

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA - FEMEC

VICTOR NUNES DE SOUZA

MICHELLE SANTOS VITAL

**ESTUDO SOBRE AS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM E AVALIAÇÃO DA
APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO NA DISCIPLINA DE
MECÂNICA DOS FLUIDOS I**

UBERLÂNDIA, MG

2023

VICTOR NUNES DE SOUZA

MICHELLE SANTOS VITAL

**ESTUDO SOBRE AS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM E AVALIAÇÃO DA
APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO NA DISCIPLINA DE
MECÂNICA DOS FLUIDOS I**

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido na graduação de Bacharelado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia Mecânica - FEMEC da Universidade Federal de Uberlândia, como sendo um requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientadora Prof^a. Dr^a. Ana Marta de Souza

UBERLÂNDIA, MG

2023

VICTOR NUNES DE SOUZA, MICHELLE SANTOS VITAL

**ESTUDO SOBRE AS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM E AVALIAÇÃO DA
APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO NA DISCIPLINA DE
MECÂNICA DOS FLUIDOS I**

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido na graduação de Bacharelado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia Mecânica - FEMEC da Universidade Federal de Uberlândia, como sendo um requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Banca examinadora:

Prof.^a. Dr.^a Ana Marta de Souza (Orientadora), UFU/MG

Prof. Dr. Edson Pereira Parreira, UFU/MG

Avaliador(a) 3

UBERLÂNDIA, 01 de fevereiro de 2023

AGRADECIMENTOS

Aos nossos pais, Giane Gonzaga de Souza e Reginaldo Nunes de Oliveira, Keila dos Santos Vital e Abadio José Vital, por todo o suporte, carinho e paciência durante toda a jornada da graduação e de toda a vida. Somos gratos por todo o carinho e apoio para que chegássemos neste lugar. À toda nossa família por acreditar em nossos sonhos e por toda a orientação de vida.

À professora doutora Ana Marta de Souza pela orientação do trabalho com toda a calma, tranquilidade e expertise de seus anos de experiência como professora e, especialmente, professora da disciplina de Mecânica dos Fluidos 1, tema de estudo deste trabalho.

À Universidade Federal de Uberlândia, por oferecer uma estrutura propícia para o nosso desenvolvimento pessoal, profissional e humano, além de nos agradecer com a oportunidade de cursar um dos melhores cursos de graduação em Engenharia Mecânica do país.

À Faculdade de Engenharia Mecânica por toda a trajetória e pelo ótimo trabalho realizado na formação de Engenheiros e Engenheiras e aos seus docentes, profissionais altamente capacitados e que nos moldaram como profissionais da Engenharia e nos proporcionou grande crescimento cultural e pessoal.

Aos nossos grandes amigos de curso que nos acolheram e tornaram a jornada da graduação divertida e leve, além de nos permitir trocar conhecimentos ao longo de todos os anos de estudo.

A todos os respondentes do questionário online, que tanto nos ajudou a entender e propor melhorias acerca das metodologias utilizadas na disciplina. Aos amigos Eduardo Apolinário Lopes e Arthur Reis Bello por toda a ajuda na divulgação do formulário.

Este trabalho é dedicado a todos que nos apoiaram e acreditaram em nossos sonhos e objetivos. Muito obrigado!

RESUMO

Para acompanhar a evolução do profissional de Engenharia, sente-se a necessidade de que os cursos de graduação em Engenharia acompanhem as mudanças do meio em que os profissionais se inserem. Tal evolução pode ser conquistada por meio de reformas educacionais que visam quebrar os paradigmas do currículo conservador e partir para caminhos que eduquem os estudantes de maneira atualizada e compatível com os desafios do mundo tecnológico. A evasão evidencia diversos problemas que envolvem a trajetória dos discentes, como o aniquilamento do sentimento de turma por conta das inúmeras diferenças entre os estudantes e seus ritmos de estudos, falta de perspectiva no mercado, reprovações consecutivas e frequentes e dificuldade de adaptação às aulas e a organização da estrutura universitária. As metodologias ativas são alternativas para que o ensino dentro e fora de sala de aula seja otimizado e as barreiras e dificuldades sejam eliminadas, fazendo frente à transformação do ensino tradicional para um modelo que se relaciona entre conhecimentos e habilidades, sejam elas cognitivas ou interpessoais. Esse trabalho tem como foco a análise, na perspectiva discente, das principais dificuldades enfrentadas pelos estudantes ao cursar a disciplina de Mecânica dos Fluidos 1 nos cursos de graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEMEC) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e, também, analisar e entender os resultados da aplicação de metodologias ativas nessa disciplina. Para criar uma conexão direta com os discentes, realizou-se a coleta das respostas dos estudantes por meio de um formulário construído e divulgado na plataforma Google Formulários, nos moldes de uma pesquisa do tipo *survey* descritiva. Através dos resultados, observou-se que 86,6% dos estudantes respondentes consideram a metodologia de ensino aplicada pela professora eficaz e, até mesmo, muito eficaz. Os resultados de desempenho da turma do semestre 2021/2, quando comparados ao semestre 2019/2, são consideravelmente melhores, com foco especial à queda do número de reprovações (-100%), desistências (-75%) e trancamentos (-100%), bem como no aumento da média de notas da turma (+13,59%), evidenciando uma boa resposta à condução da disciplina.

ABSTRACT

In order to follow the evolution of the Engineering professional, there is a need for the initiation courses in Engineering to follow the changes in the environment in which the professionals are inserted. Such an evolution can be achieved through educational reforms that aim to break the paradigms of the conservative curriculum and set out on paths that educate students in an up-to-date manner that is compatible with the challenges of the technological world. Evasion highlights several problems that involve the students trajectory, such as the annihilation of the class feeling due to the numerous differences between students and their study rhythms, lack of market prospects, consecutive and frequent failures, and difficulty in adapting to classes and the organization of the university structure. Active methodologies are alternatives so that teaching inside and outside the classroom is optimized and barriers and difficulties are eliminated, facing the transformation from traditional teaching to a model that relates knowledge and skills, whether cognitive or interpersonal. This work focuses on the analysis, from the students perspective, of the main difficulties faced by students when taking the subject Mechanics of fluids 1 in the undergraduate courses of the Faculty of Mechanical Engineering (FEMEC) of the Federal University of Uberlândia (UFU) and also to analyze and understand the results of applying active methodologies in this subject. To create a direct connection with the students, it was carried out the collection of the students answers through a form built and published in the Google Forms platform, in the molds of a descriptive survey type research. Through the results, it was observed that 86.6% of the responding students consider the teaching methodology applied by the teacher effective, or even very effective. The performance results of the class of the semester 2021/2, when compared to the semester 2019/2, are considerably better, with special focus on the decrease in the number of failures (-100%), dropouts (-75%) and withdrawals (-100%), as well as on the increase in the average grade of the class (+13.59%), evidencing a good response to the conduct of the discipline.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição dos(as) Engenheiros(as) por setor de atividade	15
Figura 2 - Etapas de aplicação da TBL	38
Figura 3 - Semestres letivos da UFU de 2019/2 a 2022/1	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparação entre os métodos PBL e PjBL	35
Quadro 2 - Sequência de atividades da instrução em pares	36

LISTA DE SIGLAS

UFU	Universidade Federal de Uberlândia
PBL	<i>Problem Based Learning</i>
PjBL	<i>Project Based Learning</i>
TBL	<i>Team Based Learning</i>
DIESE	Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
REENGE	Programa de Reengenharia do Ensino de Engenharia
SINAES	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior
FEMEC	Faculdade de Engenharia Mecânica
DCE	Diretrizes Curriculares dos Cursos de Engenharia
MEC	Ministério da Educação

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados de aproveitamento no semestre 2019/2 para a turma V	52
Tabela 2 - Resultados de aproveitamento do semestre 2021/2 para a turma V	53
Tabela 3 - Idade dos estudantes respondentes	56
Tabela 4 - Cursos de graduação dos estudantes respondentes.....	56
Tabela 5 - Ano de ingresso no curso de graduação	58
Tabela 6 - Período atual.....	59
Tabela 7 - Reprovações.....	60
Tabela 8 - Desistências seguidas de reprovação	61
Tabela 9 - Motivos que prejudicaram a aprovação	63
Tabela 10 - Frequência de realização de atividades propostas	64
Tabela 11 - Frequência dos estudantes nas aulas presenciais	65
Tabela 12 - Frequência de realização de atividades antes da aula	66
Tabela 13 - Frequência de realização de atividades após a aula	67
Tabela 14 - Horas semanais dedicadas à disciplina	68
Tabela 15 - Situação ao iniciar a disciplina, com relação a conhecimentos básicos gerais	69
Tabela 16 - Situação ao iniciar a disciplina, com relação aos conhecimentos básicos em matemática.....	70
Tabela 17 - Dificuldades em identificar as aplicações práticas do conteúdo	71
Tabela 18 - Objetivos ao cursar a disciplina	72
Tabela 19 - Notas obtidas na disciplina	73
Tabela 20 - Relação da nota obtida com o conhecimento adquirido	73

Tabela 21 - Eficácia da metodologia aplicada.....	74
Tabela 22 - Atenção durante as aulas presenciais	75
Tabela 23 - Dificuldades em se dedicar ao conteúdo	76
Tabela 24 - Formas de avaliação preferidas dos estudantes	77
Tabela 25 - Barreiras que prejudicaram a total dedicação ao conteúdo	78
Tabela 26 - Opiniões acerca da carga horária da disciplina ou do curso ser excessiva	79
Tabela 27 - Opiniões acerca de o conteúdo da disciplina ser excessivo	79
Tabela 28 - Importância das aulas práticas	80

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA DA TRANSFORMAÇÃO DO ENSINO EM ENGENHARIA NO BRASIL	18
2.2 OS DESAFIOS DO ENSINO DE ENGENHARIA NO MUNDO MODERNO	22
2.3 O PERFIL DESEJADO DO PROFISSIONAL DA ENGENHARIA NO CONTEXTO ATUAL	24
2.4 A APRENDIZAGEM ADAPTADA ÀS EXIGÊNCIAS MODERNAS AO ENGENHEIRO	26
2.5 AS METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO	28
2.5.1 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (<i>PROBLEM BASED LEARNING</i>)	30
2.5.2 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (<i>PROJECT BASED LEARNING</i>)	32
2.5.3 COMPARAÇÃO ENTRE AS ABORDAGENS PBL E PJBL	34
2.5.4 INSTRUÇÃO EM PARES (<i>PEER INSTRUCTION</i>)	35
2.5.5 APRENDIZAGEM BASEADA EM EQUIPES (<i>TEAM BASED LEARNING</i>)	37
2.5.6 GAMIFICAÇÃO	39
2.6 AVALIAÇÕES FORMATIVAS	42
2.6 A DISCIPLINA DE MECÂNICA DOS FLUIDOS	43
3. MATERIAIS E MÉTODOS	46
3.1 METODOLOGIA DE PESQUISA	46

3.2 DADOS HISTÓRICOS DE DESEMPENHO DOS ESTUDANTES NA DISCIPLINA	49
3.3 COLETA DE DADOS DOS SEMESTRES 2021/2 E 2022/1	49
3.4 ANÁLISE DE DADOS	51
3.6 RECURSOS NECESSÁRIOS	51
4. RESULTADOS	52
4.1 ANÁLISE QUALITATIVA DOS SEMESTRES DE 2019/2 E 2021.....	52
4.2 ANÁLISE QUALITATIVA DAS METODOLOGIAS ATIVAS EMPREGADAS NOS SEMESTRES 2021/2 E 2022.....	55
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
6. PROPOSTA DE TRABALHO FUTURO	83
7. REFERÊNCIAS	84

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

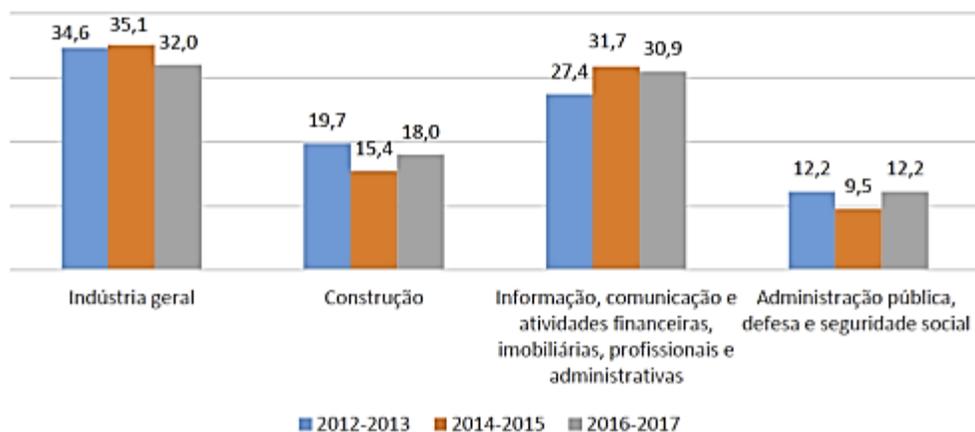
As exigências do mundo atual sobre as habilidades de um engenheiro são diversas e vão muito além do conhecimento técnico obtido por meio dos componentes curriculares do curso de graduação. O campo de trabalho dos engenheiros expandiu-se muito desde sua origem como inventor, passando a incluir a atuação em diversas áreas das organizações produtivas, ou seja, em pesquisa e desenvolvimento, finanças, marketing, produção, serviços ao consumidor, entre outras funções. (BORDOGNA, 1993). No Brasil, esse cenário é marcante, onde vê-se engenheiros ocupando grandes cargos de gerência e direção, utilizando-se de seu senso crítico, capacidade de questionar e de resolver problemas complexos, aliado com a comunicação e gestão de pessoas.

Apesar disso, nos cursos de Engenharia de grandes universidades, ainda existe a defesa por um currículo rigoroso e focado ao básico. Porém, os estudantes de engenharia encontram grandes dificuldades nos momentos de questionar, identificar e explicar novas tecnologias ou fenômenos tecnológicos, dividir grandes problemas em pequenos problemas que sejam fáceis de resolver, visualizar, idealizar e se comunicar de forma clara na fala e na escrita. (GOLDBERG, 2009).

A Engenharia Mecânica, como qualquer outra Engenharia, deve ter o seu currículo e objetivos individualizados, levando em conta a alta carga de conteúdo a ser absorvido durante os longos anos de graduação e ao cenário que os futuros engenheiros enfrentarão ao longo de sua carreira. Segundo GOMÉZ RIBELES (2000), as escolas de engenharia não deveriam buscar a capacitação dos alunos para um tipo particular de trabalho, pois o leque de atividades disponíveis ao futuro engenheiro é maior do que é possível aprender durante a graduação. Olhando especificamente para a engenharia mecânica, essa situação se torna cada dia mais evidente, uma vez que o mercado de trabalho para os profissionais graduados nesse curso é extremamente amplo e cheio de possibilidades.

O gráfico a seguir, extraído do estudo " O mercado de trabalho e a formação dos engenheiros no Brasil" elaborado pela Federação Interestadual de Sindicatos de Engenheiros (Rio de Janeiro) e elaborado pela DIEESE (Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos) mostra que, nos períodos entre 2012 e 2017, muitos engenheiros já se encontravam exercendo funções que não estão diretamente relacionadas com o núcleo do conhecimento específico do currículo técnico da Engenharia.

Figura 1 - Distribuição dos(as) Engenheiros(as) por setor de atividade



FONTE: IBGE - Pnad Contínua, 2018

Os resultados reforçam a narrativa de que os engenheiros do mundo atual estão migrando, naturalmente, para o exercício de funções não diretamente relacionadas ao conteúdo teórico de seus cursos de graduação, mostrando que o ensino em Engenharia deve ir além do tradicional, explorando novas metodologias de ensino e definindo novos objetivos aos discentes, começando pela dinâmica em sala de aula.

Em classe, o conceito tradicional de ensino, com o docente sendo o locutor e os alunos espectadores, não condiz com nenhuma das características que os futuros profissionais devem absorver para se bem sucederem, justamente por esse modelo tratar o aluno como um indivíduo que está devoto aos ensinamentos passados a ele, sem

instigar questionamentos ou garantir espaços para dinâmicas interativas. Essa situação coloca o aluno frente a grandes desafios, pois as dificuldades geradas através de um método de ensino inapropriado para os dias atuais refletem diretamente no desempenho da turma em geral.

A literatura da área de educação em Engenharia mostra com clareza como pesquisadores e professores tem se preocupado em aprimorar os processos de aprendizagem dos alunos, buscando reduzir suas dificuldades de aprendizagem e, conseqüentemente, os índices de reprovação e até mesmo de evasão. Uma revisão da literatura mostra que várias teorias da aprendizagem têm sido usadas na engenharia. Além disso, experimentações metodológicas têm sido desenvolvidas, no esforço de minimizar as dificuldades de aprendizagem do aluno de engenharia (SILVA, 2012).

Esse cenário, onde o nível de aproveitamento das disciplinas de currículos dos cursos de engenharia se mantém baixo, é o motivo que impulsiona a realização deste trabalho. Deve-se entender o motivo pelo qual os índices de reprovações na disciplina de Mecânica dos Fluidos 1, dos cursos de Engenharia Aeronáutica e Engenharia Mecatrônica da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) são altos, advindos da baixa adesão dos alunos ao conteúdo e das falhas de aprendizagem durante o semestre letivo, podendo assim propor melhorias e investigar novas metodologias que podem ser aplicadas a fim de sanar as dificuldades que os estudantes enfrentam no processo de aprendizagem.

