



Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

DESAFIOS NA APLICAÇÃO DE SALA DE AULA INVERTIDA NA ENGENHARIA CIVIL – UM RELATO DE EXPERIÊNCIA¹

OLIVEIRA, Roberta (1); SILVA, Rodrigo (2); CASTRO, Roberto (3); CARVALHO, Michele (4)

(1) Universidade de Brasília, robertab.o@hotmail.com

(2) Universidade de Brasília, rvalente1994@gmail.com

(3) Universidade de Brasília, castrorpc2001@gmail.com

(4) Universidade de Brasília, micheletereza@gmail.com

RESUMO

O ensino a nível de graduação requer inovações constantes de seus métodos para incentivar a participação dos alunos. As metodologias ativas, aqui tratadas como “sala de aula invertida” e “aprendizado híbrido”, surgem como estratégias para propiciar um ambiente mais dinâmico tendo por base a solução de problemas, ao invés das aulas estritamente expositivas. Identifica-se então um desafio a ser encarado pelos docentes no ensino de graduação. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo relatar um estudo de caso dos autores com a aplicação de sala de aula invertida, mesclada com as outras estratégias descritas, numa disciplina da graduação de Engenharia Civil em uma Universidade Pública Federal. Resultados são apresentados tendo por base questionários preenchidos pelos discentes no final do semestre, além de uma comparação entre as médias finais com a metodologia tradicional, e o relato das lições aprendidas. Como contribuições tem-se a possibilidade de replicação e adaptação em outras disciplinas, além de uma análise crítica sobre as etapas aplicadas e as dificuldades constatadas. Apesar dos obstáculos encontrados, encoraja-se veementemente a mudança dos paradigmas educacionais e a busca por novas formas de ensino que acompanhem as tendências globais.

Palavras-chave: Metodologia Ativa, Flipped Classroom, Blended Learning, Engenharia Civil.

ABSTRACT

Undergraduate education requires constant innovations in teaching methods to encourage student participation. The active methodologies, treated here as flipped classrooms and blended learning, emerges as strategies to provide a more dynamic environment based on problem solving, instead of strictly expository classes. According to this scenario, there is a challenge to be faced by teachers in undergraduate education. In this sense, this work aims to report a case study of the

¹ OLIVEIRA, R. *et al.* Desafios na aplicação de sala de aula invertida na Engenharia Civil – Um relato de experiência. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020.

authors with the application of an inverted classroom, mixed with the other strategies described, in a discipline of the Civil Engineering graduation at a public University. The results are presented based on questionnaires completed by the students at the end of the semester, in addition to a comparison between the final averages with the traditional methodology, and the report of the lessons learned. As contributions, there is the possibility of replication and adaptation in other disciplines, in addition to a critical analysis of the steps applied and the difficulties detected. Despite the obstacles reported, the change in educational paradigms and the search for new forms of teaching that follow global trends are strongly encouraged.

Keywords: *Active Methodology, Flipped Classroom, Blended Learning, Civil Engineering.*

1 INTRODUÇÃO

O ensino a nível de graduação é desafiador pois requer inovações constantes por parte dos docentes, nos assuntos e nos métodos de ensino, para atrair e incentivar a participação dos discentes. O contato dos alunos com as novas tecnologias e seu dinamismo é crescente, gerando um desinteresse por aulas estritamente expositivas.

Pesquisadores buscam estudar os métodos de ensino e aprendizagem há décadas. Em 1950 tem-se a proposição da "taxonomia de Bloom", que apresenta uma classificação hierárquica do desenvolvimento cognitivo (Krathwohl, 2002), uma grande contribuição para os educadores que buscam maneiras de estimular o raciocínio e as abstrações sem abandonar os objetivos educacionais típicos (Conklin, 2005).

Na literatura internacional, destacam-se os termos "flipped classroom" (FC), que é um tipo de aprendizado híbrido, conhecido como "blended learning" (BL) (CHEGENIZADEH, KERAMATIKERMAN e NIKRAZ, 2020). São consideradas estratégias instrucionais eficazes a serem adotadas nas Universidades de Engenharia para melhorar o desempenho dos alunos, como ponderado por Priyaadharshini e Sundaram (2018). No entanto, apesar do vertiginoso crescimento de estudos sobre FC nos últimos 5 anos, com expressiva colaboração da área de Engenharia, Khan e Thayniath (2020) ressaltam que sua aplicação no ensino superior está em fase inicial.

