

EXPERIÊNCIAS ASSOCIADAS AO USO DE METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO REMOTO EMERGENCIAL

EXPERIENCES ASSOCIATED WITH THE USE OF ACTIVE LEARNING METHODOLOGIES IN EMERGENCY REMOTE TEACHING

Marina Urano de Carvalho¹, Cira Souza Pitombo², Jorge Ubirajara Pedreira Junior³, Felipe Lobo Umbelino de Souza⁴

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v41p540-553.2022

RESUMO

A pandemia de COVID-19 causou importantes e repentinas mudanças ao redor do mundo. No âmbito educacional, o ensino presencial tradicional foi substituído e deu lugar ao ensino remoto emergencial. Além da imprevisibilidade e da falta de recursos envolvendo essa transição, problemas como a falta de engajamento dos alunos surgem como consequências inevitáveis do período de incertezas e ansiedade causadas pela pandemia de COVID-19. Este artigo relata a experiência com a aplicação das metodologias ativas de aprendizagem Ensino sob Medida e Gamificação durante o período de ensino remoto emergencial para turmas de pós-graduação em Engenharia de Transportes. Para analisar a eficácia dessas metodologias e a importância das aulas remotas, testes estatísticos para dados pareados foram realizados. Além disso, uma pesquisa de opinião possibilitou uma análise qualitativa sobre as metodologias aplicadas. Os resultados permitiram concluir que a aplicação do Ensino sob Medida e da Gamificação foram essenciais para o aprendizado efetivo e para a manutenção do foco e da rotina de estudos dos alunos durante o período de ensino remoto emergencial.

Palavras-chave: Ensino sob Medida; Gamificação; COVID-19; Engenharia.

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic caused major and sudden changes around the world. In the sphere of education, traditional face-to-face teaching was replaced, where possible, by emergency remote teaching. In addition to the unpredictability and lack of resources involved in this transition, problems such as the lack of student engagement arise as inevitable consequences of the period of uncertainty and anxiety caused by COVID-19 pandemic. This article reports on the experience using Just in Time teaching methodologies and gamification during the emergency remote teaching period for graduate students in Transport Engineering. To analyze the effectiveness of Just in Time teaching and the importance of remote classes, Paired Sample T-Test were performed. In addition, an opinion survey enabled a qualitative analysis of the tested methodologies. The results obtained led us to conclude that using Just in Time teaching and gamification were essential for effective learning and for maintaining the focus and routine of students' studies during the emergency remote teaching period in 2020.

Keywords: Just in Time teaching. Gamification. COVID-19. Engineering.

¹ Universidade de São Paulo; marina.urano.caldas@usp.br

² Universidade de São Paulo; cirapitombo@usp.br

³ Universidade de São Paulo; jorge.ubirajara@usp.br

⁴ Universidade de São Paulo; felipe.lobo@usp.br

INTRODUÇÃO

Em 1918, o Brasil foi invadido pela devastadora epidemia da gripe espanhola. Naquela época, determinou-se a aprovação automática de todos os estudantes brasileiros, sem a necessidade dos exames finais (BERTOLLI FILHO, 1986). Quase 103 anos depois, a pandemia da COVID-19 afetou todos os setores da sociedade. No âmbito da educação, o isolamento social associado à COVID-19 provocou uma séria crise, para a qual nem professores (do ensino básico ao superior), nem estudantes ou profissionais da educação estavam preparados (EDUCATION INTERNATIONAL, 2020), impactando diretamente mais de 72% da população estudantil mundial (UNESCO, 2020).

Nesse contexto, recomendou-se o uso de ferramentas de ensino a distância para amenizar os danos causados pela pandemia no âmbito educacional (UNESCO, 2020). Da maneira como foi possível, o ambiente estudantil físico foi substituído, às pressas, pelas plataformas de aprendizado *on-line*. Essa solução temporária foi posteriormente denominada “Ensino Remoto Emergencial” (BOZKURT; SHARMA, 2020; HODGES et al., 2020).

A despeito das desigualdades e disparidades relativas à mínima infraestrutura necessária para implementação e acompanhamento do ensino remoto emergencial, somadas à falta de treinamento, tanto técnico quanto pedagógico, para ministrar aulas remotas (BROOKS et al., 2020, DA SILVA et al., 2020), há a constatação de que o aprendizado e o conhecimento científico são essenciais para o enfrentamento da crise. Isso posto, o uso de metodologias ativas de aprendizagem surge como alternativa para tornar o ensino remoto mais atrativo e efetivo durante o cenário excepcional e imprevisível provocado pela pandemia da COVID-19, uma vez que essas metodologias proporcionam maior participação dos alunos no processo de ensino-aprendizagem, tornando-os os principais agentes na produção do saber (BONWELL; EISON, 1991).

Assim, este trabalho tem como objetivo relatar experiências e realizar um estudo sobre

a aplicação do Ensino sob Medida (EsM) e da Gamificação em disciplinas de pós-graduação em Engenharia de Transportes durante o período de Ensino Remoto Emergencial, de modo a avaliar o impacto dessas metodologias ativas de aprendizagem. Vale ressaltar que o presente artigo trata de experiências vivenciadas por autores sem qualquer experiência prévia com ensino remoto.

ENSINO REMOTO EMERGENCIAL E EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

A imprevisibilidade do cenário e a falta de treinamento técnico e pedagógico necessários para ministrar aulas remotamente levaram à improvisação de soluções rápidas e em circunstâncias não ideais (FLORES; GAGO, 2020), o que compromete o desempenho acadêmico e a qualidade do ensino. Frente a isso, muitos estudos salientam a importância de nomear o momento educacional vivido durante a pandemia de COVID-19 como Ensino Remoto Emergencial e de não o associar à Educação a Distância (EAD), sob o risco de atribuir experiências negativas a essa modalidade de ensino durante o período de isolamento social (HODGES et al., 2020, BOKZURT; SHARMA, 2020).