O ensino e a aprendizagem da Mecânica dos Fluidos, disciplina analisada nessa pesquisa, são sempre desafiadores devido à natureza complexa dos fenômenos abordados e do conhecimento em fundamentos matemáticos envolvidos. As aulas práticas experimentais têm sido consideradas ao longo de anos como ferramentas de aprendizagem para este tipo de disciplina nos cursos de engenharia. Porém com a diminuição de recursos financeiros para aquisição de equipamentos didáticos adequados e com a falta de profissionais técnicos para dar suporte às aulas práticas, a relação ensino-aprendizagem tem se tornado cada vez mais difíceis nos cursos de Engenharia (DOS SANTOS et. al,2020).

Além do lado discente, para ministrar essa disciplina, os docentes também enfrentam desafios relacionados a conduzir o semestre utilizando os recursos e métodos da melhor forma possível, de forma a minimizar os impactos causados pela dificuldade de adesão ao conteúdo por parte dos discentes. Uma das formas de investigar novas técnicas de aprimoramento da didática em sala de aula é a aplicação de Metodologias Ativas de ensino e aprendizagem, tema que será abordado e investigado nesse trabalho. Segundo Wall et al (2008, apud SOUZA; PACHECO, 2017), as metodologias ativas são aquelas nas quais os estudantes tornam-se protagonistas do próprio processo de aprendizagem, passando os docentes a desempenhar a função de facilitadores ou mediadores.

O trabalho é elaborado em conjunto e sob orientação da Profa. Dra. Ana Marta de Souza, que ministra a disciplina de Mecânica dos Fluidos dos cursos de graduação em Engenharia Aeronáutica e Mecatrônica da Universidade Federal de Uberlândia. Ana também é pesquisadora no tema de educação em engenharia, com foco na utilização das metodologias ativas em sala de aula, realizando testes e experiências com os estudantes ao longo do semestre a partir da aplicação de técnicas de aprendizagem ativa por meio de pontuação extra aos seus alunos, sempre validadas a partir dos resultados ao final do semestre e aos feedbacks coletados junto aos estudantes.

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

A partir da análise de resultados coletados por meio de questionário aplicado aos estudantes que cursam a disciplina de Mecânica dos Fluidos e análise de dados históricos de desempenho da turma V, os objetivos específicos do trabalho podem ser explorados:

- Identificar as principais dificuldades dos discentes na disciplina;
- Analisar resultados da aplicação de metodologias ativas de ensino e comparar com outras diferentes formas de avaliação;

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA DA TRANSFORMAÇÃO DO ENSINO EM ENGENHARIA NO BRASIL

Apesar do fato de que atualmente os cursos de Engenharia se espalham por várias partes do Brasil, o tempo de exercício da Engenharia no Brasil é relativamente curto quando comparado com o surgimento dos estudos de outras ciências no país, como a Filosofia, que segundo SANTOS (2016), se iniciou no século XVI, influenciada e trazida durante o período de colonização do país pelos portugueses.

Baseado em referências históricas da fundação e desenvolvimento dos cursos de Engenharia no país, ALMEIDA et. al. (2008) traz à memória:

No Brasil, conforme registram os autores Pardal (1986) e Telles (1994), a data de início formal dos cursos de engenharia foi 17 de dezembro de 1792, com a criação da Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, na cidade do Rio de Janeiro. Esta Escola é a precursora em linha direta e contínua da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro e do Instituto Militar de Engenharia. É, também, considerada a primeira escola de Engenharia das Américas. A Escola de Minas de Ouro Preto, a única fundada durante o Império, é a segunda escola de engenharia do Brasil. Após a Proclamação da República em 1889, foram fundadas, ainda no século XIX, mais cinco escolas de engenharia. Novas escolas só foram fundadas entre 1910 e 1914 (início da 1ª guerra mundial), registrando-se mais cinco (tabela 01), sendo três em Minas Gerais. Com isso, um terço das escolas existentes até então no Brasil estavam em Minas Gerais (ALMEIDA et. al., 2008, p. 2).

Um marco histórico relevante para a evolução do ensino em Engenharia foi a regulamentação nacional da profissão de engenheiro no Brasil, por meio do decreto Federal nº 23.569 de 11 de dezembro de 1933, assinado pelo presidente Getúlio Vargas. Nesta época, cerca de 1,6 cursos de engenharia eram criados anualmente (ALMEIDA et. al., 2008).

Acompanhando o crescimento da Engenharia no Brasil, na década de 1950, 14 estados do país já possuíam suas escolas de engenharia e, também, foi criado o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), em um período caracterizado pelo retorno do desenvolvimento industrial e tecnológico pós Segunda Guerra Mundial. Ao final dessa década, existiam 28 escolas de Engenharias distribuídas em 14 estados do país, com uma grande concentração na região sudeste. Ao fim da década de 1970, impulsionado pelo desenvolvimento industrial promovido no governo do presidente Juscelino Kubitschek, o Brasil já contava com 117 escolas de Engenharia, com diversos cursos de graduação voltado para diferentes áreas, como civil, aeronáutica, elétrica e mecânica. Mesmo com o crescimento reduzido nos idos de 1980, foi possível que o país entrasse nos anos 90 com mais de 130 Escolas de Engenharia (CONFEA, 2010).

Passando-se o tempo, as transformações tecnológicas iniciadas na década de 1980 e que se entendem até os dias atuais provocaram também uma visível mudança do perfil de profissionais procurados pelo mercado internacional, a fim de atender as novas demandas e estudos voltados à inovação (LAUDARES, J. B.; PAIXÃO, E. L.; VIGGIANO, A. R, 2008). Os autores destacam ainda que tais mudanças de perfil evidenciam a busca por profissionais da Engenharia que, além de dominarem tecnicamente as suas áreas de conhecimento, possuam uma sólida formação humana e social, mostrando que o papel do Engenheiro no mercado está em evolução e em constante alteração.

Ampliando a análise do impacto das transformações tecnológicas, SACADURA (1999) enxerga tais mudanças como um privilégio à classe Engenheira justamente por impulsionar e dar ao profissional o destaque frente ao mercado e às competências procuradas. O autor reforça que as novas habilidades desejadas aos Engenheiros são bem-vindas, tendo em vista que elas colocam o profissional em uma posição privilegiada

se comparado a profissionais de outros cursos que ainda não foram afetados por tal transformação.

Para acompanhar a evolução do profissional de Engenharia, sente-se a necessidade de que os cursos de graduação em Engenharia acompanhem as mudanças do meio em que os profissionais se inserem por meio de reformas educacionais que visam quebrar os paradigmas do currículo conservador e partir para caminhos que eduquem os estudantes de maneira atualizada, compatível com os desafios do mundo tecnológico. SALUM (1999) destaca um passo importante para a adequação do ensino em Engenharia que busca atender necessidades modernas e adequação aos moldes atuais, concretizado em 1995:

O REENGE (Programa de Reengenharia do Ensino de Engenharia) é considerado como o marco inicial da discussão sobre os currículos e o ensino de engenharia no Brasil, depois de quase vinte anos desde a elaboração da resolução que regia o ensino desta área de conhecimento no país (Resolução 48/76). Esta discussão iniciada pelo REENGE contemplou tópicos variados tais como flexibilidade curricular, diminuição das cargas horárias, diversificação do perfil profissional, interação entre o ciclo básico e profissional, valorização do conhecimento prático aprendido dentro ou fora da escola, entre outros (SALUM, 1999, p. 117).

Pode-se entender que tais alterações de currículo são de extrema importância e devem ser revistas periodicamente. Tendo em vista o grande número de cursos de Engenharia sendo ofertados nas universidades públicas, o Estado tem um papel importante nas questões regulamentárias e de atualização de currículos desses cursos, como também pode influenciar as diretrizes de cursos privados. De acordo com TONINI (2007), o governo de Luiz Inácio Lula da Silva teve um papel importante na agenda de

debates e melhorias no setor universitário, elaborando a proposta do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES), lei nº 10.861, de 14 de abril de 2004, por meio da Comissão especial de Avaliação. Apesar de abranger todos o ensino superior brasileiro, a reforma possui uma grande importância para os cursos de Engenharia, justamente por promover regulamentações que rompem com a dependência científica e tecnológica do Brasil, trazendo uma visão crítica, humana, social, reflexiva e tecnológica para os formandos em Engenharia.

Assim, após um longo período de transformações e inovações no ensino em Engenharia no Brasil, em 2008, já eram mais de 450 escolas de Engenharia distribuídas pelos estados do país, um salto grande para a inovação tecnológica e o desenvolvimento de novas soluções nos mais diversos contextos para atender as necessidades atuais, mostrando que parcerias e reestruturações são importantes quando se define um curso e uma escola de Engenharia. (CONFEA, 2010). A trilha do futuro é desafiadora, pois é cercada por diversas tecnologias que surgem todos os dias, mostrando que os cursos de Engenharia devem se adaptar em sua forma de ser e de ensinar. Toda essa caminhada evidencia que, na atualidade, o rompimento de um modelo de ensino tradicional pode trazer diversos benefícios aos docentes e discentes dos cursos de Engenharia, justamente por permitir que a estruturação e condução das disciplinas sejam adaptadas a cada situação e campo de conhecimento, levando em conta as principais necessidades dos estudantes. O ensino de engenharia, nos moldes atuais, deve ser conduzido de forma conjunta ao sistema educativo e, também, às exigências impostas aos profissionais em suas carreiras, levando o objetivo central da educação para o fortalecimento do processo formativo. (PEREIRA, L. T. V.; BAZZO, W. A, 1990). Diminuir a priorização por um modelo de ensino estagnado significa deixar de alimentar o antigo modelo baseado na transmissão/recepção de conhecimentos exclusivamente por meio de aulas expositivas, abrindo um leque de opções e ferramentas de aprendizagem que se adequam às novas realidades e interesses dos estudantes (SALUM, 1999)

2.2 OS DESAFIOS DO ENSINO DE ENGENHARIA NO MUNDO MODERNO

Um dos principais desafios e sintoma de deficiência no ensino em Engenharia é o alto índice de evasão por parte dos discentes.

A evasão evidencia diversos problemas que envolvem a trajetória dos discentes, como o aniquilamento do sentimento de turma por conta das inúmeras diferenças entre os estudantes e seus ritmos de estudos, falta de perspectiva no mercado, reprovações consecutivas e frequentes e dificuldade de adaptação às aulas e a organização da estrutura universitária. (SANTOS, NASCIMENTO, RIOS; 2001). A evasão e retenção por parte dos estudantes de graduação são evidentes em várias instituições de ensino brasileiras, em especial nas universidades públicas. Esses problemas, embora de causas não muito claras, causam traumas e danos que afetam diretamente a vida dos estudantes e sociedade, como o desperdício de capacidade voltada à formação e capacitação, menor eficiência produtiva das empresas; perda de competitividade nacional e a carência de mão-de-obra especializada (SILVA FILHO, 2007).

Outro grande desafio é de que os números de conclusão anual para os cursos de Engenharia permanecem relativamente baixos, independente do país em que se é analisado. Esse cenário pode ser explicado pelo fato de que, na Engenharia, as disciplinas dependem de conhecimentos prévios de outros componentes curriculares anteriores no curso, o que pode ser um problema em casos em que se tenha uma formação inicial deficiente. Para SALUM (1999), esse fato, que é fortemente atribuído aos docentes, pode servir como um bloqueio relacionado ao verdadeiro papel do professor e do estudante, especialmente relacionados à sequência e disposição de conteúdos ao longo dos cursos, gerando um descompasso entre ambas as partes.

Apesar de alguns passos dessa transformação educacional já serem evidentes, CRIVELLARI (1998) diz que a mudança e constante revisão dos currículos dos cursos de engenharia é importante para que se tenha uma sustentação dos profissionais brasileiros frente à competição internacional, trazendo benefícios visíveis à engenharia brasileira. Relacionado a esse tema, LINSINGEN (2002) traz à tona o comportamento do ensino brasileiro em não criticar o porquê de se estudar os conteúdos de uma forma

tradicionalista, ou seja, ainda hoje existe uma grande resistência com relação a mudanças curriculares em Engenharia, seja por desconhecimento, seja por conservadorismo.

Nas Engenharias, pode-se observar que o nível de dificuldade encontrado pelos estudantes nas disciplinas profissionalizantes é geralmente alto, muitas vezes potencializado pelo bloqueio causado por deficiências em conhecimentos do ciclo básico dos cursos. Muitas vezes, essa barreira pode significar um desestimulante aos estudantes, diminuindo o interesse e o investimento em aprender o conteúdo ao longo do semestre. Esse cenário pode ser comprovado por uma estatística alarmante: o alto índice de reprovações nas disciplinas em engenharia, causado pela deficiência de aprendizagem e pelas barreiras encontradas durante a disciplina. Os números impactam diretamente na retenção e nos investimentos financeiros destinados ao suporte e manutenção dos estudantes nas universidades, além de afetar negativamente a saúde mental dos reprovados (KIECHOW, F; FREITAS, D. B.; LIESENFELD, J., 2019).

SILVA (2007) destaca que não só o discente é desafiado durante o processo de ensino aprendizagem, mas também o docente, que busca relacionar a teoria e a prática do conteúdo em um modelo de ensino que não está preparado para suprir as diferenças entre o que é transmitido e o que os estudantes de fato necessitam aprender para se adaptarem ao mundo moderno. Esse ponto é de grande interesse no ensino de engenharia atual, tendo em vista as diversas transformações tecnológicas e de perfil do profissional em engenharia, visivelmente não acompanhadas pelo modelo de ensino tradicionalista.

Com relação a implementação de novas metodologias de ensino nos cursos de engenharia, uma pesquisa realizada por PACHECO (2018) no curso de graduação em Engenharia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) revela a necessidade de se inovar no ensino da engenharia. Os resultados obtidos são focados na percepção e experiência dos docentes, onde cerca de 91 % dos professores entrevistados consideram importante a renovação das metodologias de ensino utilizadas atualmente, indicando que eles enxergam a importância de se integrar conhecimento e tecnologia dentro e fora de

sala de aula, deixando os estudantes familiarizados com o modo de condução das atividades de cada disciplina do curso.

Os desafios de se ensinar e aprender Engenharia no contexto atual são grandes. A posição do docente na atualidade é de se tornar um fomentador e um facilitador aos estudantes para que se promova uma aprendizagem suave, conectada aos componentes teóricos e atrelada ao desenvolvimento crítico, questionador e humano dos seus discentes. Além disso, é fundamental que os discentes entendam o valor no seu aprendizado e como ele pode transformar sua vida, o espaço em que vive e a sua importância para a sociedade, fazendo com que o estímulo a aprender seja natural e constantemente renovado (MASETTO, 2006).

2.3 O PERFIL DESEJADO DO PROFISSIONAL DA ENGENHARIA NO CONTEXTO ATUAL

As organizações e instituições modernas perseguem a sua entrada e consolidação nas novas tecnologias e no desenvolvimento de soluções inovadoras, acompanhando a evolução científica e tecnológica experimentada pelo mundo globalizado. Diante desse cenário, o Engenheiro da atualidade deve ser um profissional que seja capaz de acompanhar o ritmo acelerado da inovação dos processos produtivos, sendo uma pessoa com conhecimentos plurais e que se intercomunicam, sem perder o aprofundamento no seu respectivo campo de estudo da Engenharia escolhida (PERUZZI et. al., 2017).

Recentemente, um grupo de pesquisadores contribuiu significativamente para a elaboração das Novas Diretrizes Curriculares de Engenharia, atualizadas no ano de 2019 no Estado brasileiro (OLIVEIRA, 2019). Essa contribuição se deu, muito fortemente, pela comparação de mudanças incorporadas a tais diretrizes, evidenciando o foco do ensino de engenharia voltado a construção de competências (em vez de conteúdos), características inovativas e habilidades sociais, caracterizando o perfil exigido para um profissional de engenharia nas organizações da atualidade, promovendo uma mudança que evidencia a pluralidade de conhecimentos como ferramenta de solução de problemas e inovação.

Quando WINNER (2000, p. 182) diz que “não se costuma fomentar a perspectiva de uma sociedade na qual os que têm conhecimentos técnicos examinem as possibilidades de construção do mundo em seus próprios campos de especialidade com pessoas alheias a suas organizações ou áreas”, constrói-se um raciocínio que preza pela importância de se valorizar a interdisciplinaridade, independente de qual seja a situação em que o estudante se envolve, o conteúdo a ser estudado ou o desafio a ser enfrentado. KUBLER E FORBES (2004) complementam essa linha de pensamento quando citam o papel do profissional de engenharia na atualidade, que deve se mostrar apto a resolver problemas e criar conexões entre diversos assuntos e técnicas por meio do exercício da interdisciplinaridade controlada por seu leque variado de conhecimentos e habilidades adquiridas.

De acordo com MULLER (2020) em pesquisa realizada com discentes do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia, cerca de 56,15% dos 130 estudantes entrevistados se mostraram interessados em desenvolver, ainda na graduação, habilidades importantes para a sua carreira profissional, dentro ou fora de sala de aula. A relevância do que se aprende em termos de conteúdo e habilidades é visada desde cedo por esses futuros engenheiros, indicando que a necessidade de se investir em um modelo de ensino que faz sentido para discente e docente é grande, contribuindo para a construção do perfil do engenheiro moderno.

Atualmente, as habilidades solicitadas aos engenheiros estão entrando em pauta no ensino da engenharia, focando-se em pilares importantes, como o "aprender a aprender", trabalhar em equipes e se comunicar (COLLENCI, 2000). Porém, tais habilidades são conquistadas inovando-se na didática e nas técnicas de ensino aprendizagem, que devem ser orientadas a promover o protagonismo, a proatividade e a curiosidade entre os estudantes. De acordo com PACHECO (2018), é importante que o perfil dos egressos em engenharia seja não só focado nas habilidades técnicas, mas também nas habilidades psicossociais, a fim de promover uma riqueza de conhecimento e interdisciplinaridade ao exercer suas atividades como engenheiros, promovendo a inovação em seus campos de atuação.

