



SALA DE AULA INVERTIDA COM APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO: EXPERIÊNCIAS DIDÁTICAS NAS DISCIPLINAS DE ESTRUTURAS DE AÇO

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6166

Autores: ALEX SANDER CLEMENTE DE SOUZA, MARGOT FABIANA PEREIRA

Resumo: Este artigo apresenta a experiência didática da aplicação conjunta da Sala de Aula Invertida e da Aprendizagem Baseada em Projetos nas disciplinas de Estruturas de Aço de um curso de Engenharia Civil, ao longo de três semestres. A proposta buscou promover o protagonismo discente por meio de atividades preparatórias e projetos colaborativos que integrassem teoria e prática. Os resultados demonstraram boa aceitação da metodologia por alunos e docentes, com destaque para o aumento do engajamento estudantil e o desenvolvimento de competências técnicas e transversais. Foram identificadas dificuldades no trabalho em grupo e lacunas de conhecimentos prévios, além de desafios estruturais quanto à adequação das salas para dinâmicas colaborativas. A implementação exigiu maior dedicação docente, especialmente na fase inicial de planejamento. Ainda assim, a experiência mostrou-se promissora para o ensino em disciplinas técnicas da engenharia

Palavras-chave: Sala de Aula Invertida, Aprendizagem baseada em problema, Aprendizagem baseada em projeto

SALA DE AULA INVERTIDA COM APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO: EXPERIÊNCIAS DIDÁTICAS NAS DISCIPLINAS DE ESTRUTURAS DE AÇO

1 INTRODUÇÃO

Os estudantes atuais são chamados de “nativos digitais” e apresentam características radicalmente distintas dos estudantes das gerações anteriores. As mudanças em contraste com estudantes predecessores, vão além de novas gírias, roupas ou estilo, pois estudantes atuais cresceram desde a infância cercados de tecnologias o que afetou o modo como eles pensam e se relacionam com as informações. Portanto, os estudantes atuais não são os mesmos para os quais o nosso sistema educacional foi criado, evidenciando a necessidade de mudanças no processo de ensino-aprendizagem (Prensky, 2001).

O uso de metodologias tradicionais, como aulas expositivas, tende a não engajar adequadamente os estudantes nativos digitais. Em contraste, metodologias ativas favorecem maior engajamento ao tornarem o aprendizado mais dinâmico e centrado no estudante, abrangendo aspectos cognitivos, afetivos e psicomotores.

As metodologias ativas são especialmente relevantes no ensino de engenharia, pois contribuem para o desenvolvimento de competências exigidas do profissional do século XXI, que deve ir além do papel de simples resolvidor de problemas, sendo capaz de identificar e formular novos desafios com pensamento crítico. Nesse contexto, o protagonismo do aluno torna-se uma estratégia viável para a formação desse perfil profissional (Sutili e Raineri, 2022; Cardoso e Grimoni, 2021). Além disso, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) de 2019 indicam o ensino por competências e recomendam fortemente o uso de metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem.

Diante deste cenário, os autores vêm buscando estratégias de modernização das disciplinas 'Estruturas de Aço'. São disciplinas ministradas no 7º e 8º períodos do curso de Engenharia Civil nas quais se abordam fundamentos e aplicações das estruturas de aço desde o levantamento de ações e combinações, concepção estrutural e dimensionamento trabalhados de forma colaborativa nas práticas projetuais previstas na disciplina. Além disso, busca-se desenvolver competências técnicas para modelar o comportamento e produzir (projetar) estruturas e aço além de competências transversais para colaborar em trabalho em grupo. Neste artigo objetiva-se relatar a experiência didática da aplicação combinada da Sala de Aula Invertida, Aprendizagem Baseada em Equipes (ABE) e da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) focada na disciplina estruturas de aço 1 aplicada nos últimos três semestres letivos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As diretrizes curriculares para cursos de engenharia atualmente em vigor preconizam o ensino por competência que embute, explícita ou implicitamente, em seu arcabouço uma aprendizagem autônoma, flexível e com foco no estudante (Milani et. al., 2024). Neste contexto é necessário a adoção de metodologia ativas que promova a participação do estudante na construção do conhecimento e desenvolvimento de habilidades técnicas e transversais.

Embora o conceito de metodologia de aprendizagem ativa não seja algo novo, somente a partir das décadas de 60/70 percebe-se aplicações sistematizadas incluindo aprendizagem

baseada em problemas (Problem-Based Learning – PBL) e aprendizagem por projetos (Project-Based Learning – PjBL). Nos anos seguintes outras metodologias têm se destacado como por exemplo sala de aula invertida (flipped classroom), aprendizagem entre pares (peer instruction), ensino híbrido (blended learning) e gamificação (Prince & Felder, 2006; Bonwell & Eison, 1991).

As metodologias ativas oferecem diversos benefícios, como maior engajamento dos alunos, melhor retenção do conhecimento, melhoria nas notas finais (Terenzini et al., 2001; Sukkar et al., 2023), além do desenvolvimento de competências socioemocionais, habilidades para resolver problemas complexos e aprendizagem autônoma e continuada (Ariza, 2023; Santana & Lopes, 2020; Serban & Vescan, 2020). No entanto, há desafios relevantes, como barreiras institucionais, infraestrutura inadequada e resistência por parte de docentes e discentes, muitas vezes associada à falta de formação e preparo para a adoção dessas metodologias (White et al., 2016; De Novais et al., 2017; Biffi et al., 2020; Abildinova et al., 2024).

