária certa base teórica, entretanto, em alguns momentos os alunos não realizavam as leituras que trariam esta base. Em relação ao NPS, o docente certamente recomendaria esta metodologia a outros professores.

Dentre os alunos, todos avaliaram o NPS com nota máxima. Todos concordaram parcialmente ou totalmente que aprenderam mais com a metodologia que com aulas

expositivas e consideraram seu aprendizado significativo. Dentre os principais comentários, foi avaliado que a disciplina chama o aluno para o foco, algo que foi relatado como uma dificuldade para muitos dos respondentes. Além disso, a disciplina permitiu que o aluno guardasse o conhecimento por mais tempo, sendo que, mesmo um ano após a realização da mesma, eles se lembravam de muitos detalhes das discussões realizadas.

Os pontos de melhoria abordados pelos discentes destacaram a importância de uma turma engajada para maior aproveitamento da aula e que, em alguns momentos, possíveis debates acabaram por se tornar uma exposição de conteúdo pela falta de participação. Foi destacada também a ausência de um material mais completo para consulta, além das bibliografias. Também foi comentado sobre os vídeos utilizados, pois eram passados somente ao final da aula, após uma longa exposição. Por fim, o artigo foi citado dentre os pontos de melhoria, pois os alunos acabam por não construí-lo com a dedicação adequada, mesmo sendo uma demanda mais difícil que a prova.

5.2 ENGENHARIA DE PRODUTO II

a. O que é?

A disciplina de Engenharia do Produto II, presente na grade do sétimo período do curso, foi definida pelo docente e pelos alunos como uma continuidade à disciplina de Engenharia do Produto I, na qual o aluno sai de uma concepção mais simples de desenvolvimento de um produto e segue para visão mais sistêmica, onde as atividades de construção destes se integram à outras áreas do conhecimento em uma organização, o que demonstra a interdisciplinaridade desta disciplina.

b. Como é trabalhada?

Conforme relato do docente, este busca fazer com que os alunos trabalhem ao máximo durante os horários de aula, mesclando um dia de conteúdo expositivo, com dois dias direcionados ao desenvolvimento de um projeto. No início do semestre é apresentada a proposta da disciplina e quais são os entregáveis: o protótipo do produto e o relatório de desenvolvimento do mesmo. Também é demonstrado à turma quais foram os produtos desenvolvidos em períodos anteriores, para que eles compreendam o que é esperado. Para

ambientação da turma com o conhecimento necessário durante o semestre, o docente citou utilizar materiais em slides, vídeos e exercícios em sala.

Foi ressaltado pelos alunos que, a cada aula, desde a concepção da ideia do produto, até a finalização do relatório, o docente também busca explorar o relacionamento entre as equipes, de forma que elas se avaliem e se apoiem. Além disso, a evolução da disciplina é guiada por entregas a cada semana: um conteúdo é apresentado e, em seguida, as equipes devem partir para a aplicação do mesmo ao seu projeto, bem como ao desenvolvimento daquela parte do relatório. A disciplina é encerrada com a realização de um seminário de apresentação do projeto final, no modelo de uma campanha de marketing, onde um avaliador externo define a equipe vencedora.

Com base nas características descritas por alunos e professores, observa-se que a metodologia trabalhada na disciplina aproxima-se da ABPj, com a divisão da classe em grupos para o desenvolvimento de um projeto real, alinhado com os objetivos de aprendizado da disciplina e com a utilização de múltiplos recursos para o desenvolvimento, desde pesquisas até recursos externos para confecção do produto (BARBOSA E MOURA, 2013).

c. Esforço empregado e praticidade

Segundo o docente, os principais esforços empregados para realização da disciplina tem sido relacionados a buscar formas de fazer com os que alunos se engajem mais, sendo uma destas a busca de temas atuais para a discussão no contexto do projeto, como o *ecodesign,* porém o docente relatou que sente dificuldades em sua rotina para alocar tempo à busca destes conteúdos. Atualmente este tem sido seu maior esforço em termos de planejamento, pois a base da disciplina não tem se alterado.

Em termos de praticidade, o docente concorda totalmente que a metodologia utilizada facilita o processo de ministração do conteúdo, pois o formato exige que o aluno se esforce mais para desenvolver seu projeto e aprender os conteúdos necessários para uma correta execução. Além disso, ele considera que não conseguiria dar aulas em um outro formato, mais expositivo, pois é um modelo que vem trabalhando desde o início de sua carreira docente, além de ter sido um modelo que vivenciou durante sua formação.

Na perspectiva dos alunos, o esforço empregado nas atividades da disciplina é baixo. Além de média 2,8 na afirmativa "a disciplina exigiu grande esforço nas atividades praticadas", poucos alunos ressaltaram ter que alocar tempo extraclasse para desenvolvimento de entregáveis. O esforço observado pelos discentes foi relacionado a alguma atividade específica, entretanto, desenvolvida em sala de aula, como no esforço criativo associado a ideação do produto, por exemplo.

Em termos de facilitação do processo de aprendizagem, quatro dos cinco alunos concordaram totalmente com a afirmação, destacando que seria difícil trabalhar a disciplina de outra forma e, com a segmentação das entregas, foi fácil se organizar. O comentário de um dos entrevistados foi discordante da maioria, pois ressaltou que o aluno também se adapta bem com aulas expositivas.

d. Engajamento:

O docente concorda totalmente que a turma se engaja com a disciplina, havendo maiores barreiras de motivação quando as turmas são menores ou quando existem níveis elevados de infrequência, que prejudicam a experiência de trabalho em sala de aula, porém foi considerado que isso não tem acontecido nos últimos períodos.

Nesse aspecto houve discordância da visão docente com a visão discente. Apenas um dos cinco participantes concorda que a classe se engajou com a metodologia proposta. Os comentários destacaram a visão de que muitos alunos não priorizam a disciplina, problema semelhante ao observado na experiência destacada por Villas-Boas *et al.* (2011), na aplicação da metodologia na EPUSP.

Quando observa-se a auto avaliação de engajamento dos participantes, os entrevistados consideraram se engajar mais que a média da turma. Dentre os que se consideram engajados, foi destacado o interesse em cumprir com todas as entregas em sala, para que não restassem demandas para casa. Além disso, foi ressaltado a importância de aproveitar o momento de aula para sanar dúvidas com o docente. Dentre os que não se engajaram, o motivo priorização foi novamente citado.

e. Desenvolvimento de Competências:

Dentre as competências desenvolvidas pela disciplina e que demonstram-se importantes para a prática da Engenharia, foram ressaltadas pelo docente o senso crítico, análise de riscos, inteligência emocional para a resolução de problemas, a inovação e o trabalho em equipe. Segundo ele, em suma, a disciplina deve estimular o aluno a observar o problema, verificar as possibilidades de resolução e resolvê-lo, fatores que, em alinhamento com a busca de conteúdos contextuais para a disciplina, apontam a maior responsabilidade do Engenheiro no mercado, que deve estar atualizado acerca dos aspectos que influenciam seu trabalho, atuando de forma mais empreendedora e inovadora (CNE/CES, 2019).

Todos os alunos concordaram que a metodologia foi importante no desenvolvimento de competências para a prática de Engenharia. Além das destacadas pelo docente, como trabalho em equipe, foi ressaltado o conhecimento técnico adquirido, a capacidade de pesquisar novas ferramentas e suas aplicações no dia-a-dia, o que foi citado como essencial para um engenheiro.

f. Extensão:

De acordo com o docente, a realização de atividades de extensão nessa disciplina seria extremamente desafiadora, pois exigiria tempo e poderia envolver projetos complexos. Foi destacado pelo entrevistado que, para se iniciar um projeto de extensão na disciplina precisa-se ter compromisso com a excelência nas entregas e isso exigiria grande esforço para gestão das equipes, contato com as organizações, dentre outros fatores.

Já na visão dos alunos entrevistados, haveria interesse na execução de um projeto de extensão, dado que os mesmos veem grande importância desta disciplina no curso, porém condicionaram a execução da mesma a fatores como a organização do processo, intensidade do projeto e possibilidade de execução no momento da aula, dada a disponibilidade dos mesmos.

g. Replicabilidade:

Em termos de replicabilidade para outras disciplinas, foram citadas pelo docente Layout, Gestão da Inovação, Produto I, Introdução à Engenharia, Engenharia e Sociedade. Além destas, foi citado por ele que seria interessante o desenvolvimento de uma disciplina

opcional que integrasse conhecimentos de outras disciplinas através de um projeto e, apesar de facultativa, exigisse boas entregas de quem viesse a participar. O entrevistado também citou que esta seria uma boa oportunidade de um desenvolvimento mais ativo destas competências e de demonstrar a multidisciplinaridade da prática da Engenharia.

Na visão dos alunos, as disciplinas mais citadas foram Gestão de Projeto, Gestão da Inovação, Engenharia de Produto I, Gestão Financeira em Engenharia de Produção (I e II) e Engenharia de Sustentabilidade (I e II). Dentre estas, algumas já praticam metodologias semelhantes em seu modelo de trabalho. Foi citado por alguns alunos que, mesmo que apenas em alguma parte da disciplina, todas poderiam aplicar algo semelhante à metodologia desenvolvida em Engenharia de Produto II.

h. Satisfação:

A análise crítica da metodologia, feita pelo docente, mostra que seu principal ponto forte é a capacidade do modelo de engajar mais os alunos com o conteúdo, entretanto ele percebe que, em momentos do semestre que o aluno possui mais demandas, sua disciplina não é priorizada, fato este que fez com a que o docente avaliasse como neutra a recomendação no NPS.