Educação a Distância é uma modalidade de ensino que surgiu para atender as necessidades de aprendizagem modernas e caracteriza-se pela distância no tempo e/ou espaço entre os alunos e os recursos de aprendizagem. No ensino remoto, no entanto, a distância é meramente espacial. Além de exigir um planejamento minucioso e diferenciado, o que, no geral, não é possível no ensino remoto emergencial, a Educação a Distância imprime especial ênfase às interações aluno-aluno e aluno-professor por meio de diferentes ferramentas e se utiliza de diversas estratégias para permitir que os alunos se envolvam ativamente do processo de aprendizagem (BOKZURT; SHARMA, 2020). O ensino remoto permite que alunos e professores possam interagir por meio de computadores e *smartphones* de suas próprias casas. Todavia, essa modalidade de ensino possui

desvantagens: alunos e professores experimentaram dificuldade durante a transição do aprendizado tradicional para o *on-line*, assim como o aumento do estresse e ansiedade devido à maior exposição em telas digitais (MOAWAD, 2020).

Apesar disso, o Ensino Remoto Emergencial impôs importantes mudanças na forma de aprender e de lecionar, sendo visto como oportunidade para remodelar práticas de ensino tradicionais (FLORES; GAGO, 2020). A expectativa é que as experiências educacionais vivenciadas durante a pandemia de COVID-19, mesmo que em um contexto indesejável e de maneira abrupta, promoverão importantes – e necessárias – mudanças no âmbito educacional no futuro. De todo modo, é seguro afirmar que nenhum indivíduo inserido no contexto educacional passará pelo período de pandemia de COVID-19 sem ter vivenciado ou refletido sobre os desafios de encarar novas abordagens e estratégias de ensino e sobre a importância de condições sociais, emocionais e de acesso favoráveis para um aprendizado efetivo e com qualidade.

METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM

As metodologias ativas de aprendizagem consistem em importantes ferramentas de ensino, nas quais os alunos se apresentam como figuras centrais e capazes de conduzir a construção do seu conhecimento (BONWELL; EISON, 1991). Essas metodologias consideram o fato de que os indivíduos aprendem melhor quando participam ativamente do processo de aprendizagem (DALE, 1969), o que tem sido comprovado por pesquisas realizadas na área educacional (BUTLER, 1992). O famoso cone da aprendizagem, o qual quantifica a aprendizagem absorvível por um indivíduo conforme a atividade realizada, ilustra que 90% do aprendizado concentra-se na atividade “fazer” (DALE, 1969).

Diante dos diversos estudos que evidenciam os benefícios da sua aplicação (MICHAEL, 2006), as metodologias ativas de aprendizagem surgem como alternativa para tornar o Ensino Remoto Emergencial mais atrativo e produtivo diante do cenário da

pandemia de COVID-19. Nesse sentido, a disponibilização de atividades práticas e materiais de leitura pré-aula, característicos da metodologia intitulada Ensino sob Medida (*Just-in-time Teaching*), mostra-se um artifício possível para a melhoria do aprendizado durante o período de isolamento social. Além disso, diante das dificuldades de interação durante as aulas de ensino remoto, há a possibilidade de melhorar o engajamento dos estudantes com estratégias de Gamificação.

Proposta por Novak et al. (1999), a metodologia EsM consiste na proposição de leituras, atividades e exercícios pré-aula acerca do conteúdo a ser ministrado posteriormente, de forma que os alunos sejam motivados a ter contato prévio com o assunto, respeitando as limitações de aprendizado e ritmos de cada um, uma vez que não há restrição de horário, local ou dispositivo. Esse momento pré-aula contribui para que a aula seja direcionada aos assuntos de maior dificuldade aos alunos. Além disso, proporciona uma participação mais ativa dos alunos durante as aulas, uma vez que eles terão conhecimento prévio sobre o assunto. A metodologia do EsM se destaca pelos diversos resultados satisfatórios obtidos em diferentes áreas do conhecimento (ARAUJO; MAZUR, 2013; GAVRIN; MARRS; BLAKE, 2004). Nesse sentido, muitos trabalhos ressaltam melhorias significativas com a adoção da técnica, como aumento da participação e interação dos alunos, aumento das notas nas avaliações e melhoria nos hábitos de estudo (CROUCH; MAZUR, 2001; MARRS; NOVAK, 2004).

Gamificação é uma estratégia para aumentar o engajamento ao incorporar elementos do jogo no ambiente educacional (DICHEV; DICHEVA 2017), muito embora esteja presente também em outros setores da sociedade como indústria, finanças, saúde, entretenimento e sustentabilidade (KLOCK et al., 2014). Seus principais objetivos são: i) aprimorar certas habilidades; ii) introduzir objetivos que deem um propósito à aprendizagem; iii) envolver os alunos; iv) otimizar a aprendizagem; v) apoiar a mudança de comportamento; e vi) socializar (DICHEV; DICHEVA, 2017; BORGES et al. 2013). A Gamificação no âmbito educacional está

relacionada a uma variedade de benefícios e é amplamente utilizada em muitas universidades (PAKINEE; PURITAT, 2020). Assim, diversos estudos envolvendo a aplicação de jogos se mostraram bem-sucedidos (DE-MARCOS et al., 2014). Vários recursos de jogos foram introduzidos ao longo dos anos, como os jogos Socrative (DERVAN, 2014) e Quizlet (CHIEN, 2015). Nesse sentido, o Kahoot!, fundado em 2012, é uma plataforma de aprendizagem baseada em jogos e comumente utilizada para revisar o conhecimento dos alunos, para avaliação ou como uma pausa nas atividades tradicionais de sala de aula.

Diante dos seus benefícios e dos relatos positivos envolvendo a sua aplicação, a Gamificação ganhou notoriedade e foi considerada uma das formas de atenuar os problemas relacionados à implementação do ensino remoto emergencial durante a pandemia da COVID-19. Nesse contexto, Sathish *et al.* (2020) apontaram a aprendizagem interativa como eficaz para os métodos de ensino *on-line* usados durante a pandemia da COVID-19. Pakinee e Puritat (2020), por sua vez, indicaram que a Gamificação no ensino remoto surge como ferramenta para engajar os alunos e para aprimorar a aprendizagem. Park e Kim (2021) desenvolveram um método para criar um ambiente de aprendizagem sustentável durante a pandemia. Os resultados indicam que o uso de Gamificação têm um efeito positivo na aprendizagem remota.

