XXII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica
XI Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens
24 a 28 de agosto de 2026 – Brasília/DF
DOI: 10.47094/COBRAMSEG2026.3/30

Sala de Aula Invertida no Ensino de Pavimentação: Uma Proposta Prática de Avaliação Funcional com Estudantes de Engenharia Civil

Narayana Saniele Massocco
Docente, UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo-PR, Brasil, narayanas@utfpr.edu.br

Michael Andrey Vargas Barrantes
Engenheiro Geotécnico, Nova Engevix, Florianópolis-SC, Brasil, ma12vargas@gmail.com

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo relatar e analisar a aplicação da metodologia ativa em uma sala de aula invertida no ensino do tema sobre avaliação funcional de pavimentos na disciplina de Projeto de Pavimentação. A proposta visou superar a dificuldade dos alunos em transpor conhecimentos teóricos para a prática profissional. A metodologia foi implementada em uma turma da oitava fase, estruturada em momentos síncronos e assíncronos, que incluíram: apresentação do problema real e normas técnicas (DNIT), estudo individual via vídeoaulas em um Recurso Educacional Aberto no Moodle, planejamento em grupo para coleta de dados em campo com *checklist*, execução da inspeção prática com medições e registro fotográfico, e elaboração de um relatório técnico e vídeo síntese. A avaliação considerou a qualidade do relatório, do vídeo e a participação. As conclusões apontam que a atividade promoveu alto engajamento dos alunos, autonomia, aprendizagem significativa pela correlação teoria-prática e desenvolvimento de habilidades de comunicação técnica, mostrando-se viável com tecnologias acessíveis. Como desafios, identificou-se a necessidade de planejamento de segurança para o campo e atenção a disparidades na assimilação do conteúdo por alunos menos autônomos. Conclui-se que a proposta foi bem-sucedida em criar uma experiência de aprendizagem aplicada e contextualizada.

PALAVRAS-CHAVE: Educação em Geotecnia, Pavimentação, Ensino de Engenharia, Análise Funcional do Pavimento, Análise Estrutural Do Pavimento.

ABSTRACT: This study aimed to report and analyze the application of the active learning methodology known as the Flipped Classroom in teaching the topic of "functional evaluation of pavements" in the Pavement Design course. The proposal sought to overcome students' difficulty in transferring theoretical knowledge to professional practice. The methodology was implemented with an eighth-semester class, structured into synchronous and asynchronous stages, which included: presentation of a real-world problem and technical standards (DNIT), individual study via a video lecture within an Open Educational Resource on Moodle, group planning for field data collection using a checklist, execution of the practical inspection including measurements and photographic documentation, and preparation of a technical report and a summary video, culminating in the socialization and collective discussion of results. Assessment considered the quality of the report, the video, and student participation. The findings indicate that the activity fostered high student engagement, autonomy, meaningful learning through theory-practice correlation, and the development of technical communication skills, proving viable with accessible technologies. Challenges identified include the need for rigorous safety planning for field activities and attention to disparities in content assimilation by less autonomous students. It is concluded that the proposal was successful in creating an applied and contextualized learning experience.

KEYWORDS: Geotechnical Education, Pavement Engineering, Engineering Education, Pavement Functional Evaluation, Pavement Structural Analysis.

1 INTRODUÇÃO

O ensino das disciplinas da área Geotécnica constitui um desafio, visto que os conteúdos demandam um embasamento teórico profundo além de não serem abordados no ensino fundamental e médio. O primeiro contato com conceitos básicos costuma ocorrer apenas no ensino superior, embora experimentos simples que possam envolver a diferenciação dos tipos de solos e a sua influência na conservação ambiental, na estabilidade de taludes e na interação com a água em obras cotidianas são pouco explorados nas primeiras etapas do ensino. Dessa forma, quando os estudantes ingressam no ensino superior e se deparam com metodologias tradicionais, as dificuldades são evidenciadas, o que pode contribuir para o aumento da evasão, principalmente em cursos de Engenharia (Godoy e Almeida, 2017; Bastos do Canto Filho et al., 2022).

Com o avanço tecnológico e os efeitos da pandemia de COVID-19, consolidou-se o uso intensivo de *smartphones* por essa geração, resultando em maiores dificuldades de assimilação de conteúdo, redução no tempo de retenção e maior dispersão em sala de aula (Silva et al. 2025; Sales e Feijó, 2025). Emergiu, assim, a necessidade de novas práticas pedagógicas e metodologias ativas como a gamificação, sala de aula invertida, aprendizagem entre pares que se diferenciam do modelo tradicional e visam potencializar a aprendizagem (Gambetta, 2025; Ribeiro et al., 2025; Faber e Zonta, 2025).