Essas metodologias ativas surgem como estratégias de ensino em que o aluno participa de forma ativa na construção do aprendizado e que devem ser exploradas no ensino de Engenharia para a resolução de problemas.

Obukhova *et al.* (2020) descrevem a necessidade de formação de competência organizacional de futuros engenheiros por meio da aprendizagem combinada, para aumentar a eficácia do processo educacional e a qualidade do treinamento dos alunos.

Diante dessa tendência, o objetivo deste artigo é relatar um estudo de caso dos autores com a aplicação de sala de aula invertida, mesclada com as outras estratégias descritas, vivenciada a nível de graduação no curso Engenharia Civil na Universidade de Brasília. Alguns relatos identificados na literatura também são descritos. Como contribuições tem-se a descrição das etapas aplicadas, os resultados analisados estatisticamente, e as lições aprendidas, que podem ser replicadas e adaptadas em outras disciplinas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A aplicação do BL, envolve o uso apropriado de uma mistura de teorias, métodos e tecnologias para otimizar o aprendizado, e não necessariamente *online* em sua definição original (Cronje, 2020). A FC define um ambiente de aprendizagem em que o aluno é o principal foco, enquanto o professor aprimora o conteúdo e desenvolve interações mais atrativas e efetivas (Zhang Ru *et al.*, 2018).

Segundo Jaime, Koller e Graeml (2015), a FC é uma metodologia de ensino em que a sala de aula é destinada à resolução de problemas onde os conceitos estudados previamente terão uma aplicação prática.

A taxonomia de Bloom pode ser definida como uma forma de organizar os processos cognitivos conforme sua complexidade e objetivos num processo de aprendizagem. São propostas 6 categorias para o domínio cognitivo, resumidas por Krathwohl (2002) como: conhecimento, entendimento, aplicação, análise, síntese e avaliação.

Estudos sobre essas metodologias na graduação tem tido destaque. No ensino de Engenharia, há relatos de iniciativas em disciplinas como Gerenciamento de Projetos (Khodeir, 2018) e ensino de BIM (*Building Information Modelling*) (Pinto e Böes, 2019). E também, a nível de pós-graduação, como o de Fontenelle, Macena e Rodrigues (2018) com programas de capacitações na indústria da construção civil estruturado em oficinas, palestras, vídeos, debates e dinâmicas. De um modo geral, todos os autores relatam melhorias nítidas no aprendizado dos alunos, e um maior envolvimento nas atividades desenvolvidas em sala.

A adoção dessas novas técnicas de ensino em uma disciplina do curso de Engenharia Civil, relatada por Tiboni e Bernardinis (2019), proporcionou uma maior motivação por parte dos estudantes, resultando em um aprendizado mais eficaz e uma maior compreensão sobre a correlação entre os conceitos abordados e a realidade. Tais resultados, segundo Fedistia, Musdi e Yerizon (2019), enquadram-se dentro daqueles esperados para uma aplicação de ensino ativa.

Ainda no contexto da Engenharia Civil, Mojtahedi *et al.* (2020) testaram um modelo de FC na disciplina Gestão da Construção, que consistia em questionários online pré-classe, palestras presenciais em sala, tarefas em grupo, espaços de aprendizagem ativos, tutoriais online adaptáveis e uma avaliação baseada em casos práticos. Os autores destacam a importância do espaço físico para facilitar a colaboração e as interações entre os alunos, para inspira-los a aprender em um ambiente ativo.

Ling e Gan (2020) investigaram o uso da FC na disciplina Engenharia de Custos, envolvendo a preparação prévia dos alunos para as aulas, o fomento as discussões e trabalhos práticos em um ambiente de tutorial presencial. Foi destacado que a sala de aula invertida é tão eficaz quanto a tradicional, sendo encorajada, no entanto, a adoção da primeira para aproveitar melhor as tecnologias, além de ressaltar a necessidade de uma aprendizagem mais profunda por parte dos alunos.

Diante do exposto, para corroborar com os estudos mapeados, parte-se para a apresentação do estudo de caso, onde procurou-se aplicar de uma forma conjunta os conceitos de FC, BL e taxonomia de Bloom, numa disciplina da graduação.

