



COBENGE
2021

XLIX Congresso Brasileiro
de Educação em Engenharia
e IV Simpósio Internacional
de Educação em Engenharia
da ABENGE

28 a 30 de SETEMBRO

Evento Online

"Formação em Engenharia:
Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade"

METODOLOGIAS ATIVAS APLICADAS AO ENSINO DE FORMA NÃO PRESENCIAL: ESTUDO DE CASO EM DUAS DISCIPLINAS DE ANÁLISE ESTRUTURAL

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2021.3400

Elvidio Gavassoni Neto - gavassoni@ufpr.br
Universidade Federal do Paraná
Rua Gabriela Mistral 149
80540-015 - Curitiba - PR

Resumo: *O ensino e o aprendizado da análise estrutural, muitas vezes impõe desafios a discentes e docentes. Tais desafios decorrem do caráter matemático das complexas ferramentas de análise dessa área do conhecimento da engenharia civil. As práticas de aprendizado passivas, centradas no protagonismo do professor, muitas vezes reforçam tais dificuldades. Metodologias ativas de ensino, tais como aprendizado baseado em problemas e projetos constituem ferramentas eficientes no processo de ensino da análise estrutural. Contudo, no atual contexto da pandemia da COVID-19, as instituições de ensino superior, bem como seus discentes e docentes, depararam-se com a necessidade de adaptação às restrições impostas por essa emergência. Este trabalho se insere no contexto da pandemia da COVID-19 e nos esforços do uso de metodologias ativas em duas disciplinas de análise estrutural do curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Paraná. As disciplinas foram ministradas em ensino não presencial. Indicadores de desempenho das disciplinas em período não presencial são comparados com os indicadores para o período presencial. As avaliações das disciplinas por parte dos discentes também são apresentadas. Os resultados demonstram que as metodologias ativas podem constituir uma importante ferramenta para o processo de aprendizado dos discentes, mesmo de forma remota. O estudo ainda aponta em importantes desafios que precisam ainda ser vencidos no ensino remoto emergencial, dentre eles o abandono por parte dos discentes das disciplinas cursadas.*

Palavras-chave: *Ensino remoto, Engenharia Civil, Aprendizado baseado em Projeto, Aprendizado baseado em Problemas*

Promoção:



Realização:



METODOLOGIAS ATIVAS APLICADAS AO ENSINO DE FORMA NÃO PRESENCIAL: ESTUDO DE CASO EM DUAS DISCIPLINAS DE ANÁLISE ESTRUTURAL

INTRODUÇÃO

O contexto deste trabalho é a pandemia da COVID-19 declarada em março de 2020 pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Desde então, de forma gradativa, as restrições impostas quer sejam por suspensão de aulas, ensino à distância ou de forma híbrida afetaram mais de 1,5 bilhão de estudantes em todo o mundo (UNESCO, 2021). O período de suspensão das atividades no Brasil presenciais está entre os mais longos quando se compara com outros países, são mais de 43 semanas (UNESCO, 2021), em muitos casos ininterruptas. O ensino superior brasileiro está desde então imerso nesse contexto, onde 76,8% das universidades federais suspenderam seus calendários acadêmicos já no primeiro trimestre de 2020 (CASTIONI et al., 2021). A Universidade Federal do Paraná (UFPR) foi uma das instituições que suspenderam as atividades letivas da graduação (UFPR, 2020a).

Gradualmente as universidades federais retornaram as atividades de ensino para a graduação por meio digitais e de forma não presencial (GUSSO et al., 2020) amparadas pela publicação da portaria de nº 343 do Ministério de Educação - MEC onde fica autorizada a utilização de meios e tecnologias digitais para a substituição temporária das aulas presenciais em instituições de ensino superior (IES). No âmbito da UFPR optou-se pelo Ensino Remoto Emergencial (ERE) como forma alternativa ao prosseguimento das atividades letivas para a graduação. O ERE na UFPR foi estipulado em dois períodos letivos especiais, o primeiro entre 29/06/2020 e 07/11/2020 (UFPR, 2020b) e o segundo entre 03/11/2020 e 27/03/2021 (UFPR, 2020c).