Dentre os alunos, quatro dos cinco participantes são promotores da metodologia, sendo destacados como pontos positivos que os mesmos conseguiram aprender bem o conteúdo e que, caso consultassem um material de apoio, rapidamente se lembrariam dos tópicos por conta das experiências práticas vivenciadas. Entretanto, alguns alunos tiveram a sensação de ter aprendido menos em comparação com outras disciplinas do curso. Outros pontos positivos destacados foram relacionados à disponibilidade do docente para tirar dúvidas e pela possibilidade de execução de todas as atividades em sala de aula, conforme já citado.

Dentre os pontos de melhoria, foi ressaltado pelos a necessidade de maior atualização dos materiais utilizados para a ministração e a falta de engajamento de membros do grupo ou da turma. O critério “organização da disciplina” foi observado como positivo para uns e negativo para outros, o que demonstra que a explicação das entregas dentro da disciplina e seu modelo de avaliação ainda podem ser explicados de forma mais clara, fator crítico na ABPj,

conforme destacado por Aguiar (1995), que ressalta que o aluno deve participar ativamente do processo de planejamento das atividades, entender claramente os objetivos definidos e colaborar na construção dos mesmos para alcance de sucesso na aplicação.

5.3 PROCESSOS PRODUTIVOS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

a. O que é?

A disciplina de Processos Produtivos em Engenharia de Produção compõe o sétimo período do curso e, segundo o docente, possui o objetivo principal de dar condições ao aluno de fazer um diagnóstico de um processo produtivo, identificar seu funcionamento, indicadores, parâmetros, propor melhorias e desenvolver novos sistemas produtivos. Os alunos relataram uma definição semelhante, com destaque para relatos de participantes de que esta disciplina fez com que eles percebessem que realmente gostavam de Engenharia de Produção.

b. Como é trabalhada?

Conforme descrito pelo docente e pelos alunos, a disciplina utiliza-se de aulas expositivas, apoiadas por slides, juntamente a apresentação de vídeos sobre situações reais de processos produtivos para ministração do conteúdo. Além disso, o docente prepara um plano de aula com leituras semanais que devem ser acompanhadas da escrita de uma resenha, feita à mão, entregue em aula semanalmente. Com base nestas leituras, no geral artigos, eram promovidos debates entre o docente e os alunos, característica típica da utilização de SAI, conforme descrito por Valente (2014) e também observado pelo próprio docente. Partindo destas leituras e dos conteúdos das aulas, o docente possui a prática de realizar arguições com a turma em todas as aulas, bem como passar atividades em dupla ou grupo para discussão de alguma temática exposta, sempre seguida de um debate.

Esta prática apresenta uma interessante adaptação da Instrução entre Pares, conforme modelo exposto por Crouch *et al.* (2011). Segundo o docente, a parte mais importante da disciplina é o momento direcionado ao compartilhamento de respostas entre os alunos. Além disso, a disciplina também aplica avaliações tradicionais.

c. Esforço empregado e praticidade

O docente considera que a disciplina exigiu um grande esforço para atingir seu estado atual, passando por diversas adaptações, tanto de conteúdo, quanto de formato, buscando alcançar maior engajamento dos alunos. Além disso, ele considera que seria mais cômodo dar palestras e escrever no quadro, modelo já utilizado por ele e que o desestimulava, ao ver a falta de engajamento dos alunos. O atual formato, segundo ele, exige maior esforço para correção de atividades e tempo de planejamento, porém isso não o incomoda, pois ele considera agradável dar aula neste modelo.

Ao longo do semestre, o docente costuma fazer alguns ajustes em seu planejamento conforme a velocidade em que o conteúdo está sendo ministrado e o contexto em que os alunos estão envolvidos, como no momento que o país vivenciou a greve dos caminhoneiros. Entretanto, segundo ele, estes ajustes não são comuns. Geralmente, ao fim do período, o docente faz um replanejamento, buscando artigos mais atuais que atendam aos objetivos de aprendizagem da disciplina e, periodicamente, solicita anotações de alguns alunos para também realizar ajustes no conteúdo.

Na visão dos alunos, a disciplina exigiu um esforço médio em suas atividades, atingindo média 3,6 na afirmativa "a disciplina exigiu grande esforço nas atividades em sala de aula", sendo destacada a necessidade de realização de entregas semanais, avaliadas como positivas por dar cadência ao processo de aprendizagem, porém que exigem certo esforço pela necessidade de escrita à mão. Os resultados demonstraram que a leitura de artigos e escrita de resenhas ocupou grande parte dos esforços extra-classe dos respondentes, bem como os estudos antes das avaliações.

Todos os participantes concordaram que a metodologia trabalhada facilitou o processo de aprendizagem, pelo fator de cobrança semanal já citado e pelo estímulo de constante análise crítica do conteúdo e estudos relacionados, que foi destacado como vital para sua formação como Engenheiros.

d. Engajamento:

O docente considera que a maioria dos alunos se engajam com a disciplina atualmente e que, com as alterações realizadas, especialmente voltada a leitura de artigos e escrita de

resenhas, a participação é de maior qualidade, com colocações e dúvidas mais pertinentes. Entretanto, ainda existem alunos que não demonstram interesse. Valente (2014) destaca que o aluno deve possuir meios para transformar as informações adquiridas em conhecimento, sendo as MAs essenciais neste processo de conversão, fato que justifica também o aumento da qualidade da participação dos alunos, pois os mesmos constroem suas próprias percepções e podem debater entre si e com o docente sobre estas.

Na visão dos alunos, a média obtida para avaliação do engajamento da classe foi 3,8 e para a autoavaliação de engajamento dos participantes, a média foi de 4 pontos. Os principais comentários acerca do engajamento da turma destacaram que parte dela sempre comentava de forma proativa, entretanto muitos alunos não participavam, não entregando resenhas e ficando fora de sala durante boa parte do tempo de aula.

Além disso, foi destacado por alguns alunos que a arguição realizada, como em uma chamada oral, gerava um engajamento obrigatório na turma, que poderia ser desconfortável para um aluno que não estivesse em um "bom dia". Sobre as autoavaliações, houve maior variabilidade nas respostas. No geral, todos comentaram cumprir com as entregas exigidas, entretanto alguns consideraram que não se cativaram com as atividades e nem participaram de forma proativa, enquanto outros demonstraram gostar de fazer as resenhas propostas e de participar proativamente em sala de aula.

e. Desenvolvimento de Competências:

O docente concorda totalmente que a disciplina é importante para o desenvolvimento de competências para a prática de Engenharia pois, no contexto atual, se tem acesso amplo à uma grande quantidade de informações, o que torna comum falarmos sobre coisas que não se possui conhecimento aprofundado. Entretanto, com a disciplina, segundo ele, as atividades de estudo prévio contribuem para esse aprofundamento em um assunto, antes de um debate. Além disso, as atividades propostas contribuem para o desenvolvimento de competências de análise e síntese através de relatórios e as capacidades de argumentação, compreensão da opinião alheia e construção de soluções em conjunto.

Dentre os alunos, apesar de uma boa média alcançada nesse critério (4,2 pontos), as respostas trouxeram perspectivas distintas. Grande parte dos alunos comentaram que fixaram

bem o conteúdo e que, caso fossem expostos à alguma situação da disciplina em vida real, provavelmente não teriam tantas dificuldades em praticá-lo. No entanto, foi comentado que a ausência de uma visualização prática além dos vídeos, por meio de uma visita técnica, ajudaria mais neste desenvolvimento.

Além disso, foi destacado por um aluno que não foram desenvolvidas outras habilidades além das relacionadas ao conteúdo, enquanto outro demonstrou que a análise crítica requerida nas atividades relaciona-se diretamente com o papel de um engenheiro na prática de sua profissão, tal como destacado por Villas-Boas *et al.* (2011), ressaltando que a experiência de utilização de MAs na Escola de Engenharia de Mauá colaborou no entendimento da profissão de Engenheiro e até mesmo na definição da carreira dos estudantes, o que também foi percebido em alguns dos entrevistados desta disciplina.

f. Extensão:

O docente citou já possuir uma proposta bem formulada de extensão para a disciplina, com uma rede de contatos interessada em contribuir, porém, por consequência de o curso ser noturno, os alunos acabam não se envolvendo em atividades durante o dia, devido ao estágio ou trabalho. Ele acredita também que seja importante o apoio de outros docentes, de forma a construir uma disciplina que envolvesse diversas áreas de conhecimento e fosse opcional aos alunos, bem como foi citado na entrevista com o docente de Engenharia do Produto II.

A linha de raciocínio do docente é acompanhada pelos alunos, pois a maioria possui interesse em trabalhar a disciplina de Processos Produtivos em um modelo de extensão, sendo citado o fato de ser com isso que desejam trabalhar após formados. No entanto, a limitação de disponibilidade foi citada pelos alunos como principal impeditivo. Também foi citado que, para viabilização de atividades mais simples, como visitas técnicas, poderiam ser realizadas parcerias com segmentos do curso.

g. Replicabilidade:

O docente acredita que todas as disciplinas podem realizar um trabalho tal como é desenvolvido em Processos Produtivos, nas quais as teóricas teriam mais facilidade, mas até as numéricas poderiam realizar em modelos diferentes.