3 ESTUDO DE CASO

A metodologia deste artigo refere-se a um relato de experiência com a aplicação de sala de aula invertida vivenciada a nível de graduação. A disciplina referida é “Planejamento e Controle de Construções - PCC” pertencente à grade curricular do oitavo período do curso de Engenharia Civil da Universidade de Brasília, com 60 créditos, correspondente a 4 horas semanais. A ementa contempla assuntos como canteiro de obras, orçamentação, processo de projeto em BIM, licitações e contratos, e técnicas de planejamento e controle.

Dentro de cada um dos assuntos a serem abordados em PCC, tem-se uma ampla lista de normas, técnicas e conceitos que como de costume eram apresentados de forma expositiva, e posteriormente, aplicava-se uma avaliação dos conceitos absorvidos, sem uma devida interação e discussão proveitosa. No entanto, devido à importância significativa que a disciplina traz; por ser ministrada no final do curso, com uma série de conhecimentos presumidamente adquiridos; além da busca recorrente pelo docente por um aperfeiçoamento das técnicas de ensino e aprendizagem; optou-se pela reformulação na forma de condução das aulas.

A experiência foi conduzida por três mentores sendo um docente doutor em construção civil e dois mestrandos em construção civil, e contou com 40 alunos, que foram divididos em grupos de 4 membros.

Buscou-se englobar as fases descritas na taxonomia Bloom, e os conceitos de FC: foco no aluno, espaço físico e trabalho em grupo para a discussão e resolução de problemas práticos, com assuntos estudados previamente pelos estudantes.

4 APLICAÇÃO E RESULTADOS

Ao longo do semestre, guiados pelos assuntos principais da ementa, os mentores buscaram desenvolver habilidades e competências em *softwares*, e também enfatizar a necessidade de retroalimentação e revisão constante das etapas em um trabalho colaborativo, incentivando a aplicação do processo BIM.

As atividades propostas procuraram envolver desde a modelagem do projeto, a extração de quantitativos e elaboração de orçamento, o dimensionamento do canteiro de obras e seu *layout*, e o planejamento da obra com a criação de um cronograma e atribuição de recursos, proporcionando melhor entendimento da interdependência entre todos os tópicos. Na medida do possível as atividades foram desenvolvidas durante as aulas, sob orientação e direcionamento dos mentores.

A forma de condução das aulas está explicitada na Figura 1, cujo fluxo foi replicado para cada tema: orçamentação, canteiro de obras, e planejamento.

Figura 1 – Etapas aplicadas para a condução da disciplina



Fonte: Os autores

A indicação de material para leitura englobou *slides* produzidos pelo professor, materiais complementares como normas e manuais, além de artigos científicos. As discussões foram motivadas por questionamentos previamente levantados, e ocorreram de formas diversas por parte dos alunos como utilização de *slides* ou quadro, ou dinâmica com perguntas e respostas.

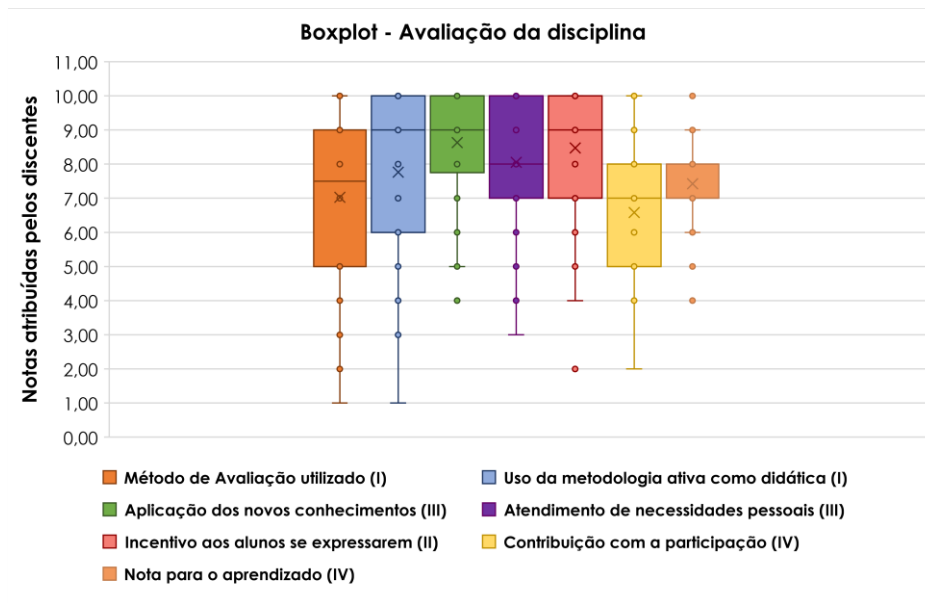
Em seguida, os grupos aplicaram os conceitos no projeto em desenvolvimento como na criação do orçamento por exemplo que requer a elaboração da Estrutura Analítica de Projetos (EAP). No final de cada marco, os alunos apresentaram um trabalho escrito com a descrição das decisões tomadas e dos critérios adotados, bem como apresentação oral sintetizada. Os mentores avaliaram cada etapa, solicitaram autoavaliações orais do processo de aprendizagem e dos conteúdos absorvidos, bem como das dificuldades encontradas, e por fim, deram *feedbacks* a cada grupo.

