

SALA DE AULA INVERTIDA COM TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

Geovane Duarte Pinheiro
Gran Centro Universitário
dgeovane@gmail.com

Clodis Boscarioli
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste
boscarioli@gmail.com

Resumo

O ensino do Cálculo Diferencial e Integral I tem sido objeto de trabalhos científicos ao longo do tempo, pela sua complexidade no Ensino Superior. A abordagem desta pesquisa foi utilizar a sala de aula invertida nas práticas desta disciplina para os cursos de Engenharia Civil, Elétrica e Mecânica, compreendendo as possíveis contribuições desta metodologia e seus reflexos nos processos de ensino e aprendizagem com o auxílio de tecnologias digitais como vídeos, slides e um ambiente virtual de aprendizagem para conduzir os momentos pré-aula e disponibilizar o material de estudo prévio aos alunos. A experiência aqui relatada indica que a metodologia da sala de aula invertida proporcionou um ambiente presencial colaborativo e interativo, que permitiu a integração com outros métodos de ensino. Também, os materiais disponíveis a qualquer momento para estudo ajudaram os alunos em seus estudos, resultando em melhora no envolvimento e participação dos alunos durante as aulas. A descrição e a interpretação feitas indicam que há a necessidade de explorar diferentes metodologias combinadas com o uso de tecnologias digitais tanto para o planejamento e execução das aulas dos professores quanto para ampliar o suporte aos alunos.

Palavras-chave: Cálculo. Tecnologias digitais. Metodologias.

Introdução

Esta pesquisa surgiu da inquietação do primeiro autor sobre as dificuldades e o baixo desempenho dos alunos no ensino de Cálculo¹ para cursos de Engenharia, em específico os de Civil, Elétrica e Mecânica, e é um recorte de sua dissertação de mestrado, Pinheiro (2022).

Segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas em Educação Anísio Teixeira (INEP) e a Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE), o número de matrículas e concluintes nos cursos de engenharia tem aumentado significativamente em todo o país. No entanto, essa expansão não é ideal devido à não matrícula, retenção ou evasão. Alguns desses motivos, conforme aponta Oliveira (2019), dizem respeito às dificuldades que os alunos vivenciam em áreas consideradas essenciais, como Física e Matemática. Por outro lado, há pesquisas que mostram que o

¹ Nesta pesquisa, todas as referências a “Cálculo” devem ser entendidas como “Cálculo Diferencial e Integral (CDI) I”.

uso de tecnologias digitais em combinação com métodos ativos de aprendizagem ajuda os alunos a entenderem o conteúdo explicado pelo professor e ao mesmo tempo, a melhorar o desempenho acadêmico em disciplinas como de matemática (Rosas et al., 2019; Ting et al., 2019; Santos, 2019).

Nesse sentido, foi dado espaço ao debate sobre a metodologia educacional, a fim de ajudar o aluno a se adaptar ao Ensino Superior e superar as dificuldades que surgem, Filatro e Cavalcanti (2019, p. 31) introduzem como uma das alternativas, as metodologias ativas, que são definidas como “estratégias, técnicas, abordagens e perspectivas de aprendizagem individual e colaborativa que envolvam os alunos no desenvolvimento de projetos ou atividades práticas”. Desta maneira, o aluno é visto como um sujeito proativo que precisa participar do processo de aprendizagem que pode ser mediado por tecnologias aliadas as metodologias ativas.

A metodologia da sala de aula invertida visa enfatizar a responsabilidade do aluno com o conteúdo a ser estudado e discutido em sala de aula. Dessa forma, o aluno começa a perceber a necessidade de estudar o material previamente disponibilizado pelo professor para entender e realizar as atividades que agora serão realizadas em aula. A proposta de inverter as atividades, antecipando os conteúdos a serem trabalhados presencialmente com os alunos não é uma novidade, reforça Mattar (2017, p. 31), pelo contrário, é prática amplamente utilizada na área de Ciências Humanas e cursos de Pós-graduação *lato sensu*, porém, “nas disciplinas da área de Exatas essa metodologia não é tão comum assim”, afirma esse autor.