APLICAÇÃO DAS METODOLOGIAS ATIVAS, TURMAS E AVALIAÇÕES

Aplicação do Ensino sob Medida e da Gamificação

As disciplinas nas quais o EsM foi aplicado se intitulam Estatística Aplicada à Engenharia de Transportes (150 h), Tecnologia dos Transportes (180 h) e Análise Multivariada de Dados Aplicados à Engenharia de Transportes (180h). As três disciplinas são originalmente ministradas de forma presencial e integram o conjunto de disciplinas do programa de pós-graduação *stricto sensu* em Engenharia de

Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP).

A disciplina Estatística Aplicada à Engenharia de Transportes tem como objetivo principal aproximar o ensino da Estatística a problemas práticos na área de Engenharia de Transportes. Ela foi ministrada no semestre 2020.1 por apenas um docente, com auxílio de um aluno de pós-graduação (monitoria voluntária). Houve somente uma aula presencial (16 de março), sendo as demais aulas ministradas com auxílio das plataformas Google Classroom (para gerenciamento das atividades assíncronas) e Google Meet (para realização das aulas síncronas no horário habitual da disciplina). Nessa disciplina, a aplicação do Ensino sob Medida englobava as seguintes atividades: (1) disponibilização de material didático sobre os assuntos a serem abordados na semana seguinte; (2) disponibilização de um banco de dados por dupla de alunos; (3) realização de dez atividades avaliativas, em duplas, com a utilização de base de dados disponibilizada em (2). Estabeleceu-se como prazo de entrega de cada uma das dez atividade pré-aula o dia anterior à aula correspondente. Durante a aula remota, eram descritos conceitos e realizados exercícios associados ao tema abordado. Após a aula, os alunos podiam fazer correções e novo *upload* da atividade obrigatória.

A disciplina obrigatória Tecnologia dos Transportes, por sua vez, tem como objetivo fornecer aos alunos conhecimento sobre os conceitos básicos e os aspectos tecnológicos da Engenharia de Transportes. Para o semestre de 2020.1, a disciplina foi dividida em três blocos e ministrada por três docentes da subárea Planejamento e Operação de Sistemas de Transportes. Este artigo engloba apenas o segundo bloco da disciplina, o qual compreendeu as aulas remotas semanais ministradas no período entre 16/04/2020 e 21/05/2020, e o qual teve como temática principal a modelagem da demanda por transportes. Foram utilizadas as mesmas plataformas mencionadas anteriormente. A aplicação do EsM englobava as seguintes atividades: (1) disponibilização de material didático sobre os assuntos a serem abordados na

semana seguinte; (2) realização de listas de exercícios avaliativas durante a semana anterior à aula; (3) aplicação de formulários *on-line* para mensurar o impacto das atividades pré-aula ao início de cada aula.

Por fim, a disciplina Análise Multivariada de Dados Aplicados à Engenharia de Transportes tem como objetivo fornecer conjunto de técnicas estatísticas que permitem analisar problemas de Engenharia de Transportes com um número elevado de variáveis. Ministrada integralmente de forma remota no semestre 2020.2 por apenas um docente e com auxílio de dois alunos de pós-graduação (monitoria voluntária), essa disciplina englobou a utilização de diferentes plataformas. As atividades pré-aula, realizadas em formulários *on-line*, eram acompanhadas de diversos vídeos didáticos, associados a conceitos gerais relativos a cada técnica de análise multivariada de dados. Foram aplicadas as seguintes atividades pré-aula: (1) Análise em Componentes Principais; (2) Regressão Linear Múltipla; (3) Árvore de Decisão; e (4) Regressão Logística. Para essa última disciplina, a aplicação do Ensino sob Medida englobava as seguintes atividades: (1) disponibilização de material didático sobre os assuntos a serem abordados na semana seguinte; (2) realização de exercícios teóricos/práticos pelo Google Forms. Obrigatoriamente, os alunos faziam as atividades pré-aula avaliativas. O fato de a disciplina ser ministrada integralmente de forma remota teve como consequência positiva a elaboração de vídeos didáticos associados aos códigos para aplicação das técnicas utilizadas no RStudio.

Na mesma disciplina, a Gamificação foi aplicada por meio da ferramenta Kahoot (Kahoot! EDU, 2021) para avaliação do aprendizado relativo às atividades pré-aula e à aula remota. Os jogos, aplicados ao início e ao final de cada aula, consistiram em uma sequência de perguntas de múltipla escolha. A pontuação para as respostas corretas variou entre 0 e 1000 pontos. Quanto mais rápida a resposta, maior a pontuação obtida, conforme apresentado na Equação 1.

$$P = \left(1 - \frac{TR}{2 \cdot TQ}\right) PP \quad (1)$$

em que P é a pontuação obtida pelo participante, TR é o tempo de resposta, TQ é o tempo total da questão e PP é a pontuação possível de ser obtida na resposta, sendo esta última definida como 1000 pontos. Desse modo, a pontuação total do aluno em um determinado jogo é igual ao somatório das pontuações obtidas em cada questão. A pontuação obtida por cada aluno, ao início e final de cada aula, foi a grandeza obtida para realização de testes estatísticos pareados, que tinham como objetivo identificar os impactos das metodologias ativas e aulas remotas na aprendizagem, respectivamente.

Perfis das turmas

Os perfis das turmas ministradas em 2020.1 eram bastante similares. Ambas eram compostas, no geral, por alunos regularmente matriculados no Programa, com possibilidade de matrícula como “aluno especial”, modalidade na qual o indivíduo se matricula na disciplina, mediante autorização, mesmo sem possuir vínculo com o Programa. A turma da disciplina Estatística Aplicada à Engenharia de Transportes foi formada por nove alunos regulares de mestrado e dois alunos de doutorado. Já a turma da disciplina Tecnologia dos Transportes foi composta por 11 alunos de mestrado, um de doutorado e um matriculado como aluno especial.