Portanto, os fundamentos, benefícios e desafios das metodologias ativas são amplamente investigados, mas ainda há escassez de estudos de caso e relatos de experiências práticas no ensino de engenharia, especialmente na engenharia civil. Para contextualizar essa lacuna, foi realizada uma análise bibliométrica em documentos das bases Scopus, Scielo e Google Acadêmico. Na base scopus foi utilizado a seguinte string de busca: (TITLE-ABS-KEY ("active learning") AND TITLE-ABS-KEY ("Civil engineering") AND TITLE-ABS-KEY (practical application" OR "case study" OR "work practice")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English")). A busca retornou 20 documentos, sendo 8 artigos em periódicos e 12 artigos em conferências. O Documento mais antigo é de 2008 enquanto o documento mais recente é de 2024. A distribuição de publicações por ano mostra um crescimento a partir de 2016, porém ainda inconstante. A principal fonte de publicação é o ASEE Annual Conference and Exposition Conference Proceedings com 4 artigos dos 20 selecionados. Os países que mais publicam nesta área são Estados Unidos, Equador e Canadá.

De modo geral os documentos analisam os impactos e a percepção de estudantes e professores sobre a aplicação de metodologias ativas com detalhes práticos, ainda que superficiais, sobre a aplicação de tais metodologias.

Na base de dados SCIELO utilizando os mesmos termos de busca, em português, a pesquisa retornou somente um documento (Reis et. al., 2023) que apresenta uma revisão sistemática da literatura sobre a aplicação de metodologia ativas em cursos de engenharia.

Já a busca no Google Acadêmico retornou 323 documentos em português sobre metodologias ativas no ensino de engenharia, abrangendo diversos tipos de publicações. Uma análise inicial dos trabalhos mais recentes revela múltiplos enfoques, incluindo relatos detalhados sobre o planejamento e a aplicação dessas metodologias em disciplinas específicas.

Nigro (2018) descreve a transformação gradual de uma disciplina de engenharia mecânica com a introdução progressiva de metodologias ativas, como sala de aula invertida, gamificação e aprendizagem baseada em equipe, o que reduziu a resistência dos alunos, aumentou o engajamento e diminuiu a taxa de reprovação de 20% para 5% na disciplina de Transferência de Calor. Já Martinez (2021) analisa os efeitos da aplicação da aprendizagem baseada em problema (Problem-Based Learning – PBL) em disciplinas de engenharia elétrica, detalhando estratégias, objetivos de aprendizagem, situações-problema, métodos de implementação e avaliação na disciplina “Aproveitamento Hidrelétrico”, ofertada no quarto ano do curso.

Na Engenharia civil tem se o relato da introdução de metodologias aprendizagem baseado em problema (Problem-Based Learning – PBL), aprendizagem baseado em projeto (Project-Based Learning – PjBL) e aprendizagem baseado em equipe (Team-Based Learning

– TBL), na disciplina de saneamento ambiental apresentando detalhes desde a apresentação da situação problema até a avaliação final. Os resultados foram considerados satisfatórios, mas não se menciona sobre continuidade da experiência (Gonçalves, & Aguilar, 2019). Já Ferreira et al. (2018) apresenta os resultados da aplicação de sala de aula invertida em disciplina de resistência dos materiais e cálculo para curso de engenharia revelando resultados muito satisfatórios no índice de aprovação que foi em média 20% superior quando comparado com os obtidos na disciplina ministrada pelo método convencional. A frequência e motivação dos alunos aferidos por questionários aplicado aos participantes também foi positiva.

Souza & Debs (2023), por meio de uma revisão sistemática sobre tecnologias e metodologias no contexto da Educação 4.0, identificaram como mais pesquisadas e aplicadas: Ensino Híbrido (Blended Learning), E-learning, Gamificação, Sala de Aula Invertida (Flipped Classroom), Aprendizado Baseado em Desafios (Challenge-Based Learning – CBL) e Aprendizado Baseado em Problemas (Problem-Based Learning – PBL). De forma semelhante, Reis et al. (2023) constataram que, no ensino de engenharia, destacam-se a Sala de Aula Invertida, o Aprendizado Baseado em Problemas (Problem-Based Learning – PBL), e o Aprendizado Baseado em Projetos (Project-Based Learning – PjBL) e o Aprendizado Baseado em Equipes (Team-Based Learning – TBL), muitas vezes aplicados em conjunto. O Quadro 1 apresenta as principais características das metodologias que foram utilizadas nesse trabalho. Vale destacar que, mesmo sem seguir todas as etapas dos modelos clássicos, o uso de elementos que favorecem o protagonismo do estudante e a construção ativa do conhecimento caracteriza a prática de metodologias ativas.