Nesse contexto, estudos de Sales e Feijó (2025) destacam que com o crescente desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação, é imperativo refletir sobre novas perspectivas dentro do ambiente educacional. Uma dessas reflexões conduz à integração de tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem, despertando a atenção dos professores, gestores e instituições de ensino.

Entre as metodologias ativas, focadas na participação efetiva do aluno na construção do conhecimento, destaca-se a sala de aula invertida. Segundo Valente (2014), nela, os conteúdos teóricos são estudados pelo aluno, de forma assíncrona e antes da aula presencial, por meio de vídeos, textos e simulações. O tempo em sala de aula é, então, dedicado à aplicação prática do conhecimento, por meio da resolução de problemas, projetos, estudo de caso, discussões em grupo e esclarecimento de dúvidas, com o professor atuando como mediador.

Pesquisas recentes têm demonstrado os benefícios dessa metodologia para o engajamento discente (Pavanelo e Lima, 2017; Araújo Santos et al., 2023; Lima e Silva, 2025; Blass e Sacardi, 2025). Esses estudos destacam seu potencial, os desafios de implementação e a percepção positiva dos alunos, apontando para a necessidade de abordagens inovadoras no ensino de disciplinas fundamentais da engenharia, como em disciplinas do ciclo básico como exemplo o Cálculo.

No entanto, especificamente para disciplinas geotécnicas, como Pavimentação, há uma carência de estudos que avaliem a aplicação de metodologias ativas que vinculem a teoria à prática profissional futura. Diante dessa lacuna, este trabalho tem como objeto de estudo a aplicação da metodologia de sala de aula invertida no ensino de avaliação funcional de pavimentos. O objetivo principal é avaliar a implementação dessa metodologia ativa ao longo de um ano letivo, junto a 38 alunos de um curso de Engenharia Civil.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Tipo de pesquisa e tema explorado na disciplina

A presente pesquisa adotou uma abordagem qualitativa e exploratória, com o objetivo de avaliar a aplicação da metodologia ativa "sala de aula invertida" no ensino de pavimentação, especificamente no que tange à avaliação funcional de pavimentos. A pesquisa foi desenvolvida com estudantes de Engenharia Civil de uma instituição de ensino superior, no âmbito da disciplina de Pavimentação.

O conteúdo abordado concentrou-se na avaliação funcional do pavimento. Inicialmente, os fundamentos teóricos relacionados ao tema foram apresentados em encontros síncronos. Posteriormente, considerando os parâmetros relevantes para a avaliação funcional, foi selecionado um trecho experimental de aproximadamente 300 metros para análise.

A pesquisa foi conduzida como parte da Disciplina de Projeto de Pavimentos compreendendo um período de dois semestres, contando com a participação de 38 estudantes, os quais estiveram envolvidos nas atividades propostas no âmbito da metodologia adotada.

A metodologia foi estruturada em cinco etapas sequenciais, conforme detalhado a seguir e ilustrado na Figura 1.

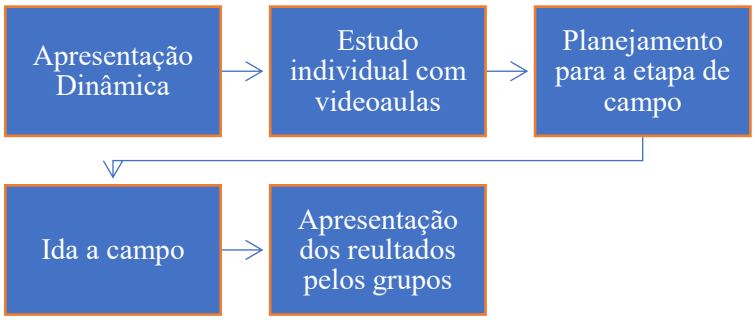


Figura 1. Etapas das atividades desenvolvidas

2.1.1 Saída a Campo: escolha do local

Cabe destacar que, no primeiro semestre, foram definidos trechos distintos, com aproximadamente 1 km de extensão para cada grupo de estudantes, com base na teoria e no conteúdo programático estabelecidos, sendo a seleção devidamente orientada pela docente responsável.