A forma de avaliação da disciplina se deu pela aplicação de uma prova final com peso de 30%, e os demais 70% foram compostos pela média da avaliação dos 3 trabalhos macros. Os alunos também preencheram um questionário de avaliação.

Os resultados aqui descritos são expressos por meio de gráficos do tipo *boxplots* para evitar que os possíveis *outliers* possam conduzir a uma interpretação errônea da tendência.

O questionário englobou 4 grandes tópicos: programa e desenvolvimento da disciplina pelos mentores (I), avaliação dos mentores (II), aplicabilidade da disciplina (III) e também a autoavaliação (IV), com subtópicos em cada um. O preenchimento foi realizado por 38 alunos, o que representa um erro amostral de 4% em face dos 40 alunos participantes, cujo cálculo é indicado por Barbetta (2002). Foram escolhidos 7 subtópicos mais relevantes apresentados no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Avaliação da disciplina pelos discentes



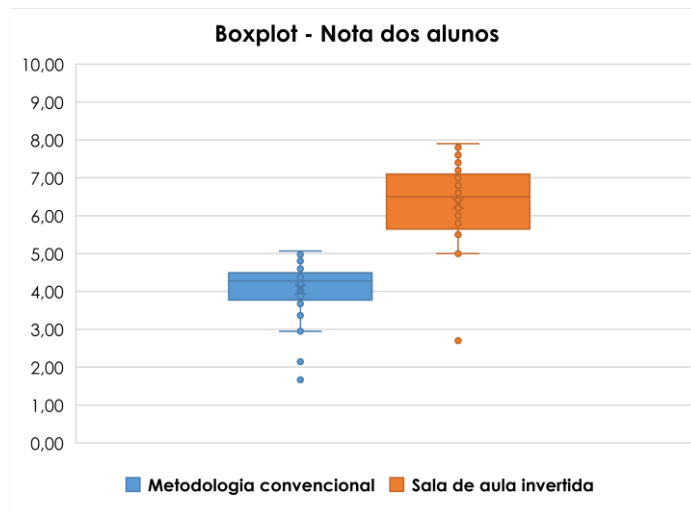
Fonte: Os autores

Nota-se que as medianas dos 5 tópicos para as categorias I a III encontram-se acima de 7,0, o que para os autores é bastante significativa e encorajadora para continuar a aplicação. A participação de alguns alunos deixou a desejar em alguns aspectos quando deixaram de cumprir atividades propostas ou não se envolveram nas discussões como se percebe na autoavaliação. Quanto à nota para o aprendizado, muitos relataram que a maioria do conteúdo foi novidade e que tentaram absorver ao máximo.

Quanto à carga horária, também abordada nos questionários, foi praticamente unânime que foi reduzida, exigindo grande dedicação e empenho dos alunos fora dos horários de aula. Algo não bem visto por alguns, mas ponderada por outros como essencial para o preparo ao mercado de trabalho.