Da mesma forma, alguns alunos também sentem que a metodologia seria melhor aplicável em disciplinas teóricas, específicas do curso, porém, dentre as mais citadas, figuraram as que também trabalham com forte base de cálculos, como Pesquisa Operacional e Planejamento e Controle da Produção, além de disciplinas com vasto conteúdo teórico, como Engenharia de Qualidade I.

h. Satisfação:

Realizando uma avaliação geral da disciplina, o docente considera como principais pontos positivos da metodologia os ganhos de engajamento dos alunos e de qualidade da participação deles. Enquanto melhoria, ele acredita que ainda necessita de fazer ajustes na segunda metade do conteúdo para que este engajamento se mantenha perene ao longo do período.

Além disso, o docente destacou que, para que estes modelos de aprendizagem ativa sejam praticados em todo o curso, é necessário uma mudança cultural, onde se crie um hábito de maior estudo prévio, por exemplo, e uma mudança estrutural, com atualização de metodologias, materiais, dentre outros. Entretanto, para que os alunos estejam preparados para tal, uma formação mais ativa deve acontecer desde a educação básica.

Dentre os alunos participantes do levantamento, todos demonstraram-se promotores da disciplina. Os alunos consideraram como positivo o aprendizado da disciplina através da metodologia, ressaltando que o ritmo semanal proposto de leituras e discussões contribuiu para que eles guardassem melhor o conteúdo, mesmo após a conclusão da disciplina. Além disso, foram destacados como pontos positivos a utilização de vídeos que permitiam a maior assimilação do conteúdo com a realidade, bem como a elaboração de questões que exigiam uma análise aprofundada do conteúdo nas provas.

Os pontos de melhoria destacados pelos alunos ressaltaram o fato da cobrança de resenhas escritas a mão e a tomada oral de conteúdos em sala. Além disso, dois comentários ressaltaram que seria importante que o docente formalizasse em seu calendário e disponibilizasse aos alunos, desde o início do semestre, os textos necessários para leitura, bem como datas fixas para as discussões em sala de aula. Por fim, foi relatado também um prejuízo

no engajamento quando as discussões eram iniciadas no último quarto de aula, após uma hora e meia de conteúdo.

5.4 GESTÃO DA INOVAÇÃO

a. O que é?

A disciplina de Gestão da Inovação faz parte do nono período do curso, tendo sido incluída recentemente à grade, após uma atualização das habilidades e competências necessárias para o Engenheiro de Produção de acordo com a ABEPRO. O docente destaca que a disciplina objetiva ensinar ao aluno todo o ferramental para o desenvolvimento de inovações radicais, ao contrário da perspectiva incremental de inovação trabalhada em Engenharia de Produto I.

Foi ressaltado pelos alunos que a disciplina possibilita a compreensão de processos estruturados para o desenvolvimento de inovação em organizações, de forma a torná-la uma rotina, através da aplicação de ferramentas como Design Thinking.

b. Como é trabalhada?

O docente cita a utilização de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) para condução da disciplina, através de um trabalho de aplicação das ferramentas aprendidas na disciplina em empresas incubadas no Centro Regional de Inovação e Transferência de Tecnologia (CRITT). Conforme características da ABP, o foco das atividades não é na resolução de problemas das empresas em si, mas no processo de aprendizagem (BARBOSA E MOURA, 2013).

Além disso, destacou-se a utilização de traços de Sala de Aula Invertida (SAI) e de Controvérsia Construtiva, quando o aprendizado é construído de forma que os alunos assumam lados opostos em uma discussão, propondo a leitura de artigos antes das aulas, para que gerem insumos para a realização de debates.

A rotina da disciplina, conforme relato dos alunos, consistia em, nas primeiras aulas, algumas exposições dos primeiros conteúdos, sempre associada à uma postura de instigar a participação e o debate entre os alunos. Neste início também é praticada a SAI, onde leituras

são solicitadas previamente para servirem como insumo para discussões em sala. Estes materiais eram disponibilizados via plataforma Moodle. Com os conhecimentos básicos já consolidados, é apresentada a proposta de trabalho com as *startups* do CRITT, por meio de entregas parciais até o fim do período e espaço livre em parte das aulas para que os grupos desenvolvessem o trabalho e tirassem dúvidas com o docente. A disciplina era finalizada com um seminário a respeito dos projetos.

c. Esforço empregado e praticidade

Segundo o docente, a disciplina não exige tanto esforço para a organização de suas atividades, pois o assunto da disciplina é atrativo. Porém, em outra perspectiva, a adoção de metodologias ativas gera um risco que deve ser gerenciado por ele, dado que o aluno possui grande responsabilidade nesse modelo. De acordo com o entrevistado, quando as turmas não são engajadas, o planejamento de uma aula de discussão deve ser alterado para uma aula expositiva, por exemplo. Além disso, foi destacado que a aprendizagem ativa não é unanimidade entre os alunos. Também citou-se a dificuldade em avaliar se o aluno está realmente aprendendo ou não, especialmente em turmas que não estão oferecendo o retorno esperado.

Em termos de praticidade, foi destacado pelo docente o fato de que este modelo de aulas é menos cansativo do que em um modelo onde ele falaria durante duas horas, além de permitir maior margem para compreender as melhores formas de aprendizados dos alunos, fato que, entretanto, dificulta o planejamento.

Dentre os alunos, não houve consenso em relação ao esforço empregado na disciplina. Os que concordam que esta exigiu um grande esforço para a realização das atividades apontam que o que foi feito fora de sala de aula, relacionado ao contato com a empresa, exigia esforço por ser realizado fora do horário de aula, exigia maior esforço intelectual para pensar acerca dos problemas e possíveis soluções, além de reuniões com o grupo e possíveis problemas que pudessem surgir no trabalho em equipe. Já os neutros ou que discordam, consideram que o esforço empregado na disciplina é justo, dado que está no penúltimo período do curso, onde muitos estagiam ou trabalham, ou que a disciplina não exigia tanto esforço, o que facilitava a preparação mas também a não priorização da disciplina em momentos de dificuldade. Também foi citado que todos os alunos necessitaram realizar

atividades fora de sala de aula, principalmente para contato com a empresa e escrita do relatório.

Por outro lado, nenhum aluno discordou que a metodologia tenha facilitado seu processo de aprendizagem, sendo destacado como positivo a possibilidade de um contato prático com a empresa e metodologias para inovação, além de ser um método que desperta mais o aluno e possui mais alinhamento com uma disciplina desta área de conhecimento.

d. Engajamento:

O docente ressaltou que, quando a turma possui alunos com maior interesse por métodos ativos de aprendizagem, o engajamento é mais alto, porém, por vezes, alguns grupos mostram maior resistência, sendo estes, no geral, compostos majoritariamente por pessoas que preferem aulas expositivas. Quando estas pessoas não estão concentradas no mesmo grupo, acabam se engajando por conta da animação dos demais membros.

Na avaliação dos alunos, o engajamento da classe atingiu média de 3,2 pontos, o que demonstra certo alinhamento com o que foi ressaltado pelo docente. Todos destacaram que alguns grupos realizaram um bom trabalho com a empresa e que, no início, parte da turma se engajou bem com as discussões dos artigos.

Observando a autoavaliação de engajamento, dois entrevistados consideraram se engajar mais com a disciplina por gostarem bastante do assunto, um aluno disse ter se engajado mais com as partes práticas da disciplina e outros dois citaram que não se engajaram com a disciplina, ambos destacando que estavam com outras prioridades no momento, tanto na faculdade, com disciplinas mais complicadas, tanto no espectro profissional.

e. Desenvolvimento de Competências:

O docente concorda que a disciplina foi importante para o desenvolvimento de competências para a prática de Engenharia, destacando a solução de problemas, criatividade, trabalho em equipe e cooperação, fatores estes também destacados por Barbosa e Moura (2013) como inerentes à prática da ABP.

Dentre os alunos, houve maior concordância de que a disciplina desenvolve competências importantes, seja no âmbito acadêmico, através do contato com artigos

científicos e estudos de caso, seja no âmbito prático, através do contato direto com a empresa, na geração de ideias em momentos de *brainstorming*, além da competência de comunicação, necessária em ambos os pontos anteriores. A única discordância neste tópico veio de um participante que teve problemas com a organização na qual estava realizando o trabalho, o que prejudicou sua experiência com a disciplina, fato este que reverberou em outras categorias de avaliação deste estudo.

f. Extensão:

A disciplina de Gestão da Inovação já pratica a extensão em suas atividades, através do projeto desenvolvido nas empresas do CRITT, portanto o docente avaliou com nota máxima a alternativa relacionada a este tema. Entretanto, ele destaca que, por ser uma disciplina de dois créditos, falta tempo para melhor desenvolvimento destas atividades, sendo impeditivos também o horário da disciplina (ministrada às segundas-feiras, de 21h às 23h) e o engajamento da turma, já tão citado.