Embora o ERE e o ensino à distância (EaD) não sejam, de acordo com (GUSSO et al., 2020), categorias de ensino com fronteiras bem definidas, muitos dos desafios e das limitações são compartilhados em ambos os modos de ensino. Além das dificuldades específicas que se impõe ao ERE, quer seja para estudantes (CASTIONI et al., 2021) quanto para professores (GUSSO et al., 2020) a contínua a busca por um ensino de qualidade de forma ativa e concentrando-se no protagonismo do estudante, estimulando sua autonomia e permitindo sua formação de modo mais amplo.

Em ensino presencial o uso de metodologias ativas no ensino da análise estrutural tem se mostrado uma importante ferramenta na formação de qualidade de engenheiros civis. As estruturas são os elementos que recebem e conduzem as cargas advindas do uso e da existência de uma edificação até a sua fundação. É natural, portanto, que o projetista (engenheiros e arquitetos) tenha que lidar com a Análise Estrutural. Contudo, a metodologia de ensino tradicional: passiva e baseada em avaliações com problemas artificialmente criados para terem solução do tipo fechada e única. Questões altamente específicas, claramente delimitadas e exaustivamente simplificadas pelos professores e autores de livros didáticos. Contudo, tal metodologia costuma produzir estudantes incapazes de analisar sistemas de problemas complexos. Inábeis para identificar e para confrontar questões básicas versus questões detalhadas. Inaptos para formular, de forma independente, uma estratégia hierárquica e um plano adequado para lidar com os problemas práticos da engenharia (LIN; STOTESBURY, 1981). Problemas reais que não possuem solução única nem fechada.

Metodologias de aprendizado baseadas em projeto refletem naturalmente a complexidade, a incompletude de dados, as diferentes (e muitas vezes conflitantes) demandas comumente existentes na solução de problemas de Engenharia Estrutural. O uso de situações de projeto no ensino da Engenharia Estrutural é uma estratégia viável

(MILLS; TREAGUST, 2003) de reconsiderar e repensar o treinamento de futuros engenheiros e arquitetos para que sejam capazes de dominar problemas estruturais de forma global e completa. Contudo a aplicação dessas metodologias em ERE pode constituir-se em um grande desafio tanto para discentes quanto docentes.

O objetivo deste trabalho é mostrar dois estudos de caso do uso de metodologias ativas em disciplinas de análise estrutural do curso de Engenharia Civil da UFPR. Primeiramente as disciplinas são descritas bem como seus planos de trabalhos e metodologias empregadas. Em seguida os resultados de indicadores acadêmicos: porcentagens de reprovações e de aprovações, taxas de abandono e rendimento escolar são mostrados em uma série histórica que inclui abordagens tradicionais de ensino, abordagens ativas presenciais e abordagens ativas em ERE para as mesmas disciplinas. Além disso, a avaliação das duas disciplinas por parte dos alunos é mostrada e discutida. Por fim, as considerações finais avaliam que é possível utilizar-se de metodologias ativas em ERE, embora haja desafios importantes a serem vencidos.

1 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção são apresentadas as informações referentes ao plano de ensino das duas disciplinas e dos métodos de avaliação por parte dos estudantes.

1.1 Estruturas de madeira

Trata-se de uma disciplina eletiva de 60 h (sendo 4 h por semana), geralmente cursada no nono período letivo pelos acadêmicos do curso de Engenharia Civil com disponibilidade de 30 vagas. A ementa da disciplina compreende o estudo das soluções para Estruturas de Madeira usuais, incluindo a abordagem da flexão, tração, compressão, flexo-tração, flexo-compressão e cisalhamento de elementos estruturais em madeira. Também aborda as ligações entre peças de madeira, a consideração das cargas usuais agindo sobre as peças, inclusive o vento, bem como considerações da estabilidade global das estruturas de madeira.

Desde 2016 a disciplina foi reorientada, seguindo a abordagem de aprendizado baseada em Projeto ou PBL (Project Based Learning) para a resolução de um projeto de dimensionamento de estrutura real em madeira (WOGEL et al., 2016). Desde os alunos são divididos em grupos de até 4 participantes com objetivo de produzir um projeto conceitual (atividade avaliativa com 20% da nota), um memorial de cálculo de projeto básico (40 % da nota), desenhos estruturais de projeto e estimativa de custos do projeto (30 % da nota). A verificação do rendimento acadêmico é completada com uma avaliação individual sobre as propriedades mecânicas da madeira (10% da nota). No ERE esse plano de avaliação foi mantido, sendo a avaliação individual feita em formato de quizz.