Uma comparação das notas finais com o semestre anterior de ensino tradicional e o novo método foi feita com 37 e 40 alunos, respectivamente. Os *boxplots* estão expostos no Gráfico 2, onde nota-se uma expressiva melhora com a aplicação do novo método. Essa melhora foi confirmada com a utilização do teste estatístico não paramétrico de *Mann-Whitney* para amostras independentes, onde a hipótese nula de que "as amostras não são diferentes" foi rejeitada a um nível de significância de 5%.

Gráfico 2 – Comparação das notas finais entre metodologias



Fonte: Os autores

5 CONCLUSÕES

O relato de experiência descrito demonstra-se conexo com as tendências identificadas na literatura. Percebe-se uma busca por novos procedimentos de ensino, como metodologia ativa, sala de aula invertida e ensino híbrido, sobretudo com relatos recentes aplicados na Engenharia. Enfatiza-se então a relevância deste artigo e a necessidade de aplicação em outras disciplinas.

A experiência de aplicação de uma sala de aula invertida na disciplina de “Planejamento e Controle de Construções” foi avaliada como positiva pelos mentores, fato que pode ser comprovado pelas respostas dos questionários e também pela melhoria das médias finais dos alunos. Entretanto, pondera-se que os discentes não se portaram como agentes verdadeiramente ativos na busca pelo conhecimento, uma vez que deixaram de cumprir atividades propostas e não se envolveram nas discussões, contrapondo-se aos resultados obtidos por outros autores. Nesse sentido, novas abordagens devem ser estudadas para um maior engajamento.

Sabe-se, contudo, que ao se buscar novas formas de ensino, o correto também seria buscar novos meios de avaliação, diferentes de provas escritas, mas que poderiam gerar critérios subjetivos e que devem ser evitados. Optou-se então por manter uma avaliação escrita, porém com uma ponderação menor, o que, no entanto, foi criticado por alguns alunos que relataram preferir provas ao invés de trabalho por exigirem menos dedicação, apesar de entenderem que uma aplicação prática os prepara melhor. Ressalta-se assim uma limitação do método utilizado e um ponto a ser melhor explorado em trabalhos futuros.

Outra limitação para o estudo de caso envolve a carga horária, apontada também como fator crítico pelos alunos. A disciplina exigiu dedicação maior do que em um método tradicional. Todavia entende-se como algo inerente a um processo que incentivou a aplicação prática em sala de aula. Pondera-se ainda que a dificuldade de gestão do tempo foi notada pelos mentores, uma vez que os alunos não aproveitaram o tempo em sala de aula para o esclarecimento de dúvidas e interação entre eles. Um possível ponto de melhoria para auxiliar nessa logística seria o estabelecimento de metas semanais de entrega por parte dos mentores para estimular a organização e o aproveitamento do tempo.

A condução dessa disciplina foi além da implementação de uma sala de aula invertida, pois também funcionou como integradora de todos os conceitos presumidamente adquiridos pelos discentes, onde a sala de aula foi destinada à resolução de problemas com uma aplicação prática. Nesse sentido, notou-se falhas significativas no processo de aprendizagem tradicional pois os alunos apresentaram muita dificuldade de assimilar os conteúdos vistos anteriormente e de estabelecer relações e interdependências entre todos. Entretanto, progressos significativos foram notados ao longo do semestre, o que pode ser atribuído à diminuição da resistência dos discentes e também à busca pela revisão de conceitos.

Avalia-se que a existência de *outliers* nos resultados analisados pode estar ligada a questões pessoais de cada aluno, pela falta de interesse na matéria e até no próprio curso, ou até mesmo por acreditar que o novo método exigia muito mais dedicação que o convencional. Tais afirmações foram expostas durante os momentos de discussões e *feedbacks*.

Dentro desse contexto, ressalta-se uma necessidade urgente de revisão dos planos de curso e da carga-horária, buscando inserir disciplinas integradoras, com a mudança nos métodos de ensino para o que o aluno passe a ser o principal agente. Tais soluções apesar de não serem vistas como positivas por alguns, incentivam a resolução de desafios e a assimilação de conteúdo, além da gestão do tempo, inerentes ao mercado de trabalho cada vez mais dinâmico e exigente, onde a graduação exerce papel fundamental.