Quadro 1 - Turno dos cursos de engenharia

	PjBL (Aprendizagem Baseada em Projetos)	TBL (Aprendizagem Baseada em Equipes)	Sala de Aula Invertida (Flipped Classroom)
Objetivo	Desenvolvimento e/ou planejamento de um projeto como produto final.	Aprendizagem em equipes com base em aplicação de conceitos de forma colaborativa.	Estimular a aprendizagem ativa, focando na autonomia do aluno por meio de estudo prévio e aplicação de conceitos em sala.
Ponto de partida	Um desafio que demanda aplicação dos conceitos para planejamento e execução. Ou a elaboração do projeto de um produto, máquina ou estrutura	Estudo de conteúdos teóricos disponibilizado previamente ou exposição dos conteúdos pelo professor.	Estudo de conteúdo disponibilizado antes da aula em diferentes mídias e formatos (vídeos, textos, podcast etc.).
Produto final	Um produto palpável como por exemplo: monografia, relatório técnico, protótipos, seminários, projetos técnicos.	Aplicação do conhecimento em tarefas ou exercícios estruturados, estudos de caso, soluções para problemas simples.	Atividades em sala para aplicar, discutir e aprofundar o conteúdo, podendo ser exercícios estruturados, estudos de caso, soluções para problemas simples.
Duração	Por disciplina ou por eixo temático (média a longa duração)	Por tópico ou unidade de aprendizagem ou seções para assuntos específicos (curta duração)	Sessões temáticas organizadas por aulas ao longo da disciplina ou parte dela.
Trabalho em equipe	Essencial (grupos fixos no ciclo de desenvolvimento do projeto; formação heterogênea com até 5 componentes)	Imprescindível (é o elemento chave do método composto de 5 a 7 estudantes é interessante a formação de novos grupos a cada seção)	Recomendável (colaboração em sala de aula com grupos aleatórios de 2 a 5 componente)
Papel do professor	Propor os projetos, prover ou induzir os conhecimentos	Planejar as atividades, mediar o desenvolvimento e avaliação das atividades em equipe	Preparar ou fazer a curadoria dos conteúdos pre-aula. Planejar, orientar e mediar as

	necessários, orientar os estudantes durante o desenvolvimento do projeto. Avaliar o aprendizado.	segundo os objetivos de aprendizagem	atividades presenciais em sala de aula.
Avaliação	Avaliação contínua do processo de desenvolvimento do projeto incluindo competências transversais e do projeto final	Avaliação individual e do grupo, com foco em desempenho, participação e desenvolvimento de competências transversais. O grupo deve fazer parte do processo avaliativo (autoavaliação e avaliação por pares)	Avaliação do preparo prévio (garantia do preparo) e das atividades desenvolvidas em sala de aula. Avaliações individuais e em grupo (se for o caso)

Fonte: autores com base nas referências bibliográficas

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Caracterização da disciplina

No currículo do curso de engenharia civil da instituição dos autores estão presentes duas disciplinas obrigatórias de estruturas de aço com carga horária de 60h cada distribuídas em 4h semanais (seguidas). As disciplinas da área de estruturas costumam ser consideradas difíceis, especialmente as disciplinas de estruturas de aço devido à complexidade de detalhes e integração forte com conceitos de outras disciplinas, também consideradas muitos difíceis, como mecânica dos sólidos e análise estrutural. Neste trabalho, o foco é a disciplina estruturas de aço 1 ofertada no 7º período do curso com turmas entre 30 a 40 estudantes nos períodos 2024/1, 2024/2 e 2025/2. Nos quadros 2 e Quadro 3 estão a matriz de competências e os objetivos de aprendizagem para a disciplina.

Quadro 2 – Matriz de competências Estruturas de Aço 1

Competência	Conhecimentos	Habilidades	Atitudes
Modelar	Comportamento de sistemas estruturais para coberturas em aço.	Utilização e manuseio de ferramentas informatizadas para análise estrutural.	Senso de responsabilidade e crítico na geração e análise de dados.
Produzir	Diretrizes normativas e critérios gerais de projeto de estruturas de aço.	Utilização e manuseio de ferramentas de projeto integrado e desenho técnico.	Trabalho em equipe, proatividade, cooperação e colaboração.
Colaborar	Compreender os princípios do trabalho em equipe, como comunicação, escuta ativa, resolução de conflitos e objetivos comuns.	Capacidade de se comunicar bem, ouvir, compartilhar ideias, resolver conflitos e adaptar-se ao grupo de forma prática e eficaz.	disposição para cooperar, agir com empatia, valorizar o coletivo e manter uma postura ética e proativa nas interações.

Fonte: autores

Quadro 3 – Objetivos de aprendizagem

Objetivos de Aprendizagem	Nível de Complexidade
1- Compreender o comportamento mecânico do material aço, os fenômenos de instabilidade local e o colapso plástico, reconhecendo que são aspectos particularmente importantes para estruturas de aço.	Baixa
2- Modelar os fenômenos, relativos ao comportamento e ao dimensionamento de sistemas estruturais aplicados a galpões industriais aplicando os procedimentos normativos e as ferramentas digitais disponíveis.	Média
3- Planejar e conceber soluções para projetos de galpões industriais desenvolvendo e detalhando estruturas em aço utilizando as tecnologias digitais disponíveis.	Alta

Fonte: autores

3.2 Caracterização dos estudantes

Nesta etapa do curso, muitos estudantes já definem áreas de interesse e atuam em estágios, o que pode reduzir sua disponibilidade e dificultar o engajamento. A turma é historicamente heterogênea, com muitos alunos fora do perfil do curso (acima de 3,5 anos desde o ingresso), geralmente por reprovação no ciclo básico, especialmente em Cálculo.