O ambiente virtual utilizado no ERE foi o Google Classroom. As aulas foram assíncronas, videoaulas gravadas com equipamento pessoal. Semanalmente ocorreram horários de orientação e atendimento de dúvidas síncronos. A bibliografia disponibilizada compreende as notas de aula digitalizadas elaboradas pelo professor e livros textos virtuais disponibilizados pela UFPR à sua comunidade acadêmica no site minha biblioteca. críticas.

1.2 Mecânica das Estruturas I

É uma disciplina obrigatória de 60 h (sendo 4 h por semana), cursada no quinto período letivo pelos acadêmicos do curso de Engenharia Civil com disponibilidade de 50 vagas. A ementa da disciplina compreende o estudo do comportamento estático de

elementos estruturais isostáticos tais como vigas, arcos, pórticos e grelhas. Além disso, é incluído o estudo do comportamento de estruturas sob ação de carregamento móvel. Durante o ERE a disciplina foi organizada em 6 ciclos de uma semana cada (carga horária semanal de 10 h) que foram orientados por roteiros de estudo.

Desde 2016 a disciplina foi reorientada, seguindo a abordagens de metodologias ativas de aprendizado tais como aprendizagem baseada em problemas ou PBL (Problem Based Learning), discussões (talking chips) e focadas em escrita (team anthologies) (TIBONI, 2018). Em formato presencial, no período de 2016 a 2020, a avaliação de desempenho constava de provas, trabalhos em grupo ou individuais e testes. Durante o ERE as mesmas categorias de metodologias ativas foram mantidas e organizadas em 6 trabalhos individuais que foram utilizados para verificação do rendimento e da frequência.

O ambiente virtual utilizado no ERE foi o Google Classroom. As aulas foram assíncronas, videoaulas gravadas com equipamento pessoal. Semanalmente ocorreram horários de orientação e atendimento de dúvidas síncronos. A bibliografia disponibilizada compreende as notas de aula digitalizadas elaboradas pelo professor, exercícios resolvidos, textos correlatos e livros textos virtuais disponibilizados pela UFPR à sua comunidade acadêmica no site minha biblioteca.

1.3 Avaliação das disciplinas

Ambas as disciplinas foram avaliadas pelos alunos ao final das atividades didáticas por meios de formulários eletrônicos no aplicativo google forms. Os formulários constavam de 4 perguntas objetivas com escala de 1 (inadequada) a 5 (adequado). As perguntas se referiam à avaliação da didática das ferramentas e atividades, dos critérios de avaliação e controle de frequência e da efetividade do ERE. Também foi incluso o espaço para críticas e sugestões sobre as atividades didáticas.

2 RESULTADOS

Nesta seção são mostrados os resultados do desempenho acadêmico e da avaliação de ambas as disciplinas.

2.1 Estruturas de madeira

A Tabela 1 mostra alguns índices de desempenho acadêmico na disciplina de Estruturas de Madeira entre os anos de 2015 e 2020 (ERE), são mostrados as porcentagens de alunos aprovados, reprovados e abandonos (reprovações por falta ou cancelamentos). Além dessas informações o coeficiente de rendimento médio da turma para cada semestre letivo é mostrado na última coluna da Tabela 1.

Tabela 1 – Indicadores de desempenho acadêmico dos alunos da disciplina de Estruturas de Madeira.



Semestre Letivo	Aprovações	Abandonos	Reprovações	Coefficiente de Rendimento da Turma (pontos)
2015/01	46%	48%	6%	42
2016/01	71%	19%	10%	60
2016/02	73%	9%	18%	55
2017/01	63%	15%	22%	55
2018/01	90%	10%	0%	72
2019/01	64%	33%	3%	53
2020 (ERE)	53%	29%	18%	59
Média	66%	23%	11%	57