No segundo semestre, procedeu-se a um reajuste do trecho de avaliação, considerando as experiências obtidas na primeira saída de campo. Nesse contexto, aspectos como a distância percorrida, o tempo de deslocamento até o local e a necessidade de dedicação de horas adicionais fora do período de aula constituíram fatores determinantes para a reconsideração da escolha, motivando a busca por um trecho mais próximo à universidade.

Adicionalmente, a definição final foi influenciada pela identificação de um segmento de aproximadamente 300 metros que apresentou elevada representatividade das patologias típicas de pavimentos submetidos a baixa manutenção e uso recorrente, mostrando-se adequado aos objetivos da atividade (Figura 2).



Figura 2. Área de estudos definida no segundo semestre

2.2 Recursos utilizados

Como plataforma virtual para acesso aos vídeos destinados ao estudo individual, utilizou-se o Moodle,

adotado institucionalmente pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Para a realização do trabalho de campo, foram empregados dispositivos móveis dos próprios estudantes, possibilitando a utilização de aplicativos como *Timestamp Camera*, *AlpineQuest* e similares, destinados à coleta de dados, incluindo registros fotográficos, gravações em vídeo e medições em campo.

As informações obtidas por meio desses aplicativos contribuíram para a verificação da distância percorrida ao longo do trecho de 300 metros, subsidiando o desenvolvimento dos cálculos realizados. Adicionalmente, foram utilizados equipamentos convencionais de medição, tais como medidores de deflexão, trenas e réguas (Figura 3).



Figura 3. Resursos utilizados.a) Medidor deflectométrico b) trena e régua (Massocco, 2026)

2.3 Etapas da metodologia ativa

O desenvolvimento das atividades ocorreu conforme as etapas descritas a seguir:

2.3.1 Apresentação da dinâmica

A apresentação da dinâmica aos estudantes foi realizada uma semana antes da saída de campo, contemplando a exposição dos objetivos e dos procedimentos necessários para a execução da atividade. Como parte da proposta de aprendizagem ativa, solicitou-se a organização dos alunos em duplas, bem como a realização de estudo individual prévio por meio da plataforma institucional Moodle, com base em videoaulas elaboradas pela docente.

2.3.2 Estudo individual com videoaulas

Como atividade individual, foi designado a cada estudante o estudo das principais patologias recorrentes em pavimentos, bem como sua identificação em diferentes contextos. Essa etapa foi conduzida por meio de videoaulas, nas quais a professora apresentou de forma detalhada os fundamentos teóricos e as orientações necessárias para a realização da atividade de campo, especialmente no que se refere à identificação de anomalias.

2.3.3 Planejamento para a etapa de campo

No planejamento da atividade de campo, cada integrante da dupla assumiu responsabilidades específicas quanto às tarefas a serem executadas. O material disponibilizado, tanto nas aulas presenciais quanto nas videoaulas, foi considerado suficiente e essencial para a organização logística e metodológica das equipes.

2.3.4 Ida a campo

A atividade de campo contou com o apoio de um laboratorista e a supervisão da professora responsável. O tempo previsto para sua execução foi de aproximadamente duas horas e trinta minutos. Com base no planejamento prévio, esse período mostrou-se adequado para o desenvolvimento das atividades propostas.

2.3.5 Apresentação dos resultados pelos grupos como resultado da dinâmica

Ao final da atividade, cada dupla foi responsável pela elaboração de um relatório descritivo, bem como pela produção de um material audiovisual (áudio ou vídeo) explicativo, no qual foram apresentados os procedimentos adotados e os resultados obtidos durante o trabalho de campo. Por fim, os alunos responderam uma pergunta sobre o processo que foi utilizado como indicativo de análise nessa pesquisa.

3 RESULTADOS

Para melhor identificação dos resultados obtidos, as percepções foram analisadas em cada etapa e por fim em conjunto.

3.1 Apresentação da dinâmica (etapa 1)

A apresentação da dinâmica uma semana antes da ida a campo foi essencial para direcionar os alunos. Esse momento gerou conexão e engajamento por parte dos alunos que apresentavam interesse. Por outro lado, percebeu-se que o tempo de 20 minutos exposto em sala de aula foi insuficiente para direcionar o que e como deveria ser realizado. Por exemplo, cinco duplas não conseguiram se organizar e necessitaram sanar suas dúvidas fora de aula, no momento da ida a campo. Como ponto a ser observado, no próximo semestre, sugere-se reservar uma hora para explicar mais detalhadamente os procedimentos. No geral, percebeu-se que esta etapa foi essencial, mas que deve ser com uma maior duração e detalhada.