O perfil da turma é avaliado em cada nova oferta por meio de questionários aplicados no primeiro dia de aula, utilizando a plataforma *mentimeter.com.br*. No entanto, como os dados ainda não são sistematicamente consolidados, a análise tem se baseado predominantemente em percepções qualitativas.

A avaliação qualitativa do perfil dos estudantes, aliada a técnicas de *rapport*, tem sido usada para fortalecer vínculos entre alunos e com o docente. Com base nisso, identificam-se pontos em comum e atua-se sobre aspectos coletivos que possam impactar negativamente a aprendizagem. O processo culmina em um contrato pedagógico que formaliza expectativas e compromissos de estudantes e docentes para alcançar os objetivos da disciplina.

3.3 Planejamento das disciplinas

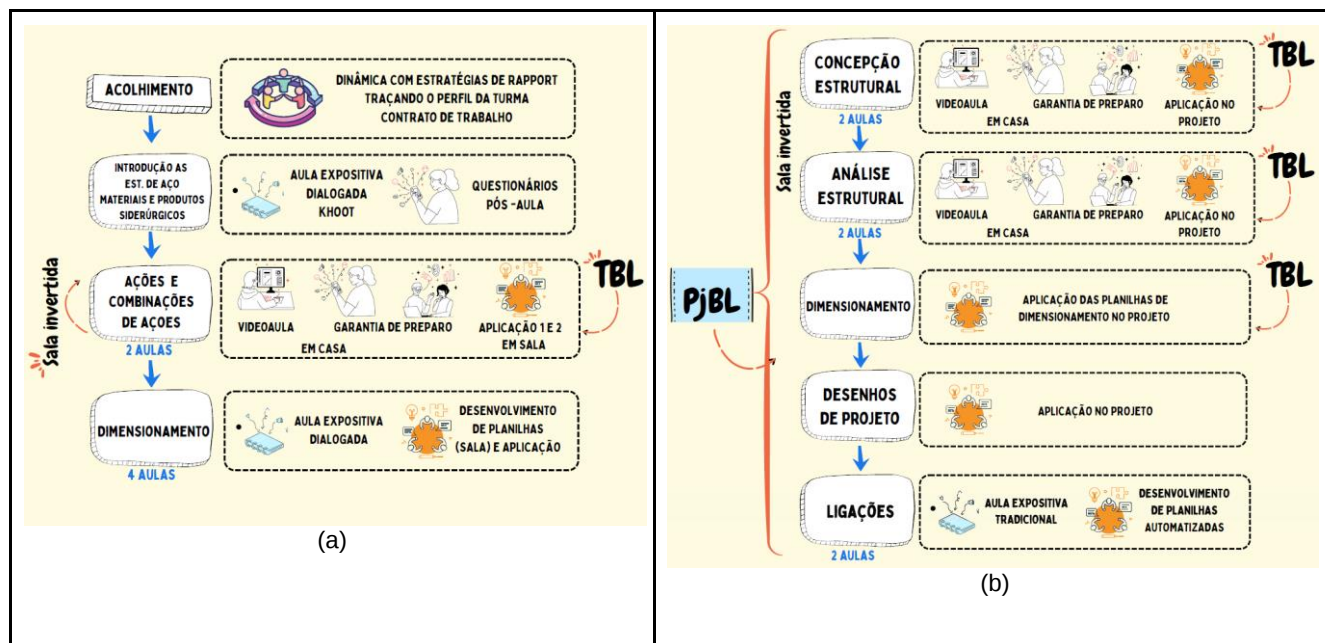
A disciplina está sendo planejada e conduzida com base em uma abordagem híbrida, que integra aulas expositivas tradicionais e metodologias ativas, selecionadas conforme os conteúdos e a experiência dos docentes. Sua estrutura divide-se em dois blocos com ênfases metodológicas distintas (Figura 1). O primeiro bloco (Figura 1a) abrange os objetivos de aprendizagem 1 e 2 do Quadro 3. As aulas expositivas foram utilizadas nos temas introdutórios (1 aula) e nos procedimentos de dimensionamento (4 aulas). Já os tópicos sobre ações e combinações de ações foram trabalhados com sala de aula invertida (Flipped Classroom), aliada a atividades em grupo pela aprendizagem baseada em equipes (Team-Based Learning – TBL).

O segundo bloco (Figura 1b) desenvolve o objetivo de aprendizagem 3 do Quadro 1, voltado ao projeto de estruturas metálicas em aço, com foco na concepção e planejamento de galpões. Nessa etapa, aplica-se a aprendizagem baseada em projeto (Project-Based Learning – PjBL), desafiando os estudantes, organizados em equipes, a propor soluções estruturais para galpões industriais.

Assim, a disciplina articula três metodologias ativas: Flipped Classroom, aprendizagem baseada em equipes (Team-Based Learning – TBL) e aprendizagem baseada em projeto

(Project-Based Learning – PjBL), promovendo uma aprendizagem significativa e alinhada às exigências da formação em engenharia. Ressalta-se que são adaptações das metodologias originais, ainda que mantenham seus princípios essenciais como estratégias de aprendizagem ativa.

Figura 1 – Fluxo de aplicação da disciplina e metodologias de ensino aprendizagem



Fonte: autores

No planejamento didático, integraram-se tecnologias como apoio pedagógico e recurso profissional. O Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) é usado para gerenciar a disciplina, facilitando a comunicação, o acesso a conteúdo, a realização de avaliações e o retorno aos estudantes.