Diante do exposto, apresentamos um relato de experiência da aplicação da sala de aula invertida na disciplina de Cálculo, no 2º período dos cursos de Engenharia Civil, Elétrica e Mecânica, com o objetivo de relatar a participação dos alunos, a partir do uso de tecnologias digitais, para o desenvolvimento das aulas sob a metodologia da sala de aula invertida. A escolha por esta metodologia – e dos cursos para sua aplicação – foi pautada na observação pela prática e pela literatura na área de Educação Matemática que traz as dificuldades nos processos de ensino e aprendizagem de Cálculo, além da crescente utilização de recursos tecnológicos em sala de aula.

Caracterização

A pesquisa em sala de aula foi desenvolvida nos cursos de Engenharia Civil, Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica, do Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), ofertados no período noturno, com aulas de segunda a sexta-feira, com duas turmas assim divididas: Turma A: Engenharia Civil e Turma B: Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica, nas quais fui o professor responsável pelas disciplinas de Cálculo no ano letivo de 2021. A experiência contou com 24 alunos da Turma A

e 39 alunos da Turma B, regularmente matriculados, sendo que, para a maioria, foi o primeiro contato com a disciplina. Este estudo foi registrado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) do Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Parecer nº 4.533.001, em 09 de fevereiro de 2021 e todos os alunos concordaram com a participação na pesquisa, assinando um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Recursos utilizados

No decorrer do segundo semestre de 2021, foram trabalhados os conteúdos da disciplina de Cálculo, conforme projeto pedagógico dos cursos da instituição: operações básicas, funções de uma variável, limites e derivadas, de maneira que utilizou, como recursos: vídeos (*Youtube*), formulário *online* (*Google Forms*), Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Google Sala de aula, jogos com perguntas (*Kahoot!*) e listas de exercícios, juntamente com a metodologia da sala de aula invertida (Figura 1).



Figura 1: Principais recursos digitais utilizados durante as aulas

Fonte: Pinheiro (2022).

No primeiro bimestre, foram desenvolvidos vídeos autorais, envolvendo os conteúdos de operações básicas e funções de uma variável, disponibilizados em canal no *Youtube*, pelo endereço eletrônico (<https://www.youtube.com/channel/UCBEcTNEsSmxaBp86wNgCRgw>). No segundo bimestre, foram utilizadas listas de exercícios e também atividades *online* sobre limites e derivadas no ambiente virtual de aprendizagem.

Conforme Ponte (2002, p. 4), um trabalho de investigação terá de envolver alguma forma de rigor, ou seja, assumir uma natureza minimamente metódica e sistemática, para que seja possível sua

reprodução. Como investigação da própria prática, foram registradas em um diário as percepções de cada aula, para análise dos resultados desta pesquisa.

Preparação do material

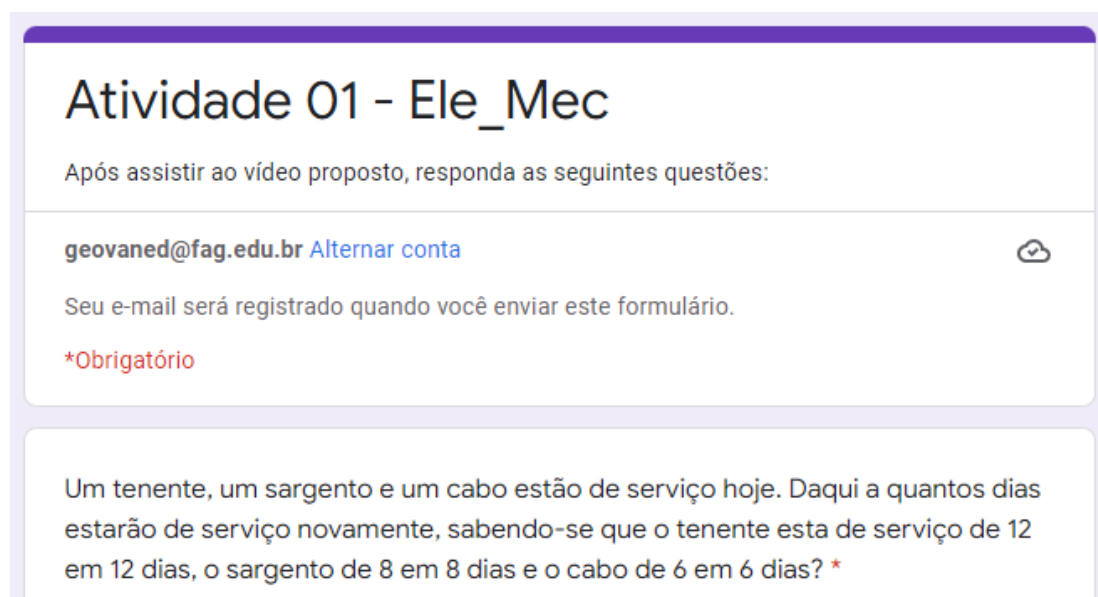
Os vídeos e roteiros foram produzidos a partir do *PowerPoint*, que permite fazer a gravação da apresentação, voz e imagem do narrador, gravando a tela de apresentação, juntamente com a explicação narrada (Figura 2).