Em um formulário preenchido ao final do período de aulas (maio de 2020), os alunos responderam, de maneira anônima, sobre o contexto no qual estavam inseridos durante o período até então vivenciado de pandemia por COVID-19. O formulário, com boa parte das perguntas feitas em escala likert de cinco pontos, foi realizado por meio do aplicativo aberto Google Forms e possibilitou a caracterização do perfil geral das turmas. As respostas do formulário mostraram que a maioria dos alunos estava isolada com familiares durante o período de março a maio de 2020 (69,6%); considera que a pandemia prejudica o foco e a dedicação aos estudos

(totalmente: 52,2% ou parcialmente 39,1%); não havia tido experiências anteriores com aulas remotas (65,2%); e possui computador e internet de qualidade sempre disponíveis para acompanhamento das aulas (78,3%). Vale destacar que nenhum aluno se encontrava em situação de vulnerabilidade social.

Com relação à disciplina Análise de Dados Multivariados Aplicados à Engenharia de Transportes, ministrada em 2020.2, sua turma geralmente tem um perfil mais diferenciado, pois há grande interesse de muitos alunos de outros programas de pós-graduação, sobretudo que precisam aplicar as técnicas vistas a seus bancos de dados nas pesquisas em andamento. Especialmente no período de aulas remotas em 2020.2, a disciplina foi composta por 13 alunos, sendo eles: i) alunos e docentes da Universidade Federal da Paraíba; ii) alunos da Universidade Federal de São Carlos; iii) alunos da Universidade de São Paulo, pertencentes aos seguintes programas: Engenharia de Transportes; Geotecnia; Engenharia de Produção; e iv) profissionais em atuação no mercado. Dados sobre o isolamento social e a adaptação não foram levantados nessa turma, considerando que a disciplina foi realizada no segundo semestre e já havia uma adaptação maior em comparação às ministradas no primeiro semestre.

Avaliação final dos cursos

Para a turma da disciplina Estatística Aplicada à Engenharia de Transportes, a média final do curso foi uma ponderação entre as 10 atividades práticas do EsM (60%) e de vídeos produzidos pelos próprios alunos (em duplas), com duração de até 7 minutos, associados a testes de hipótese tradicionais (40%). Os testes abordados no trabalho foram: (1) ANOVA; (2) teste t para amostras independentes; (3) teste t para dados pareados; (4) teste dos sinais; e (5) Mann-Whitney. Os alunos deveriam abordar nos vídeos os seguintes aspectos: a) finalidade do teste; b) em que condições pode ser utilizado; c) para quais experimentos servem; d) qual a hipótese nula e a hipótese alternativa; e) qual a estatística do teste; f) o que está sendo

comparado; g) quais as suposições; h) um exemplo prático.

Já para a disciplina Tecnologia dos Transportes, a média final relativa ao segundo bloco de aulas foi a média simples das quatro atividades práticas do EsM. Para a disciplina Análise Multivariada de dados aplicados à Engenharia de Transportes, a média final consistiu em uma ponderação entre a média das atividades pré-aula (10%), a atividade em Rstudio (30%) e o artigo científico elaborado com os resultados das aplicações das técnicas abordadas em sala (60%).

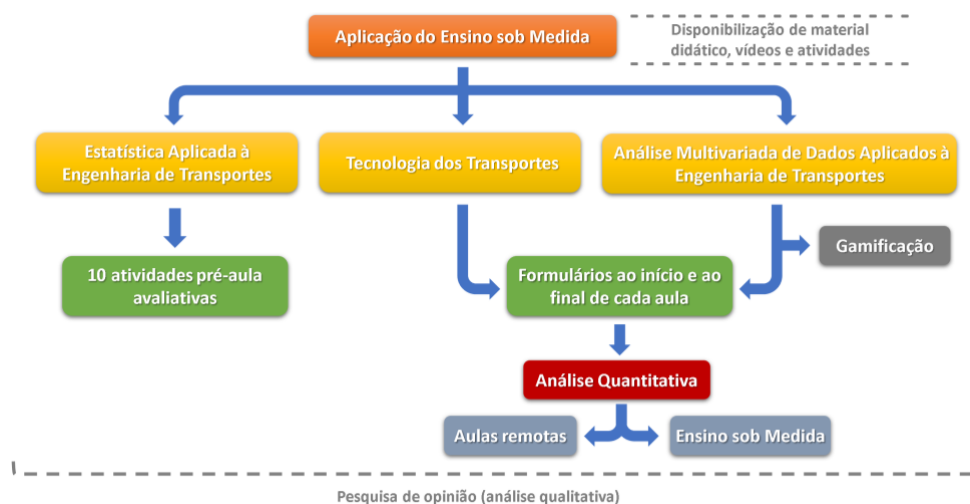
PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A Figura 1 ilustra o procedimento metodológico geral aplicado para a análise das metodologias aplicadas. A metodologia intitulada Ensino sob Medida foi aplicada às três disciplinas anteriormente descritas. Para viabilizar uma análise quantitativa sobre os efeitos provocados pelas aulas remotas e pela aplicação do EsM, foram aplicados formulários ao início e ao final de cada aula para as disciplinas Tecnologia dos Transportes e Análise Multivariada de dados. Além disso, Gamificação foi utilizada no lugar dos formulários *on-line* para averiguar o conhecimento na disciplina “Análise Multivariada de Dados”. Finalmente, uma pesquisa de opinião possibilitou uma análise qualitativa sobre as metodologias ativas de aprendizagem aplicadas (EsM e Gamificação). Para todas as disciplinas, eram disponibilizados materiais didáticos, vídeos explicativos e atividades avaliativas uma semana antes da aula para que os alunos tivessem contato prévio com o conteúdo a ser posteriormente abordado.