Observa-se que em 2016, comparando com o ano de 2015 houve uma melhora significativa dos indicadores de desempenho acadêmico com aumento das porcentagens de aprovação e diminuição das porcentagens de abandono e reprovação. O mesmo se deu pela média da turma em termos do coeficiente de rendimento acadêmico. Acredita-se que tenham sido reflexo da reorientação do curso para inclusão do PBL. No período de 2017-2019 os indicadores atingidos em 2016 mantiveram-se, com pequenas oscilações, em um patamar. Observa-se que para o ERE houve uma queda em relação ao patamar dos indicadores no período 2017-2019, havendo aumento do número de abandono e reprodução e redução nas porcentagens de alunos aprovados. O alto índice de abandono no ERE reflete as dificuldades e adaptação dos alunos às especificidades da disciplina impostas pela pandemia da COVID-19. Ainda assim os índices de aprovações e reprovações bem como o coeficiente de rendimento da turma são melhores que os respectivos indicadores para o ano de 2015, mostrando os efeitos de metodologias ativas mesmo em face das limitações inerentes ao ERE.

2.2 Mecânica das Estruturas

Os indicadores de desempenho das turmas da disciplina de Mecânica das Estruturas I nos semestres letivos entre 2013 e 2020.

Tabela 2 – Indicadores de desempenho acadêmico dos alunos da disciplina de Mecânica das Estruturas I.

Semestre Letivo	Aprovações	Abandonos	Reprovações	Coefficiente de Rendimento da Turma (pontos)
2013/01	33%	24%	43%	36
2014/01	54%	29%	17%	46
2015/01	41%	47%	12%	45
2016/01	67%	25%	8%	63
2017/01	92%	0%	8%	73
2018/01	88%	6%	6%	72
2019/01	72%	2%	26%	62
2020 (ERE)	60%	34%	6%	73
Média	63%	21%	16%	59

Novamente, assim como no caso da disciplina de Estruturas de Madeira, a inclusão de metodologias ativas no ensino da disciplina de Mecânica das Estruturas I a partir de 2016 levou a uma melhora sensível em todos os indicadores de desempenho. Observando os indicadores para 2020 (ERE) é possível observar impactos importantes principalmente na porcentagem de abandono que se equipara aos valores relativos ao período 2013-2015, ou seja, antes da reorientação da disciplina às metodologias ativas. Contudo, o número de reprovações e o coeficiente de rendimento da turma foram melhores que os valores da média histórica. Tal fato demonstra, que mesmo com todas as limitações impostas pelo ERE, as metodologias ativas são ferramentas eficientes nos processos de ensino e aprendizado.

2.3 Avaliação das disciplinas

Na Tabela 3 são mostradas as médias dos resultados dos questionários de avaliação das disciplinas.

Tabela 3 – Resultados da avaliação das disciplinas por parte dos discentes. Escala de 1 (inadequado) a 5 (adequado).

Critério Avaliado	Estruturas de Madeira	Mecânica das Estruturas I
Didática e Ferramentas utilizadas	4,0	4,4
Formas de Avaliação e Controle de Frequência	3,0	4,5
Efetividade do Ensino	4,0	4,2

Em geral os discentes avaliaram como adequadas as práticas didáticas, as formas de avaliação e para a efetividade do ensino durante o ERE para ambas as disciplinas. A menor média de avaliação foi obtida quanto à forma de avaliação e controle de frequência. Os comentários realizados no campo de críticas e sugestões apontam uma carga de trabalho excessiva para realização do projeto de dimensionamento durante o período de ERE, indicando uma necessidade de ajustes na carga de atividades para o ERE.

Os comentários recebidos sugerem alterações no cronograma dos horários de atendimento de forma a ficarem mais adequados aos prazos de entregas das atividades e para um maior número de videoaulas de resolução de problemas. Dez discentes fizeram, em seus comentários, menção à efetividade das metodologias ativas no seus processos de aprendizagem, reafirmando assim a importância dessa abordagem no processo de ensino, mesmo sob as limitações inerentes ao ERE.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho mostra que é possível o emprego de abordagens de aprendizagem ativas mesmo em face das limitações de ensino remoto emergencial. Tais metodologias, em especial o PBL, podem ser uma efetiva ferramenta no ensino de disciplinas ligadas à análise estrutural. As atividades de PBL provêm mais oportunidades de experiência com a prática do projeto.

Metodologias de aprendizado baseadas em projeto e/ou problemas refletem naturalmente a complexidade, a incompletude de dados, as diferentes (e muitas vezes conflitantes) demandas comumente existentes na solução de problemas de Engenharia Estrutural. O uso de situações de projeto no ensino da Engenharia Estrutural é uma estratégia viável de reconsiderar e repensar o treinamento de futuros engenheiros e

arquitetos para que sejam capazes de dominar problemas estruturais de forma global e completa.