Figura 2: Tela do *PowerPoint* com indicação dos comandos para gravação.

Fonte: Pinheiro (2022).

As atividades de pré-aula foram disponibilizadas via *Google Forms* (Figura 3), tal que os alunos deveriam realizar a tarefa solicitada e responder a algumas questões referentes ao conteúdo posteriormente desenvolvido em sala de aula.



Atividade 01 - Ele_Mec

Após assistir ao vídeo proposto, responda as seguintes questões:

geovaned@fag.edu.br [Alternar conta](#)

Seu e-mail será registrado quando você enviar este formulário.

***Obrigatório**

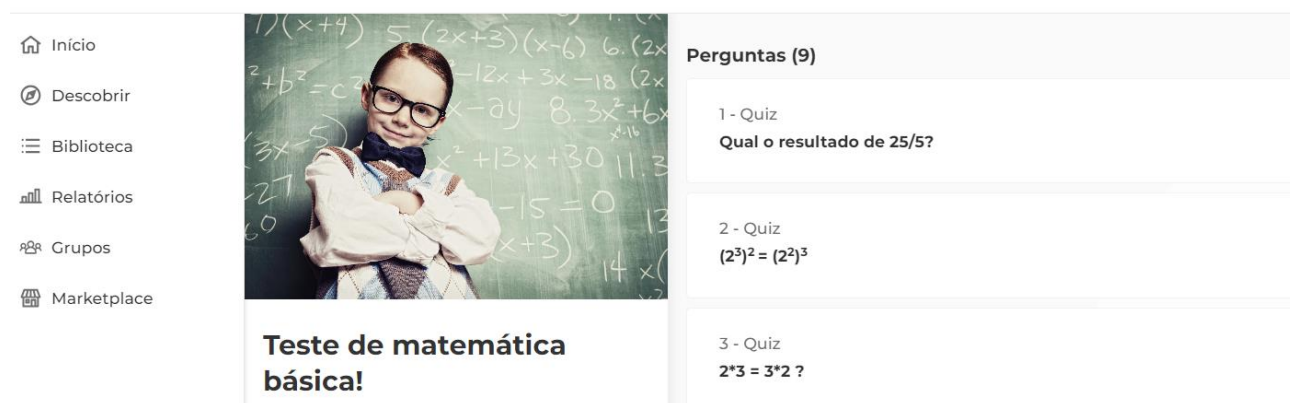
Um tenente, um sargento e um cabo estão de serviço hoje. Daqui a quantos dias estarão de serviço novamente, sabendo-se que o tenente esta de serviço de 12 em 12 dias, o sargento de 8 em 8 dias e o cabo de 6 em 6 dias? *

Figura 3: Exemplo de atividades elaboradas no Google *Forms*

Fonte: Pinheiro (2022).

Para algumas atividades de início da aula, foi utilizado o *Kahoot!* (figura 4) para elaboração de perguntas, relacionadas ao conteúdo explorado na etapa da pré-aula, para motivar os alunos e introduzir as discussões em sala de aula.

Kahoot!