3.4 Detalhamento das atividades

A disciplina inicia com uma dinâmica de acolhimento para enfrentar percepções negativas sobre estruturas, especialmente de aço. Utilizam-se ferramentas como Kahoot e Mentimeter para promover interações, apresentar curiosidades e desmistificar conceitos, estimulando o engajamento dos estudantes (Figura 2).

Figura 2 – Dinâmica de acolhimento usando o Kahoot

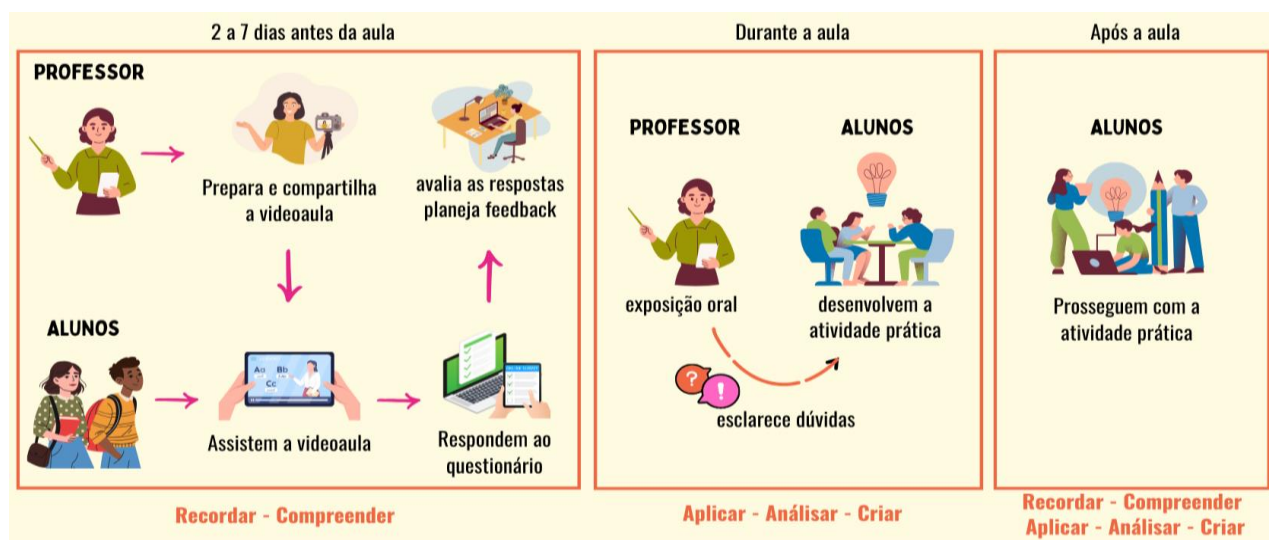


Fonte: autores

No Bloco 1, composto por cinco aulas majoritariamente expositivas, busca-se incentivar a participação ativa dos estudantes por meio de discussões rápidas em grupos e intervenções dialogadas. As aulas são seguidas por desafios práticos, como exercícios e elaboração de planilhas, especialmente voltados ao dimensionamento. Introduziu-se o uso do aplicativo SMath Studio para automatizar etapas desse processo, tornando a aprendizagem mais dinâmica e próxima da prática profissional. Para aprofundamento, são indicados materiais complementares e videoaulas no AVA.

A aplicação da aprendizagem baseada em equipes (Team-Based Learning TBL) foi direcionada a temas tradicionalmente menos atrativos, como "ações e segurança nas estruturas" e "ação do vento", por seu caráter teórico e abstrato. Esses conteúdos foram abordados por meio da sala de aula invertida (Flipped Classroom): os estudantes assistem previamente a até 40 minutos de videoaulas e respondem a um questionário no AVA para a garantia do preparo. Em aula, há breve exposição do professor (até 15 minutos), seguida de atividades práticas em grupo, com acompanhamento docente. Os grupos compartilham seus avanços ao final e recebem orientações para as próximas etapas (Figura 2).

Figura 2 – Linha do tempo para sala de aula invertida e TBL



Fonte: autores

O êxito do método de aprendizagem baseado em equipe (Team-Based Learning TBL) depende do preparo prévio dos estudantes, garantido por um questionário individual antes da aula (iRAT – Individual Readiness Assurance Test). A etapa em grupo (tRAT – Team Readiness Assurance Test) não foi aplicada, mas não comprometeu a metodologia, já que o preparo individual foi assegurado.