Dentre os alunos, quatro consideraram que teriam disposição para a realização de atividades de extensão na disciplina e apenas um discordou do fato. Foi destacado que a experiência na disciplina lhes abriram os olhos para a possibilidade de trabalhar com inovação posteriormente, porém foi ressaltado que é importante que o aluno de fato se engaje para que estas iniciativas funcionem. Um aluno destacou que teria mais interesse se a extensão fosse realizada em empresas maiores e um aluno ressaltou novamente a questão de prioridade como um fator desmotivante, além de que, durante a disciplina, lhe faltou tempo e interesse.

g. Replicabilidade:

Foi destacado pelo docente que, em disciplinas organizacionais, focadas em gestão, a metodologia trabalhada é mais aplicável. Na visão dos alunos, a maioria ressaltou que em todas as disciplinas específicas do curso seria possível e interessante incluir alguma visão prática acerca do conteúdo. Um respondente citou que muitas vezes se tem contato com a prática apenas em Empresas Juniores ou no estágio, mas que é possível chegar mais preparado lá. Além disso, foi destacado que é possível haver maior limitação nessa replicabilidade em disciplinas com foco mais industrial, dado que uma indústria não pode parar para atender aos alunos e é difícil acessar pessoas estratégicas na hierarquia para uma conversa.

h. Satisfação:

O docente posicionou-se com neutralidade em termos de recomendar esta metodologia para outros docentes. Como positivo, foi destacada a possibilidade de novas descobertas serem feitas nas disciplinas, por conta da contribuição dos alunos. Dentre os pontos negativos, destacou-se que o processo pode ser extremamente frustrante, dada a dificuldade para planejamento e avaliação de resultados. Com este esforço, espera-se um resultado melhor, mas esse não vem quando a turma não se engaja. Villas-Boas *et al.* (2011) destacam que a ABP exige intensa flexibilidade, por ser um processo caótico e desorganizado em alguns momentos, o que amplia o desafio na execução.

Dentre os alunos, o NPS da metodologia foi de 80%, com quatro alunos promotores e um aluno neutro. Avaliando a percepção de aprendizado dos alunos com a disciplina, alguns fatores ressaltados mostram que os alunos já tinham certo conhecimento de alguns dos conteúdos apresentados, que foram vistos em outras experiências, o que gerava uma expectativa de maior aprendizado por parte destes e, como viam que aprenderiam as mesmas coisas novamente, de forma simples, havia uma quebra de expectativas. Nesse sentido, é válido ressaltar a necessidade da significância do problema trabalhado e a forma de abordagem como um fator crítico de sucesso da ABP (VILLAS-BOAS *et al.,* 2011).

Por outro lado, dois respondentes citaram que esta disciplina foi importante em suas aprovações em processos seletivos de bolsa/estágio posteriormente. Um ponto relevante foi que todos os respondentes citaram, em algum momento, que estavam envolvidos em alguma atividade extracurricular no momento, sendo Empresas Juniores, Bolsa (no próprio CRITT) ou estágio.

Por fim, pontos positivos destacados pelos alunos giraram em torno da possibilidade de visualizar na prática o conteúdo aprendido e o esforço do docente em apoiar os alunos e fazer da metodologia uma boa experiência a todos. Dentre os pontos de melhoria ainda não destacados, foi ressaltado que a disciplina possui uma carga horária curta para a prática das atividades propostas e que muitos conteúdos são apresentados, mais do que realmente pode ser abarcado pelos créditos alocados à disciplina. Além disso, foi destacado que poderiam ser

coletadas opiniões dos alunos durante o semestre sobre o andamento da disciplina, bem como quais temas eles consideram significativos para maior aprofundamento.

5.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com base nos insumos coletados através das entrevistas, pode-se perceber que não existe o uso predominante de apenas uma metodologia dentre as disciplinas, sendo possível observar a traços de mais de uma MA em três delas, destacando-se a maior presença de SAI e ABP. Quando observa-se as estratégias de ensino adotadas em toda a Engenharia os resultados são distintos, pois 71,55% dos docentes usam pouco ou não utilizam a Sala de Aula Invertida (NÚCLEO FOCO, 2020).

Entretanto, os docentes das disciplinas analisadas demonstraram que o objetivo principal da aplicação está voltado a desenvolver um ambiente participativo e de maior aprendizagem em sala de aula, independentemente da MA praticada, o que demonstra a flexibilidade da aprendizagem ativa e seu objetivo, descrito por Villas-Boas *et al.* (2011): atribuir maior significado às atividades, permitindo maior relacionamento do conhecimento aprendido com a realidade, desenvolver competências nos alunos e complementar a formação profissional dos mesmos.

Quando observam-se os resultados do DPD, também percebe-se que existe um número significativo de docentes na Faculdade de Engenharia que podem fazer uso de MAs de forma não intencional (33,9%), ou seja, buscam esse objetivo mas não tem ciência de que, para tal, estão praticando MAs (NÚCLEO FOCO, 2020).

As principais formas de execução das disciplinas evidenciaram, conforme relatado pelos entrevistados, a utilização de estudos de caso, fornecidos aos alunos para estudo prévio e posterior discussão em sala de aula, vídeos que buscam trazer maior aproximação do conteúdo com o contexto externo, o trabalho em equipe, tanto para debates quanto para o desenvolvimento de seminários, além da necessidade de aulas expositivas com slides, o que demonstra que a aprendizagem ativa e o método tradicional não estão em extremos opostos, mas sim podem se complementar no sentido de propiciar uma melhor experiência de ensino-aprendizagem para docentes e discentes.

A seguir, segue a avaliação geral dos critérios específicos avaliados em cada disciplina deste estudo:

a. Esforço empregado e praticidade

Quando observa-se o esforço empregado e a praticidade em uma perspectiva geral, os docentes consideraram que ministrar aulas em um modelo ativo faz com que o aluno trabalhe mais e, por consequência, o docente trabalhe na mesma medida, acompanhando os caminhos de aprendizagem que a turma segue e fazendo ajustes de rota quando necessário. Associado a isso, um desafio levantado pela maioria dos professores foi a necessidade de atualizar seu conteúdo para se ajustar ao contexto atual, um dos grandes desafios também trazidos pelas DCNs, na formação de um engenheiro globalizado, atualizado acerca dos aspectos que influenciam seu trabalho diariamente (CNE/CES, 2019).

Esse esforço também é observado no cenário da Engenharia como um todo. O DPD demonstra que 86% dos docentes participantes consideram que a utilização de MAs exige maior esforço (NÚCLEO FOCO, 2020). É importante ressaltar que, apesar dos desafios e menor comodidade em ministrar aulas ativas, os docentes destacaram se sentir mais motivados com esse modelo, tanto no estudo desenvolvido nesta monografia quanto nos resultados do DPD.

Quanto aos alunos, o esforço associado às disciplinas relaciona-se muito à necessidade de realização de atividades fora do horário de aula, mas que, no geral, o esforço empregado era aceitável. Este aspecto gera um impasse, dado que as DCNs propõem a redução do tempo em sala de aula, o que, por consequência, aumentaria o tempo de atividades extraclasses (CNE/CES, 2019).

Em termos de praticidade, os alunos consideraram que o método permitiu que eles aprendessem de melhor forma, destacando-se a proximidade com a prática, a cadência de entregas exigidas, que faziam que os mesmos sempre estivessem estudando. Entretanto, neste tópico, foi citado pela primeira vez um complexo desafio de duas das disciplinas participantes deste estudo: segundo os alunos, algumas entregas podem ser feitas com baixo nível de dedicação, o que faz com o que o aluno não priorize a disciplina e, ainda assim, receba notas boas em seus entregáveis.

Michealsen e Sweet (2008) destacam a necessidade de exposição do aluno a uma situação significativa, como um problema real, de maior complexidade e associado à realidade do curso. Entretanto, ainda assim algumas experiências não alcançam pleno êxito, mesmo seguindo estes passos, tal como a experiência de implementação da ABP na EPUSP, descrita por Villas-Boas *et al.* (2011).

b. Engajamento

De maneira semelhante ao tópico anterior, as discussões de engajamento da turma tiveram grande foco na prioridade dada por alguns alunos à disciplina. Foi citado pelos próprios discentes que alguns alunos não se dedicavam às atividades, cumprindo apenas suas obrigações para serem aprovados. Dentre os alunos que se auto-avaliaram neste grupo, considerando seu engajamento abaixo da média da turma, foi ressaltado que estavam com outras prioridades no momento, dentre as quais se destacam a realização de estágio, participação em segmentos e a realização de disciplinas difíceis concomitantemente.

No geral, foi unânime entre docentes e discentes que até metade da turma se engaja com a maioria das atividades e parte se engaja de acordo com o interesse no assunto. Este resultado também se refletiu nos resultados do DPD, onde 53% dos docentes consideram que os alunos se engajam bem com a disciplina, entretanto 30% não percebem mudança no engajamento da turma (NÚCLEO FOCO, 2020).

Neste tópico, outros fatores foram observados como relevantes para o engajamento da turma, segundo os alunos, como o carisma do professor e a melhor adaptação à proposta de aula do mesmo, alguns não gostando do modelo ativo e outros não se sentindo confortáveis com a forma que o docente busca a participação do aluno. Este tópico demonstra a importância da compreensão do perfil da turma, seus interesses e forma de trabalho para seu engajamento.

c. Desenvolvimento de Competências

Os discentes puderam notar nas atividades realizadas as seguintes competências: análise crítica de um contexto, síntese de ideias, capacidade de argumentação e desenvolvimento de soluções, trabalho em equipe, criatividade e comunicação. Estas

competências estão presentes na Taxonomia de Bloom, apresentada na experiência de Peña (2018), na aplicação da SAI, reforçando a presença desta MA nas disciplinas deste estudo.