3.2 Estudo individual com as vídeoaulas (etapa 2)

Como resultado dessa etapa, verificou-se que muitas duplas não assistiram à vídeoaula destinada a identificar as patologias e direcionar na análise posterior. Essas duplas foram as que tiveram maiores dificuldades de assimilar e executar o trabalho em campo. Verificou-se que esta etapa foi essencial para a consolidação do que precisava ser feito no trabalho prático nas pistas de rolamento. Os alunos que estudaram a aula foram os que tiveram maior desenvoltura na etapa de campo. Como sugestão, percebe-se que o docente deve enfatizar a importância dessa etapa para os alunos.

3.3 Momento de planejamento para etapa de campo (etapa 3)

Assim como a etapa 2, a etapa 3 foi a complementação para o sucesso da ida a campo. Nesta etapa, muitos grupos definiram o papel de cada um em campo. Como ponto positivo, notou-se que esse momento foi importante para o entrosamento do grupo e para facilitar a execução do trabalho. No entanto, as duplas que combinaram as tarefas apenas 15 minutos antes do procedimento foram as que tiveram dificuldades de uma execução mais clara do trajeto, da identificação das áreas de análise e da identificação das estacas. Como sugestão para o próximo semestre, será enfatizado que os alunos definam de maneira clara o papel de cada um em campo, além de priorizar um momento anterior à atividade para identificar os deveres de cada um e também estudar cada função.

3.4 Ida a campo (etapa 4)

O auxílio do técnico laboratorista, bem como da professora, foi essencial para direcionar os alunos no trabalho em campo. A execução do levantamento levou cerca de duas horas e trinta minutos, tempo suficiente para executar o planejado. Entre os pontos positivos, destaca-se o comprometimento e engajamento de alguns alunos, a identificação clara das patologias e o melhor entendimento quanto à funcionalidade e restauração do pavimento. Como pontos negativos, verificou-se que muitas duplas tinham dificuldade de utilizar os equipamentos corretamente e de medir os afundamentos. Além disso, alguns alunos necessitaram de explicações mais detalhadas no momento da atividade prática, o que acabou dificultando o andamento da atividade. Como sugestão para futuras aulas, nota-se a importância de capacitar os alunos antes e durante o procedimento de ensaio e compreender que eventuais imprevistos acontecem.

3.5 Apresentação da dinâmica pelos grupos (etapa 5)

Os resultados se mostraram bastante promissores, pois as duplas se empenharam para realizar a identificação e análise do índice de gravidade global (IGG) do pavimento. Verificou-se que os valores de IGG apresentaram variações por cada dupla, indicando a individualidade e que realmente eles realizaram o trabalho de maneira individualizada. Como destaque, duas duplas obtiveram nota máxima e receberam um certificado de menção honrosa devido à realização do memorial descritivo de maneira assertiva e à criatividade na elaboração dos vídeos explicativos: a) com apresentação didática do problema; b) com a apresentação de um podcast criativo (Figura 4).



Figura 4. (a) Apresentação didática do problema (Assis e Ahner, 2025) (b) Podcast criativo (Melo et al., 2025)

3.5 Percepções como todo

A Figura 5 corresponde às principais respostas dos alunos quanto à percepção deles sobre esta avaliação. Percebe-se que, entre as respostas negativas, destacou-se a necessidade de uma explicação pormenorizada e detalhada sobre os passos de maneira mais repetitiva. Verificou-se que, dentro desse aspecto, havia respostas de alunos que tinham déficit de atenção diagnosticado, o que revela cada vez mais o desafio do professor perante alunos que apresentam uma necessidade particular. Outros não se adaptaram pois não se sentiam à vontade em atividades práticas e achavam melhor uma aula teórica e expositiva (pois não era a área em que iriam atuar). Por fim, houve um relato de uma dupla que disse achar perigoso fazer a avaliação por estar exposto ao tráfego de veículos. Por último, cerca de seis alunos deram dicas e sugestões quanto à vivência e realização da atividade para possibilitar a outras turmas melhores experiências. Uma das ideias era sugerir um projeto de extensão em que alunos pudessem mapear locais com IGG elevados e assim montar um sistema de gerência de pavimentos que auxiliasse o departamento ligado à Prefeitura responsável pela pavimentação da cidade.

De uma forma geral, houve mais comentários positivos, como a utilização da aplicabilidade prática e aplicada, em que os alunos poderão utilizar quando estiverem formados como engenheiros ou até mesmo no estágio supervisionado. Além disso, dez alunos enfatizaram que a saída de campo foi essencial para a consolidação do conhecimento e que, porventura, seria mais cansativo entender o assunto em aula expositiva e teórica.