2.4 A APRENDIZAGEM ADAPTADA ÀS EXIGÊNCIAS MODERNAS AO ENGENHEIRO

Os desafios de se desenvolver engenheiros na atualidade são grandes e requerem uma constante busca pela inovação dos métodos adotados. Por conta desse cenário e visando suprir necessidades formativas dos novos engenheiros, as organizações investem em meios de completar tal formação e moldando o profissional à sua cultura, por meio de programas de estágio ou trainee. Como dito por Barbosa,

Em uma indústria, a expressão "chão de fábrica" denota o espaço onde o processo produtivo acontece. Por analogia, podemos dizer que o chão de fábrica de uma escola é a sala de aula. É ali onde as relações entre professor e aluno realizam as funções complementares de ensinar e aprender. É também nesse ambiente onde encontramos as limitações que mais afetam a eficiência dos cursos em todos os níveis e onde a aplicação das metodologias ativas pode contribuir significativamente para melhorar o desempenho das funções básicas de ensinar e aprender (BARBOSA; MOURA,2014).

Ainda de acordo com os autores, o ensino de engenharia deve se atualizar conforme as exigências e tendências do mundo moderno, acompanhando as principais mudanças de perfil, conteúdo e habilidades dos novos profissionais. Isso inclui uma preparação rica em diversidade cultural, de fala, comunicação, estratégia e inovação. Dessa forma, as deficiências de formação evidenciadas nos novos engenheiros podem se minimizar, partindo para uma situação em que, novamente, a maior parcela de conhecimento do engenheiro seja advinda das universidades, de forma plural e consciente (BARBOSA; MOURA, 2014).

Tais mudanças podem ser facilitadas tornando o aluno o próprio responsável por seu desenvolvimento e aprendizado, especialmente nos cursos superiores, onde já se espera uma maturidade para o exercício da aprendizagem autodidata. Ou seja, instigar o aluno a participar ativamente do processo de construção de conhecimento faz com que novas habilidades sejam trabalhadas, tornando o estudante um engenheiro rico em conteúdo técnico, mas também criativo, plural e apto a enfrentar novos desafios (BARBOSA; MOURA, 2014).

PEREIRA e BAZZO (1990) enfatizam que a criatividade deve ser uma característica marcante nos engenheiros atuais, a fim de se conectarem com o desenvolvimento e a inovação dos problemas de engenharia (PEREIRA, L. T. V.; BAZZO, W. A, 1990). O autor afirma que esse desenvolvimento criativo pode ser estimulado utilizando-se de metodologias ativas de ensino e aprendizagem, onde o estudante se vê instigado e curioso a resolver problemas, buscar seu conhecimento individualmente ou em grupo e, também, apto a utilizar-se de seu senso criativo para desenvolver novas formas de resolver problemas conhecidos ou criar soluções inovadoras e de valor. (KIECHOW, F; FREITAS, D. B.; LIESENFELD, J., 2019) defendem que as metodologias ativas de ensino devem ser adotadas aos cursos de engenharia em caráter de urgência, pois assim o docente se torna o mediador de um grande processo de transformação de construção de conhecimento liderado pelo próprio estudante.

De acordo com SILVA (2012), é necessário que o aprendizado ativo e participativo tome frente aos métodos tradicionais de ensino, estimulando o desenvolvimento de novas habilidades, por meio da execução de atividades de forma:

- ativa: estimulando a ação, a proatividade;
- crítica: capacitando-os aos sentidos de avaliação, crítico e analítico;
- cooperativa: orientando a colaboração e interação com pessoas;

É importante também valorizar o conhecimento, habilidades e ações dos estudantes (RIBEIRO AND MUZUKAMI, 2004), explorando nas atividades os seguintes valores:

- conhecimentos: em tecnologias, ambiente e cultura;
- habilidades: em desenvolver, basear e concretizar novas ideias.
- atitudes: humanas, responsáveis e diversas;

Em suma, as metodologias de ensino atuais devem estar orientadas ao desenvolvimento criativo e tecnológico dos estudantes, além do desenvolvimento do lado humano, justamente por serem tendências em empresas de estrutura moderna. Assim, as diferenças entre o profissional esperado e o profissional real se estreitam, dando início a uma onda de maior valorização do profissional da engenharia frente ao mercado, retornando a profissão à posição de destaque que sempre se posicionou (PEREIRA, L. T. V.; BAZZO, W. A, 1990).

2.5 AS METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO

Inovar em sala de aula requer o rompimento de modelos tradicionais de ensino, dando lugar a implementação de metodologias ativas. Inicialmente, as metodologias ativas podem causar certo desconforto e/ou estranhamento para quem está habituado com o ensino nos moldes antigos, justamente por elas trazerem o conceito de que o aluno é o principal responsável por seu aprendizado, algo pouco comum atualmente (BARBOSA; MOURA, 2014). Porém, a inovação sempre é acompanhada de grandes mudanças, sinalizando uma necessidade de se construir o conhecimento de forma natural, orientada ao protagonismo e ao estímulo da criatividade. Essas metodologias são baseadas em recursos que deixam o estudante curioso e disposto a buscar conhecimento, assimilando-se a experiências vividas no dia a dia (BERBEL, 2011).

As metodologias ativas podem se apresentar por meio de diferentes abordagens, cada qual com sua especificidade e relação com determinado assunto ou momento trabalhado em uma disciplina. Os métodos mais utilizados são Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) e a Aprendizagem Baseada em Projetos (PjBL), ambas voltadas para o objetivo central de estimular o exercício de novas habilidades e atingir resultados satisfatórios com relação ao engajamento dos discentes (RIBEIRO, 2016).

Dentre as estratégias que podem ser utilizadas para se conseguir ambientes de aprendizagem ativa em sala de aula, destacam-se:

- Discussão de temas e tópicos de interesse profissional;
- Trabalho em equipe com tarefas colaborativas;
- Estudo de casos em áreas profissionais específicas;
- Debates sobre temas da atualidade;
- Geração de ideias para solução de um problema;
- Uso de mapas mentais para aprofundar conceitos, ideias;
- Modelagem e simulação de processos e sistemas;
- Criação de espaços virtuais para aprendizagem coletiva;
- Questões de pesquisa na área científica e tecnológica.

Sendo assim, as metodologias ativas são alternativas para que o ensino dentro e fora de sala de aula seja otimizado e as barreiras e dificuldades sejam eliminadas, fazendo frente à transformação do ensino tradicional para um modelo que se relaciona entre conhecimentos e habilidades, sejam elas cognitivas ou interpessoais. As metodologias ativas são desenvolvidas com o intuito de propiciar uma aprendizagem a todos os estudantes por meio de métodos inovadores, criativos e colaborativos,

centralizando a responsabilidade do aprendizado no próprio estudante (BACICH; MORAN, 2018). Nas seções seguintes, serão explorados os conceitos e objetivos das seguintes metodologias ativas: Aprendizagem baseada em problemas, Aprendizagem baseada em projetos.

2.5.1 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (*PROBLEM BASED LEARNING*)

Com suas origens em meados da década de 1960, a metodologia de Aprendizagem baseada em problemas (PBL) é utilizada em diversas áreas de conhecimento, apesar de ter sido implementada inicialmente em escolas de Medicina, no Canadá (ARAÚJO, 2011).

O método da PBL é configurado como uma estratégia educacional e uma filosofia curricular, onde os estudantes são os principais responsáveis pela construção de conhecimento dentro e fora de sala de aula. A colaboração entre a turma é uma característica marcante do método, onde os discentes constroem o conhecimento compartilhando saberes individuais para o grupo, criando uma troca de conhecimento em prol da resolução de um determinado problema proposto pelo docente (MAMEDE, 2001). Por isso, a estruturação da PBL é focada nessas trocas de conhecimento, onde os estudantes são direcionados ao trabalho em grupo e a investigação, unindo diferentes opiniões e conhecimentos para um objetivo comum, complementando a aprendizagem individual de cada integrante do grupo (SOUZA; DOURADO, 2015).

Ainda com relação à sua estruturação, a PBL é guiada por objetivos amplos, promovendo a autonomia, individual ou em equipe, com foco na resolução de problemas inspirados na realidade do dia a dia, como por exemplo os problemas de engenharia a serem enfrentados durante a carreira. Assim, a identificação, criatividade e colaboração são elementos-chaves a serem trabalhados durante a aplicação da PBL em qualquer que seja a disciplina ou contexto (RIBEIRO, 2008).

POON, TANG, REED (1997) afirmam que a PBL se desenvolve sob três pontos principais:

- 1) o desenvolvimento das habilidades de argumentação é direcionado e facilitado por meio de problemas;
- 2) o processo é orientado aos estudantes, em todas as suas fases;
- 3) o assunto a ser aprendido, as fontes utilizadas e o tempo de estudo dedicado a cada problema são determinados pelos estudantes, guiados pelo tutor, quando necessário.

RIBEIRO (2008) propõe uma sequência de etapas que podem ser observadas durante a aplicação da PBL, formando um ciclo, com as seguintes etapas:

- 1) Introdução e definição do problema;
- 2) Levantamento de hipóteses;
- 3) Tentativas de soluções com conhecimentos prévios;
- 4) Levantamento de pontos de aprendizagem;
- 5) Planejamento do trabalho em grupo;
- 6) Estudo independente;
- 7) Compartilhamento de informações entre os integrantes do grupo;
- 8) Aplicação dos conhecimentos no problema;
- 9) Apresentação das soluções do grupo;
- 10) Autoavaliação e avaliação do processo em pares.

As etapas descritas se configuram como sugestões, baseadas em experiências do ator e que não são regras para a aplicação da metodologia PBL. Complementando a narrativa, RIBEIRO (2008) diz que a PBL não é apenas um conjunto de regras e não deve ser vista como uma estrutura formada por etapas pré-definidas e ordenadas de forma única. Há inúmeras possibilidades de se trabalhar utilizando a metodologia e os direcionamentos não são mais do que sugestões e direcionamento ao processo, já que muitos profissionais da educação ainda encontram dificuldades na estruturação de suas aulas, quanto a esse ponto de vista.

Portanto, aplicando a PBL ao ensino superior, como nos cursos de Engenharia, (BOROCHOVICIUS, TORTELLA, 2014) afirma que a PBL pode ser definida de forma simples como um método de ensino colaborativo, permitindo que os estudantes vivenciem experiências de desenvolvimento que contribuam para o aperfeiçoamento profissional, humano e pessoal, por meio de situações-problema a serem resolvidas através do trabalho em grupo. Por isso, essa metodologia se casa perfeitamente com o desenvolvimento de habilidades que são exigidas do engenheiro moderno, buscando resultados além da bagagem técnica (BOROCHOVICIUS, TORTELLA, 2014).

2.5.2 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (*PROJECT BASED LEARNING*)

A PjBL é uma proposta de ensino que surgiu no século XX e com o objetivo de focar em uma didática em que a criatividade e o senso crítico fossem o principal foco a ser trabalhando e atingido durante a sua aplicação. John Dewey foi o primeiro pesquisador do assunto, inserindo brincadeiras como facilitadoras para o aprendizado de contextos sociais e a promoção do engajamento com o ambiente, características que formam uma aprendizagem rica e completa em sua definição (MACHADO et. al., 2021). WHATLEY (2012) complementa, caracterizando a aprendizagem baseada em projetos como "uma forma de aprendizagem construtivista e colaborativa, permitindo que vários estudantes trabalhem juntos em um problema e aprendam uns com os outros enquanto constroem o conhecimento". Os projetos a serem desenvolvidos nesta metodologia

apresentam quatro fases: intenção; planejamento; execução e julgamento (BARBOSA; MOURA, 2013), onde a orientação e definição do processo fica a cargo do docente. Tavares (2012), divide a aprendizagem baseada em projetos em 7 fases:

Fase 1: Identificação do problema - Onde os estudantes identificam o problema a ser solucionado;

Fase 2: Observação - Os estudantes observam o problema em busca de alternativas iniciais de solução;

Fase 3: Coleta de Dados - Com as informações obtidas na mineração, os alunos extraem os dados importantes.

Fase 4: Análise - Os alunos, cooperando entre si, desenvolvem comparações e avaliações com os dados levantados, a partir de questionamentos e simulações apropriados, para chegar a uma melhor compreensão e a conclusões particulares a respeito desses dados;

Fase 5: Síntese - Os alunos tiram conclusões sobre o trabalho, extraíndo dele o que há de útil para sua aprendizagem, contribuindo para a concretização do aprendizado.

Fase 6: Formalização - Os alunos apresentam o resultado da síntese, utilizando linguagens apropriadas ao entendimento de outros;

Fase 7: Validação - A validação está diretamente ligada à fase de formalização, já que o aluno pode começar a avaliar suas produções a partir do feedback recebido de quem teve acesso ao seu trabalho nessa fase.

De acordo com Buck Institute for Education (2008), uma experiência de aprendizagem baseada em projetos deve conter as seguintes características:

a) conhecimentos-chave, compreensão e habilidades: tanto os conhecimentos teóricos, quanto os práticos, são explorados, mas também se desenvolvem outras competências como análise crítica, colaboração a autogestão;

b) problemas desafiadores: deve-se priorizar temáticas relevantes, cujo grau de desafio seja apropriado com objetivo didático;

c) suporte a consultas: oferecer a possibilidade de realização de busca pelos diversos meios, onde os docentes atuam como orientadores;

d) autenticidade: o contexto deve estar em acordo com a realidade dos alunos;

e) estudantes têm voz e escolha: tornam-se protagonistas, no sentido de tomar decisões a respeito do projeto desde a forma de trabalho até o que irão criar;

f) reflexão: atuação reflexiva sobre o seu aprendizado, suas ações, os obstáculos enfrentados e como superá-los;

g) crítica e revisão: os envolvidos devem dar, receber e usar feedbacks;

h) produto público: os projetos devem ser públicos e disponíveis para além da sala de aula.

OLIVEIRA, ROMÃO (2018) afirmam que algumas das características fundamentais para a realização desse método são, a cargo do docente, a aplicação de uma questão motivadora e a utilização de tecnologias da informação e comunicação, bem como o direcionamento do projeto. Já por parte dos alunos, ficam a escolha do produto final, o próprio desenvolvimento de competências e habilidades, colaborar em equipe, confeccionar o produto final proposto e a apresentação à comunidade escolar.

2.5.3 COMPARAÇÃO ENTRE AS ABORDAGENS PBL E PjBL

Apesar de o objetivo comum das duas metodologias e de serem favoráveis ao processo de ensino em Engenharia, há diferenças entre elas, como descrito na tabela seguinte (adaptada de BARBOSA; MOURA; 2014).

Quadro 1 - Comparação entre os métodos PBL e PjBL

PBL	PjBL
Tem origem em um problema definido	Situação geradora
O problema é definido pelo docente	O problema é definido pelos discentes
Curta duração (2 -4 semanas)	Média duração (4 - 12 semanas)
Percurso com etapas bem definidas	Etapas abertas
Análise e solução de um problema	Desenvolvimento de algo novo
Produto final não obrigatório	Requer um produto final

FONTE: Adaptado de BARBOSA; MOURA; 2014.

Desta forma, pode-se observar que as diferenças, em resumo, estão ligadas à participação e ao papel do docente em cada uma delas, além de sua duração estimada para realização das atividades e o ponto de partida para o desenvolvimento da tarefa.

2.5.4 INSTRUÇÃO EM PARES (*PEER INSTRUCTION*)

De acordo com MORSCHABACHER E PADILHA (2011), o processo de ensino e aprendizagem da instrução entre pares tem como pilares o debate e a colaboração entre alunos, motivados por questões conceituais. Isso permite a interação em sala de aula e que a sequência de conteúdos ministrados seja bem absorvida pelos estudantes, mantendo um padrão lógico e ascendente de construção. "A avaliação desses é realizada a partir de questões de múltipla escolha, usualmente por meio de questionários, "flashcards" ou "clickers".

Ainda segundo os autores, a metodologia desenvolve nos estudantes a proatividade, tendo em vista que a sala de aula é utilizada para a exploração do conteúdo previamente estudado por meio de materiais ou leituras indicadas pelo docente. O objetivo dessa prática é estimular o aluno a ler, pensar, interpretar e criticar o que se estudou, levando para sala de aula suas interpretações e compartilhando com outros

alunos seus diferentes pontos de vistas e conclusões, enriquecendo a discussão. A tabela 2 expõe as etapas de aplicação do método.

Quadro 2 - Sequência de atividades da instrução em pares

Atividade	Descrição
1 - Indicação do conteúdo	O professor deve indicar o conteúdo e o material de referência a serem abordados em sala de aula. Nessa etapa pode-se recorrer ao apoio de manuais, livros didáticos e textos relevantes à área de estudos.
2 - Leitura prévia	Os alunos devem realizar a leitura do material indicado pelo professor antes do período de aula, de modo a obterem um primeiro contato com o tema de forma autônoma.
3 - Exposição do conteúdo	O professor deve realizar uma breve exposição oral do conteúdo da aula. Esta exposição deve focar em questões conceituais centrais à compreensão do conteúdo.
4 - Teste Conceitual	O professor deve formular uma questão conceitual sobre o conteúdo da aula e aplicar aos alunos de forma individual. O teste pode ser de múltipla escolha ou dissertativo e deve ser de rápida aplicação.
5 - Formação individual	Os alunos devem refletir sobre as questões e respondê-las individualmente, elaborando uma justificativa para as suas respostas.
6 - Avaliação das respostas	Os alunos devem informar as respostas ao professor por meio de gabaritos, folhas de respostas, clickers ou “flashcards”. A partir dos

resultados o professor deve avaliar se é possível seguir o conteúdo ou se os alunos devem interagir com fins a formular novas respostas.

7 - Discussão entre pares

Os alunos devem discutir as questões do teste entre eles, objetivando chegar a consensos sobre quais seriam as respostas corretas.