Inicio

Descobrir

Biblioteca

Relatórios

Grupos

Marketplace

Teste de matemática básica!

Perguntas (9)

1 - Quiz
Qual o resultado de 25/5?

2 - Quiz
 $(2^3)^2 = (2^2)^3$

3 - Quiz
 $2*3 = 3*2$?

Figura 4: Exemplo de atividades elaboradas no *Kahoot!*

Fonte: Pinheiro (2022).

Na sequência, evidencia-se a estrutura da preparação da aula (conteúdo programático, programação das aulas, metodologias), conteúdos e as atividades elaboradas para sua aplicação e avaliação.

Etapas da sala de aula invertida

A sala de aula invertida é composta por três etapas, demonstradas pela Figura 5:

Etapa 1 (pré-aula): O material, juntamente com uma atividade, foi disponibilizado antes da aula, via Google Sala de Aula. Os alunos deveriam fazer as atividades propostas, conforme prazo estipulado, avisos no AVA e durante as aulas.

Etapa 2 (aula): Durante a aula, era retomada a atividade proposta, fazendo a correção e iniciando a discussão do tema a ser tratado, conforme conteúdo de cada aula.

Etapa 3 (pós-aula): Após a exposição em aula do conteúdo, os alunos tinham atividades a serem desenvolvidas com objetivo de verificar se dúvidas ainda persistiam no processo, para serem retomadas na próxima aula.

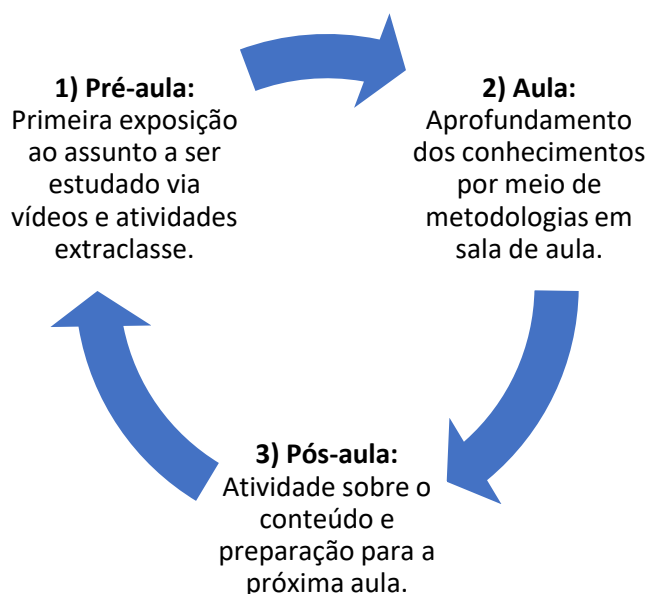


Figura 5: Ilustração das etapas da sala de aula invertida

Fonte: Pinheiro (2022).

É possível verificar que a sala de aula invertida é um processo cíclico e contínuo, no qual cada uma das etapas está interligada e independente uma da outra, para o andamento da metodologia.

Desenvolvimento

Durante o semestre, foram disponibilizados vídeos e materiais aos alunos. O conteúdo abordado, a atividade solicitada e a metodologia de sala de aula foram executados, como exemplificado na Figura 6.