Assim, os resultados obtidos pelo questionário final sobre as percepções dos discentes diante da atividade elaborada mostraram o quanto a diversidade dos alunos influencia a maneira de ensino no questionário final. Esses dados vão ao encontro de estudos de Blass e Sacardi (2025) que mostram que a metodologia de certo modo incentiva o comprometimento e autonomia e fortalece o protagonismo do aluno e a relação entre o professor e o estudante. Ademais, é importante ressaltar os desafios identificados, que também estão alinhados com a análise encontrada nesta pesquisa: ainda há resistência à mudança e problemas logísticos, os quais, com o tempo, devem ser adequados com a experiência do professor.

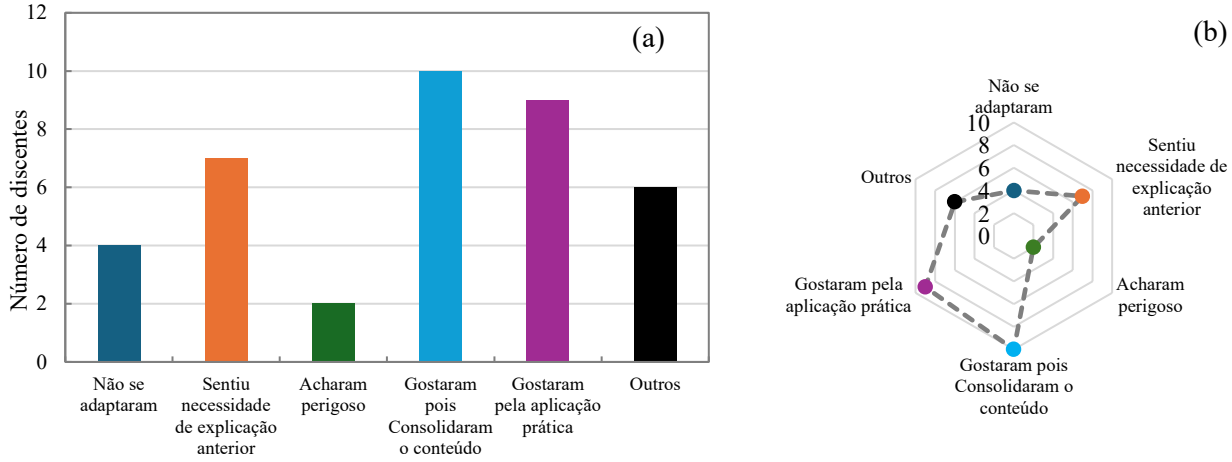


Figura 5. Resultado do questionário. (a) Gráfico de barras (b) Percepção como um todo

5 CONCLUSÕES

A aplicação da metodologia de sala de aula invertida na disciplina de projeto de pavimentação, associada à atividade prática em campo, mostrou-se eficaz para a consolidação do conhecimento teórico por meio da vivência prática. De forma geral, os resultados indicam que os alunos que se engajaram nas etapas prévias (especialmente no estudo das videoaulas e no planejamento) apresentaram melhor desempenho, maior autonomia e maior compreensão dos conceitos relacionados à avaliação funcional de pavimentos.

A etapa de apresentação da dinâmica revelou-se fundamental para o direcionamento inicial. Da mesma forma, o estudo individual destacou-se como elemento crítico para o sucesso da atividade, reforçando a importância do comprometimento discente nas etapas assíncronas da metodologia.

O planejamento prévio em grupo contribuiu significativamente para a organização e execução das atividades em campo, sendo evidente que grupos mais bem estruturados obtiveram melhores resultados. Durante a etapa prática, observou-se elevado engajamento por parte dos alunos, além de ganhos relevantes na capacidade de identificação de patologias e compreensão dos processos de avaliação e reabilitação de pavimentos. No entanto, dificuldades operacionais no uso de equipamentos e na execução de medições indicam a necessidade de treinamento prévio mais robusto.

As apresentações finais evidenciaram a efetiva aprendizagem, destacando-se a capacidade analítica dos alunos e a criatividade na comunicação dos resultados. As variações nos valores de IGG demonstram a realização individualizada das análises, reforçando o caráter ativo da metodologia.