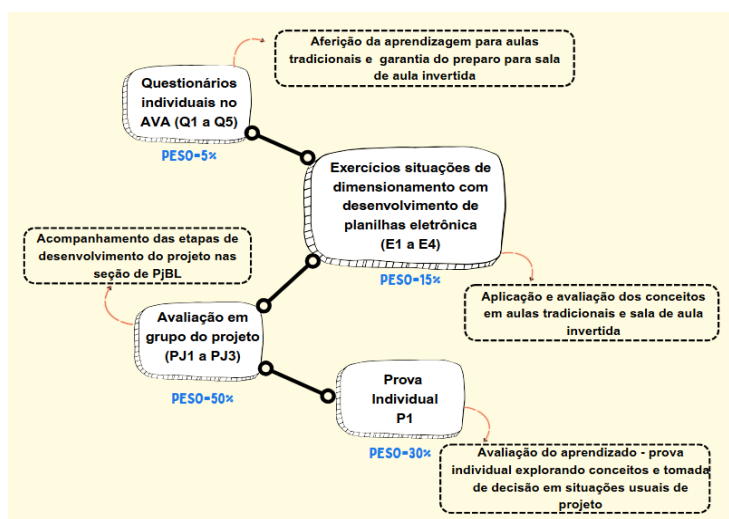
Na segunda etapa da disciplina, adota-se a Aprendizagem Baseada em Projetos (Project-Based Learning – PjBL). Em grupos, os estudantes desenvolvem o projeto de um galpão em aço, com os conteúdos de concepção, análise estrutural e detalhamento trabalhados via sala de aula invertida (Flipped Classroom). Isso amplia o tempo em sala para o projeto e facilita o acompanhamento dos grupos.

A avaliação do projeto ocorre em três fases: concepção, análise estrutural e entrega final detalhada. O produto final inclui desenhos e relatório técnico. O estudo dos conteúdos se dá sob demanda, com apoio de videoaulas, discussões e questionários. Na análise estrutural, utilizam-se softwares profissionais com licenças disponíveis na universidade, aproximando os estudantes da prática do engenheiro civil.

3.5 Avaliações

A avaliação tem sido contínua e para todas as atividades desenvolvidas, seja em classe ou extraclasse, individual ou em equipe são atribuídas notas, portanto são avaliações somativas. Essa estratégia valoriza as atividades proposta e permite que os estudantes possam recuperar o seu desempenho ao longo do semestre. São feitas avaliações em grupo e individuais. A garantia do preparo para as atividades de sala de aula invertida constitui avaliações individuais, além de uma prova aplicada no final do período. As atividades relativas ao desenvolvimento de planilhas de dimensionamento podem ser individuais ou em duplas enquanto as atividades relativas ao projeto são realizadas em grupo de até 4 estudantes. A Figura 3 apresenta de forma esquemática o processo de avaliação somativa utilizado.

Figura 3 – Processos de avaliação somativa



Fonte: autores

As avaliações somativas contemplam basicamente as competências técnicas em suas dimensões de conhecimento. Temos procurador atribuir notas a todas as atividades desenvolvidas pelos estudantes como forma de valorizar essas atividades e permitir feedback contínuos e direcionados. Outro objetivo no processo de avaliação é trabalho com estratégias diversificadas. Portanto, avaliação global contempla os questionários que são aplicados para a garantia do prepara nas aulas invertidas. Exercícios de situações problemas sobre dimensionamento de barras, onde é solicitado que os alunos desenvolvam um ferramentas de dimensionamento (planilha eletrônica) para aplicar na solução do exercício, essa avaliação pode ser individual ou em duplas.

Na fase de aplicação da metodologia de aprendizagem baseada em projeto o desenvolvimento do projeto é acompanhado a cada seção com feedback permanente e avaliado formalmente em três etapas com metas pré-definidas a serem cumpridas pelos grupos de estudantes. E, finalmente uma prova para aferição individual da aprendizagem. Essa prova baseada no conteúdo total da disciplina tem como proposta avaliar a habilidade do estudante de utilizar os conceitos teóricos para tomar decisões e/ou propor intervenções/modificações em situações simuladas de problemas ou não conformidade em projetos de estruturas de aço.

As avaliações somativas contemplaram, exclusivamente, as competências técnicas, considerando suas dimensões de conhecimento e habilidade. No entanto, competências transversais como a capacidade de expressar opiniões de forma respeitosa e de exercitar a escuta ativa para promover uma comunicação eficaz entre pares, habilidades essenciais para o trabalho colaborativo em contextos profissionais — não foram avaliadas neste momento.

Em uma tentativa inicial de contemplar esses aspectos, foi aplicado um questionário de autoavaliação e de avaliação por pares. Contudo, a ausência de um sistema adequado para armazenamento e análise das respostas, aliada ao tamanho relativamente grande das turmas, dificultou a gestão dos dados pelos docentes, inviabilizando a oferta de feedbacks apropriados que promovam a aprendizagem. Soma-se a isso o fato de que os estudantes não estavam familiarizados com esse tipo de avaliação, e, em muitos casos, atribuíram notas máximas aos colegas sem critérios claros, comprometendo a fidedignidade dos dados. Os autores reconhecem a importância de avaliar competências transversais, pois apenas por meio dessa prática os estudantes poderão percebê-las como dimensões formativas que também requerem desenvolvimento. Dessa forma, pretende-se, em futuras ofertas da disciplina, incorporar instrumentos específicos para avaliação formativa e somativa dessas competências.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Atualmente, a avaliação da aplicação das metodologias ativas está sendo conduzida de forma qualitativa, com base nas percepções dos docentes e discentes, sem o uso de instrumentos formalmente estruturados. Os docentes realizam discussões sistemáticas ao final de cada aula, com foco no engajamento dos estudantes e nas dificuldades enfrentadas nas atividades propostas. Além disso, ao término do semestre, são aplicados questionários aos estudantes com o objetivo de compreender suas impressões sobre a disciplina e a metodologia utilizada.