8 - Teste conceitual

O professor deve aplicar novamente o teste conceitual como forma de avaliar se os alunos chegaram a uma melhor compreensão do conteúdo a partir da interação com os colegas

9 - Avaliação das respostas

Os alunos devem informar as respostas ao professor – por meio de gabaritos, folha de respostas, clickers ou flashcards. A partir do resultado do teste, o professor deve avaliar se é possível seguir para o próximo conteúdo ou se deve aplicar um novo teste conceitual sobre o conteúdo (diferente do primeiro).

Fonte: MORSCHABACHER E PADILHA (2011), adaptado de Larsy, Mazur e Watkins, 2008.

A metodologia traz o conceito autodidata para a realidade dos estudantes, onde a aprendizagem se constrói dentro e fora de sala de aula, por meio de estudo prévios e da exploração dos conceitos em sala. Esse cenário se mostra desafiador, pois os estudantes não são familiarizados com essa forma de aprender, onde eles mesmo são os primeiros atores do seu próprio aprendizado (TOLEDO; LAGE, 2013).

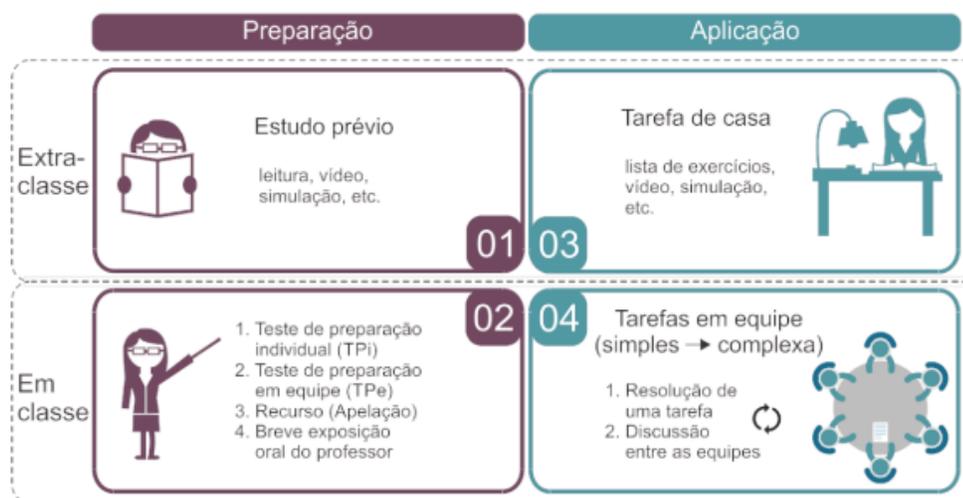
2.5.5 APRENDIZAGEM BASEADA EM EQUIPES (*TEAM BASED LEARNING*)

Apesar de ser uma metodologia explorada atualmente, a Aprendizagem Baseada em Equipes (TBL) tem a sua concepção formada por volta do final da década de 1970,

criada pelo professor de gestão e negócios Larry Michaelsen, da Universidade de Oklahoma (EUA). O método é utilizado em salas de aula onde os alunos são os protagonistas de sua aprendizagem, por meio de trabalho colaborativo, envolvendo tarefas de preparação dos conceitos, feedback constante por parte do docente e avaliação entre os colegas de classe (MICHAELSEN, KNIGHT; FINK, 2004).

OLIVEIRA (2016) destaca quatro fases que podem ser observadas durante a aplicação do método TBL dentro e fora de sala de aula. Tais etapas são classificadas em dois grupos: extraclasse e em classe, fazendo com que a aprendizagem dos estudantes não se limite apenas nos limites da sala de aula, mas que seja expandida para horizontes onde o conhecimento é adquirido pelo exercício da aprendizagem autodidata. A divisão das etapas é ilustrada na figura 3.

Figura 2 - Etapas de aplicação da TBL



Fonte: OLIVEIRA, 2016

Segundo o autor, na fase de preparação, os estudantes realizam as atividades extraclasse, que podem ser aplicadas antes ou após cada aula programada, a fim de antecipar ou revisar o conteúdo trabalhado. Já a fase de aplicação ocorre em sala de

aula, onde o docente aplica questões aos alunos de forma individual e, logo em seguida, em grupos. A intenção, neste caso, é de que haja uma interação entre os alunos, onde são compartilhadas as respostas de cada um e colocadas para uma análise em grupo, expondo diferentes ideias, pontos de vistas e conhecimento, sempre direcionados pelo professor (OLIVEIRA, 2016).

Seguindo a estruturação apresentada e olhando para o cenário de sala de aula, em geral, uma prova ou teste é entregue ao estudante para que se faça a avaliação do estudo prévio referente ao conteúdo a ser trabalhado na presente aula, de forma individual. Após isso, a etapa de times de inicia, onde o professor forma cada um dos grupos e esclarece a dinâmica da atividade, onde um gabarito é entregue para que o time preencha suas respostas discutidas em conjunto. Fechando o ciclo da metodologia, ao final da aula, o professor mostra o gabarito aos estudantes com as respostas adequadas e os estudantes mensuram a sua nota individualmente, contemplando também a nota em time (BOLELLA, et al, 2014).

Apesar de se ter uma dinâmica bem definida, para que todo o ciclo gere bons resultados e funcione de forma eficaz, a supervisão do docente durante todo o processo em sala é fundamental. Desde a formação de equipes até a condução de atividades individuais, o professor é a figura mediadora do processo, orientando os estudantes a seguir corretamente os passos de cada tarefa proposta, da autoavaliação em grupos e da preparação de todo o cenário que irá envolver os discentes (e. g. MICHAELSEN; SWEET, 2008).

2.5.6 GAMIFICAÇÃO

O mundo globalizado está cercado de inovação, que produz novas tecnologias e soluções de engenharia em ritmo acelerado. De acordo com SANTOS (2015), o termo gamificação engloba justamente esse cenário, introduzindo os jogos virtuais à rotina de aprendizagem de alunos, nos mais diversos estágios de aprendizagem, inclusive no ensino superior. Dessa forma, pode-se conectar o mundo real, da sala de aula, ao mundo virtual, tornando o processo de aprendizagem familiar e confortável para os estudantes,

que estão imersos em tecnologias em suas rotinas diárias. Assim, o intuito é que os estudantes tenham a sua atenção prendida ao conteúdo a ser trabalhado, por meio de jogos, tornando-se um processo lúdico, leve e descontraído, ao mesmo tempo em que leva conhecimento e informação de um determinado assunto para toda uma classe.

De acordo com DUBOIS (2013), a gamificação foi inicialmente adotada para aumentar o engajamento de consumidores que recebem pontos e medalhas no uso de determinados serviços. Além dos pontos e medalhas, outra técnica de gamificação amplamente utilizada é o indicador de progresso. Nos últimos anos, gamificação tem sido adotada sistematicamente como uma possível solução ao desinteresse de alunos no desenvolvimento de cursos e atividades educacionais, assim tem aparecido como tendência em diversos estudos.

SCHIMITZ, KLEMKE e SPECHT (2012) entendem que é possível resumir os diferentes elementos dos jogos em três parcelas: o personagem, a competição e as regras do jogo. Dentro deste contexto está inserida a narrativa por meio da construção de uma história em que essas parcelas poderão atuar de diversos modos. Nesse aspecto, a gamificação pode ser aplicada a diversas atividades em que se objetiva o estímulo às habilidades e comportamentos dos indivíduos.

Para estimular os estudantes a jogarem com atenção, são frequentemente utilizados sistemas de desafios e recompensas dentro do jogo, como pódios entre os alunos (competição) ou feedbacks positivos, tornando o aprendizado competitivo e dinâmico, mas sempre de maneira saudável, promovendo a interação entre alunos e docente dentro do ambiente virtual. O objetivo da proposta é de determinar tempos de realização de uma certa atividade ou responder a determinada questão, cooperação, feedbacks, profundidade de conteúdo e evolução do nível de dificuldade a cada etapa superada, encorajando e promovendo o engajamento dos estudantes na atividade Didáticas (RAMOS & JUNIOR, 2019).

2.5.7 SALA DE AULA INVERTIDA

A sala de aula invertida (SAI) é uma metodologia diretamente ligada à tecnologia, mediada pelas chamadas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC). O objetivo da SAI é entregar autonomia ao estudante, fazendo com que o conteúdo da disciplina seja buscado por si próprio em atividades extraclasse. O tempo destinado para atividades em sala de aula é utilizado para promover a interação entre os estudantes da turma, por meio de atividades colaborativas, onde o docente é o mediador (ANDRADE, et. al, 2019).

Conforme orienta BACICH, TANZI NETO E TREVISANI (2015), o professor deve adotar posicionamentos diferenciados das metodologias tradicionais em sala de aula, onde ele é o locutor em aulas expositivas. A ideia é que as atividades presenciais sejam feitas em ilhas ou estações de trabalho. Tais estações são formadas com o intuito de proporcionar a participação ativa de todos os discentes, podendo até mesmo serem feitas rotações de estudantes entre as ilhas. Assim, os estudantes se sentem estimulados e pertencentes a um grupo, dividindo responsabilidades e aumentando o senso de colaboração.

As práticas pedagógicas da sala de aula invertida podem acontecer em caráter remoto ou presencial, seja por meio da interação em sala de aula, ou seja, por meios digitais, como aplicativos de caráter educacional (BUENO, RODRIGUES, MOREIRA, 2021). O ponto positivo é que tal metodologia consegue aproximar a realidade dos estudos ao avanço tecnológico que é vivenciado, seja com atividades extraclasse em forma de vídeo, jogo interativo e até mesmo a programação de códigos. Ao mesmo tempo, traz em sala de aula a tão ausente proximidade e interação entre estudantes, comportamento fundamental para a prática do trabalho colaborativo, discussão de diferentes ideias e definição conjunta de solução para problemas propostos.

2.6 AVALIAÇÕES FORMATIVAS

Atualmente, os métodos de avaliação em cursos de ensino superior se baseiam em provas escritas que abrangem uma grande carga de conteúdos estudados. Esse cenário é fortemente alimentado pelo sentimento de que uma prova escrita é eficaz para que o estudante aplique seus conhecimentos de forma efetiva. Um aspecto que mostra a fraca correlação dessa ideia é de que, com as provas dissertativas, o estudante muitas vezes é colocado a responder questões previamente montadas, sem qualquer contextualização dos conhecimentos, como a realização de diversos cálculos e utilização de fórmulas que não possuem uma explicação clara para o estudante com relação a aplicações e motivações de se aprender tais habilidades, ou seja, sem prévia contextualização ou relação com problemas e desafios reais. Essa situação evidencia o baixo estímulo à criatividade e ao raciocínio lógico dos estudantes frente a desafios do cotidiano, habilidades essenciais para um Engenheiro da atualidade (RODRIGUES, 2007).

Com a proposta de se diferenciar das métricas e métodos de avaliação tradicionais, a metodologia que engloba as avaliações formativas tem como objetivo adequar o ensino e a aprendizagem às necessidades e exigências atuais, que são diretamente guiadas pela percepção qualitativa da realidade, preparando os estudantes para atuar em atividades que exijam raciocínio lógico, interpretação de problemas e tomada de decisões de forma estratégica. Para conquistar tais objetivos, a avaliação formativa é caracterizada por estratégias bem definidas, induzindo a mudança de abordagem do ensino em sala de aula (FERRAZ, 1997):

- É interna ao processo de ensino aprendizagem;
- Os processos valem mais que os resultados;
- O aluno é o protagonista da própria aprendizagem;
- Diferencia o ensino por meio da adaptação à realidade de cada turma;
- Auxilia a reorientação das atividades do professor, por meio de informações colhidas ao longo do processo;

- Auxilia o aluno a autorregular suas atividades de aprendizado, observando quais delas são mais eficazes para seu desenvolvimento;

De acordo com BATISTA et. al. (2007, p. 9), "avaliar significa, na forma dicionarizada, valor, estimar o valor ou o merecimento. É um processo, portanto, regulado por valores, que marcarão as concepções sobre o processo de ensino-aprendizagem". Tal consideração se relaciona diretamente com a avaliação formativa, que contribui para tal proposta de nutrir tais valores por meio de uma educação baseada no estudante, que direciona sua própria aprendizagem por meio de feedbacks, autoavaliações e autoaprendizado, contribuindo para a eficácia individual da aprendizagem e adesão ao conteúdo abordado.

2.6 A DISCIPLINA DE MECÂNICA DOS FLUIDOS

"Assim como a maioria das disciplinas científicas, a Mecânica dos Fluidos tem uma história errática na sua evolução inicial, seguida por uma era intermediária de descobertas fundamentais nos séculos XVII e XIX, levando à era da "prática moderna" do século XX, como costumamos chamar nosso conhecimento limitado, porém atualizado" (WHITE, 2011).

Segundo o autor,

a Mecânica dos Fluidos é o estudo dos fluidos em Movimento (dinâmica dos fluidos) ou em repouso (estática dos fluidos). Tanto os gases quanto líquidos são classificados como fluidos, e o número de aplicações dos fluidos na Engenharia é enorme: respiração, circulação sanguínea, natação, bombas, ventiladores, turbinas, aviões, navios, rios, moinhos de vento, tubos, mísseis, icebergs, motores, filtros, jatos e aspersores. Ao pensar nesse assunto, pode-

se notar que quase tudo no planeta Terra ou é um fluido ou se move em um fluido ou próximo dele (WHITE, 2011, p. 10).

A Mecânica dos Fluidos é um campo de estudo que está presente, com estruturas distintas, em diversos cursos de Engenharia, incluindo os cursos de Engenharia Mecatrônica e, principalmente, Engenharia Aeronáutica. Por esse motivo, as grades curriculares dos mais diversos cursos de graduação em Engenharia no Brasil contemplam a Mecânica dos fluidos como uma disciplina única, duas disciplinas distintas (tendo em vista o alto volume de conteúdo a ser aplicado) ou até mesmo dentro dos componentes curriculares comumente denominados de Fenômenos de Transporte. No caso dos cursos de graduação em estudo neste trabalho, a disciplina "Mecânica dos Fluidos 1", que será utilizada para pesquisa neste trabalho, é obrigatória e acompanhada posteriormente e especificamente na Engenharia Aeronáutica pela disciplina "Mecânica dos fluidos 2".

O ensino e a aprendizagem da Mecânica dos Fluidos são sempre desafiadores devido à natureza complexa dos fenômenos abordados e da matemática envolvida. As aulas práticas experimentais têm sido consideradas ao longo de anos como ferramentas de aprendizagem para este tipo de disciplina nos cursos de Engenharia, mas com dificuldades de serem mantidas por falta de investimento e estrutura adequados ao ensino no laboratório (SANTOS; FABIAN, 2020). Por isso, é necessário discutir e elencar formas de otimizar o ensino em sala de aula, de forma teórica ou prática, para que as dificuldades dos estudantes sejam minimizadas, tornando o conteúdo mais atrativo utilizando-se, por exemplo, de ferramentas de aprendizagem ativas.

Com relação a disciplina de Mecânica dos Fluidos 1, ministradas nos cursos de Engenharia Mecatrônica e Aeronáutica em uma única turma, pode-se identificar que a ficha da disciplina é extensa e apresenta uma densidade de conteúdos alta, tornando-a uma disciplina completa com relação aos conhecimentos básicos desse campo de estudos. Nos tópicos de nível macro, pode-se observar a seguinte sequência de assuntos

abordados na disciplina, adaptada da ficha da disciplina que está disponível no site da universidade:

1. Noções fundamentais;
2. Hidrostática;
3. Fundamentos da Análise de Escoamentos;
4. Leis básicas para sistemas e volumes de controle e diferencial;
5. Escoamentos irrotacionais;
6. Análise dimensional e semelhança;
7. Escoamentos Viscosos Incompressíveis e Escoamento Rotacional;
8. Aulas práticas;

Cada tópico se divide em outros subtópicos específicos do assunto, tornando a ementa da disciplina rica em detalhes e conhecimentos abordados. O objetivo da disciplina é de se compreender fisicamente as bases da mecânica dos fluidos. Ao cursar a disciplina, o aluno deve ter a capacidade de análise e formulação de problemas envolvendo a mecânica dos fluidos através do uso de modelos teóricos e empíricos. Assim, pode-se entender que novas metodologias devem ser aplicadas não somente para maximizar a aprendizagem dos discentes, mas para se possibilitar o cumprimento de toda a ementa proposta durante o semestre letivo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 METODOLOGIA DE PESQUISA

Esse trabalho tem como foco a análise, na perspectiva discente, das principais dificuldades enfrentadas pelos estudantes ao cursar a disciplina de Mecânica dos fluidos 1 nos cursos de graduação em Engenharia Mecatrônica e Aeronáutica da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEMEC) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e, também, analisar e entender os resultados da aplicação de metodologias ativas nessa disciplina. Dessa forma, o caminho a se seguir foi de entender as opiniões dos estudantes acerca de diversos aspectos relacionados ao ensino/aprendizagem na disciplina, priorizando as percepções e dificuldades individuais, mas também analisando o resultado de toda uma turma para que sejam obtidas respostas concretas e tendências sejam reveladas em torno desse cenário.

Além da visão discente, a perspectiva docente, através de comentários da professora com relação às respostas foi considerada, uma vez que sua experiência com a aplicação das distintas metodologias e sua percepção da participação dos estudantes no processo de ensino/aprendizagem proporciona uma oportunidade de promover uma maior discussão sobre o assunto, complementando a análise dos dados.

Para o entendimento da sequência de semestres da UFU, os semestres que são contemplados neste trabalho e os semestres onde o questionário foi aplicado são mostrados na linha do tempo apresentada pela Figura 3.