Percebe-se que as competências citadas por docentes e discentes no estudo compõem as que são necessárias para a formação do Engenheiro, de acordo com as DCNs (CNE/CES, 2019), o que é extremamente positivo para o curso. No entanto, alguns comentários de alunos ressaltam que ainda são necessárias mais atividades que permitam maior aproximação com a prática do curso. No DPD, 74% dos docentes participantes consideram que as MAs são importantes para o desenvolvimento de competências para a prática de Engenharia, reforçando a visão já observada dentre as disciplinas que compõem este estudo (NÚCLEO FOCO, 2020).

d. Extensão

Dentre a reformulação do Plano Pedagógico de Curso (PPC), uma das ações destacadas para o alcance do perfil do egresso descrito é a relação empresa-escola (CNE/CES, 2019), de forma a gerar maior aproximação com a prática. Dessa forma, foi adicionado o tópico relacionado "extensão" nos questionários aplicados.

Percebe-se, por meio dos relatos de docentes e discentes, que existem grandes desafios a serem superados para a sua aplicação de forma eficaz. Um limitante unânime entre alunos e professores é o tempo, dado que uma atividade de extensão pode exigir muito tempo para sua preparação, gestão e execução, isso no cenário de um curso noturno, onde, durante o dia, os alunos geralmente estão em um estágio ou envolvidos com segmentos, podendo não priorizar a participação nestas atividades. O que observa-se no ambiente da faculdade de Engenharia, de acordo com o DPD, é que 60,5% dos participantes utilizam pouco ou nunca utilizaram a extensão como estratégia de ensino (NÚCLEO FOCO, 2020).

Nesse sentido, reforça-se a importância de saídas já citadas neste trabalho por docentes e discentes, como o desenvolvimento de uma disciplina integradora, focada no desenvolvimento de um projeto de extensão, bem como a maior divulgação e abertura de vagas para os alunos nos projetos que os professores já estão envolvidos atualmente, explorando o potencial observado neste levantamento: os alunos que possuem interesse em prosseguir para a área do projeto desenvolvido pelo professor citaram que se engajariam e

dariam prioridade a esta atividade, fato que reforça o desafio de implementação destas práticas, dado os relatos de alunos que não priorizariam atividades fora do horário de aula, enquanto outros citaram que se engajariam.

e. Replicabilidade

Em termos de replicabilidade das metodologias utilizadas pelas disciplinas deste levantamento para outras no curso, docentes e discentes destacaram que estes métodos podem ser praticados em quaisquer disciplinas específicas da Engenharia de Produção, com maior destaque para as disciplinas mais teóricas. No entanto, até mesmo as que envolvem maior necessidade de cálculos foram consideradas aptas a aplicar, com adaptações, as técnicas praticadas pelas disciplinas deste estudo. Conforme citado no início desta seção, a aplicação de MAs não deve ser vista como algo engessado, pois elas permitem a mescla de diversos métodos e podem até mesmo estar presentes em aulas expositivas, desde que o foco de aprendizagem esteja no aluno.

De acordo com Barbosa e Moura (2013), não se trata apenas de utilizar uma metodologia por ser inovadora ou porque promete resultados superiores. Com base nos relatos dos entrevistados é possível observar que toda disciplina é capaz de ter uma pequena atividade que pode tornar-se ativa e que, nesta transição, não é necessário que todo o escopo da disciplina seja alterado e métodos tradicionais sejam descartados. "Aulas expositivas (como as famosas *lectures* utilizadas em outros países) também tem sua função específica que é preciso identificar e explorar (BARBOSA E MOURA, p. 65, 2013)".

f. Satisfação

Por fim, observando-se a satisfação de docentes e discentes com a prática de metodologias de ensino-aprendizagem ativas, foi relatado que o método permite maior consolidação do conhecimento por parte do aluno, fazendo com que ele se aproprie deste conhecimento. Além disso, foi destacado como positivo o maior engajamento da turma, mesmo que este ainda não seja o ideal, pois observa-se que é superior e de maior qualidade ao engajamento em aulas puramente expositivas. Como pontos de melhoria, foi destacado pelos docentes e discentes a importância de deixar claro o objetivo da disciplina e desenvolver uma

abordagem estruturada para avaliação, entrega das atividades e alinhamento das mesmas com os objetivos de aprendizagem.

Todos os desafios apresentados também demonstram a necessidade de uma mudança cultural para o desenvolvimento da aprendizagem ativa, de forma que os alunos estejam preparados para esta maior responsabilidade, compreendendo que resultados superiores de aprendizagem exigem maior dedicação e prioridade dos mesmos, bem como horas complementares de dedicação extraclasse, dedicadas a análise, contextualização e prática dos conteúdos aprendidos, bem como a aquisição de novos conhecimentos.

Na perspectiva docente, 74,3% dos participantes do DPD não participam de cursos ou eventos de capacitação e 89% declararam não ter formação acadêmica específica em áreas relacionadas a pedagogia, docência, educação ou práticas de ensino e aprendizagem. Além disso, 84,4% sentem alguma falta de ter mais conhecimento em técnicas e ferramentas para o ensino e aprendizagem (NÚCLEO FOCO, 2020), o que demonstra a importância do programa de formação e desenvolvimento constante de docentes, trazido nas novas DCNs (CNE/CES, 2019).

6. CONCLUSÕES

O presente trabalho realizou um levantamento de informações acerca da aplicação de MAs nas disciplinas de Engenharia de Sustentabilidade I, Engenharia de Produto II, Processos Produtivos em Engenharia de Produção e Gestão da Inovação, que fazem parte do currículo do curso de Engenharia de Produção da UFJF. Com base nas informações deste levantamento, somados aos resultados disponíveis em domínio público do Diagnóstico de Prática Docente e ao referencial teórico deste estudo, foi realizada uma análise dos insumos que permitiu observar alguns desafios na prática da aprendizagem ativa no curso, apontados abaixo.

Percebeu-se que, dentre as disciplinas analisadas, não há a dominância de uma MA específica, havendo a mescla entre diferentes práticas de aprendizagem ativa e a ministração de aulas expositivas, o que reforça estas abordagens não necessariamente competem entre si e que não é necessária uma mudança abrupta no escopo de uma disciplina para a implementação da aprendizagem ativa.

Além disso, apesar de o curso já possuir o papel de formar Engenheiros com o perfil destacado pelas DCNs (CNE/CES, 2019), os caminhos devem ser atualizados no sentido de buscar novas práticas de aprendizagem ativa, dado que os alunos participantes deste estudo relataram a necessidade e importância de discussão de assuntos mais contextuais em sala de aula, fato que foi destacado pelos professores como fonte de considerável esforço, tanto na busca de novas informações, quanto na condução de discussões em sala.

Também reforça-se o desafio relacionado à mudança de cultura exigida para maior adoção da aprendizagem ativa na educação. Villas-Boas *et al.* (2011) destaca que "o uso de estratégias de aprendizagem ativa passa por um desafio que é a necessidade de mudança de atitude do estudante frente ao compromisso da aprendizagem" (p. 60). Conforme relatado por um docente participante deste estudo, é necessário que o aluno tenha contato com a aprendizagem ativa desde a educação básica.

Um último desafio latente, observado neste estudo, está relacionado aos critérios de avaliação da aprendizagem, bem como o nível de cobrança e dificuldade associada à mesma. Nas disciplinas analisadas, foi citado repetidas vezes a questão de prioridade do aluno em relação às atividades. Muitos alunos sentiram que a disciplina não oferecia um desafio grande

o suficiente para que ele a priorizasse, frente às suas outras atividades. Os fatores que influenciam esta priorização, tais como a participação em segmentos, o nível de dificuldade de outras disciplinas e das próprias que aplicam MAs, dentre outros, são recomendações de estudos para outros trabalhos.

Este estudo destacou que os alunos desejam que mais práticas ativas sejam realizadas, porém foi percebido que muitos não priorizam as disciplinas que as praticam em prol de outras atividades extracurriculares, ou então consideram que as atividades extraclasse exigidas pelas MAs geram um alto esforço. Estes fatos reforçam a importância do desenvolvimento de um Projeto Pedagógico de Curso que possa integrar todas as oportunidades de aprendizado dos alunos ao longo do curso (segmentos, projetos de extensão, iniciação científica, PET, GET, estágios, disciplinas, dentre outros) e que este seja transparente aos alunos, para maior conhecimento e compreensão.

Apesar destes desafios, recomenda-se para outros estudos o prosseguimento na sugestão apresentada por docentes e discentes participantes deste trabalho, de desenvolver uma disciplina voltada à prática interdisciplinar da aprendizagem ativa, por meio de um projeto de extensão, que pode ajudar a solucionar os desafios relacionados à estruturação e a geração de compromisso e prioridade dos participantes nestas atividades.