Na perspectiva dos docentes, destaca-se que o planejamento de uma disciplina com base em metodologias ativas exige elevado nível de dedicação, especialmente nas primeiras ofertas. A carga de trabalho é significativamente superior em comparação ao ensino tradicional, devido à necessidade de avaliações contínuas e à obrigatoriedade de fornecer feedbacks ágeis, a fim de permitir que os estudantes avancem no processo de aprendizagem. Por outro lado, a ausência de longas exposições orais (aulas expositivas de quatro horas consecutivas) representa um alívio tanto para docentes quanto para discentes.

Entretanto, um dos principais desafios enfrentados é a inadequação da infraestrutura institucional para a implementação efetiva de metodologias ativas. Há carência de mobiliário apropriado para trabalhos em grupo, escassez de tomadas elétricas para o uso de notebooks em sala de aula, bem como dificuldade de obtenção de licenças de softwares e aplicativos que poderiam ampliar o escopo e a diversidade das atividades didáticas.

No que tange à observação do comportamento discente, os docentes relatam níveis satisfatórios de engajamento, com participação mais ativa em comparação ao modelo tradicional. Ainda assim, uma parcela minoritária dos estudantes demonstra resistência ao desenvolvimento de atividades em sala, tanto em contextos individuais quanto em grupo. Um ponto crítico identificado refere-se à concepção limitada de trabalho em grupo, frequentemente interpretado pelos alunos como mera divisão de tarefas. Buscando superar essa visão, os docentes têm incentivado práticas colaborativas, em que todos os membros discutem o problema de forma conjunta e compartilham a responsabilidade pelo produto final. Como estratégia, as atividades em grupo passaram a contemplar uma etapa inicial de planejamento, na qual os estudantes devem definir as etapas necessárias para a realização da tarefa e a forma de execução de cada uma delas. Essa abordagem tem gerado resultados positivos na experiência corrente.

Outra dificuldade recorrente observada é a defasagem de conhecimentos prévios essenciais à compreensão dos conteúdos atuais, frequentemente associada à inércia dos alunos em buscar fontes complementares de aprendizado ou em promover discussões colaborativas para superar tais lacunas.

Em relação à aferição do desempenho discente, os índices de reprovação têm sido bastante reduzidos, o que pode ser atribuído ao modelo de avaliações contínuas e à possibilidade de recuperação gradual de notas ao longo do semestre. Embora isso ofereça um indicativo do progresso dos alunos, os docentes reconhecem que tal abordagem não é suficiente para uma avaliação abrangente da aprendizagem, sendo necessária a adoção de métodos diagnósticos mais robustos e sistematizados.

Quanto à percepção dos estudantes sobre a metodologia, verifica-se uma aceitação majoritariamente positiva. Muitos reconhecem a proposta como inovadora e destacam como aspecto favorável a menor carga de tarefas extraclasse. Além disso, valorizam o esforço dos docentes no planejamento e acompanhamento das atividades, bem como a disponibilidade para atendimentos fora do horário regular e o fornecimento de materiais de apoio. Por outro lado, há críticas relacionadas à execução de atividades exclusivamente em sala de aula, o que pode acarretar perdas mais significativas em casos de ausência. Devido ao perfil dos alunos que já estão engajados em estágios as ausências são bastante recorrentes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência relatada evidencia os benefícios da aplicação combinada da Sala de Aula Invertida, Aprendizagem Baseada em Equipe e da Aprendizagem Baseada em Projetos no ensino de Estruturas de Aço para o curso de engenharia civil. A abordagem permitiu maior protagonismo dos estudantes, promovendo engajamento ativo, desenvolvimento de competências técnicas e transversais, e uma conexão mais forte entre teoria e prática.

Entretanto, a implementação enfrentou desafios, incluindo resistência inicial de parte dos estudantes, dificuldades estruturais relacionadas à infraestrutura inadequada, e a necessidade de um planejamento pedagógico mais elaborado por parte dos docentes. A carga de trabalho dos professores aumentou significativamente, principalmente na fase inicial, devido à necessidade de avaliações contínuas e feedbacks ágeis e constantes.

Os resultados indicam aceitação positiva por parte dos estudantes, com reconhecimento do esforço docente e valorização do aprendizado dinâmico. No entanto, a falta de conhecimentos prévios dificultou a participação de alguns alunos, evidenciando a necessidade de estratégias de nivelamento e suporte acadêmico adicional. Além disso, aspectos como a avaliação de competências socioemocionais ainda precisam ser refinados e incorporados de maneira mais estruturada.

Para futuras implementações de estratégias semelhantes seja em estruturas de aço ou outras disciplinas seria importante: i. melhoria da infraestrutura das salas de aula, incluindo mobiliário adequado e acesso a recursos tecnológicos essenciais; ii. treinamento docente para aprimoramento das metodologias ativas, facilitando sua adoção em outras disciplinas técnicas. Aprimoramento dos processos avaliativos, integrando estratégias para contemplar a avaliação das competências transversais.

Apesar dos desafios, a proposta se mostrou promissora, contribuindo para a modernização do ensino de engenharia e para a formação de profissionais mais preparados para as demandas contemporâneas do mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS

ABILDINOVA, Gulmira et al. Preparing educators for the digital age: teacher perceptions of active teaching methods and digital integration. In: **Frontiers in Education**. Frontiers Media SA, 2024. p. 1473766.