Figura 3 - Semestres letivos da UFU de 2019/2 a 2022/1



FONTE: elaborada pelos autores

Nos semestres 2021/1 e 2022/1 foram aplicados métodos de ensino e avaliação baseados em ferramentas ativas, como o feedback constante, atividades em duplas e grupos, seminários (que funcionam como uma sala de aula invertida) e problemas desafiadores. A professora Ana Marta, inicialmente, propôs a inserção de atividades incomuns aos estudantes, que fogem dos moldes tradicionais de ensino, atribuindo, em alguns casos, pontuação extra a elas. Essa estratégia foi importante para que os métodos fossem testados e avaliados com a participação ativa dos estudantes, contribuindo para a melhoria e adaptação das metodologias à disciplina e a cada turma.

A disciplina de Mecânica dos Fluidos contém uma parte teórica e uma parte prática. A parte prática tem valor de 20% e tem outro professor responsável. Na metodologia aplicada ao conteúdo teórico no semestre de 2019/2, as aulas o sistema de avaliação era dividido basicamente em três provas com resolução de problemas e um seminário e valiam 80% da nota final. Uma lista de exercícios de cada conteúdo era também proposta e valia cerca de 10% da nota. As aulas eram mais expositivas em lousa ou através de slides, com resolução de alguns exercícios pela professora, e alguns propostos para resolução individual pelos estudantes em sala de aula ou em casa. Esses exercícios não eram valorizados na nota. Apesar de a participação ser sempre incentivada, havia pouco

interesse na participação. A metodologia aplicada nos semestres de 2021/1 e 2021/2 é baseada no TBL (*team based learning*), na qual os alunos deveriam estudar o conteúdo da videoaula disponível previamente e ir para a aula com algum conhecimento, o que visa estimular a participação. O conteúdo era exposto sempre através de slides e com a participação dos discentes, estimulada a partir de perguntas. Após a exposição, um problema era proposto para resolução em duplas em sala de aula. Apenas não havendo tempo disponível, a resolução do problema poderia ser feita em casa. A docente ficava em sala tirando dúvidas específicas e cada dupla, o que permitia à mesma já avaliar e identificar alguma falha na forma de expor o conteúdo ou mesmo o que não havia sido compreendido bem compreendido e deveria ser melhor explorado. O sistema de avaliação era dividido em quatro atividades avaliativas, sendo três mais dissertativas baseadas no método TBL (*team based learning*) e uma quarta baseada uma sala de aula invertida em formato de seminário, valendo 60% da nota. As denominadas tarefas eram listas de exercícios, problemas propostos em sala de aula para resolução em duplas e exercícios para casa também com resolução em duplas, e cerca de duas atividades do estilo TBL. Todas as tarefas e listas de exercícios valiam 20% da nota final. A fim de empregar uma avaliação formativa a todas essas atividades era fornecidos feedbacks, para que os estudantes pudessem identificar o que erraram e aprender durante o processo.

O foco principal de análise é a Turma V, compreendida pelos estudantes dos cursos de Engenharia Mecatrônica e Engenharia Aeronáutica da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), pois são uma turma unificada. A professora Ana Marta tem sido a professora responsável pela disciplina nessa turma há alguns semestres, onde a aplicação das metodologias ativas tem sido explorada semestre a semestre e novos feedbacks discentes são coletados pelo docente. Dessa forma, foram excluídos os semestres que estão entre os semestres 2019/2 e 2022/1, os quais aconteceram de forma remota devido ao cenário pandêmico, não se adequando, portanto, à proposta deste trabalho, que tem como objetivo analisar a aplicação de metodologias de forma presencial.

A primeira etapa da metodologia de pesquisa se refere à análise quantitativa de dado através da comparação de desempenho de uma turma em que foram adotadas metodologias mais tradicionais e outra em que foram adotadas metodologias ativas. A segunda etapa complementa a primeira, sendo uma análise qualitativa dos os resultados obtidos nas turmas dos semestres 2021/2 e 2022/1 (atual), focando em identificar as principais dificuldades dos estudantes e, também, a percepção dos alunos sobre a metodologia.

3.2 DADOS HISTÓRICOS DE DESEMPENHO DOS ESTUDANTES NA DISCIPLINA

Para a análise quantitativa foi compilada a média das notas, números de reprovações e trancamentos na disciplina dos semestres 2019/1 e 2022/1, a fim de entender o real problema no ponto de partida e quais são os efeitos observados após a aplicação de metodologias ativas. Um levantamento de dados feito pela professora da disciplina de Mecânica dos Fluidos 1, que também é orientadora deste trabalho, mostra os resultados de média, desvio padrão, trancamentos, desistências e reprovações dos estudantes em dois semestres anteriores: 2019/2 e 2021/2, de acordo com os calendários da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) vigentes. Os resultados são importantes, pois trazem informações que permitem comparar diretamente o desempenho de estudantes antes e após a aplicação de metodologias ativas entre os dois semestres e, posteriormente, comparar com os resultados obtidos no questionário de avaliação preenchido pelas turmas pós pandemia dos semestres letivos 2021/2 e 2022/1.

3.3 COLETA DE DADOS DOS SEMESTRES 2021/2 E 2022/1

Para criar uma conexão direta com os estudantes, realizou-se a coleta das respostas dos estudantes por meio de um formulário construído e divulgado na plataforma Google Formulários, de maneira online e totalmente confidencial, prezando pela identidade de cada respondente. O formulário (Anexo 1) é dividido em sete seções

sequenciais e formado por dezenove perguntas estruturadas para entender o panorama atual da disciplina na visão dos estudantes, como as dificuldades enfrentadas na aprendizagem e a aplicação de metodologias ativas no ensino, explorando aspectos individuais e da turma em geral. As respostas de cada pergunta, em sua maioria, são compostas por alternativas, facilitando o direcionamento de resultados e a adesão dos estudantes no preenchimento, porém com possibilidade de se fazer comentários em algumas das questões para a obtenção de informações estratégicas.

A divulgação do questionário online foi feita pela professora orientadora através de e-mails encaminhados aos estudantes que estão cursando da disciplina atualmente (semestre 2022/1 para a Universidade Federal de Uberlândia) ou que cursaram a disciplina no último semestre (2021/2). Essa conexão é pensada em extrair as informações dos últimos estudantes a vivenciarem as metodologias de ensino aplicadas na disciplina, que se aprimoram a cada semestre por meio de feedbacks ou pela própria experimentação. O questionário aplicado foi construído utilizando-se de alguns princípios da bibliografia, em especial o da pesquisa *Survey* descritiva, buscando opiniões e diferentes situações considerando uma determinada população (PINSONNEAULT; KRAEMER, 1993).

A média de discentes nessa turma de Mecânica dos Fluidos (Turma V) é de 40 alunos, onde esse número é balanceado entre estudantes de Engenharia Aeronáutica e Engenharia Mecatrônica. Após a aplicação do questionário online, foram coletadas 31 respostas, o que representa cerca de 39% de participação do universo amostral de 80 alunos, considerando os semestres 2019/2 e 2021/2. A participação é considerada abaixo da expectativa, porém, a adesão de respondentes ao questionário é dificultada em aspectos como a efetividade da divulgação que, nesse caso, foi feita via e-mail e aplicativos de mensagens instantâneas, onde o alcance do público alvo é desafiador, tendo em vista o total de número de estudantes dos cursos. Além disso, ainda considerando os desafios da divulgação digital, os estudantes muitas vezes podem receber a comunicação e não visualizar, seja por troca de endereços de e-mail ou até mesmo por falta de tempo, tendo em vista que o semestre 2022/1 é o semestre corrente durante a elaboração deste trabalho.

Para complementar a análise, os dados históricos de reprovações auxiliam o entendimento do comportamento e desempenho da turma frente a aplicação de metodologias ativas de ensino e o uso de técnicas da avaliação formativa, compondo o resultado de forma ampla e com um horizonte aberto. Além disso, estudos que também aplicam tais metodologias serão levados em consideração, podendo-se comparar e reforçar os resultados obtidos com outros casos, enriquecendo a discussão e evidenciando casos de sucesso dentro de universidades.

3.4 ANÁLISE DE DADOS

A partir dos dados obtidos pelo formulário online, pôde-se realizar o tratamento e a análise dos dados obtidos a fim de encontrar resultados que evidenciam e mostram o cenário da disciplina na visão discente. A ferramenta utilizada, Google Formulários, fornece gráficos e insights automáticos para cada pergunta do relatório, podendo-se obter resultados para cada pergunta de forma individual. Além disso, a ferramenta entrega uma planilha no software *Google Sheets* com o compilado de todas as respostas obtidas, facilitando o tratamento de dados e a análise de resultados de forma geral, relacionar condições e analisar tendências.

Os resultados tratados e obtidos foram consolidados em gráficos e tabelas, de modo a promover um completo entendimento do comportamento das respostas para cada questão. Através da análise do conteúdo de BARDIN (2009), os resultados obtidos foram tratados por meio de análises em planilhas, tabelas e gráficos, adaptando cada momento da pesquisa de forma unificada e exclusiva.

3.6 RECURSOS NECESSÁRIOS

Para este trabalho, foram necessários o uso dos computadores dos próprios autores. Com relação ao questionário, foi utilizada a plataforma gratuita *Google Forms* para o armazenamento e divulgação das perguntas.

4. RESULTADOS

4.1 ANÁLISE QUALITATIVA DOS SEMESTRES DE 2019/2 E 2021

Os dados obtidos no semestre 2019/2 são mostrados nas tabelas a seguir, separados por semestre e, também, por curso, onde todos os alunos pertencem a uma mesma turma. Foram considerados 18 estudantes da Engenharia Aeronáutica e 16 estudantes da Engenharia Mecatrônica, totalizando 34 estudantes que cursaram a disciplina. A partir dos resultados do semestre, onde não eram aplicadas metodologias ativas de ensino, pode-se obter estatísticas importantes que ajudam a compreender o cenário em que a turma vivenciou a disciplina. Os resultados de média, desvio padrão, reprovações, desistências e trancamentos para esse semestre são mostrados na tabela a seguir, onde são divididas entre os dois cursos analisados e, também, nos resultados da turma como um todo, englobando os dois cursos.

Tabela 1 - Resultados de aproveitamento no semestre 2019/2 para a turma V

	Resultado
Média das notas	62.85294118
Desvio Padrão das notas	10.5399394
Reprovações	3
Desistências	4
Trancamentos	1

Os desvios padrões foram calculados excluindo-se as notas dos alunos desistentes, a fim de tornar a estatística mais precisa, considerando apenas notas de estudantes que cursaram a disciplina até o fim, mesmo que reprovados. Tendo como base a nota mínima de 60 pontos para a aprovação na disciplina em um total de 100 pontos, a média calculada para a turma de 62.8 pontos, mostrando-se pouco acima da

nota mínima para aprovação. O número de reprovações e desistências são fatores que prejudicam a vida acadêmica desses estudantes, uma vez que a retenção de estudantes no curso e na universidade aumenta justamente porque as reprovações e desistências, muitas vezes, estão diretamente relacionadas ao tempo de curso, que tende a aumentar conforme o número de reprovações dos estudantes crescem.

Da mesma forma, os dados do semestre letivo 2021/2 foram coletados, a fim de se estabelecer uma comparação quando colocados frente aos resultados posteriores a aplicação de metodologias ativas. Foram considerados 20 estudantes de Engenharia Aeronáutica e 18 estudantes de Engenharia Mecatrônica, totalizando 38 estudantes que cursaram a disciplina, onde já eram aplicadas ferramentas de ensino das metodologias ativas. Para esse semestre são esperadas mudanças com relação ao desempenho da turma, tendo em vista que o método de ensino é diferente, causando diferentes reações nos estudantes, sejam elas positivas ou negativas.

Tabela 2 - Resultados de aproveitamento do semestre 2021/2 para a turma V

	Resultado
Média das notas	76.44
Desvio Padrão das notas	12.38
Reprovações	0
Desistências	1
Trancamentos	0

Da mesma forma, os cálculos dos desvios padrões foram feitos excluindo a única nota de um estudante desistente, a fim de aumentar a precisão da estatística. Neste semestre, aplicando-se metodologias ativas, o cenário de desempenho da turma se mostrou favorável e apresentou uma crescente em termos de médias de notas e na queda do número de reprovações, que foi zero. Apesar de uma desistência ter sido registrada, ela deve ser analisada com rigor, pois os motivos que levam um estudante a desistir são vários, como a falta de perspectiva em ser aprovado na disciplina, carga

curricular do semestre excessiva (do estudante, individualmente), dificuldade de aprendizado, entre outras questões. Além disso, comparado com o semestre 2019/1 que registrou 4 desistências na turma, o número é 75% inferior, evidenciando que os estudantes se mostram mais motivados ao longo da disciplina, por mais que encontrem certas dificuldades no caminho.

Pode-se notar uma melhora no desempenho dos estudantes de Engenharia Mecatrônica, pois a média de notas aumentou e as reprovações foram zeradas. A utilização de exercícios em sala de aula, a cada aula, influenciou para a melhoria de desempenho, uma vez que os estudantes respondem questões de assuntos que acabaram de ser apresentados em aula. Dessa forma, o nível de atenção dos estudantes na aula aumenta, pois há o compromisso de se ganhar pontos com os exercícios após a aula, além de que, nessas avaliações, o conteúdo abordado é fragmentado, diferente de provas discursivas que englobam diversos assuntos em uma única avaliação, prejudicando o foco dos estudantes em seu aprendizado.

A aplicação de metodologias ativas nessa disciplina se mostrou eficaz, no ponto de vista da melhora de resultados da turma. Acredita-se que essa mudança é acompanhada de uma certa estranheza por parte dos alunos, tendo em vista a grande mudança de condução da disciplina e dos métodos de avaliação de um semestre para outro, mas que não impactou negativamente no aprendizado e adaptação dos discentes. Por mais que o método tradicional se mostre, muitas vezes, ineficaz, os estudantes e até mesmo os docentes têm certa familiaridade com suas técnicas, uma vez que são inseridos nesse contexto desde o início de sua vida estudantil. Romper com os padrões é uma tarefa difícil, exigindo um bom preparo do docente para que as mudanças sejam suaves e que os estudantes extraiam o melhor aprendizado das aulas onde se aplicam diferentes formas de ensino ativas. Nesse caso, a adaptação foi positiva, tendo em vista que a média de notas da turma aumentou em 14 % de um período para o outro, além da visível diminuição do número de reprovações, chegando a zero.

Segundo a docente, algumas disciplinas são mais difíceis de serem adaptadas às metodologias ativas e Mecânica do Fluidos é uma delas, devido principalmente a características inerentes ao seu conteúdo e à sua complexidade. A proposta de projetos,

por exemplo, seria interessante, porém os alunos adquirem todo o conhecimento necessário para execução apenas no final do semestre, restando pouco tempo hábil para a execução. Assistir às vídeo aulas, e ter um conhecimento prévio do assunto, auxilia muito a aprendizagem, porém a maioria dos alunos não o faz, alegando não ter tempo suficiente. Do ponto de vista da professora, a resolução de problemas em sala de aula e em dupla é algo que corrobora muito para aprendizagem. É possível ver que os alunos realmente estão aprendendo e se envolvendo no processo. Como são tarefas que valem notas os alunos ficam mais assíduos e mais atentos à aula pois sabem que serão avaliados em seguida. Porém é uma avaliação no qual ele tem oportunidade de aprender com o colega e, também, sanar dúvidas. E já estão se preparando para a atividade avaliativa, construindo o conhecimento.

4.2 ANÁLISE QUALITATIVA DAS METODOLOGIAS ATIVAS EMPREGADAS NOS SEMESTRES 2021/2 E 2022

A seguir, são apresentadas as questões abordadas no questionário online, com suas respectivas análises de resultados coletados dos respondentes.

Questão 1: Qual a sua idade?

Os 31 estudantes respondentes apresentam idades entre 19 e 31 anos, em um espectro de 12 anos de diferença entre a maior e a menor idade, conforme apresentado na Tabela 3. O perfil dominante dos estudantes é de pessoas que ingressaram no curso de graduação logo após o término do ensino médio e apresentam, em média, idade de 22,5 anos quando cursaram a disciplina, seja no quinto período (Engenharia Aeronáutica) ou no sétimo período (Engenharia Mecatrônica).

Tabela 3 - Idade dos estudantes respondentes

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
19 anos	1	3,2
20 anos	2	6,5
21 anos	3	9,7
22 anos	13	41,9
23 anos	6	19,4
24 anos	2	6,5
25 anos	3	9,7
31 anos	1	3,2
Total	31	100,0

Questão 2: Qual o seu curso?

Os respondentes estão divididos em três cursos: Engenharia Aeronáutica, Engenharia Mecânica e Engenharia Mecatrônica. Apesar de a turma V ser compreendida apenas pelos cursos de Engenharia Aeronáutica e Engenharia Mecatrônica, estudantes do curso de Engenharia Mecânica procuram essa turma como alternativa à turma ofertada em seu curso de origem, principalmente devido ao horário. Neste caso, foram identificados dois estudantes da Engenharia Mecânica nessa situação, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Cursos de graduação dos estudantes respondentes

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Engenharia Aeronáutica	14	45,2
Engenharia Mecânica	2	48,4
Engenharia Mecatrônica	15	6,5
Total	31	100,0

Questão 3: Em que ano você ingressou no curso de graduação?

Do total de 31 respostas, pode-se notar que o ano de ingresso no curso de graduação por parte dos discentes apresenta uma grande variação, compondo uma ampla faixa de 10 anos, entre 2012 e 2022. Como evidenciado na tabela 5, a grande parte dos estudantes está concentrada entre os anos de 2018 e 2020 em seu ano de início de graduação, o que representa 83,8% do total de estudantes respondentes. Isso é positivo, pois mostra que muitos estudantes estão cursando a disciplina em seus semestres regulares, sendo o quinto período para a Engenharia Aeronáutica e o sétimo período para a Engenharia Mecatrônica. Esses estudantes participaram de um ingresso e início no curso em períodos conturbados pela pandemia de COVID 19, que afetou diretamente o calendário acadêmico da UFU e, de certa forma, afetou o planejamento e o funcionamento dos cursos de graduação como um todo. Dessa forma, o ano de ingresso e o período de realização da disciplina são difíceis de ser comparados diretamente, tendo em vista a segmentação das turmas e o atraso no calendário de atividades dos cursos.