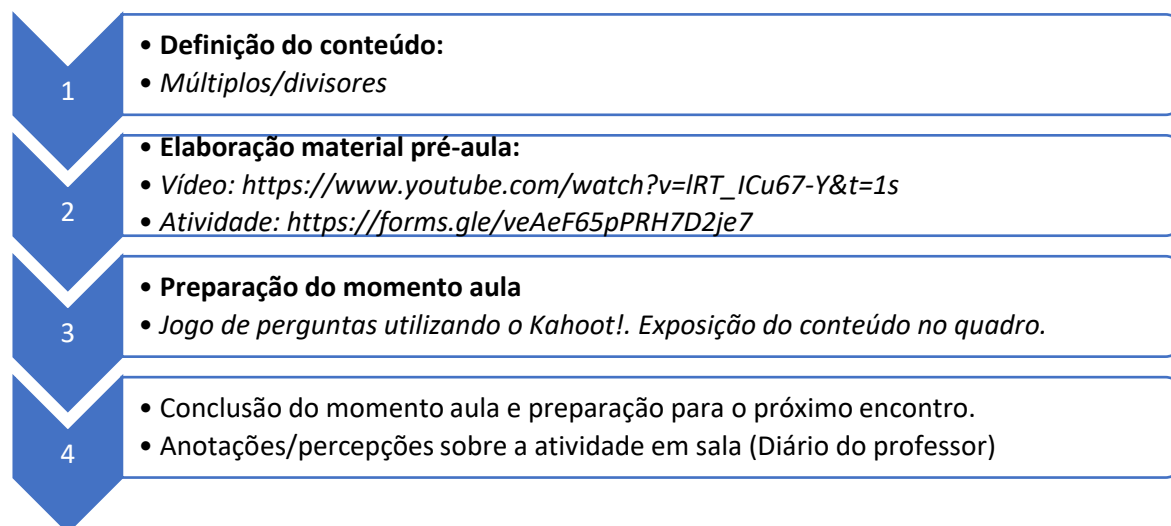


Figura 6: Exemplo de execução e aplicação da metodologia

Fonte: Pinheiro (2022).

Para cada conteúdo de aula foi feito o planejamento, conforme exemplificado da Figura 5. No Quadro 1, são apresentados os conteúdos abordados, com as atividades e materiais disponibilizados no momento pré-aula com a metodologia utilizada no momento aula. Todas essas atividades foram realizadas com as turmas e não necessariamente no mesmo dia. As atividades pré-aula foram disponibilizadas no AVA, com a resposta registrada no Google *Forms*. Em sala de aula, a discussão sempre se iniciava com a atividade proposta, verificando se os alunos haviam realizado e quais dificuldades ou dúvidas ficaram sobre o tema, para, então, dar sequência à aula. No momento pós-aula, os alunos tinham atividades, como lista de exercícios, para revisar o conteúdo e aplicar o que haviam visto em sala.

Tema	Atividade pré-aula	Atividade de início de aula	Metodologia em sala de aula
Múltiplos divisores e frações /	Vídeo e atividade no Google Forms	Jogo com perguntas (<i>Kahoot!</i>). Correção das atividades. Retomada dos principais conceitos e correção. Foco nas principais dúvidas e erros.	Aula expositiva. Explicação dos conceitos e de como seriam as atividades ao longo do semestre. Foi abordado o conteúdo, e ao final, resolução e correção de atividades.
Potenciação / Notação científica	Vídeo e atividade no Google Forms	Feedback das respostas e retomada de conceitos com correção das atividades. Foco nas principais dúvidas.	Resolução de atividades com aplicação dos temas estudados. Correção e auxílio com dúvidas pontuais e individuais.
Radiciação / Produtos notáveis	Vídeo e atividade no Google Forms	Jogo com perguntas (<i>Kahoot!</i>). Correção das atividades. Retomada dos principais conceitos e correção. Foco nas principais dúvidas e erros.	Resolução de atividades com aplicação dos temas estudados. Correção e auxílio com dúvidas pontuais e individuais.
Função Linear	Vídeo e atividade no Google Forms	Início com perguntas para que descrevessem a aplicação da função linear no dia a dia.	Resolução de atividades propostas e aula expositiva, com explanação do conteúdo.
Função Quadrática	Vídeo e atividade no Google Forms	Início com perguntas para que descrevessem a aplicação da função quadrática no dia a dia.	Resolução de atividades em grupos. Num primeiro momento, os alunos se reuniram em grupos, para discutirem a resolução das atividades propostas. Na sequência, correção e auxílio com as principais dúvidas.
Funções logarítmicas e trigonométricas	Slides e lista de exercícios	Correção da atividade proposta e discussão sobre o assunto.	Aula expositiva. Explicação sobre as funções e atividades em sala, com resolução e auxílio com dúvidas.
Limites – introdução	Vídeo e atividade no Google Forms	Discussão sobre o vídeo e avaliação sobre a atividade proposta.	Aula expositiva. Explicação sobre limites e atividades em sala, com resolução e auxílio com dúvidas.
Cálculo de limites	Slides e lista de exercícios	Correção da atividade proposta e discussão sobre o assunto.	Aula expositiva. Explicação sobre limites e atividades em sala, com resolução e auxílio com dúvidas.
Derivadas – definição	Slides e lista de exercícios	Início com explicações e questões sobre o que é derivadas. Resolução e <i>feedback</i> da questão proposta.	Uso da estratégia cooperativa Jigsaw. Os alunos foram divididos em grupos para resolução de atividades com problemas em comum e na sequência, foram refeitos os grupos para explicação do exercício