ARIZA, Jonathan Á. Bringing active learning, experimentation, and student-created videos in engineering: A study about teaching electronics and physical computing integrating online and

mobile learning. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 31, n. 6, p. 1723-1749, 2023.

BIFFI, Maríndia et al. Metodologias ativas de aprendizagem: desafios dos docentes de duas faculdades de Medicina do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de educação médica**, v. 44, p. e145, 2020.

BONWELL, Charles C.; EISON, James A. **Active learning: Creating excitement in the classroom. 1991 ASHE-ERIC higher education reports**. ERIC Clearinghouse on Higher Education, The George Washington University, One Dupont Circle, Suite 630, Washington, DC 20036-1183, 1991.

CARDOSO, José Roberto; GRIMONI, José Aquiles Baesso. **Introdução à engenharia: uma abordagem baseada em ensino por competências**. 2021. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

DE NOVAIS, André Seixas; SILVA, Messias Borges; MUNIZ, Jorge. Strengths, limitations and challenges in the implementation of active learning in an undergraduate course of logistics technology. **International Journal of Engineering Education**, v. 33, n. 3, p. 1060-1069, 2017.

FERREIRA, Marcos Gomes Pinto et al. Metodologias ativas de aprendizagem aplicadas no ensino da engenharia. **Anais CIET: Horizonte**, 2018.

GONÇALVES, Dayana Keitty Carmo; AGUILAR, Maria Teresa Paulino. Metodologias ativas aplicadas na disciplina de saneamento ambiental no curso engenharia civil. **Brazilian Journal of Development**, 2019.

NIGRO, Guilherme Piau et al. Estudo da aplicação de metodologias ativas na disciplina de transferência de calor I. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2018.

MARTINEZ, Carlos Eduardo Nunes Medina. Aplicação de metodologia de aprendizagem ativa em disciplinas de cursos de graduação: estudo de caso em duas disciplinas de cursos de engenharia. 2021. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo.

MILANI, Margot Fabiana Pereira et al. Competências do curso de engenharia civil da UFSCar. **In: 52º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE 2024 e VII Simpósio Internacional de Educação em Engenharia**, Associação Brasileira de Educação em Engenharia – ABENGE. Vitória/ES, 2024.

OLMEDO-TORRE, Noelia; MARTÍNEZ, María Martínez; PEÑA, Marta. Effectiveness of blended instructional design based on active learning in a graphic engineering course. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 29, n. 4, p. 810-837, 2021.

PRENSKY, Marc. Digital natives, digital immigrants part 2: Do they really think differently?. **On the horizon**, v. 9, n. 6, p. 1-6, 2001.

PRINCE, Michael J.; FELDER, Richard M. Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. **Journal of engineering education**, v. 95, n. 2, p. 123-138, 2006.

REIS, Alan; ALVES, Alaina; WENDLAND, Edson Cezar. Metodologias ativas no ensino superior: Um mapeamento sistemático no contexto dos cursos de engenharia. **Educação em Revista**, v. 39, p. e39012, 2023.

SANTANA, André Luiz Maciel; DE DEUS LOPES, Roseli. Active learning methodologies and industry 4.0 skills development-a systematic review of the literature. **In: 2020 XV conferencia latinoamericana de tecnologias de aprendizaje (LACLO)**. IEEE, 2020. p. 1-10.

SERBAN, Camelia; VESCAN, Andreea. Towards an Evaluation Process around Active Learning based Methods. **In: FIE**. 2020. p. 1-7.

SOUZA, Alex Sander Clemente; DEBS, Luciana. Concepts, innovative technologies, learning approaches and trend topics in education 4.0: A scoping literature review. **Social Sciences & Humanities Open**, v. 9, p. 100902, 2024.

SUTILI, Felipe Korbus; RAINERI, Iara Alessandra Donati. Metodologias ativas na formação do engenheiro do século XXI: desafios e reflexões. **Olhar de Professor**, v. 25, p. 1-23, 2022.

TERENZINI, Patrick T. et al. Collaborative learning vs. lecture/discussion: Students' reported learning gains. **Journal of Engineering Education**, v. 90, n. 1, p. 123-130, 2001.

WHITE, Paul J. et al. Adopting an active learning approach to teaching in a research-intensive higher education context transformed staff teaching attitudes and behaviours. **Higher Education Research & Development**, v. 35, n. 3, p. 619-633, 2016.

FLIPPED CLASSROOM WITH PROJECT-BASED LEARNING: TEACHING EXPERIENCES IN STEEL STRUCTURES DISCIPLINES

Abstract: *This article reports on the teaching experience of the joint application of the Flipped Classroom and Project-Based Learning in the disciplines of Steel Structures 1 of the Civil Engineering, over three consecutive semesters. The proposal aimed to promote greater student protagonist in the learning process, through pre-class activities and collaborative projects that articulate theory and practice. The results indicate a satisfactory acceptance of the methodology by both students and teachers, emphasizing increased student engagement and technical and transversal skills development. However, difficulties were observed in group and/or individual work, especially due to the lack of essential prior knowledge, in addition to structural challenges related to the adaptation of the rooms for dynamic and collaborative activities. The implementation required greater dedication from teachers, especially in the initial phase of planning and organizing activities. Even so, the experience proved promising for improving teaching in technical engineering disciplines.*

Keywords: *Flipped Classroom, Project-Based Learning, Civil Engineering, Student Engagement, Active Learning*