Observando as repostas que compreendem anos de ingresso de curso anteriores a 2018 e respostas nulas, pode-se perceber que a retenção de estudantes nos seus cursos de graduação são uma realidade, situação em que 12,8% dos respondentes se encaixam, mostrando que a eficácia dos modelos de ensino que são praticados ao longo do curso não é a ideal, uma vez que o objetivo de instituições é de reduzir ao máximo o número de reprovações e estudantes retidos em cursos de graduação ao longo dos anos. Além disso, pode-se colocar em discussão a situação com que os estudantes chegam em seus cursos de graduação, podendo ser uma situação de deficiência em conhecimentos básicos advindos do ensino médio, como em matemática e física, componentes altamente abordados em disciplinas iniciais dos cursos de Engenharia.

Tabela 5 - Ano de ingresso no curso de graduação

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
2012	1	3,2
2013	1	3,2
2014	1	3,2
2017	1	3,2
2018	11	35,4
2019	8	25,8
2020	7	22,6
Outros anos	1	3,2
Total	31	100,0

Questão 4: Qual o período atual que está cursando?

Analisando o período atual em que os estudantes estão, no momento da resposta ao questionário e considerando que o total de períodos ideais do curso são de 10 períodos, pode-se perceber que a concentração de estudantes está em torno do 5º ao 8º período. Esse resultado é esperado, tendo em vista que os estudantes do curso de Engenharia Aeronáutica cursam a disciplina no quinto período e os estudantes de Engenharia Mecatrônica cursam a disciplina no sétimo período, idealmente. Esse número mostra que cerca de 96,7% dos estudantes dos semestres 2021/2 e 2022/1 estão/estavam cursando a disciplina em seus períodos ideais (ou próximo de seus períodos ideais), mostrando que o número de reprovações em disciplinas anteriores é baixo e que grande parte dos estudantes atuais conseguem se manter em seus períodos e cursar as disciplinas propostas pelo cronograma dos componentes curriculares de seus cursos.

Tabela 6 - Período atual

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
1º	0	0
2º	0	0
3º	0	0
4º	0	0
5º	9	29
6º	9	29
7º	4	12,9
8º	8	25,8
9º	0	0
10º	1	3,2
Total	31	100,0

Questão 5: Quantas vezes cursou a disciplina de Mecânica dos Fluidos 1 até a aprovação?

Os resultados estão classificados em quantas vezes o discente cursou a disciplina até a aprovação. Para respostas com número de tentativas igual a uma tentativa, o estudante respondente foi aprovado na primeira vez que cursou a disciplina, ou seja, não houve nenhuma reprovação. Para respostas com duas, três ou quatro ou mais tentativas, o estudante respondente foi reprovado e cursou a disciplina outra ou outras vezes até garantir a aprovação.

O número de estudantes que foram aprovados na disciplina sem nenhuma reprovação equivale a 90,3% dos respondentes, número que mostra uma alta taxa de aprovação na disciplina, onde acredita-se que o cenário que vem se modificando ao longo do tempo, com os frutos da adoção de novas metodologias de ensino e avaliação na disciplina, não buscando apenas cobrar o aluno por seu conhecimento, mas estimulando-o a ser o protagonista de seu aprendizado e a melhorar suas interações com as avaliações por meio dos feedbacks que recebe. O número de estudantes reprovados na

disciplina é de 9,7%, ou seja, três discentes, mostrando que apesar da melhora de resultados revelar eficácia nos métodos de ensino e avaliação.

Tabela 7 - Reprovações

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Uma	28	90,3
Duas	2	6,5
Três	1	3,2
Quatro ou mais	0	0
Total	31	100,0

Questão 6: Nas tentativas anteriores, você desistiu de cursar a disciplina ou foi até o fim do semestre?

Essa questão está condicionada a questão 5, ou seja, apenas estudantes que já reprovaram uma ou mais vezes responderam. Dentre os respondentes, apenas 3 se encaixam nessa estatística, limitando o número de respostas a essa questão. Dos 3 respondentes, dois afirmaram que desistiram de continuar cursando a disciplina e apenas um continuou cursando até o final do semestre.

Para entender o motivo da desistência ao longo do semestre, é preciso investigar as causas que levaram o estudante a tomar tal atitude. Na questão 7, alguns motivos podem ser evidenciados e explorados com maior profundidade.

Tabela 8 - Desistências seguidas de reprovação

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Desisti	2	66,7
Fui até o fim do semestre	1	33,3
Total	3	100,0

Questão 7: O que você acha que prejudicou a sua aprovação nas demais vezes?

Novamente, essa questão está condicionada a questão 5, ou seja, apenas estudantes que já reprovaram uma ou mais vezes responderam, limitando o número de respostas a 3 participações. Para entender melhor os motivos de desistência da disciplina comentados na questão 6, as alternativas de resposta desta questão podem ser esclarecedoras, pois evidenciam os reais motivos e dificuldades que os estudantes reprovados encontraram ao cursar a disciplina nas demais vezes, sem sucesso. Entre as alternativas disponíveis, os 3 estudantes marcaram 3 diferentes motivos que contribuíram para sua reprovação: carga horária excessiva, carga curricular excessiva e atividade comercial externa.

Para a carga horária excessiva, pode-se concluir que o estudante não conseguiu conciliar a carga horária da disciplina com suas demais atividades do semestre. Essa disciplina possui uma carga horária total de 75 horas, sendo 60 horas destinadas a aulas teóricas e 15 horas para aulas práticas. Portanto, com uma carga horária de 75 horas, esses estudantes tiveram dificuldade em conciliar a disciplina com suas outras atividades, levando a reprovação na disciplina de Mecânica dos fluidos, e tal dificuldade pode ser gerada por questões externas ou internas ao curso, o que torna a análise ainda mais delicada, podendo ser abordada em trabalhos posteriores com o intuito de investigar exclusivamente a carga horária desses cursos.

Se tratando da carga curricular da disciplina, ela conta com tópicos de teorias bem definidos e apresentados aos estudantes no início da disciplina, sendo eles:

- Noções fundamentais;
- Hidrostática;
- Fundamentos da análise de elementos;
- Leis básicas para sistemas e volumes de controle e diferencial;
- escoamentos irrotacionais;
- Análise dimensional e semelhança;
- escoamentos viscosos incompressíveis - escoamento rotacional;

Cada tópico abrange uma série de subtópicos, buscando segmentar os diferentes assuntos em grandes blocos, de modo a facilitar a orientação do docente e do discente quanto ao andamento da disciplina e do assunto abordado a cada momento do semestre. A disciplina conta com uma carga curricular básica de Mecânica dos Fluidos, onde até mesmo para o curso de Engenharia Aeronáutica, o campo de estudo é estendido para uma segunda disciplina, Mecânica dos Fluidos 2. Nesse caso, pode-se entender que a carga curricular é completa de conhecimentos básicos e conta com um tempo de 60 horas para serem ministrados, tempo esse que é padronizado para a maior parte das outras disciplinas da FEMEC.

Para os casos em que o motivo prejudicial à aprovação foi de realização de atividade comercial externa, entende-se que o estudante possui relação empregatícia em forma de estágio ou até mesmo de emprego formal, registrado na carteira de trabalho. Os cursos de Engenharia Aeronáutica e Engenharia Mecatrônica da UFU são integrais, ou seja, possuem disciplinas dispostas em horários que ocupam os turnos da manhã e tarde, fazendo com que a realização de atividades comerciais externas seja dificultada e até mesmo impossibilitada. Neste cenário, alguns estudantes optam por sacrificar o andamento regular de seu curso para trabalhar, seja por motivos relacionados a carreira, seja por necessidade, tendo em vista que muitos estudantes precisam contribuir com o orçamento familiar e com suas despesas de estudos.

Tabela 9 - Motivos que prejudicaram a aprovação

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Carga horária excessiva	1	33,3
Carga curricular excessiva	1	33,3
Dificuldade de concentração nas aulas	0	0
Nível de dificuldade das avaliações	0	0
Atividade comercial externa	1	33,3
Total	3	100,0

Apesar de serem apontadas respostas que concordam com a excessividade de conteúdo na disciplina, projetos vêm sendo discutidos, a nível nacional, para alterar a carga curricular de cursos de Engenharia no Brasil. As chamadas Diretrizes Curriculares dos Cursos de Engenharia (DCE) visam aproximar as atividades acadêmicas dos cursos de graduação em Engenharia da realidade e do cenário atual da indústria 4.0, a fim de formar profissionais preparados para os desafios atuais.

De acordo com a resolução do MEC, MEC/CNE nº 2/2019, o foco na transformação das diretrizes com relação ao ano de 2002 está totalmente ligado à pesquisa e aplicação multidisciplinar e transdisciplinar de conhecimentos, por meio de projetos de integração. A extensão universitária também é tópico de destaque, colocando cargas horárias maiores dedicadas a tais atividades, decisão que traz à tona a necessidade de se adequar a carga horária das disciplinas para que mais horas sejam dedicadas a extensão (DIGRAD – CEFETMG, 2019).

Questão 8: Com qual frequência você faz/fez as atividades propostas pelo (a) professor (a)?

Essa questão evidencia o nível de eficácia que as estratégias de ensino da adotadas apresentam. Durante os semestres 2021/2 e 2022/1, a professora aplicou

atividades a serem feitas antes e após a aula. Nas atividades após a aula, são propostos problemas em forma de exercício, para que o conteúdo seja devidamente fixado e as dúvidas possam ser esclarecidas.

De acordo com as respostas, cerca de 68% dos estudantes entrevistados afirmam que sempre fazem ou faziam as atividades propostas pela professora. Número excelente tendo em vista o caráter dessas atividades, que colocam o estudante como o responsável por seu aprendizado fora de sala de aula. Outros 22,6% dos estudantes afirmam que fazem ou faziam as atividades propostas com frequência, mostrando que o método, apesar de funcionar com a maioria da turma, ainda causa estranhamento ou não adaptação de alguns discentes. Por fim, outros 9,7% dos estudantes fazem ou faziam as atividades com pouca frequência, evidenciando um ponto de atenção, pois o aprendizado desses estudantes pode estar sendo prejudicado pela não adaptação ao método de avaliação e ensino.

Tabela 10 - Frequência de realização de atividades propostas

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Sempre	21	67,7
Frequente	7	22,6
NA	0	0
Pouco frequente	3	9,7
Nunca	0	0
Total	31	100,0

Questão 9: Com qual frequência você comparece/compareceu às aulas presenciais?

A informação de frequência dos estudantes nas aulas pode ser esclarecedora, pois mostra o grau de comprometimento com as aulas presenciais e, também, da adaptação dos discentes a essas aulas. Do total dos estudantes, 41,9% afirmaram que sempre vão ou foram as aulas, enquanto 48,4% dos estudantes vão ou foram as aulas

frequentemente, mas com algumas faltas durante o semestre. Desse total, 90.7 dos estudantes frequentam as aulas assiduamente, com faltas pontuais em poucos encontros. Os outros 9.3% dos estudantes apresentam assiduidade abaixo do esperado, ponto de atenção a ser acompanhado em semestres futuros.

Tabela 11 - Frequência dos estudantes nas aulas presenciais

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Sempre	13	41,9
Frequente	15	48,4
NA	1	3,2
Pouco frequente	2	6,5
Nunca	0	0
Total	31	100,0

Questão 10: Com qual frequência você estuda/estudou as vídeo aulas ANTES de o conteúdo ser trabalhado em sala?

Relacionada com os resultados obtidos na questão 8, esta questão foca exclusivamente na frequência com que os estudantes estudam ou estudaram as vídeo aulas antes do conteúdo ser trabalhado em aulas teóricas, configurando as atividades antes da aula mencionadas anteriormente. Nesta questão, é evidente que a adesão dos estudantes à atividade é baixa, onde apenas um estudante afirma que assistiu todas as vídeo aulas gravadas antes das aulas. Outros 19,4% de respondentes afirmam que veem ou viram as vídeo aulas com frequência, 6,5% nem com boa e nem com frequência ruim, 35,5% de forma pouco frequente e, com preocupação, outros 35,5% afirmam nunca viram ou veem as vídeo aulas antes das aulas.

Muito ligado ao fato de que tais atividades não estão vinculadas diretamente a pontos que podem ser obtidos na disciplina, percebe-se que o compromisso dos estudantes em assistir as aulas gravadas é baixo, fato que influencia diretamente na qualidade de discussão das aulas teóricas presenciais e na fixação do conteúdo

estudado. Segundo a docente, a maioria dos estudantes alega não ter tempo suficiente para estudar antes da aula. A participação dos alunos ainda é pequena. Porém é possível notar que há alunos exemplares, que assistem, tem grande participação nas aulas e, indiscutivelmente, tem um excelente desempenho, o que reflete bem a eficácia do método quando os alunos também confiam e se dedicam ao processo

Tabela 12 - Frequência de realização de atividades antes da aula

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Sempre	1	3,2
Frequente	6	19,4
NA	2	6,5
Pouco frequente	11	35,5
Nunca	11	35,5
Total	31	100,0

Questão 11: Com qual frequência você assiste/assistiu as vídeo aulas APÓS o conteúdo ser trabalhado em sala?

Diretamente ligada à questão anterior, agora é avaliada a aderência dos estudantes na mesma atividade, porém com realização após as aulas ministradas. O panorama continua o mesmo, onde 9,7 dos respondentes afirmam que sempre assistem ou assistiram as vídeo aulas após as aulas teóricas presenciais, 22,6 de forma frequente, 16,1% de forma neutra, 25,8% de forma pouco frequente e outros 25,8 nunca veem ou viram as aulas gravadas pós teoria presencial. Novamente, fica a preocupação com a real efetividade de aprendizagem e importância de discussões nas aulas presenciais, com resultados fortemente associados ao fato de que o compromisso com tais atividades não envolve ganho de nota no semestre.

A docente acredita que os resultados poderiam ser maiores com maior dedicação e participação dos discentes. Por outro lado, a mesma acredita, que se houver um número excessivo de atividades obrigatórias, a disciplina pode tornar-se um fardo. Talvez

o desafio aqui seja tornar as videoaulas mais divertidas e animadas. Embora elas sejam curtas, a docente confessa que poderiam ser explorados mais recursos.

Tabela 13 - Frequência de realização de atividades após a aula

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Sempre	3	9,7
Frequente	7	22,6
NA	5	16,1
Pouco frequente	8	25,8
Nunca	8	25,8
Total	31	100,0

Questão 12: Em média, quantas horas semanais você dedica/dedicou à disciplina?

Nesta questão, é possível identificar fatores que estão externos a metodologia aplicada pela professora, isso porque o tempo que o estudante dedica à disciplina fora de sala de aula vai além das atividades extraclasse propostas, mas também compreende a quantidade de tempo dedicada a estudos individuais, leitura de livros, revisão do conteúdo e prática de exercícios extras, que não são diretamente orientados pela docente.

Aqui, 67,7% dos estudantes afirmam que dedicam ou dedicaram entre uma e três horas semanais à disciplina, tempo que é usado para assistir aulas gravadas, realização de trabalhos e exercícios propostos pela professora, ou seja, esse tempo é adequado para a realização das atividades já direcionadas na disciplina. Outros 12,9% dos estudantes afirmam que dedicam ou dedicaram de três a cinco horas semanais à disciplina, e outros 6,5%, mais de cinco horas semanais. Nesses casos, muito provavelmente o estudo fora de sala de aula compreende atividades além do que é estipulado em sala de aula, com leituras complementares, participação de sessões de monitorias e revisão de conteúdo, fator que auxilia e reforça ainda mais o aprendizado

desses discentes. Por fim, 12,9% dos estudantes dedicam ou dedicaram menos de uma hora semanal a disciplina, tempo julgado como insuficiente para a realização das tarefas básicas propostas pela professora.

Tabela 14 - Horas semanais dedicadas à disciplina

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Menos de uma hora semanal	4	12,9
Entre uma e três horas semanais	21	67,7
Entre três e cinco horas semanais	4	12,9
Mais de cinco horas semanais	2	6,5
Total	31	100,0

Questão 13: Você acredita que iniciou a disciplina com falta de conhecimentos básicos gerais?

Nesta questão é possível avaliar a situação dos estudantes ao iniciar a disciplina com relação aos conhecimentos prévios desejados para absorver os conteúdos ministrados de forma plena. Dos estudantes respondentes, 38,7% discordam dessa afirmação, enquanto outros 22,6 discordam totalmente e 22,6% não concordam e nem discordam. Esses estudantes somam 84% dos estudantes participantes da pesquisa, o que mostra que grande parte dos discentes inicia a disciplina com os conhecimentos básicos necessários para o bom entendimento do conteúdo. Ainda assim, 9,7% dos estudantes concordam com a afirmação e outros 6,5% concordam totalmente, indicando que cerca de 16,2% deles encontraram brechas em conhecimentos básicos e, muito provavelmente, encontraram dificuldades em certos momentos da disciplina que exigem o amplo domínio de aprendizagens passadas.

Tabela 15 - Situação ao iniciar a disciplina, com relação a conhecimentos básicos gerais

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Concordo totalmente	2	6,5
Concordo	3	9,7
Não concordo nem discordo	7	22,6
Discordo	12	38,7
Discordo totalmente	7	22,6
Total	31	100,0

Questão 14: Você acredita que iniciou a disciplina com falta de conhecimentos básicos em matemática?