Por fim, as percepções dos discentes indicam predominância de avaliações positivas, sobretudo quanto à aplicabilidade prática e à contribuição para a formação profissional. Entretanto, também foram identificados desafios, como adaptação a diferentes perfis de aprendizagem e questões logísticas relacionadas à atividade de campo. Assim, conclui-se que a metodologia adotada potencializa o protagonismo discente e o aprendizado significativo, embora requeira ajustes contínuos para atender à diversidade dos alunos e otimizar sua aplicação.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao grupo de ensino e pesquisa (Geonexa) da UTFPR-TD.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Assis, H. F., e Ahner, R. M. (2025). *Avaliação 01 - Projeto de Pavimentação* . https://drive.google.com/file/d/1dfn8K8Fz1F3GCBpvnlsIEo-aPQxkqXf3/view?usp=sharing.

Bastos do Canto Filho, A., Cordeiro do Valle, E., Langie Araujo, L., Zucchetti Pietta, E. V., e Patrício Gonçalves, L. (2022). Retenção e Evasão em Cursos de Engenharia: uso de tecnologia para proporcionar a Aprendizagem Social. *RENOTE*, *20*(1), 273–283. https://doi.org/10.22456/1679-1916.126673

Blass, L., e Hemann Sacardi, S. (2025). O que revelam os estudos sobre sala de aula invertida no Ensino Superior? *Revista Educar Mais*, *9*, 1–18. https://doi.org/10.15536/reducarmais.9.2025.4197

De Araújo Santos, J., Gomes Rodrigues, M., e Amaral de Carvalho, L. (2023). Percepções dos alunos sobre o uso da sala de aula invertida no ensino de ciências e química. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*, *9*(30). https://doi.org/10.21920/recei72023930549567

De Lima, J. C. M., e Da Silva, J. J. G. (2025). O Papel das Metodologias Ativas na Promoção da Aprendizagem Significativa na Era Digital. *RCMOS - Revista Científica Multidisciplinar O Saber*, *1*(1). https://doi.org/10.51473/rcmos.v1i1.2025.840

Faber, L., e Zonta, T. M. de M. (2025). Metodologias ativas e competências docentes: interdisciplinaridade e inovação na era da educação 4.0. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, *11*(6), 2187–2200. https://doi.org/10.51891/rease.v11i6.19223

Gambetta, E. (2025). Metodologias Ativas E Seus Impactos Na Educação: Um Estudo Sobre Inovações Pedagógicas No Processo De Ensino-Aprendizagem. *International Integralize Scientific*, *5*(53). https://doi.org/10.63391/q0pfdt93

Godoy, E., e Almeida, E. (2017). A evasão nos cursos de Engenharia e a sua relação com a Matemática: uma análise a partir do COBENGE. *Educação Matemática Debate*, *1*(3), 339–361. https://doi.org/10.24116/emd25266136v1n32017a05

Massocco, N. S. (2026). Relatos e reflexões, Turma I 2025 de Narayana Saniele Massocco. Em C. Lucion, E. Zarpelon, É. Castro, B. Strucker, e J. Jamhour (Orgs.), *Tecnologias e prática docente: relatos e reflexões a partir do Programa de Desenvolvimento Profissional Docente na UTFPR – Turmas I e II de 2025: I* (UTFPR, Capítulo 19). UTFPR.

Melo, P., Carlos, L. A. S., e Salomão, I. (2025). *Asfalto Podcast*. https://www.youtube.com/watch?v=ULc-1eao5mc.

Pavanelo, E., e Lima, R. (2017). Sala de Aula Invertida: a análise de uma experiência na disciplina de Cálculo I. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, *31*(58), 739–759. https://doi.org/10.1590/1980-4415v31n58a11

Ribeiro, M. A. A. P., Roman, E. R., Brito, F. de S., Oliveira, A. G. Z. de, e Rosa, J. L. (2025). Metodologias ativas no ensino de educação física no ensino superior: impactos no engajamento discente. *REVISTA DELOS*, *18*(73), e6868. https://doi.org/10.55905/rdelosv18.n73-001

Sales, A. R., e Feijó, E. (2025). O Surgimento De Novas Tendências E Desafios Do Professor. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, *11*(1), 2267–2275. https://doi.org/10.51891/rease.v11i1.17966

Silva, D. dos S., Andrade, L. A. P., e Santos, S. M. P. dos. (2020). Alternativas de ensino em tempo de pandemia. *Research, Society and Development*, *9*(9), e424997177. https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7177

Valente, J. A. (2014). Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. *Educar em Revista*, (spe4), 79–97. https://doi.org/10.1590/0104-4060.38645