Os resultados observados demonstram que ainda há um caminho a ser percorrido na aplicação da aprendizagem ativa no curso, passando de um nível de ações pontuais, conforme destacado por Pinto e Casagrande (2020), para o patamar de um plano pedagógico consolidado, que envolva todo o curso. Entretanto, a satisfação geral de discentes e docentes participantes deste estudo com a aplicação de MAs, bem como os resultados citados no desenvolvimento de competências para a prática de Engenharia, demonstram que um bom caminho está sendo trilhado.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA (ABEPRO). **Engenharia de Produção: Grande área e diretrizes curriculares.** 2001. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/Ref_curriculares_ABEPRO.pdf>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA (ABEPRO). **Referências de conteúdos da Engenharia de Produção.** 2008. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/interna.asp?m=424&s=1&c=362>

AGUIAR, J. O. G. **Mudança conceitual em sala de aula: o ensino de ciências numa perspectiva construtivista**. 1995. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Cefet-MG, Belo Horizonte, 1995.

ARAÚJO, U. F.; ARANTES, V. A.; FONSECA FILHO, H.. **Ensino de Sensoriamento Remoto através da Aprendizagem Baseada em Problemas e Por Projetos: uma proposta metodológica.** XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais. INPE, v. 1, p. 2365-2371, 2009.

BACCEGA, M. A.; GUIMARÃES, M. O. **Da comunicação à educação: a importância dos estudos de recepção**. Comunicação & educação, Ano XI, Número 3, set/dez 2006.

BARBOSA, E. F..; MOURA, D. G. **Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica**. Boletim Técnico do Senac, v. 39, n. 2, p. 48-67, 19 ago. 2013.

BLOOM, B. S. et al. **Taxonomy of educational objectives.** New York: David Mckay, 1956. 262 p. (v. 1).

BOLLELA, V. R.; SENGER, M. H.; TOURINHO, F. S. V.; AMARAL, E. **Aprendizagem baseada em equipes: da teoria à prática.** Simpósio: Tópicos fundamentais para a formação e o desenvolvimento docente para professores dos cursos da área da saúde, Medicina (Ribeirão Preto). Cap. 7, 47 (3), p. 293-300, 2014.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Documento de apoio à implantação das DCNs do curso de graduação em engenharia.** Confederação Nacional da Indústria, Serviço Social da Indústria, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Instituto

Euvaldo Lodi, Conselho Nacional de Educação, Associação Brasileira de Educação em Engenharia, Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Brasília, 2020.

CROUCH, C. H., WATKINS, J., FAGEN, A. P., MAZUR, E. **Peer instruction: Engaging students one-on-one, all at once**. Research-based reform of university physics, v. 1, n. 1, p. 40-95, 2007.

DURAND, T. **L'alchimie de la compétence**. Revue Française de Gestion, n. 127, p. 84-102, jan./fev. 2000.

FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. **Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais.** Gestão e Produção, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

GIL, A. C.; **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1991.

KROL, M. W., DE BOER, D., DELNOIJ, D. M., RADEMAKERS, J. J. **The Net Promoter Score–an asset to patient experience surveys?**. Health Expectations, v. 18, n. 6, p. 3099-3109, 2015.

MAASTRICHT UNIVERSITY. **Problem-Based Learning**. Netherlands: Maastricht University, ([201-]). Disponível em: https://www.maastrichtuniversity.nl/education/why-um/problem-based-learning. Acesso em: 19 mai. 2020.

MANZINI, E.J. **A entrevista na pesquisa social.** Didática, São Paulo, v. 26/27, p. 149-158, 1990/1991.

MANZINI, E. J. **Considerações sobre a elaboração de roteiro para entrevista semi-estruturada.** Colóquios sobre pesquisa em educação especial. Londrina: Eduel, v. 2010, 2003.

MEC/CNE/CES, Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002. **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. Diário Oficial da União, Brasília, 09 de abril de 2002, seção 1, p. 32.

MEC/CNE/CES, Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019. **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. Diário Oficial da União, Brasília, 26 de abril de 2019, seção 1, p. 43.

MICHAELSEN, L. K.; SWEET, M. **The essential elements of team-based learning.** New Directions for Teaching and Learning, nº 116, 1-99. 2008.

NAJDANOVIC-VISAK, V. **Team-based learning for first year engineering students.** Education for Chemical Engineers, Elsevier, v. 18, p.26-34. 2016.

NÚCLEO FOCO. Núcleo de Formação Continuada da Faculdade de Engenharia, c2020. Diagnóstico de Atuação Docente. Disponível em: <https://www.ufjf.br/nucleofoco/planejamento/diagnostico-de-atuacao-docente/>. Acesso em: 22 de jan. de 2021.

OLIVEIRA, V. F. **A avaliação dos cursos de engenharia.** Revista Gestão Industrial, v. 01, n. 03, p. 001-012, 2005.

PAVANELO, E.; LIMA, R. **Sala de aula invertida: a análise de uma experiência na disciplina de Cálculo I.** Bolema, Rio Claro , v. 31, n. 58, p. 739-759, Agosto, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-636X2017000200739&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 01 Jul 2020.

PEÑA, J. R. Q.; OLIVEIRA, J. W. C.; NETO, M. L. C.; RODRIGUES, L. H. N. **Metodologias ativas na educação de instrumentação eletrônica utilizando plataforma de instrumentação virtuais com base em LABVIEW e ELVIS II.** Congresso Internacional de Educação e Tecnologias/Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância. 2018.

PINTO, D. P.; CASAGRANDE, C. G. **Diretrizes Curriculares Nacionais: comentários gerais e acompanhamento da implantação na Universidade Federal de Juiz de Fora.** XLVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia e III Simpósio Internacional de Educação em Engenharia da ABENGE. 2020.

SILVA, M. M.; ONOFRIO, L. G. B.; CASSETTARI, E. C. **Os novos desafios para a formação do Engenheiro de Produção.** XXXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Santos-SP, 2019.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Laboratório de Ensino à Distância. UFSC. 3 ed. rev. atual. 2001.

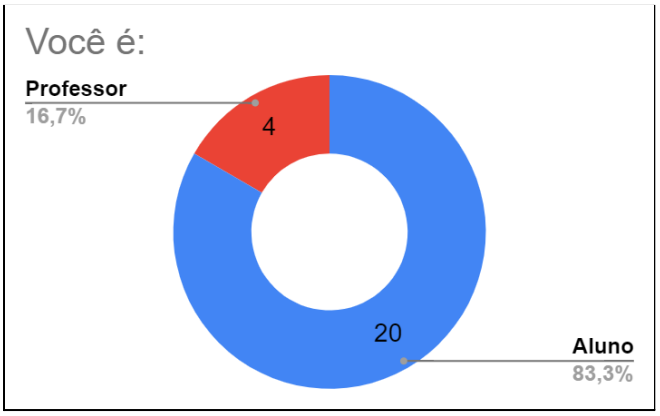
VALENTE, J. A. A. **Comunicação e a Educação Baseada no uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação**. UNIFESO: Humanas e Sociais, Teresópolis, v. 1, n. 1, p. 141–166, 2014. Disponível em: http://www.revistasunifeso.filoinfo.net/index.php/revistaunifesohumanasesociais/article/view/17. Acesso em: 12 mai. 2020.

VILLAS-BOAS, Valquíria; NETO, O. M. **Aprendizagem ativa na educação em engenharia**. In: XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Sessão Dirigida, Blumenau/SC. 2011.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo, Martins, Fontes, 1991.

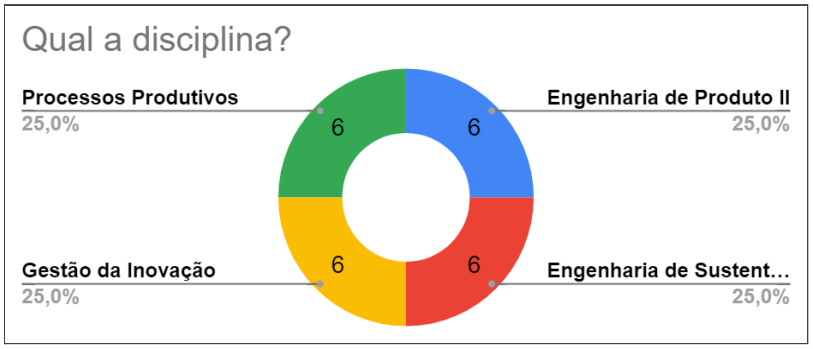
ANEXO A - RESULTADOS QUANTITATIVOS DAS PESQUISAS SEMIESTRUTURADAS

Gráfico 1 - Identificação dos respondentes



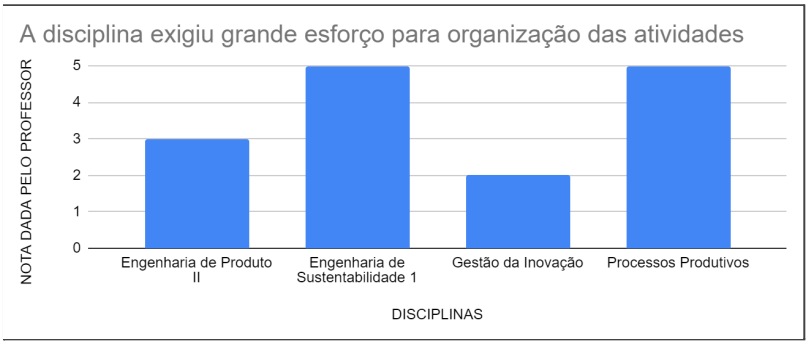
Fonte: autoria própria (2021)