Para a disciplina Tecnologia de Transportes, durante as aulas eram aplicados formulários *on-line* sobre o tema da aula em questão ao início e ao final de cada aula. No entanto, na primeira aula (aula base), os alunos não haviam realizado nenhuma atividade pré-aula, portanto não tinham conhecimento prévio sobre o assunto. Assim, foi respondido ao início e ao final da aula base um questionário conceitual sobre o tema Modelos de demanda

por transportes. Essa primeira aula foi usada como referência para análise do efeito da aplicação do EsM.

Figura 1 – Procedimento metodológico geral



Fonte: elaborada pelos autores.

Na segunda aula, que tratou do tema Geração de viagens, os alunos já haviam realizado a prática 1, portanto, já havia um conhecimento prévio sobre o tema a ser tratado. Assim como na aula base, foi solicitado aos alunos que respondessem ao Formulário 2 (Geração de viagens) ao início e ao final da aula. O procedimento e a aplicação de formulários ao início e ao final das aulas foram repetidos até o final do curso. Foram aplicados os seguintes formulários: Formulário 3 (Distribuição de viagens), Formulário 4 (Escolha modal) e Formulário 5 (Revisão geral e Alocação de tráfego).

Vale lembrar que a última aula consistiu na revisão de todo o conteúdo abordado nas aulas anteriores, além de alocação de tráfego, e, por essa razão, não foi considerado o Formulário 5 nos testes estatísticos aplicados. Em seguida, calculou-se, a partir da correção dos formulários respondidos pelos alunos em todas as aulas, o índice de desempenho de cada aluno quanto à aprendizagem do conteúdo abordado ao início e ao final de cada aula. Esses índices, então, foram utilizados para, a partir de testes estatísticos, mensurar a efetividade da metodologia ativa aplicada na aprendizagem dos alunos durante o período de isolamento social. Para isso, as taxas de acertos dos formulários aplicados ao início das aulas que tiveram a aplicação do EsM foram comparadas

à taxa obtida no formulário inicial da aula tomada com referência (aula base), sobre a qual não houve disponibilização de material pré-aula. Além disso, a comparação das taxas de acertos entre as avaliações aplicadas ao início e ao final de todas as aulas possibilitou determinar a influência das aulas remotas no aprendizado efetivo do conteúdo abordado. Por fim, os resultados dos testes estatísticos foram confrontados com as respostas de uma pesquisa de opinião realizada com os alunos sobre a realização das atividades durante o ensino remoto emergencial e a metodologia ativa de aprendizagem aplicada. A Figura 2 sintetiza o procedimento aplicado à disciplina em questão.

O procedimento aplicado para a disciplina de Análise Multivariada de dados aplicados à Engenharia de Transportes foi similar ao descrito anteriormente. No entanto, os formulários *on-line* foram substituídos por sessões de jogos do Kahoot (ao início e ao final de cada aula). Além disso as atividades pré-aula foram realizadas em formulários *on-line* e a nota média dessas atividades representaram 10% da avaliação final do curso. Foram realizados também testes estatísticos pareados para mensurar a aprendizagem da turma, considerando a aplicação do EsM conjuntamente à Gamificação.

Figura 2 – Procedimento metodológico aplicado à disciplina Tecnologia dos Transportes

Fonte: elaborada pelos autores.

Testes de hipóteses para análise dos efeitos do EsM e das aulas remotas

Para avaliar os efeitos do Ensino sob Medida e das aulas remotas, foram conduzidos testes estatísticos pareados nas amostras em estudo. Esses testes permitem avaliar se as diferenças observadas entre os indivíduos de um mesmo grupo são reais, ou se podem ser justificadas por fatores casuais (FISHER, 1995). No presente estudo, optou-se pela aplicação do teste dos postos sinalizados de Wilcoxon. Esse teste não-paramétrico é aplicável para amostras dependentes e surge como alternativa ao teste t de Student quando não se pode garantir uma distribuição normal aos dados (LOWRY, 2005).

A hipótese de nulidade para cada teste pareado de Wilcoxon considera que a mediana da diferença de desempenho em dois momentos, para cada indivíduo, é igual a zero. A hipótese alternativa, por sua vez, afirma que a mediana dessa diferença é positiva (indicando melhoria significativa associada ao Ensino sob Medida ou às aulas remotas). Na condução do teste, as diferenças entre os pares são calculadas, ordenadas de forma crescente e recebem o posto (ordem) correspondente de

acordo com a sua magnitude (quanto menor a diferença, menor o posto). Posteriormente, uma estatística W é calculada pela soma do produto dos postos e os respectivos sinais de suas diferenças antes de se obter o módulo. Para concluir sobre a rejeição da hipótese de nulidade, o W calculado é comparado a um valor crítico, que depende do nível de significância escolhido.

ANÁLISE QUANTITATIVA SOBRE A APLICAÇÃO DO EsM E AULAS REMOTAS

Disciplina Tecnologia dos Transportes

Conforme ilustrado na Figura 2, o efeito da aplicação do EsM foi mensurado através do teste pareado de Wilcoxon para realizar a comparação entre a taxa de acertos no formulário aplicado ao início da aula base e a taxa de acertos do formulário aplicado ao início das demais aulas. Já o efeito das aulas remotas na aprendizagem foi mensurado comparando-se, através dos mesmos testes, a taxa de acertos dos formulários aplicados no início e final de cada aula.

Na primeira aula, tida como referência para a análise da efetividade da metodologia de Ensino sob Medida durante o período de pandemia por COVID-19, não houve aplicação prévia de atividade pré-aula, tampouco disponibilização de material didático, ou seja, os alunos não tiveram contato prévio com o conteúdo que seria ministrado na aula em questão. Assim, o formulário, aplicado ao início

da aula e replicado ao final, era composto por oito questões e abordou conceitos básicos fundamentais que compunham o conteúdo referente à primeira aula (modelos de demanda por transportes). A Tabela 1 apresenta o panorama geral de desempenho dos alunos com relação às duas aplicações do Formulário 1.

Tabela 1 – Resumo do desempenho dos alunos com relação às aplicações do formulário 1

Formulário 1 - 1ª aula									
Taxa de acertos	Questão								Média
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Ao início da aula	46%	54%	31%	0%	23%	8%	0%	15%	22%
Ao final da aula	69%	77%	31%	62%	69%	100%	92%	100%	75%

Fonte: elaborada pelos autores.