			que cada um resolveu para todo o grupo. Retomada de conceitos e auxílio nas dúvidas gerais.
Derivadas – uso das fórmulas	Slides e lista de exercícios	Início com explicações e questões sobre o que é derivadas. Resolução e <i>feedback</i> da questão proposta.	Resolução de exercícios com aplicação dos temas estudados.

Quadro 1: Planejamento das aulas com a Sala de Aula Invertida**Fonte:** Pinheiro (2022).

Algumas Considerações

Ao abordar os aspectos da metodologia da sala de aula invertida aplicada ao ensino de Cálculo, foi possível desenvolver atividades de aprendizagem e orientações baseadas em tecnologias digitais, tendo como principal característica a de não utilizar o tempo em sala com aulas exclusivamente para explicações expositivas e a possibilidade do docente em inovar a prática pedagógica.

A partir da construção dos dados, percebeu-se, pela participação dos alunos na realização das atividades e na presença em sala de aula, a ansiedade relacionada às mudanças nos processos de ensino e aprendizagem, bem como a motivação diante de novos desafios propostos. Aliando as tecnologias digitais, como vídeos e sites à metodologia, foi possível estabelecer uma relação maior do conteúdo com os alunos, auxiliando na aprendizagem durante as aulas.

Ao avaliar a participação dos alunos, alguns não se sentiam confortáveis no início, principalmente quando não realizavam o estudo prévio. Em geral, esse desconforto era superado pela interação entre o docente e a turma, de modo que o aluno conseguisse acompanhar as atividades no momento da aula, com destaque aqui à utilização de atividades em grupos que auxiliaram nesse sentido.

É possível, também, se referir à participação dos alunos no papel desempenhado por eles para a boa aceitação da metodologia. As atividades, conforme verificado nos resultados, foram sempre realizadas por grande parte dos alunos. Isso também foi resultado dos incentivos do professor explanando da importância de estudar previamente os conteúdos e, em algumas situações, da recompensa com notas àqueles que respondessem aos exercícios propostos.

Pela participação dos alunos ao longo do período, verificou-se que despertar a curiosidade no momento pré-aula, com o material de apoio, foi enriquecedor, pois alguns já buscavam entender o

conteúdo que seria visto em sala e, assim, o objetivo de fazer com que os alunos estudassem previamente o conteúdo para o momento da aula, o que é proposto pela própria metodologia, foi alcançado.

Foram constatados benefícios utilizando a sala de aula invertida, dos quais se destacam: maior tempo para as atividades em sala; interação facilitada entre alunos e professor; e oportunidade de integrar a metodologia com outros métodos de ensino. A sala de aula invertida, em si, já facilita a organização do tempo, para o planejamento do professor em relação ao conteúdo. Outro ponto importante é ter um material de apoio para auxílio dos estudos dos alunos, com áudio e imagens, roteiro de explicação e exercícios resolvidos, para o andamento dos estudos dos alunos, visto que, nessa situação, foram desenvolvidos os próprios vídeos e listas de exercícios para leituras complementares. Dos conteúdos abordados para esta pesquisa, a experiência não foi satisfatória para conteúdos introdutórios, como limites e derivadas.

Quando o conteúdo era sequencial, ou seja, tratava do mesmo tópico apenas aprofundando para propriedades e demais conceitos, os alunos tinham um entendimento melhor do material prévio. No entanto, quando se tratava de conceitos que envolviam uma elaboração de conteúdos prévios, com a introdução de novos saberes para compreensão, os alunos não conseguiam entender claramente, ficando evidente, no momento da aula, a necessidade da exposição do conteúdo. Nesse sentido, emerge a necessidade de repensar sobre a estrutura dos vídeos e tecnologias digitais utilizadas para que se possa suprir os problemas que surgiram.