Por fim tem-se como lições aprendidas: (i) aplicação prática foi muito produtiva e possibilitou uma visão do todo, (ii) falta de integração entre os membros atrapalhou na divisão de tarefas e gestão do tempo, (iii) falha em conceitos prévios básicos interferiram na absorção e correlação com os novos, (iv) estruturar entregas semanais pode incentivar o cumprimento de prazo dos alunos, (v) buscar estratégia para um maior engajamento, (vi) reavaliar o método de avaliação.

Apesar dos obstáculos encontrados, encoraja-se veementemente a mudança dos paradigmas educacionais, que por sua vez, requer maior dedicação dos docentes. A necessidade de formação de profissionais com visão sistêmica e ágeis na resolução de conflitos é urgente.

REFERÊNCIAS

BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. 5 ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2002. 340 p.

CHEGENIZADEH, A.; KERAMATIKERMAN, M.; NIKRAZ, H. Efficacy of a flipped-classroom on learning and confidence of engineering students. **International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering**, 9 (2), pp. 1913-1915, 2020. doi: 10.30534/ijatcse/2020/155922020

CONKLIN, J. A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives complete edition. **Edu. Horizons**, 83 (3), pp. 154–159, 2005.

CRONJE, J. C. Towards a New Definition of Blended Learning. **The Electronic Journal of e-Learning**, 18(2), pp. 114-121, 2020.

FEDISTIA, R.; MUSDI, E.; YERIZON. Advantages and challenges of the flipped classroom application – Based learning in enhancing 10th grade senior high school students' reasoning ability. **International Journal of Scientific and Technology Research**, 8 (8), pp. 916-919, 2019.

FONTENELLE, M. A. M., MACENA, R. H. M., RODRIGUES, B. N. Formação Integrada na Construção Civil – Programa FICC: Relato de experiência. In: ENCONTRO NACIONAL DE

TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

JAIME, M. P.; KOLLER, M. R. T.; GRAEML, F. R. .La aplicación de flipped classroom en el curso de dirección estratégica. In: XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, 2015. **Anais...** Villaviciosa de Odón, 2015.

KHAN, S. M.; THAYNIATH, S. Facilitating Aural-oral skills of Engineering Students through the Flipped Classroom. **Test Engineering and Management**, 82 (1-2), pp. 154-167, 2020.

KHODEIR, L. M. Blended learning methods as an approach to teaching project management to architecture students. **Alexandria Engineering Journal**, 57 (4), pp. 3899-3905, 2018. doi: 10.1016/j.aej.2018.10.004.

KRATHWOHL, D. R. A revision of Bloom's taxonomy: An overview. **Theory into Practice**, 41 (4), pp. 212-218, 2002. doi: 10.1207/s15430421tip4104_2.

LING, F. Y. Y.; GAN, M. J. S. Mastery of Fundamental Concepts Based on Students' Learning Approach in Flipped Classrooms. **Journal of Civil Engineering Education**, 146 (2), 2020. doi: 10.1061/(ASCE)EI.2643-9115.0000011

MOJTAHEDI, M. *et al.* Flipped Classroom Model for Enhancing Student Learning in Construction Education. **Journal of Civil Engineering Education**, 146 (2), 2020. doi: 10.1061/(ASCE)EI.2643-9115.0000004.

OBUKHOVA, L. A. *et al.* Formation of organizational competence of future engineers by means of blended learning. **International Journal of Engineering Pedagogy**, 10 (2), pp. 119-127, 2020. doi: 10.3991/ijep.v10i2.12047.

PINTO, F. D. L.; GÖES, J. S. BIM como metodologia ativa interdisciplinar: uma experiência de Projeto Integrador. In: II ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 2019, Fortaleza. **Anais...** ANTAC, 2019.

PRIYAADHARSHINI, M.; SUNDARAM, B, V.. Evaluation of higher-order thinking skills using learning style in an undergraduate engineering in flipped classroom. **Computer Applications in Engineering Education**, 26 (6), pp. 2237-2254, 2018. doi: 10.1002/cae.22035.

TIBONI, G. R.; BERNARDINIS, M. A. P. Inovações no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Paraná (UFPR) sob a ótica das metodologias ativas. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, edição especial, pp. 1-21, 2019.

ZHANG RU, *et al.* Improve the Quality of College Mathematics Teaching by Flipping the Classroom. **IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering**, 439, 2018. doi:10.1088/1757-899X/439/3/032025.