A partir da segunda aula, com a aplicação da metodologia EsM, os alunos continuaram a responder formulários, referentes ao conteúdo das aulas, mas com o conhecimento prévio adquirido para resolução das atividades pré-aula, executadas durante a semana anterior. Salienta-se, ainda, que o nível de dificuldade dos formulários foi mantido para todas as aulas,

de forma que a diferença no desempenho dos alunos fosse, no geral, provocada pela disponibilização de material didático e atividades pré-aula. As taxas de acertos obtidas a partir da segunda aula são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Resumo do desempenho dos alunos com relação às aplicações dos formulários a partir da segunda aula

Formulário 2 - 2ª aula								
Taxa de acertos	Questão							Média de acertos
	1	2	3	4	5	6	7	
Ao início da aula	92%	69%	23%	62%	85%	92%	85%	73%
Ao final da aula	100%	85%	77%	92%	100%	100%	92%	92%

Formulário 3 - 3ª aula							
Taxa de acertos	Questão						Média de acertos
	1	2	3	4	5	6	
Ao início da aula	100%	92%	92%	77%	0%	54%	69%
Ao final da aula	100%	100%	100%	92%	54%	100%	91%

Formulário 4 - 4ª aula							
Taxa de acertos	Questão						Média de acertos
	1	2	3	4	5	6	
Ao início da aula	92%	92%	31%	69%	54%	38%	63%
Ao final da aula	100%	100%	69%	85%	85%	62%	83%

Fonte: elaborada pelos autores.

Para analisar se a aplicação da metodologia EsM influenciou positivamente o aprendizado dos alunos, comparou-se, aos pares, as taxas de

acertos obtidas no formulário aplicado ao início da aula base com as taxas de acertos obtidas no início das demais aulas. Os resultados dos testes de Wilcoxon aplicados para cada par de aulas, apresentados na Tabela 3, indicam que, para

todas as situações analisadas e considerando um nível de significância de 5%, a metodologia testada melhora o desempenho dos alunos.

Tabela 3 – Resultados dos testes pareados de Wilcoxon para o EsM na disciplina Tecnologia de Transportes

Avaliações consideradas	Estatística W de Wilcoxon	Valor p
Aula 1 (sem EsM) x Aula 2 (com EsM)	0	0,001
Aula 1 (sem EsM) x Aula 3 (com EsM)	0	0,001
Aula 1 (sem EsM) x Aula 4 (com EsM)	2,5	0,002

Fonte: elaborada pelos autores.

Para analisar se as aulas remotas influenciaram positivamente o aprendizado dos alunos, comparou-se as taxas de acertos obtidas nas avaliações aplicadas ao início e ao final de cada aula. Os resultados do teste de Wilcoxon,

apresentados na Tabela 4, indicam que, para todas as situações analisadas e considerando um nível de significância de 5%, as aulas remotas melhoram o desempenho dos alunos.

Tabela 4 – Resultados dos testes de Wilcoxon para análise do efeito das aulas remotas na disciplina Tecnologia de Transportes

Avaliações consideradas	Estatística W de Wilcoxon	Valor p
Aula 1 (início) x Aula 1 (fim)	0	0,0008
Aula 2 (início) x Aula 2 (fim)	2,5	0,0022
Aula 3 (início) x Aula 3 (fim)	0	0,0027
Aula 4 (início) x Aula 4 (fim)	0	0,0016

Fonte: elaborada pelos autores.

Disciplina Análise de Dados Multivariados Aplicados à Engenharia de Transportes

Para a avaliação do EsM na disciplina Análise de Dados Multivariados Aplicados à Engenharia de Transportes, foram comparadas as pontuações dos jogos no início da aula base (Aula 1) com as obtidas no início das demais aulas (com aplicação do EsM). Essas pontuações foram normalizadas para ser

possível a comparação entre as aulas. Os resultados dos testes pareados de Wilcoxon unilaterais aplicados às pontuações em cada par de aulas, apresentados na Tabela 5, permitem concluir que, para um nível de confiança de 90%, as Aulas 2 e 5 possuem mediana maior que a mediana da Aula 1. Assim, observa-se que as atividades pré-aula relativas ao conteúdo da Aula 2 (Análise em Componentes Principais) e Aula 5 (Regressão Logística) foram efetivas para o aprendizado da turma.

Tabela 5 – Resultados dos testes pareados de Wilcoxon para o EsM para a disciplina Análise de Dados Multivariados Aplicados à Engenharia de Transportes

Avaliações consideradas	Estatística W de Wilcoxon	Valor p
Aula 1 (sem EsM) x Aula 2 (com EsM)	19	0,065
Aula 1 (sem EsM) x Aula 3 (com EsM)	23	0,207
Aula 1 (sem EsM) x Aula 4 (com EsM)	66	0,987
Aula 1 (sem EsM) x Aula 5 (com EsM)	4	0,007

Fonte: elaborada pelos autores.

Observando-se a correção das atividades pré-aula que embasam o EsM, constata-se que as medianas das notas para as atividades pré-

aula 2 a 5 foram iguais a 91,88, 88,41, 93,33 e 90,83, respectivamente. É possível notar valores altos de medianas para as atividades pré-aula 2 e 5, corroborando os resultados do

teste de Wilcoxon. Assim, pode-se afirmar que as atividades tiveram um efeito importante no aprendizado da turma, mensurado através da pontuação do Kahoot, observada ao início das respectivas aulas. No entanto, observa-se que, apesar do excelente desempenho da turma na atividade pré-aula 4 (Árvore de Decisão) – mediana 93,33 –, não se observou um desempenho significativamente superior na pontuação da atividade de Gamificação em relação à aula base. Isso permitiu concluir que os alunos tiveram um bom desempenho na atividade pré-aula, mas isso não se repetiu para o *game* realizado no início da aula sobre Árvore de Decisão. Pode-se atribuir esse resultado ao

fato da técnica (Árvore de Decisão) ser mais nova em relação ao conhecimento da turma, pois nenhum dos alunos conhecia previamente a ferramenta.