A metodologia da sala de aula invertida proporcionou a oportunidade de interação com outras metodologias, a exemplo de jogos e resolução de problemas, o que enriqueceu o momento da aula. Esta pesquisa pode contribuir com reflexões acerca de novas abordagens metodológicas aplicadas em sala de aula e, como especificado desde o início, para o ensino de Cálculo em cursos de Engenharia, explorando as tecnologias digitais, cada dia mais presentes no cotidiano da sala de aula.

A literatura sobre metodologias ativas e o ensino de Cálculo nos cursos de Engenharia apontaram vários pontos positivos, como um maior engajamento dos alunos e a possibilidade de integração da teoria com a prática, auxiliando também o desenvolvimento de competências dos discentes. Foi possível verificar esses pontos positivos nesta pesquisa, mostrando-se a metodologia da sala de aula invertida como uma alternativa para o desenvolvimento da disciplina de Cálculo, mas que exige mudanças importantes na postura do professor perante as aulas presenciais, elaboração do material didático e, também, na postura dos alunos.

Do objetivo proposto, foi possível verificar que a sala de aula invertida contribuiu para o ensino de Cálculo nos cursos de Engenharia, pois permitiu discutir os conteúdos da disciplina, com a

participação dos alunos e resolução de atividades. Uma das maiores dificuldades encontradas para a utilização do método era quando os alunos não realizavam o estudo prévio, ou, em alguns casos, em que apenas respondiam a atividade proposta de forma errada, apenas para registrar que havia feito, o que foi claramente percebido quando, na aula, os alunos eram questionados sobre outros tipos de exercícios ou, até mesmo, sobre o material disponibilizado.

Independentemente das dificuldades enfrentadas no uso da metodologia da sala de aula invertida, existe a necessidade de atitudes inovadoras em sala de aula que reflitam diretamente no comportamento e postura dos alunos e, conseqüentemente, no aproveitamento dos seus estudos em prol de um significado maior dos conteúdos envolvidos, para o desenvolvimento de uma formação profissional de qualidade. Por fim, a expectativa é a de que a produção e aplicação de metodologias ativas auxiliem não apenas alunos, mas também professores que possam usufruir disso e, conseqüentemente, que novas questões possam ser levantadas para se buscar um processo de ensino e aprendizagem eficaz e motivador para todos, no que diz respeito ao ensino de disciplinas de Cálculo para cursos de Engenharia.

Referências

FILATRO, A. CAVALCANTI, C. C. **Metodologias inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva, 2019. 272 p.

MATTAR, J. **Metodologias Ativas para educação presencial, blended e a distância**. São Paulo: Artesanato Educacional, 2017.

OLIVEIRA, V. F. de. **A engenharia e as novas DCNs: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros**. 1. Ed. Rio de Janeiro. LTC, 2019.

PINHEIRO, G. D. **Sala de Aula Invertida no ensino de Cálculo Diferencial e Integral I em cursos de Engenharia: Uma proposta experienciada**. 2022. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Cascavel, 2022.

PONTE, J. P. **Investigar a nossa própria prática**. In *GTI (Org)*, Reflectir e investigar sobre a prática profissional (p. 5-28). Lisboa. APM, 2002

ROSAS, J. G.; MEDINA, R. B.; MORALES VARGAS, S. R. **Impact of Inverted Classroom in a Mathematics II Course for Engineering: A study using directed videos by students in Tecnológico de Monterrey**. TALE 2019 - 2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Education, 2019.

SANTOS, J. V. de Los. **Formação básica em engenharia: a articulação das disciplinas pelo cálculo diferencial e integral.** 2009. 202 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

TING, F. S. T.; LAM, W. H.; SHROFF, R. H. **Active learning via problem-based collaborative games in a large mathematics university course in Hong Kong.** *Education Science*, v. 9, n. 3, p. 1-22, 2019.