Aprofundando no tema abordado na questão anterior, neste momento é possível avaliar a quantidade de estudantes que iniciaram a disciplina com falta de conhecimentos básicos em matemática, especificamente, tendo em vista que esse campo de conhecimento é um dos mais temidos da Engenharia, por meio das disciplinas de Cálculo. Dos estudantes respondentes, 41,9% discordam da afirmação, e outros 41,9% discordam totalmente, mostrando que 83,8% dos estudantes estavam bem-preparados em conceitos matemáticos ao iniciar a disciplina, conceitos esses que são largamente solicitados nos conteúdos de Mecânica dos Fluidos. Outros 12,9% dos estudantes não concordam e nem discordam da questão, enquanto 3,2% concordam, mostrando que casos isolados ainda chegam à disciplina com deficiência em conhecimentos básicos de matemática, o que pode comprometer o aprendizado desses discentes ao longo do semestre.

Tabela 16 - Situação ao iniciar a disciplina, com relação aos conhecimentos básicos em matemática

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Concordo totalmente	1	3,2
Concordo	0	0
Não concordo nem discordo	4	12,9
Discordo	13	41,9
Discordo totalmente	13	41,9
Total	31	100,0

Questão 15: Você sente/sentiu dificuldades em identificar as aplicações práticas do conteúdo estudado?

Esta avaliação é importante, pois trata diretamente de como os estudantes se identificam com a disciplina, enxergam valor em seu conteúdo e, conseqüentemente, se dedicam em seus aprendizados individuais e em grupo. As aplicações práticas, muitas vezes, podem ser abordadas em projetos, seminários e trabalhos em grupo, bem como podem ser expostas nos capítulos iniciais da disciplina e em suas aulas práticas.

Cerca de 16,1% dos respondentes discordam totalmente da pergunta, 35,5% discordam e 19,4% não concordam e nem discordam. Esse grupo de respondentes, composto por 71% dos estudantes participantes da pesquisa, não sentiram grandes dificuldades em enxergar aplicações práticas da disciplina, o que é um motivador a mais para o seu aprendizado. Porém, 25,8% dos estudantes concordam com a questão e outros 3,2% concordam totalmente. Esse segundo grupo de estudantes, compreendido de 29% dos respondentes, encontraram dificuldades de se identificar com os conceitos aplicados e enxergar suas aplicações práticas, ponto que revela a necessidade de se investir ainda mais em atividades que trabalhem nos estudantes a conexão entre a teoria e a prática, aumentando a satisfação de todos ao cursar a disciplina.

Tabela 17 - Dificuldades em identificar as aplicações práticas do conteúdo

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Concordo totalmente	1	3,2
Concordo	8	25,8
Não concordo nem discordo	6	19,4
Discordo	11	35,5
Discordo totalmente	5	16,1
Total	31	100,0

Questão 16: Qual é/foi o seu objetivo ao cursar a disciplina de Mecânica dos Fluidos 1?

Nesta questão, o intuito é avaliar quais são os principais motivadores dos estudantes a cursar a disciplina e buscar o conhecimento que ela entrega. Do total de respondentes, 61,3% afirmaram que estão em busca da aprovação na disciplina, resultado esperado, mas que não se enquadra como o ideal, uma vez que esses estudantes estão conectados apenas aos resultados e pouco voltados ao processo de aprendizagem e, apenas 22,6% dos estudantes, afirmam que o seu principal motivador e objetivo é o aprendizado. Outros casos são evidenciados, onde 6,5% desejam trabalhar na área da Mecânica dos Fluidos, 6,5% fazem iniciação científica na área e acreditam que o conhecimento da disciplina agrega em sua pesquisa e 3,2% afirmam que querem o aprendizado e a aprovação na disciplina, simultaneamente.

Tabela 18 - Objetivos ao cursar a disciplina

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Aprovação na disciplina	19	61,3
Desejo trabalhar na área	2	6,5
Já faço iniciação científica na área	2	6,5
Aprendizado	7	22,6
Aprovação na disciplina / Aprendizado	1	3,2
Total	31	100,0

Questão 17: Qual foi a sua nota obtida disciplina? Caso tenha cursado a disciplina mais de uma vez, preencha com todas as notas obtidas em suas tentativas anteriores)

Alguns estudantes já cursaram a disciplina no semestre 2021/2, mas os estudantes que estão cursando atualmente ainda não possuem a nota estabelecida para serem contabilizadas nessa questão. Portanto, serão considerados apenas os 16 estudantes que já cursaram a disciplina e tem suas médias finais fechadas.

Considerando os 16 estudantes respondentes para essa questão, a média de notas obtidas por eles é de 77 pontos, enquanto a mediana está em 79 pontos e o desvio padrão medido é de 14,67. Com esses resultados, pode-se entender que os estudantes obtiveram notas acima da média de 60 pontos, nota mínima para aprovação na disciplina em um total de 100 pontos distribuídos ao longo do semestre. São notas razoáveis, que mostram que o comprometimento dos estudantes e a adequação das avaliações para as turmas é adequada, onde estudantes conseguem obter uma pontuação que se mostra, em média, 17 pontos acima da nota mínima de aprovação.

Tabela 19 - Notas obtidas na disciplina

Estatística	Valor
Média	77,06
Mediana	79,50
Desvio padrão	14,67

Questão 18: Você acredita que a sua nota condiz com o conhecimento adquirido?

Complementando os resultados da questão anterior, que analisou o valor das notas obtidas pelos estudantes ao cursar a disciplina, essa questão tem como objetivo entender a percepção dos estudantes com relação a efetividade do conhecimento adquirido quando comparado com as suas notas obtidas. É uma questão interessante, pois mostra o quão eficiente é o modelo de ensino aplicado e suas estratégias de avaliação.

Dos estudantes respondentes, apenas 12,9% concordam que sua nota reflete fielmente o nível de conhecimento adquirido, enquanto 25,8% concordam, 32,3% não concordam e nem discordam, 25,8% discordam e 3,2% discordam totalmente. O resultado mostra que os estudantes, em sua maioria, não acreditam que seu nível de conhecimento é estimado pela nota que obtiveram, evidenciando uma divergência nas métricas de avaliação não só desta disciplina, mas de outras disciplinas do curso.

Tabela 20 - Relação da nota obtida com o conhecimento adquirido

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Concordo totalmente	4	12,9
Concordo	8	25,8
Não concordo nem discordo	10	32,3
Discordo	8	25,8
Discordo totalmente	1	3,2
Total	31	100,0

As questões a seguir são direcionadas exclusivamente para os estudantes que cursaram a disciplina com a professora Ana Marta de Souza, a fim de segmentar os dados e coletar informações referentes as metodologias aplicadas pela docente ao longo dos semestres. Dos 31 respondentes, todos afirmam que cursaram a disciplina com a professora, evidenciando sucesso no alcance do público-alvo desta pesquisa. Portanto, os resultados da questão 19, que validam essa segmentação, não serão apresentados.

Questão 20: Qual a sua opinião sobre a eficácia da metodologia de ensino/aprendizagem adotada pela professora Ana Marta? (Se não houver cursado com a professora, marcar a opção "N/A")

Nesta questão, o intuito é entender, de forma geral, o nível de eficácia que a metodologia de ensino aplicada e da condução da disciplina, na visão dos estudantes. Dos 30 respondentes, 63,3% afirmam que a metodologia é eficaz, e outros 23,3% afirmam que a metodologia é muito eficaz. Outros 13,3% acreditam que a metodologia aplicada é pouco eficaz. Considerando o resultado geral, 86,6% dos estudantes acreditam que a condução das aulas e a metodologia utilizada pela professora foram eficazes, contribuindo para o aprendizado e para a qualidade das aulas ministradas.

Tabela 21 - Eficácia da metodologia aplicada

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Muito eficaz	7	23,3
Eficaz	19	63,3
NA	0	0
Pouco eficaz	4	13,3
Ineficaz	0	0
Total	30	100,0

Questão 21: Você consegue/consegiu se manter atento(a) nas aulas ministradas presencialmente

Avaliando o nível de concentração dos estudantes durante as aulas teóricas presenciais, pode-se entender o quanto a condução da aula interessa e prende a atenção dos estudantes. Do total de 30 estudantes respondentes, 33,3% afirmam que sempre conseguiam se manter concentrados, 56,7% às vezes se mantinham concentrados, 6,7% quase nunca se mantinham concentrados e 3,3% afirmar que as vezes se mantinham concentrados, mas comentam que a carga teórica da disciplina é pesada. Analisando o resultado geral, 90% dos estudantes conseguem ou conseguiram manter um bom nível de concentração durante as aulas ministradas no semestre.

Tabela 22 - Atenção durante as aulas presenciais

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Sempre	10	33,3
Às vezes	17	56,7
Quase nunca	2	0
Nunca	0	6,7
Maioria	1	3,3
Total	30	100,0

Questão 22: Você sentiu alguma dificuldade em se dedicar ao conteúdo?

A dificuldade em se concentrar no conteúdo pode ter diversas causas, como a não identificação com a metodologia de ensino, não identificação com o conteúdo e dificuldades de aprendizagem. Esse fator pode contribuir para a redução do aproveitamento da disciplina por parte dos discentes, uma vez que parte do conteúdo é absorvida em sala de aula. Porém, a proposta da metodologia é induzir os estudantes a buscarem o conhecimento por si mesmos e estimular a proatividade e o protagonismo, principalmente fora da sala de aula.

Dos 30 respondentes, 63,3% afirmam que às vezes sentiram dificuldade, 30% quase nunca sentiram dificuldade, 3,3 nunca sentiram dificuldades e 3,3 sempre sentiram dificuldade. O resultado é positivo, pois 96,6% dos estudantes não sentiram dificuldades ou sentiram dificuldades pontuais.

Tabela 23 - Dificuldades em se dedicar ao conteúdo

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Sempre	1	3,3
Às vezes	19	63,3
Quase nunca	9	30
Nunca	1	3,3
Total	30	100,0

Questão 23: Quais as formas de avaliação que você mais gosta?

Com relação a formas de avaliação preferidas dos estudantes, os respondentes puderam selecionar mais de uma opção das sugeridas nas alternativas. Por isso, a análise é focada em entender qual das formas de avaliação os estudantes mais se identificam e gostam, ou seja, que mostram efetividade em demonstrar o conhecimento adquirido. Das sete formas de avaliação possíveis, as mais votadas entre os estudantes foram as atividades em dupla ou grupo em sala de aula (76,7%), exercícios propostos (66,7%) e provas discursivas (40%).

Por mais que alternativas a provas discursivas sejam apresentadas como formas de avaliação, 40% dos estudantes gostam e acreditam que essa seja uma forma de avaliação eficaz e que complementa as demais formas que também podem ser utilizadas na sala de aula ou fora dela.

Tabela 24 - Formas de avaliação preferidas dos estudantes

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Provas discursivas	12	40
Trabalhos em grupo	8	26,7
Atividades individuais em sala de aula	7	23,3
Atividades em dupla ou grupo em sala de aula	23	76,7
Seminários	5	16,7
Exercícios propostos	20	66,7
Estudos dirigidos	10	33,3

Questão 24: Por favor, descreva as barreiras que prejudicaram a sua dedicação

Complementar à questão 22, essa questão esmiuça os principais motivos que atrapalham ou atrapalharam os estudantes a se dedicarem de forma plena na aprendizagem do conteúdo. Vários motivos foram previamente propostos, mas os que mais se destacam são a carga horária excessiva (36,7%), complexidade do conteúdo (33,3%) e a didática em sala de aula (16,7%). Uma das respostas destaca que a carga horária do período como um todo, considerando as outras disciplinas sendo cursadas simultaneamente, prejudicam a dedicação na disciplina de Mecânica dos Fluidos.

Tabela 25 - Barreiras que prejudicaram a total dedicação ao conteúdo

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Complexidade do conteúdo	10	33,3
Falta de conhecimentos básicos	0	0
Didática em sala de aula	5	16,7
Carga horária excessiva	11	36,7
Falta de tempo/organização pessoal	1	3,3
Desinteresse pela disciplina	1	3,3
Atividade comercial externa	1	3,3
Carga horária do período	1	3,3
Total	30	100,0

Questão 25: Você acredita que a carga horária da disciplina (ou do curso) é extensa?

Complementando as questões anteriores, a carga horária da disciplina foi um dos pontos de atenção levantados pelos estudantes como prejudicial para a completa dedicação à disciplina e o aprendizado da Mecânica dos Fluidos. Avaliando esse fator individualmente, 33,3% dos respondentes não concordam e nem discordam que a carga horária é excessiva, 30% discordam e 10% discordam totalmente. Esse grupo, compreendido por 73,3% dos estudantes, acreditam que a carga horária do curso não é exageradamente extensa, enquanto 16,7% concordam que a carga horária da disciplina é excessiva e 16,7% concordam totalmente com essa questão. Sendo assim, pode-se perceber que, apesar de grande parte dos estudantes se adaptarem aos horários da disciplina, outros ainda possuem a visão e muito provavelmente a dificuldade em conciliar outras atividades com a disciplina de Mecânica dos Fluidos.

Tabela 26 - Opiniões acerca da carga horária da disciplina ou do curso ser excessiva

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Concordo totalmente	5	16,7
Concordo	3	10
Não concordo nem discordo	10	33,3
Discordo	9	30
Discordo totalmente	3	10
Total	30	100,0

Questão 26: Você acredita que o conteúdo da disciplina é exageradamente denso?

Ainda complementando as questões anteriores, uma dos dificultadores elencados pelos estudantes é a alta densidade de conteúdo programado para a disciplina. O conteúdo ministrado é considerado básico, contemplando conceitos fundamentais da Mecânica dos Fluidos, dividido em 60 horas de aulas teóricas presenciais. Acerca dos resultados, 43,3% dos 30 estudantes não concordam e nem discordam com esse tópico, enquanto 16,6% consideram o conteúdo exageradamente denso e 40% acreditam que a densidade de conteúdo na disciplina está adequada. Dessa forma, pode-se inferir que 5 dos 30 respondentes acreditam que o conteúdo da disciplina é exageradamente denso.

Tabela 27 - Opiniões acerca de o conteúdo da disciplina ser excessivo

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Concordo totalmente	1	3,3
Concordo	4	13,3
Não concordo nem discordo	13	43,3
Discordo	7	23,3
Discordo totalmente	5	16,7
Total	30	100,0

Questão 27: Você considera as aulas práticas importantes para a consolidação do conhecimento?

Nesta questão, é possível avaliar a importância das aulas práticas na construção e consolidação do conhecimento dos discentes. As aulas práticas são uma forma de se praticar conceitos vistos nas aulas teóricas e de se enxergar as aplicações práticas de cada parte do conteúdo estudado em sala de aula. Dos respondentes, 90% consideram as aulas práticas importantes, enquanto 3,3% não concordam e nem discordam e outros 6,7% acreditam que essas aulas não têm um impacto positivo sobre a construção de seu aprendizado.

Tabela 28 - Importância das aulas práticas

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Concordo totalmente	21	70
Concordo	6	20
Não concordo nem discordo	1	3,3
Discordo	2	6,7
Discordo totalmente	0	0
Total	30	100,0

Questão 28: Por favor, deixe aqui as suas sugestões de melhorias da disciplina a nível acadêmico ou pedagógico

Algumas sugestões foram depositadas nessa questão e que devem ser destacadas, como:

- Exercícios avaliativos devem ser feitos em casa e o tempo de aula deve ser aproveitado totalmente para a condução de aula expositiva;
- Menos atividades avaliativas em sala de aula;
- Aumentar a quantidade de exercícios resolvidos com a professora;
- Aumento do número de aulas práticas;

- Feedbacks dos discentes para a docente após a realização de provas dissertativas;

As sugestões são sempre válidas e mostram que os estudantes estão dispostos a adotar um estilo de metodologia que priorize adaptação de cada discente nas formas de avaliação propostas. É importante ressaltar que o momento de feedbacks, tanto nesta pesquisa quanto em sala de aula, auxilia e reforça a proatividade e o protagonismo dos estudantes sobre seu próprio aprendizado, uma vez que tais feedbacks visam expor suas dificuldades e melhorar a experiência em sala de aula de forma coletiva. Todos os feedbacks são sempre analisados de forma cautelosa pela professora, sempre avaliados e tratados como sugestões de mudanças para os próximos semestres, trabalhando com o feedback constante por parte dos discentes.

Na visão docente, é nítida a melhora de aprendizagem observada com a aplicação das novas metodologias. É possível identificar alunos mais envolvidos, e aprendendo durante o processo. Menos alunos tensos estudando um extenso conteúdo antes da prova. Menos alunos acessando celular em sala de aula e mais atentos às aulas e explicações. Alguns discentes desejam que a própria docente resolva exercícios enquanto os alunos assistem passivamente à resolução, outros alunos desejam que a aula seja apenas expositiva (metodologia mais antiga), pois tem dificuldade de visualizar que aprendem mais assim ou mesmo porque não querem estar realmente na sala ou se dedicando naquele momento. No entanto, a metodologia os obriga estarem mais atentos e presentes, aproveitando melhor o tempo em sala de aula para o aprendizado. Isso exige mais do aluno, porém o resultado em termos de eficácia foi registrado na análise quantitativa desse trabalho. Na opinião da professora, a resolução de exemplos pela professora não promove aprendizado para a grande maioria dos alunos. Pois ao ver a resolução acreditam ser simples, e apenas quando forem resolver encontrarão as reais dificuldades. O processo de aprendizagem envolve interpretação, compreensão e formulação do problema, encontrar alguma dificuldade na resolução, pensar em como resolver, buscando a teoria, resolver passo a passo e analisar o resultado. Sem esse esforço não há aprendizagem. Se o estudante não fizer esse esforço durante o processo, não terá tempo para fazê-lo na véspera da prova, o que comprometerá o resultado.