Para verificar se as aulas remotas influenciaram positivamente o aprendizado dos alunos da mesma disciplina, realizou-se comparações entre as pontuações dos jogos do Kahoot! realizados ao início e ao final de cada aula. Os resultados seguem apresentados na Tabela 6 e indicam que a pontuação tende a ser maior no fim das aulas em relação ao início, comprovando a efetividade das aulas remotas.

Tabela 6 – Resultados dos testes de Wilcoxon para análise do efeito das aulas remotas na disciplina Análise de Dados Multivariados Aplicados à Engenharia de Transportes

Avaliações consideradas	Estatística W de Wilcoxon	Valor p
Aula 1 (início) x Aula 1 (fim)	2	0,0007
Aula 2 (início) x Aula 2 (fim)	1	0,0005
Aula 3 (início) x Aula 3 (fim)	0	0,0005
Aula 4 (início) x Aula 4 (fim)	0	0,0002
Aula 5 (início) x Aula 5 (fim)	0	0,0010

Fonte: elaborada pelos autores.

PESQUISA DE OPINIÃO: ANÁLISE QUALITATIVA SOBRE AS AULAS REMOTAS E AS METODOLOGIAS APLICADAS

Ao final do curso, para ambas as disciplinas do período de 2020.1, uma pesquisa de opinião foi realizada sobre a realização das aulas remotas e das atividades pré-aula. A pesquisa foi realizada a partir de um questionário *on-line*, com respostas seguindo uma escala Likert de cinco pontos. Ao final da pesquisa de opinião, disponibilizou-se uma questão discursiva e opcional para críticas, sugestões e comentários acerca da metodologia utilizada. Dentre as respostas, destacam-se as seguintes: (A) “Achei bastante proveitoso o método pré-aula, pois nos mantém sempre estudando o assunto e acredito que foi uma ótima ferramenta para o ensino remoto”; (B) “Acredito que as atividades pré-aula fazem com que os alunos mantenham um ritmo constante de estudo, evitando o acúmulo do conteúdo a ser estudado”; (C) “Acredito que,

pela conjuntura em que estamos vivendo, o conjunto de atividades pré-aula e aula remota ao vivo foi muito bom. Após realizar as atividades, a aula ficou mais clara e aconteceu de forma mais natural, já que o conteúdo apresentado já tinha sido estudado”.

Pesquisa semelhante foi realizada para as turmas do período de 2020.2, porém com a inclusão de perguntas relacionadas à Gamificação. Para essa turma, destacam-se os seguintes comentários realizados pelos alunos: (D) “As atividades pré-aula fizeram com que eu tirasse um tempo da semana para estudar sobre aquele assunto, o que facilitou muito durante as aulas tradicionais. Além disso, gostaria de elogiar as atividades feitas no Kahoot. Foram momentos de aprendizado, descontração e integração da turma no ambiente virtual. Foi uma estratégia que gostei bastante e recomendo para as próximas turmas, inclusive no presencial”; (E) “Os vídeos são essenciais para as pré-aulas. Acho que as atividades pré-aula talvez não tivessem tanto efeito caso fosse só uma leitura, por exemplo”.

Essas avaliações corroboram os resultados já obtidos com os testes estatísticos expostos anteriormente, os quais evidenciaram a relevância do Ensino sob Medida para o aprendizado dos alunos, além de evidenciar a satisfação dos alunos quanto as metodologias aplicadas nas disciplinas, com a maioria das respostas destacando a importância das atividades pré-aula e da utilização de Gamificação.

CONCLUSÕES

O estudo aqui realizado teve como objetivo avaliar a eficácia de metodologias ativas de aprendizagem, tais como Ensino sob Medida e Gamificação, considerando um conjunto de aulas que integram três disciplinas de pós-graduação em Engenharia de Transportes durante o período de Ensino Remoto Emergencial (semestres 2020.1 e 2020.2). Diante dos resultados dos testes estatísticos realizados para comparação do desempenho dos alunos nas aulas com e sem a metodologia testada, conclui-se que a aplicação de atividades pré-aula, além da disponibilização de material didático, caracterizando a metodologia de Ensino sob Medida, foram essenciais para a melhoria do aprendizado dos alunos. Além disso, testes estatísticos pareados também foram realizados para comprovar a necessidade das aulas para um aprendizado efetivo.

A aplicação da Gamificação para mensuração do desempenho, tanto do Ensino sob Medida quanto das aulas remotas, foi uma ótima alternativa que promoveu a integração professor-aluno e aluno-aluno, além de proporcionar aos alunos um papel mais ativo no processo de aprendizagem, contrariando a ideia de que sejam meros telespectadores das aulas. Esses resultados foram corroborados com as respostas obtidas por meio de uma pesquisa de opinião respondida pelos alunos ao final da última aula, as quais ressaltam a importância das metodologias aplicadas e das aulas para o aprendizado e para a manutenção do foco e da rotina de estudos diante da pandemia de COVID-19 e dos danos psicológicos dela advindos. Apesar deste trabalho focar na

aplicação de metodologias ativas de aprendizagem no contexto específico do Ensino Remoto Emergencial durante a pandemia de COVID-19, os autores, cientes da necessidade de aprimoramento contínuo das metodologias de ensino frente às constantes mudanças da sociedade, enfatizam a importância de aplicação de metodologias comprovadamente eficientes também em aulas presenciais ou em contextos diferentes do aqui apresentado.

Destaca-se como um ponto alto da experiência a elaboração de vídeos didáticos pelos alunos da disciplina Estatística Aplicada à Engenharia de Transportes. Os vídeos tiveram uma qualidade reconhecida e certamente serão usados com finalidade didática para aulas posteriores, mesmo na forma presencial.