Gráfico 2: Identificação da disciplina que o respondente representa



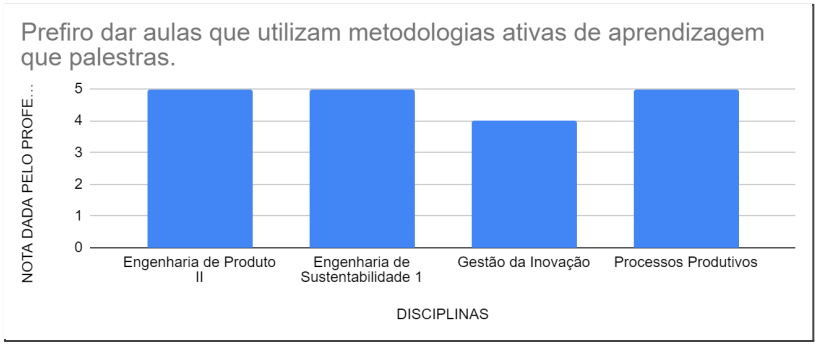
Fonte: autoria própria (2021)

Gráfico 3 - Respostas da afirmativa: "A disciplina exigiu grande esforço para a organização das atividades" (professores)



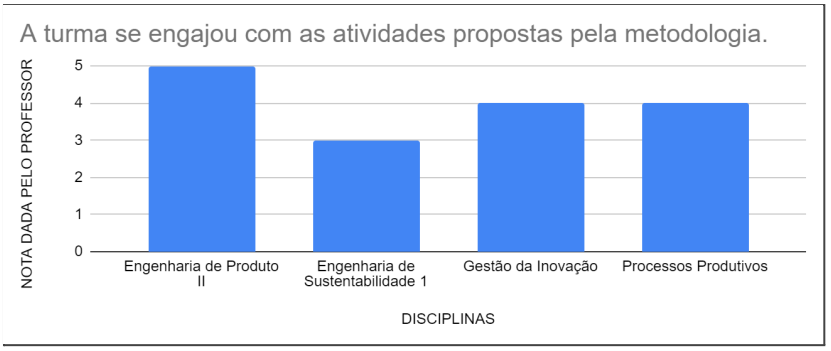
Fonte: autoria própria (2021)

Gráfico 4 - Respostas da afirmativa: "Prefiro dar aulas que utilizam metodologias ativas de aprendizagem que palestras"



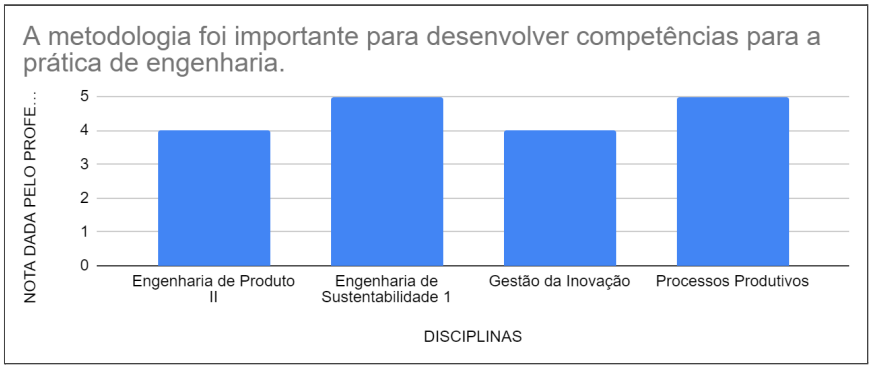
Fonte: autoria própria (2021)

Gráfico 5 - Respostas da afirmativa: "A turma se engajou com as atividades propostas pela metodologia" (professores)



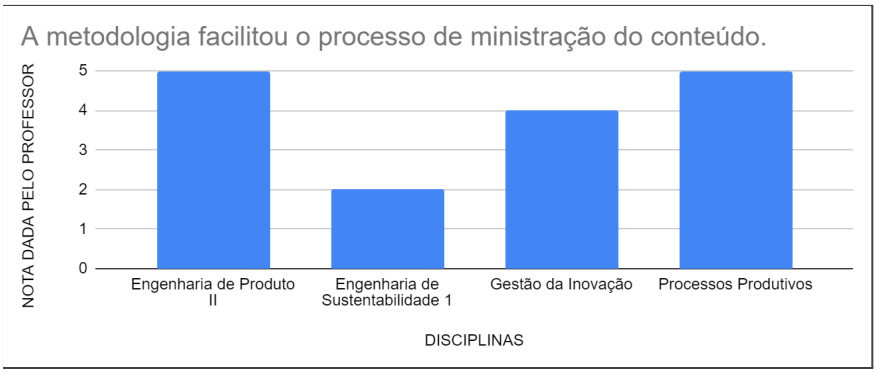
Fonte: autoria própria (2021)

Gráfico 6 - Respostas da afirmativa: "A metodologia foi importante para desenvolver competências para a prática de Engenharia" (professores)



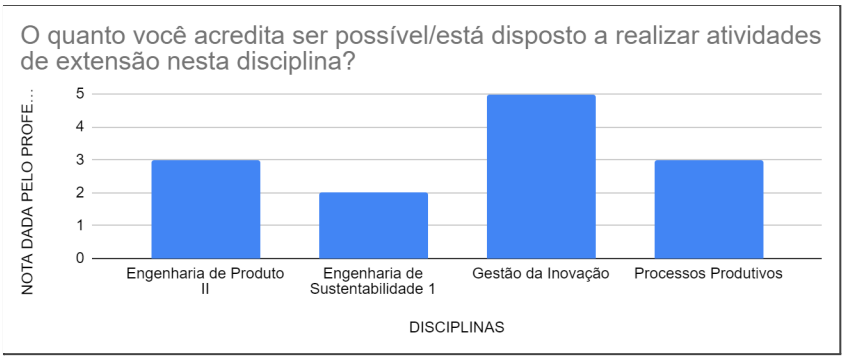
Fonte: autoria própria (2021)

Gráfico 7 - Respostas da afirmativa: "A metodologia facilitou o processo de ministração do conteúdo"



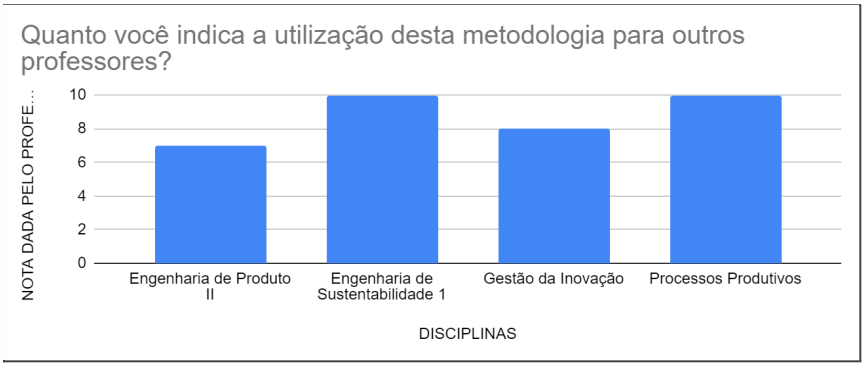
Fonte: autoria própria (2021)

Gráfico 8 - Respostas da pergunta: "O quanto você acredita ser possível/está disposto a realizar atividades de extensão nessa disciplina?" (professores)



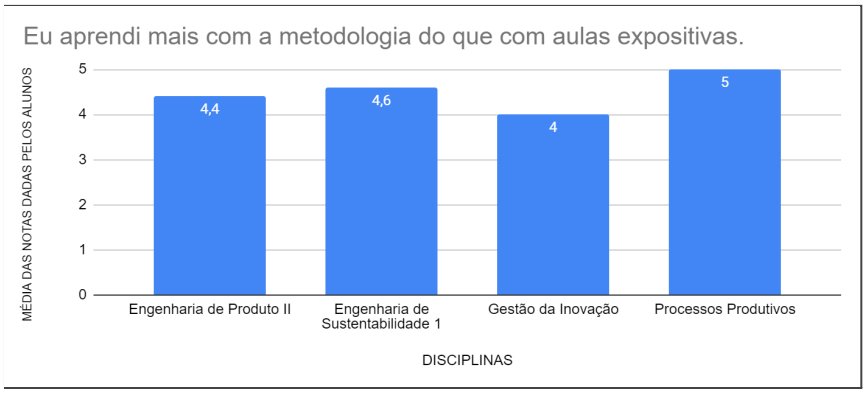
Fonte: autoria própria (2021)

Gráfico 9 - Respostas da pergunta: "Quanto você indica a utilização desta metodologia para outros professores?"