Promover essa aprendizagem em sala de aula, prepara melhor o estudante e permite à própria docente analisar falhas do processo, principais dificuldades e o que precisa ser mais bem explorado. Além disso, a avaliação formativa, através dos feedbacks das atividades realizadas permitem que o aluno aprenda com seu erro, sendo muito eficaz.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do trabalho permitiu atingir os objetivos de entender as principais dificuldades dos estudantes e como a aplicação de metodologias ativas impactam no desempenho da turma. Através dos resultados, observou-se que 86,6% dos estudantes respondentes consideram a metodologia de ensino aplicada pela professora eficaz e, até mesmo, muito eficaz. Analisando-se as respostas das demais questões, é possível entender todos os motivos e razões pelo qual esse número se embasa, com uma grande parte de estudantes participando de forma ativa das atividades propostas pela professora, até mesmo quando elas não têm um valor de nota atribuído. É importante ressaltar a relevância de se trabalhar com feedbacks contínuos, onde os estudantes se sentem satisfeitos ao entenderem os seus pontos de melhoria e seus pontos fortes na trilha da aprendizagem.

Além dos resultados de eficácia da metodologia, os estudantes deixaram sugestões de melhorias para os próximos semestres que, em quase sua totalidade, são válidas e as configuram como ótimos pontos de atenção por parte docente. Algumas das sugestões deixadas são de se intensificar a resolução de exercícios em sala de aula, juntamente com a professora. Apesar de alguns estudantes simpatizarem com esse exercício, em experiências anteriores feita pela própria professora sugerem que a resolução de exercícios não se configura como a ferramenta mais eficaz para a aprendizagem desta disciplina, onde tal solicitação é geralmente feita pelo fato de os estudantes estarem acostumados com as metodologias tradicionais de ensino. Apesar de se sentirem familiarizados com tal ferramenta, é necessário enxergar as atividades que realmente entreguem conhecimento aos estudantes, e não apenas as que os discentes estão familiarizados.

Os resultados de desempenho da turma do semestre 2021/2, quando comparados ao semestre 2019/2, são consideravelmente melhores, com foco especial à queda do número de reprovações (-100%), desistências (-75%) e trancamentos (-100%), bem como no aumento da média de notas da turma (+13,59%). Dessa forma, a aplicação de novas metodologias de ensino e avaliação se mostram bem-vindas, desde que acompanhadas de feedbacks dos discentes para cada método novo aplicado em sala de aula e fora dela, além da avaliação feita pelo próprio docente acerca das metodologias que entreguem melhorias de desempenho, e não apenas utilize as que são mais populares entre os estudantes.

As principais dificuldades dos estudantes estão diretamente ligadas a fatores internos e externos à disciplina. Enxergar as aplicações do conteúdo estudado é uma dificuldade para 28,1% dos estudantes respondentes, fator que pode diminuir o nível de interesse pela disciplina. Além disso, a carga horária da disciplina e do curso foram apontadas como excessivas por 38,7% dos respondentes, limitando a quantidade de tempo que o estudante dedica à disciplina fora de sala de aula.

Este trabalho foi importante para compreender os impactos observados ao se aplicar diferentes ferramentas de metodologias ativas de ensino em turmas de cursos de graduação, especialmente de cursos de Engenharia. Por meio da evidência do interesse dos estudantes em participar ativamente das atividades propostas, os resultados vêm como uma maneira de encorajar outros docentes de cursos de graduação em Engenharia a renovar a sua metodologia de ensino utilizada, buscando compreender a real necessidade dos estudantes de cada turma e de cada momento do mundo contemporâneo.

6. PROPOSTA DE TRABALHO FUTURO

Apesar de este trabalho conter uma extensa pesquisa com resultados satisfatórios, propõe-se a realização de um trabalho futuro na perspectiva discente, com ênfase à integração entre estudantes e professores. A completa sintonia entre os

objetivos discente e docente tende a propiciar a obtenção de resultados de desempenho da turma bastantes positivos, uma vez que a construção da metodologia e a adaptação das ferramentas de ensino são um consenso entre ambas as partes.

Um dos motivos de se propor um trabalho futuro é de que, nesta pesquisa, o número de estudantes respondentes foi baixo. De uma população composta por, aproximadamente, 76 estudantes, apenas 31 respostas foram depositadas no questionário aplicado, ou seja, cerca de 40% de participação efetiva. Além disso, é importante acompanhar um semestre atual desde o seu início até o seu fechamento, o que não foi possível de se fazer nesse trabalho por conta do tempo limitado de pesquisa, condicionando as respostas a um público que, em grande parte, cursou a disciplina em semestres passados, não sendo possível enfatizar os resultados de estudantes de um semestre atual.

7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. G. et al. **Análise, crescimento e distribuição dos cursos de engenharia no Brasil**. In: XXXVI COBENGE – CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, São Paulo, 2008. Anais. São Paulo: ABENGE, 2008.

ALVES, Lynn. **Educação Remota: Entre a ilusão e a realidade**. *Interfaces Científicas*, v. 8, n. 3, p. 348-365, 2020. Disponível em:

<https://periodicos.set.edu.br/educacao/article/view/9251/4047>. Acesso em: 09 jan. 2023.
<https://doi.org/10.17564/2316-3828.2020v8n3p348-365>

ANDRADE, L. G. et. al. **A SALA DE AULA INVERTIDA COMO ALTERNATIVA INOVADORA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA**, Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco, ISSN 2316-7297 – Volume 8, Número 2, 4-22, 2019.
<https://doi.org/10.36524/saladeaula.v8i2.595>

ARAÚJO, U. F., **“A quarta revolução educacional: a mudança de tempos, espaços e relações na escola a partir do uso de tecnologias e da inclusão social, ETD”** - Educação Temática Digital, v. 12, n. Esp., Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
<https://doi.org/10.20396/etd.v12i0.1202>

BACICH, L.; MORAN, J. (Orgs). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BACICH, L; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. (Org.). **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. DE. **Metodologias Ativas De Aprendizagem No Ensino De Engenharia**. Proceedings of International Conference on Engineering and Technology Education, v. 13, p. 111–117, 2014. <https://doi.org/10.14684/intertech.13.2014.111-117>

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. de. **Metodologias Ativas de Aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica**. B. Tec. Senac, v. 39, n. 2, p. 48–67, 2013. <https://doi.org/10.26849/bts.v39i2.349>

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2009.

BATISTA, A.A.G. (2007). **Alfabetização e Letramento: questões sobre avaliação**. In: PRÓLETRAMENTO. Programa de Formação Continuada de Professores dos Anos/Séries Iniciais do Ensino Fundamental: alfabetização e linguagem. - ed. rev. e ampl. incluindo SAEB/Prova Brasil matriz de referência/Secretaria de Educação Básica - Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação básica, 2007.

BENTO, Estevão de Jesus. **Aprendizagem por projetos para o desenvolvimento de competências: uma proposta para a educação profissional**. 2011. 166p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2011.

BERBEL, N. A. N. **As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes**, 2011. <https://doi.org/10.5433/1679-0383.2011v32n1p25>

BOLLELA, V. R.; et al. **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**, capítulo VII. Medicina. Ribeirão Preto, 2014, p. 293-300. <https://doi.org/10.11606/issn.2176-7262.v47i3p293-300>

BORDOGNA, J. **Systemic change for engineering education: integrated trends in the United States**. International Journal of Engineering Education, v. 9, n. 1, p. 51-55, 1993.

BOROCHOVIVIVUS, E.; TORTELLA, J.C.B. **Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas**, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362014000200002>

BUCK INSTITUTE FOR EDUCATION. **Aprendizagem baseada em projetos: guia para professores de ensino fundamental e médio**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

COLENCI, A. T., BELHOT, R. V., COLENCI JR, A. **O ensino de engenharia como uma atividade em serviços**. CD Room. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 26; São Paulo, 1998.

COLLENCI, A.T.; **O ensino de Engenharia como uma atividade de serviços: a exigência de atuação em novos patamares de qualidade acadêmica**, p. 11-23, 2000.

Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA). **Trajatória e estado da arte da formação em engenharia, arquitetura e agronomia**, volume 10. Arquitetura e Urbanismo. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2010

CRIVELLARI, Helena M. T. **Relação educativa e formação de engenheiros em Minas Gerais**. In: XXII ENCONTRO ANUAL DA ANPOCS, 1998, Caxambu.

DIGRAD – CEFETMG. **COMPARAÇÃO ENTRE AS DIRETRIZES NOVAS E ANTIGAS DOS CURSOS DE ENGENHARIA, 2019**. Disponível em: <5_Quadro-comparativo-das-DCNs.pdf (cefetmg.br)>. Acesso em 08 de janeiro de 2023.

DOS SANTOS, et. al. **Índice de reprovação em mecânica dos Fluidos na Engenharia Mecânica da UFMT**, p. 2, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n9-342>

FEDERAÇÃO INTERESTADUAL DE SINDICATOS DE ENGENHEIROS (Rio de Janeiro). **O mercado de trabalho e a formação dos engenheiros no Brasil**, 1ª ed., 2019, p. 48.

FERRAZ, M. J, CARVALHO, A., DANTAS, C., CAVACO, H. BARBOSA, J., TOURAIS L., NEVES N. **A Avaliação Formativa: Algumas Notas**, 1997.

GOLDBERG, D. E. **The Missing Basics & Other Philosophical Reflections for the Transformation of Engineering Education**, in PhilSciArchive. Disponível em < <http://philsciarchive.pitt.edu/4551/>> Acesso em novembro de 2022, 2012.

GÓMEZ RIBELLES, I. L. **Some ideas about the application of the project learning methodology in engineering education**. In: POUZADA, A. S. (ed.). Project based learning: project-led education and group learning. Guimarães: Editora da Universidade do Minho, 2000, p. 51- 55.

KIECHOW, F; FREITAS, D. B.; LIESENFELD, J.; **O ensino e a aprendizagem na engenharia: realidade e perspectivas**, p. 2 e 9, 2019). <https://doi.org/10.22533/at.ed.7221922041>

KUBLER, Bianca.; FORBES, Peter. **Student Employability Profiles Engineering**, Enhancing Student Employability Coordination Team (ESECT), 2004.

LAUDARES, J. B.; PAIXÃO, E. L.; VIGGIANO, A. R.; **O ensino de engenharia e a formação do engenheiro: contribuição do programa de mestrado em tecnologia do CEFET-MG**, Educação Tecnológica, 2008. <https://doi.org/10.15552/2236-0158/abenge.v27n1p8-16>

LINSINGEN, Irlan von; **Engenharia, tecnologia e sociedade: novas perspectivas para uma formação**, 2002.

MAMEDE, S. **Aprendizagem baseada em problemas: características, processos e racionalidade**. In: MAMEDE, S.; PENAFORTE, J. (Org.). **Aprendizagem baseada em problemas: anatomia de uma nova abordagem educacional**. Fortaleza: Hucitec, 2001. p. 25-48.

MASETTO, Marcos T. **A renovação pedagógica na engenharia e a formação dos formadores de engenheiros**. Disponível em: <http://www.engenheiro2001.org.br/>. Acesso em: 19 nov. 2022.

MICHAELSEN, L. K.; KNIGHT, A. B., FINK, L. D. **Team-based Learning: A Transformative Use of Small Groups**, 2004.

MICHAELSEN, L. K; SWEET, M. **The Essential Elements of Team-Based Learning**, 2008. <https://doi.org/10.1002/tl.v2008:116>

MORSCHBACHER, J. L.; PADILHA, T. A. F. **Contribuições e desafios da metodologia entre pares: um estudo de caso no ensino técnico**, 2011.

MULLER, D. B.; **O processo de ensino-aprendizagem em um curso de engenharia mecânica: uma perspectiva discente**, 2020.

OLIVEIRA, L. de; ROMÃO, E. C. **Sequência didática para o ensino de função afim utilizando aprendizagem baseada em projetos**, 2018. <https://doi.org/10.3895/actio.v3n3.7485>

OLIVEIRA, T. E. de. **Aprendizagem de física, trabalho colaborativo e crenças de autoeficácia: um estudo de caso com o método Team-Based Learning em uma disciplina introdutória de eletromagnetismo**. 2016. 209 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre.

PACHECO, L. P.; **O processo de ensino-aprendizagem em um curso de Engenharia Mecânica: uma perspectiva docente**, 2018.

PEREIRA, L. T. V.; BAZZO, W. A.; **Ensino de Engenharia: Formação ou informação?** 1990.

PERUZZI, A. P. et. al.; **A formação de um novo perfil de engenheiro para um novo perfil de sociedade**, 2017.

PINSONNEAULT, A.; KRAEMER, K. L. **Survey research in management information systems: An assessment. Journal of Management Information System**, 1993. Disponível em:< <https://www.tandfonline.com/toc/mmis20/current>>. Acesso em 16 dez. 2022. <https://doi.org/10.1080/07421222.1993.11518001>

POON, S. K.; REED, S.; TANG, C. **Problem-based learning in distance Education: a case study**. Proceedings of the 5th International Conference on Modern Industrial Training, Jinan, China, 1997. p. 593-600.

Ramos, A. B.; Junior, D. C. V. **A utilização de gamificação para o ensino de gestão de projetos**. International Journal of Knowledge Engineering and Management (IJKEM), 2019.

RIBEIRO, A.; **Aplicação e benefícios da metodologia ativa (ABP) em disciplina gamifica de uma pós-graduação em Engenharia de Produção**, p. 4-10, 2016.

Ribeiro, L. and Mizukami, M. **A aprendizagem baseada em problemas (pbl) no ensino superior: o modelo da faculdade de engenharia e ambiente construído da universidade de Newcastle**. In Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE, Brasília, 2004.

RIBEIRO, L. R. C. **Aprendizado baseado em problemas**. São Carlos: UFSCAR; Fundação de Apoio Institucional, 2008.

RODRIGUES, C. R. **Proposta de uma metodologia de avaliação formativa para a educação em Engenharia**, COBENGE, 2007.

SACADURA, J. F. **A formação do engenheiro no limiar do terceiro milênio**. In: LINSENGEN, I.V. et al, 1999. **Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões da educação tecnológica**. Florianópolis, UFSC. p. 13-27, 1999.

SALUM, M. J. G. **Os currículos de engenharia no Brasil – estágio atual e tendências**. In: VON LINSINGEN, I. et al, 1999. **Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999, p. 107-117, 1999.

SANTOS, S. A. **Gamificação: Introdução e Conceitos Básicos**. Livro virtual disponível em <www.gamificando.com.br>. Acesso em 12 dez. 2022.

SANTOS, S. B. do; FABIAN, E. M. **Índice de reprovação em mecânica dos Fluidos na Engenharia Mecânica da UFMT**, 2020.

SANTOS, T. F. dos; **Panorama histórico da filosofia no Brasil: da chegada dos jesuítas ao lugar da filosofia na atualidade**, 2016.

SCHMITZ, Birgit; KLEMKE, Roland; SPECHT, Marcus. **Effects of mobile gaming patterns on learning outcomes: a literature review**. Journal Technology Enhanced Learning, 2012. https://doi.org/10.1007/978-3-642-33263-0_37

SILVA, C. M. **Análise da efetividade da aprendizagem baseada em projetos no desenvolvimento de competências, habilidades e atitudes no ensino superior de Contabilidade**. 2018. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) – Centro de Ciências Sociais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal (Brasil), 2018. <https://doi.org/10.35819/tear.v7.n1.a2763>

SILVA, D. O.; CASTRO, J. B.; SALES, G. L. **Aprendizagem Baseada em Projetos: Contribuições das Tecnologias Digitais**. Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia, Canoas, v. 7, n. 1, 2018. <https://doi.org/10.35819/tear.v7.n1.a2763>

SILVA, Viviane Costa. **Atividade de aprendizagem em um curso de Engenharia Elétrica: um estudo baseado na Teoria da Atividade**, p. 6 e 13, 2012. <https://doi.org/10.15552/2236-0158/abenge.v31n1p13-23>

SOUZA, A. M. de; PACHECO, L. P.; **Análises de novas metodologias de ensino aplicadas à disciplina de máquinas térmicas**. Artigo científico publicado no XLV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Joinville, 2017.

SOUZA, S.C.; DOURADO, E.L. **Aprendizagem baseada em problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo**, p.185, 2015. <https://doi.org/10.15628/holos.2015.2880>

TAVARES, Orivaldo de Lira et al. **Ambiente de Apoio à Mediação da Aprendizagem: Uma abordagem Orientada por Processos e Projetos**. Revista Brasileira de Informática na Educação, [S.l.], v. 9, n. 1, p. 77-87, dez. 2012. ISSN 2317-6121.

Disponível em: <doi:http://dx.doi.org/10.5753/rbie.2001.9.1.77-87>. Acesso em: 22 nov. 2022.

TOLEDO, L. H. L. A. de S. S.; LAGE, F. de C. **O Peer Instruction e as Metodologias Ativas de Aprendizagem: relatos de uma experiência no Curso de Direito**. Disponível em: <http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=f57a221f4a392b92> acesso em maio 2018.

TONINI, M. T.; **Ensino de Engenharia: atividades acadêmicas complementares na formação do engenheiro**, 2007.

WEF – World EconomicForum. **The Human Capital Report 2015**. Disponível em: <http://www3.weforum.org/docs/WEF_Human_Capital_Report_2015.pdf>. Acesso em 01 de janeiro de 2023.

WHATLEY, J. **Evaluation of a Team Project Based Learning Module for Developing Employability Skills**. *Informing Science and Information Technology*, v. 9, p. 75-92, 2012. <https://doi.org/10.28945/1605>

WHITE, F. M. **Mecânica dos Fluidos**, 6ed, 2011.

WINNER, L. **Beyond Innovation: Ethics and Citizenship in an Era of Ceaseless n Change**. In: *Tecnología y política*. Valencia: UIMP, 2000.