Vale ressaltar, também, que, apesar de a experiência aqui relatada ter tido resultados satisfatórios, não se pode generalizar a sua eficácia e a sua viabilidade para todos os contextos educacionais. A experiência aqui descrita apresentou bons resultados para um ambiente de ensino relativamente favorável, com três turmas constituídas de poucos alunos, os quais possuíam recursos tecnológicos e ambiente familiar favoráveis durante os períodos analisados. Além disso, os autores, cientes das adversidades repentinas trazidas pela pandemia, reconhecem o empenho dos professores e dos outros profissionais da área da educação em ajustar o planejamento das aulas e em tentar maximizar a aprendizagem dos alunos diante dos diferentes contextos em que estão inseridos durante o período delicado e excepcional vivenciado.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.
- BERTOLLI FILHO, C. **Epidemia e sociedade**: a gripe espanhola no município de São Paulo. 1986. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

- BONWELL, C.; EISON, J. **Active learning: Creating Excitement in the Classroom**. ASHE-ERIC, Higher Education Report n. 1. Washington, DC: George Washington University, 1991.
- BORGES, S. et al. **Gamificação aplicada à educação: um mapeamento sistemático**. In: Brazilian Symp. on Computers in Education. <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2013.234>. Sociedade Brasileira de Computação, p. 234, 2013.
- BOZKURT, A; SHARMA, R. Emergency Remote Teaching in a Time of Global Crisis Due to CoronaVirus Pandemic. **Asian Journal of Distance Education**, v. 15 (1), p. 1-4, 2020.
- BROOKS, S. et al. The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence. **Lancet**, v. 395, p. 912-920, 2020.
- BUTLER, J. Use of teaching methods within the lecture format. **Medical Teacher**, 14 (1), p. 11-25, 1992.
- CHIEN, C. Analysis the effectiveness of three online vocabulary flashcard websites on L2 learners' level of lexical knowledge **English Language Teaching**, 8 (5), p. 111-121, 2015.
- CROUCH, C.; MAZUR, Eric. Peer Instruction: Ten Years of Experience and Results. **American Journal of Physics**, v. 69, p. 970-977, 2001.
- DALE, E. **Audiovisual methods in teaching**. 3. ed. New York: Holt, Reinhart & Winston, 1969.
- DE-MARCOS, L. et al. An empirical study comparing gamification and social networking on e-learning. **Computers & Education**, 75, p. 82-91, 2014.
- DERVAN, P. **Increasing in-class student engagement using socrative (an online student response system)** AISHE-J: The All Ireland Journal of Teaching and Learning in Higher Education, 6 (3), 2014.
- DICHEV, C.; DICHEVA, D. Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain: a critical review. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, 14 (1), 9, 2017.
- EDUCATION INTERNATIONAL. **Guiding Principles on the COVID-19 Pandemic.2020**. Disponível em: <https://www.ei-ie.org/en/detail/16701/guiding-principles-on-the-covid-19-pandemic>. Acesso em: 31 jul. 2020.
- FISHER, R. Statistical Methods and Scientific Induction. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 17 (1), p. 69-78, 1955.
- FLORES, M.; GAGO, M. Teacher education in times of COVID-19 pandemic in Portugal: national, institutional and pedagogical responses. **Journal of Education for Teaching**, 46, p. 1-10, 2020.
- GAVRIN, A.; WATT, J.; MARRS, K.; BLAKE, R. Just-in-time teaching (JiTT): Using the web to enhance classroom learning. **Computers in Education Journal**, 14, p. 51-60, 2004.
- HODGES, C. et al. The difference between emergency remote teaching and online learning. **EDUCAUSE Review**, 2020. Disponível em: <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-andonline-learning>. Acesso em: 31 jul. 2020.
- KAHOOT! EDU (2021). **How to toggle points**. Disponível em: <https://support.kahoot.com/hc/en-us/articles/115002303908-How-to-toggle-points>. Acesso em: 12 mai. 2021.
- KLOCK, A. C. T.; CARVALHO, M. F.; ROSA, B. E.; GASPARINI, I. Análise das técnicas de Gamificação em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. **CINTED - Novas Tecnologias na Educação**, v. 12, n. 2, 2014.
- LOWRY, R. Concepts and Applications of Inferential Statistics. **Significance**, 2005.
- MARRS, K.; NOVAK, G. Just-in-Time Teaching in Biology: Creating and Active Learner Classroom Using the Internet. **Cell Biology Education**, v. 3, p. 49-61, 2004.

- MICHAEL, J. Where's the evidence that active learning works? **Advances in Physiology Education**, v. 30 (4), p. 159-167, 2006.
- MOAWAD, R. A. Online Learning during the COVID-19 Pandemic and Academic Stress in University Students. **Rev. Românească Pentru Educ. Multidimens**, 12, p. 100-107, 2020.
- NOVAK, G.; PATTERSON, E.; GAVRIN, A.; CHRISTIAN. **Just-in-time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology**. 1. ed. Addison-Wesley Professional, 1999.
- PAKINEE, A.; PURITAT, K. Designing a gamified e-learning environment for teaching undergraduate ERP course based on big five personality traits. **Education and Information Technologies**, 2021.
- PARK, S.; KIM, S. Is Sustainable Online Learning Possible with Gamification? — The Effect of Gamified Online Learning on Student Learning. **Sustainability**, 13, 4267, 2021.
- SATHISH, M. T.; SORNAGANESH, V.; SUDHA, G.; CHELLAMA, A.V. A Study on Shift of Traditional Classroom Methods to Online Teaching Methods in Higher Education Scenario during Lockdown. **International Journal of Multidisciplinary Research and Development**, v. 7, p. 96-100, 2020.
- DA SILVA, A. G. et al. Mental health: why it still matters in the midst of a pandemic. **Brazilian Journal of Psychiatry**, Epub, 2020.
- UNESCO. **Education: From disruption to recovery**. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2020. Disponível em: <https://en.unesco.org/covid19/educationresponse>. Acesso em: 23 abr. 2020.
- UNESCO. **290 million students out of school due to COVID-19**: UNESCO releases first global numbers and mobilizes response. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2020. Disponível em: <https://en.unesco.org/news/290-million-students-out-school-due-covid-19-unesco-releases-first-global-numbers-and-mobilizes>. Acesso em: 23 abr. 2020.