O ERE apresenta-se como um desafio a docentes e discentes imposto pela pandemia da COVID-19. Tais desafios podem ser parcialmente sobrepujados pela aplicação de metodologias ativas de ensino. A aplicação dessas metodologias em duas disciplinas de análise estrutural ofertadas em regime remoto emergencial são mostradas como estudos de caso para o uso de metodologias de ensino ativas.

Em ambas as disciplinas os indicadores de desempenho quanto à taxa de aprovação e médias de rendimento acadêmico mantiveram-se maiores aos valores resultantes da aplicação desses cursos em forma tradicional: aulas expositivas e provas baseadas em questões simplificadas e artificialmente manipuladas para resposta única. Entretanto, quando se compara as metodologias ativas aplicadas nesses cursos em período presencial e remoto, observa-se que há a queda nesses indicadores, em especial ao número de abandono (cancelamento de matrículas e reprovações por falta). Tal resultado demonstra que há ainda muito a ser feito para mitigar-se os impactos de engajamento com o ensino remoto emergencial. Nesse sentido, o presente trabalho é uma importante ferramenta ao docente dessas disciplinas para o planejamento e busca por ações de engajamento e de redução de abandono dos discentes para essas disciplinas.

Agradecimentos

O autor agradece ao FNDE/MEC pela concessão da bolsa de Tutor do Programa de Educação Tutorial do PET e à infraestrutura concedida pelo CESEC – Centro de Estudos em Engenharia Civil e ao Departamento de Construção Civil da UFPR.

REFERÊNCIAS

CASTIONI, R. et al. Universidades federais na pandemia da Covid-19: acesso discente à internet e ensino remoto emergencial. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 29, n. 111, p. 399–419, 2021.

GUSSO, H. L. et al. Ensino Superior Em Tempos De Pandemia : **Educação e Sociedade**, v. 41, n. e238957, p. 1–26, 2020.

LIN, T. Y.; STOTESBURY, S. D. **Structural Concepts and Systems for Architects and Engineers**. [s.l.] Wiley, 1981.

MILLS, J. E.; TREAGUST, D. Engineering Education, Is Problem-Based or Project-Based Learning the Answer. **Australasian Journal of Engineering Education**, 2003.

TIBONI, G. R. **INOVAÇÕES NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR) SOB A ÓTICA DAS METODOLOGIAS ATIVAS**. [s.l.] UFPR, 2018.

UFPR. **RESOLUÇÃO Nº 42/2020-CEPE**, 2020a.

UFPR. **RESOLUÇÃO Nº 59/2020-CEPE**, 2020b.

UFPR. **RESOLUÇÃO Nº 65/2020-CEPE**, 2020c.

UNESCO. **Education: From Disruption to Recovery**.

WOGEL, O. M. et al. **Aplicação do PBL (Project Based Learning) na disciplina Estruturas de Madeira do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Paraná.** XIX Encontro Regional dos Grupos PET da Região Sull. **Anais...**2016

ACTIVE LEARNING STRATEGIES AT ONLINE TEACHING: A CASE STUDY IN STRUCTURAL ANALYSIS COURSES.

Abstract: *Topics related to structural analysis impose, in general, several challenges to teachers and students. These difficulties are due the inherent abstract mathematic character of the used tools to perform the structural analysis. The so called traditional passive methodologies, mainly focused on the teacher's role, could have a negative impact on these challenges. Active learning strategies, such as project and/or problem-based learning, are efficient tools to enhance the learning and mitigate the challenges of the structural analysis teaching. However, the COVID-19 pandemic context, superimpose additional challenges to employ active learning practices at online teaching. In this scenario, this work aims to relate the efforts to apply active learning strategies in two Civil Engineering undergraduate courses related to the structural analysis at Federal University of Paraná. Both courses' methodologies are described and the results are compared to those obtained with the pre-pandemic with students present at class hall. The applied activities were also evaluated by the students via post-course online forms. The results indicate that it is possible to keep active learning strategies at online teaching of the courses selected as case study. It also indicates important challenges that must be faced in order to mitigate negative impacts, mainly dropout rates.*

Keywords: Civil Engineering, Project-Based Learning, Problem-Based Learning.