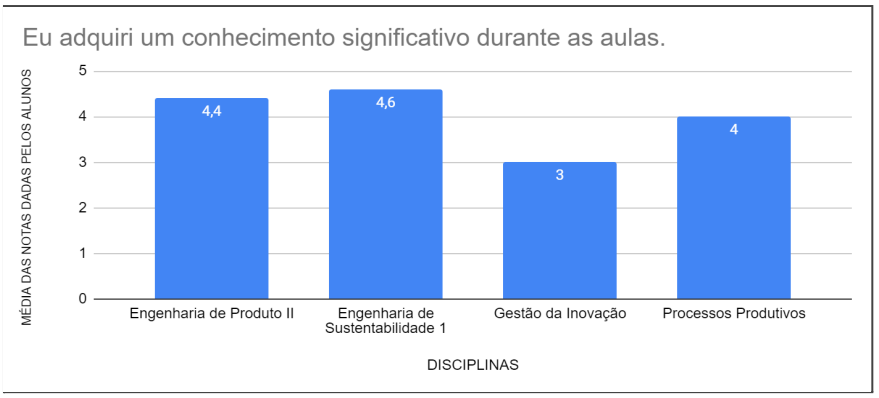
Fonte: autoria própria (2021)

Gráfico 10 - Respostas da afirmativa: “Eu aprendi mais com a metodologia que com aulas expositivas”



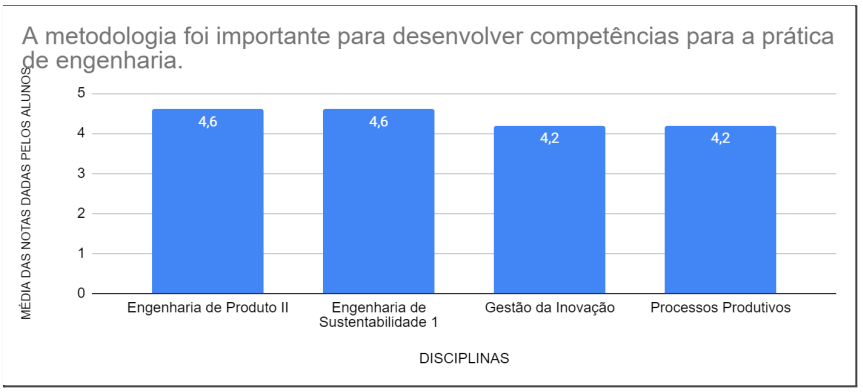
Fonte: autoria própria (2021)

Gráfico 11 - Respostas da afirmativa: “Eu adquiri um conhecimento significativo durante as aulas”



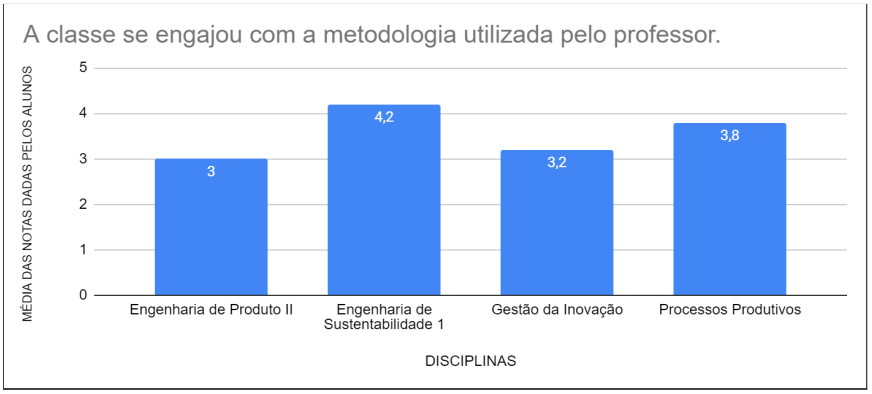
Fonte: autoria própria (2021)

Gráfico 12 - Respostas da afirmativa: “A metodologia foi importante para desenvolver competências para a prática da engenharia” (alunos)



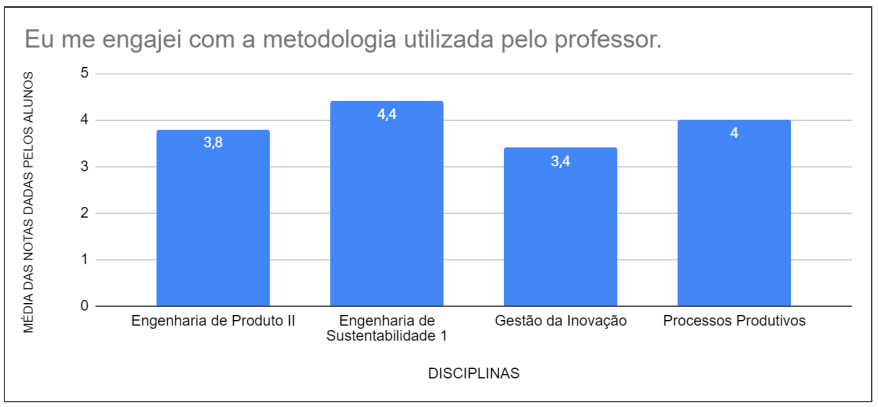
Fonte: autoria própria (2021)

Gráfico 13 - Respostas da afirmativa: "A classe se engajou com a metodologia utilizada pelo professor" (alunos)



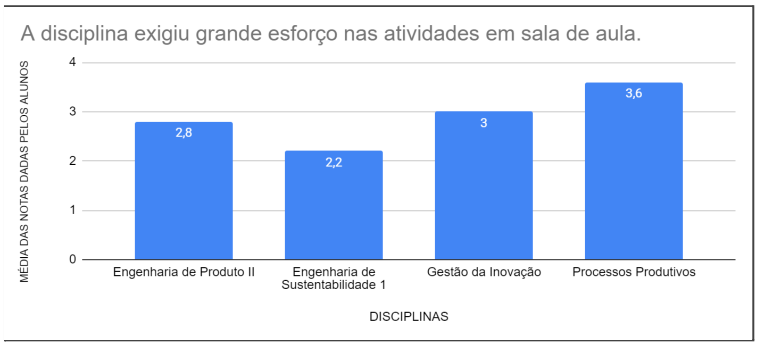
Fonte: autoria própria (2021)

Gráfico 14 - Respostas da afirmativa: "Eu me engajei com a metodologia utilizada pelo professor"



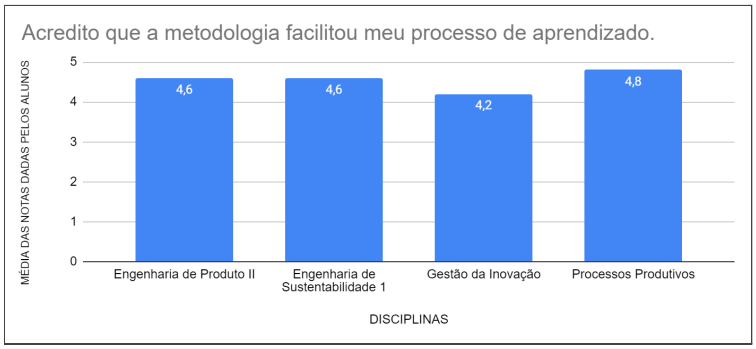
Fonte: autoria própria (2021)

Gráfico 15 - Respostas da afirmativa: "A disciplina exigiu grande esforço nas atividades em sala de aula"



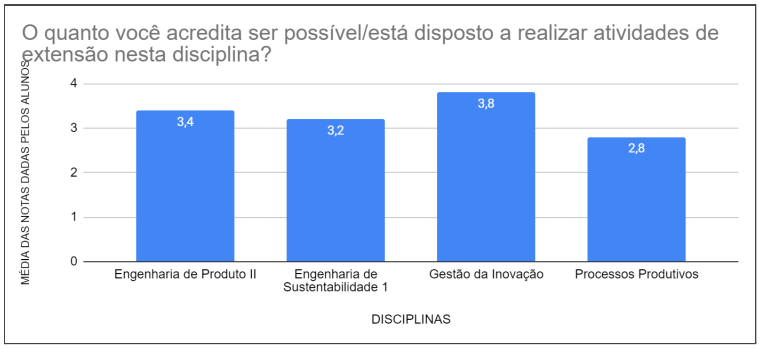
Fonte: autoria própria (2021)

Gráfico 16 - Respostas da afirmativa: "Acredito que a metodologia facilitou meu processo de aprendizado"



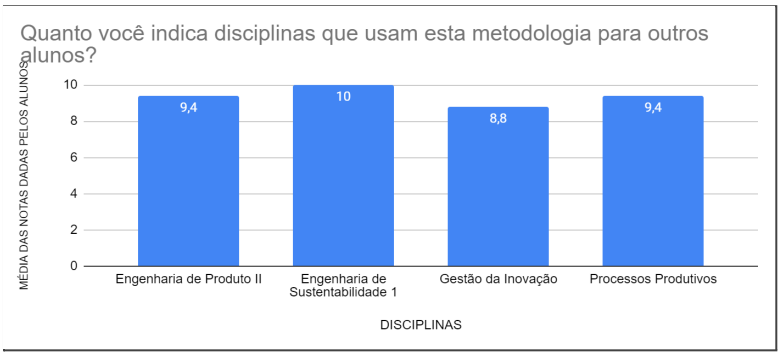
Fonte: autoria própria (2021)

Gráfico 17 - Respostas da pergunta: "O quanto você acredita ser possível/está disposto a realizar atividades de extensão nesta disciplina?"



Fonte: autoria própria (2021)

Gráfico 18 - Respostas da pergunta: "Quanto você indica disciplinas que usam esta metodologia para outros alunos?"



Fonte: autoria própria (2021)

ANEXO B - TERMO DE AUTENTICIDADE

TERMO DE AUTENTICIDADE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.
Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.
Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral[1] e criminais previstas no Código Penal[2], além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, 02 de Março de 2021.

Gabriel Eduardo de Araújo Silva	201649014
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)	Matrícula
Gabriel E. A. Silva	12300890631
ASSINATURA	CPF

[1] LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.
[2] Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena - detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.

Digitalizada com CamScanner